



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

INGENIERÍA AGROFORESTAL

“EFECTO COMPARATIVO DEL SULFATO DE POTASIO,
PACLOBUTRAZOL, NITRATO DE POTASIO, NITRATO DE AMONIO
Y ETHREL EN LA INDUCCIÓN FLORAL DE MANGO VAR. KENT
EN SAN RAFAEL – CASMA”.

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO AGROFORESTAL

Bach. WILLIAMS ZENOBIO CARRANZA PAREDES

Lima – Perú

2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 7 de mayo de 2018.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Ing. Mg.Sc. Javier Francisco Alvarado Llerena
Miembro: Ing. William Alcides Daga Avalos
Miembro: Ing. Zoila Rosa Salinas Sifuentes

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“EFECTO COMPARATIVO DEL SULFATO DE POTASIO, PACLOBUTRAZOL, NITRATO DE POTASIO, NITRATO DE AMONIO Y ETHREL EN LA INDUCCIÓN FLORAL DE MANGO VAR. KENT EN SAN RAFAEL – CASMA”

Presentada por el Bachiller:

- **Williams Zenobio Carranza Paredes**

Para optar al Título Profesional de **Ingeniero Agroforestal**.

Asesorada por:

- **Ing. Efer Calle Córdova**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

Williams Zenobio Carranza Paredes			Nota (escrito): <i>Diecisiete</i>
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Presidente del Jurado


Miembro del Jurado


Miembro del Jurado


Asesor

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi madre Josefina Paredes Romero por apoyarme en todo momento, por tener mucha paciencia y enseñarme a no rendirme para lograr alcanzar mis metas.

Universidad Científica del Sur, por ser parte fundamental en mi formación como profesional.

Ivan Espinoza, Gisela Herbozo, Anibal Paredes, Lucero Carranza por apoyarme de manera laboral en toma de datos.

Empresa Willy Green S.A.C por permitirme desarrollar la tesis en uno de sus lotes de mango variedad Kent.

Ing. Efer Calle Córdova por su apoyo y enseñanza durante el desarrollo exitoso de mi tesis.

DEDICATORIA

A:

Dios: Por darme la fuerza necesaria para estar calmado y permitirme alcanzar mis metas.

Mis padres: Wilder Zenobio Carranza Chavez y Josefina Paredes Romero seres importantes en mi educación, gracias a ellos he aprendido a luchar para lograr mis objetivos. Muchas gracias por su ejemplo de lucha y entrega familiar.

Mis Hermanas: Lucero Nayara Carranza Paredes y Yoselin Rosa Carranza Estrada, por su apoyo incondicional y consejos cuando más los necesitaba.

Mis Abuelos: Gregoria Romero de Paredes (QEPD) y German Paredes Aguilar, que han sabido siempre brindarme ese amor incondicional, apoyo y comprensión en todo momento que estuve en formación profesional. Gracias Abuelita y Abuelito.

Mis Tíos: Richard Romero Carranza, Fernando Durand Roque, Victor Paredes Romero, Juan Paredes Romero y Fernando Paredes Romero, por haber confiado en mí en todo momento y por su apoyo moral.

Mis Primos: Fernando Durand Pastrana, Milton Paredes Valverde, Almendra Paredes Villajuan y Anibal Paredes Solis, por sus ánimos y apoyo en realización de la tesis.

Mis Sobrinos y

Sobrinas: Con mucho cariño.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	3
DEDICATORIA	4
RESUMEN	10
I. INTRODUCCIÓN	14
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
III. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
IV. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	18
4.1. ANTECEDENTES	18
4.2. MARCO TEÓRICO	23
4.2.1. <i>Mango en el Perú</i>	23
4.2.2. <i>Taxonomía y Descripción Botánica del Mango</i>	24
4.2.3. <i>Variedad Kent</i>	28
4.2.4. <i>Inducción Floral</i>	29
4.2.5. <i>Ethrel (Ethephon)</i>	30
4.2.6. <i>Paclobutrazol (PBZ)</i>	31
4.2.7. <i>Nitrato de Potasio (KNO₃)</i>	32
4.2.8. <i>Nitrato de Amonio (NH₄NO₃)</i>	32
4.2.9. <i>Sulfato de Potasio Soluble (K₂SO₄)</i>	33
V. OBJETIVOS.....	34
5.1. GENERAL.....	34
5.2. ESPECIFICOS	34
VI. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	35
6.1. MATERIALES	35
6.1.1. <i>Material Vegetal:</i>	35
6.1.2. <i>Insumos a usar:</i>	35
6.1.3. <i>Otros:</i>	35
6.2. METODOLOGÍA	36
6.2.1. <i>Ubicación de la Parcela Experimental</i>	36
6.2.2. <i>Unidad Experimental</i>	37
6.2.3. <i>Manejo Agronómico del Cultivo</i>	38
6.2.4. <i>Evaluación Climática</i>	40
6.2.5. <i>Criterio de las Aplicación de Tratamientos</i>	41
6.2.6. <i>Descripción de los Tratamientos del Estudio</i>	42
6.2.7. <i>Variables de Respuesta</i>	49
6.2.8. <i>Diseño del Estudio</i>	52
6.2.9. <i>Análisis Estadístico</i>	53

VII. RESULTADOS	55
7.1. Días de Adelanto de la Floración.....	55
7.2. Cantidad de Panículas Florales.....	57
7.3. Producción de Frutos Por Árbol.....	58
7.3.1. <i>Producción de mango para exportación aérea y marítima</i>	58
7.3.2. <i>Producción de mango para mercado nacional</i>	59
7.4. Calidad de Frutos Cosechados.....	60
7.4.1. Calidad de mangos de la primera y segunda cosecha.....	60
7.4.2. Calidad de mangos de la tercera cosecha.....	61
7.4.3. Calidad de mangos de la cosecha para mercado nacional....	61
7.5. Costo y Beneficio de los tratamientos aplicados.....	63
7.6. Relación del Efecto de la Floración y el Clima.....	67
7.6.1. Establecimiento del ciclo fenológico floral.....	67
7.6.2. Relación Clima y Fenología Floral.....	68
VIII. DISCUSIONES	72
IX. CONCLUSIONES	85
X. RECOMENDACIONES	87
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
XII. ANEXOS	93
7.1. ANOVA y TUKEY de la variable días de adelanto de la floración....	93
7.2. ANOVA de la cantidad de panículas florales.....	94
7.3. ANOVA de la producción de mango para exportación aérea y marítima.....	94
7.4. ANOVA de la producción de mango para mercado nacional.....	95
7.5. ANOVA de la calidad de mango de la primera y segunda cosecha	95
7.6. ANOVA de la calidad de mangos de la tercera cosecha.....	96
7.7. ANOVA de la calidad de mangos para mercado nacional.....	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos a evaluar en la inducción floral del cultivo de mango (Mangifera indica L.) variedad Kent en la Zona de Casma, Perú – 2016.....	42
Tabla 2. Primer tratamiento en la inducción floral del cultivo de mango (Mangifera indica L.) variedad Kent en la Zona de Casma, Perú – 2016.....	43
Tabla 3. Formulación de dosis de Paclobutrazol (PBZ).....	45
Tabla 4. Dosificación de Sulfato de Potasio, Ethrel, Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio en el cultivo de mango (Mangifera indica L.) variedad Kent.....	47

Tabla 5. Fechas de aplicación de inducción floral en la Zona de Casma, Perú - 2016	48
Tabla 6. Días de evaluación de panículas florales.....	49
Tabla 7. Fechas de cosecha de mango var. Kent en la zona de Casma, Perú - 2017	50
Tabla 8. Criterios y precio de cosecha de exportación en la Zona de Casma, Perú – 2016	51
Tabla 9. Distribución de tratamientos por DCA	52
Tabla 10. Número de días de adelanto de la floración del cultivo de mango (Mangifera indica L.) variedad Kent. (Medición tomada desde el 7 de abril) en la Zona de Casma, Perú – 2016.	55
Tabla 11. Cantidad de panículas florales de mango (Mangifera indica L.) variedad Kent en la Zona de Casma, Perú – 2016.....	57
Tabla 12. Producción de frutos por árbol de mango (Mangifera indica L.) variedad Kent para exportación en la Zona de Casma, Perú – 2017.....	58
Tabla 13. Producción de frutos por árbol de mango (Mangifera indica L.) variedad Kent para mercado nacional en la Zona de Casma, Perú – 2017.....	59
Tabla 14. Calidad de frutos de la primera y segunda cosecha de mango (Mangifera indica L.) variedad kent en la Zona de Casma, Perú – 2017.....	60
Tabla 15. Calidad de frutos de la tercera cosecha de mango (Mangifera indica L.) variedad kent en la Zona de Casma, Perú – 2017.....	61
Tabla 16. Calidad de frutos de mango (Mangifera indica L.) variedad kent para mercado nacional en la Zona de Casma, Perú – 2017.	62
Tabla 17. Costo de producción por hectárea en la Zona de Casma, Perú – 2017.	63
Tabla 18. Costo de producción del estudio en la Zona de Casma, Perú – 2017.	63
Tabla 19. Costo de producción por tratamiento en la Zona de Casma, Perú – 2017.	63
Tabla 20. Análisis de Costo-Beneficio de mango exportable en la Zona de Casma, Perú – 2017.	64
Tabla 21. Análisis de Costo-Beneficio de mangos para mercado nacional en la Zona de Casma, Perú – 2017.	65

Tabla 22. Análisis Costo-Beneficio del estudio en la Zona de Casma, Perú – 2017.	66
Tabla 23. Resumen del análisis Costo-Beneficio total en la Zona de Casma, Perú – 2017.	66
Tabla 24. Ciclo fenológico de la floración por tratamiento en la zona de Casma, Perú – 2016.....	68
Tabla 25. Registro de temperatura y precipitación del valle de San Rafael, Casma, Perú – 2016.	69
Tabla 26. Registro de temperatura y precipitación del valle de San Rafael, Casma, Perú – 2017.	70
Tabla 27. ANOVA de días de adelanto de floración.....	93
Tabla 28. Prueba de medias Tukey para días de adelanto de floración	93
Tabla 29. ANOVA de la cantidad de panículas florales	94
Tabla 30. ANOVA de la producción de mango para exportación aérea y marítima	94
Tabla 31. ANOVA de la producción de mango para mercado nacional	95
Tabla 32. ANOVA de la calidad de mango de la primera y segunda cosecha .	95
Tabla 33. ANOVA de la calidad de mangos de la tercera cosecha.....	96
Tabla 34. ANOVA de la calidad de mangos para mercado nacional	96

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Medias de días de adelanto de la floración de mango var. Kent en la Zona de Casma, Perú – 2016.	56
Gráfico 2: Beneficios económicos de mango exportable en la Zona de Casma, Perú - 2016.....	64
Gráfico 3: Ingreso económico de frutos para mercado nacional en la Zona de Casma, Perú – 2017.	65
Gráfico 4: Climograma del valle de San Rafael, Casma, Perú - 2016.....	69
Gráfico 5: Climograma del valle de San Rafael, Casma, Perú - 2017.....	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Copa y porte de mango	24
Figura 2. Hojas jóvenes de mango	25
Figura 3. Raíces de mango	25
Figura 4. Panícula floral de mango	26
Figura 5. Tallos podados de mango	27
Figura 6. Frutos de mango var. Kent	27
Figura 7. Semilla de mango.....	28
Figura 8. Ubicación de la parcela de mango variedad Kent en la zona de Casma, Perú – 2016.....	36
Figura 9. Repetición	37
Figura 10. Distribución de Tratamientos.....	37
Figura 11. Árboles de mango (Mangifera indica L.) variedad Kent podados en la zona de Casma, Perú – 2016.....	44
Figura 12. Toma de datos de producción de frutos por árbol en la zona de Casma, Perú – 2016	50
Figura 13. Calibres de mango var. Kent de exportación en la Zona de Casma, Perú.....	51
Figura 14. Ciclo fenológico anual del mango (Mangifera indica L.) en la Zona de Casma, Perú – 2016	67

**EFFECTO COMPARATIVO DEL SULFATO DE POTASIO, PACLOBUTRAZOL,
NITRATO DE POTASIO, NITRATO DE AMONIO Y ETHREL EN LA
INDUCCIÓN FLORAL DE MANGO VAR. KENT EN SAN RAFAEL – CASMA.**

RESUMEN

El cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent es la principal actividad de Casma, Perú. En 2017, se exportó 161, 876 TM de mango fresco enviados a Europa y Estados Unidos. Sin embargo, existe una problemática con la floración debido al cambio climático, afectando económicamente a productores. El manejo de la floración requiere temperaturas entre 15°C y 25°C para inducirla. Sin esto, necesita inductores florales para lograr dicha evolución y cosechas tempranas.

El estudio duró 13 meses, donde utilizamos un diseño completamente al azar con 5 repeticiones, evaluándose el efecto del sulfato de potasio, paclobutrazol, nitrato de potasio, nitrato de amonio y ethrel en la inducción floral de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent de 9 años de edad en Casma. Las variables fueron: días de adelanto de la floración, cantidad de panículas florales, producción de frutos por árbol, calidad de frutos cosechados, costo-beneficio y relación entre la floración y el clima.

El tratamiento 1 y 3 adelantó la floración 52 y 27 días respectivamente en comparación al testigo. En cantidad de panículas florales, el tratamiento 1 obtuvo 199. La producción de frutos por árbol, el tratamiento 2 y 3 obtuvieron 80,14 y 76,56 kg exportables y el tratamiento 1 obtuvo 17,92 kg para mercado nacional.

Para la calidad de frutos cosechados; La primera y segunda cosecha, el tratamiento 1 obtuvo 77 frutos exportables; La tercera cosecha, el testigo obtuvo 67 frutos exportables, el tratamiento 1 y 2 obtuvieron 15 frutos para mercado nacional. Los tratamientos 2 y 3 obtuvieron una relación B/C de 5.25 USD y 4.99 USD.

Palabras clave: Inducción floral, mango variedad Kent, adelanto de la floración

**COMPARATIVE EFFECT OF POTASSIUM SULPHATE, PACLOBUTRAZOL,
POTASSIUM NITRATE, AMMONIUM NITRATE AND ETHREL IN FLORAL
INDUCTION OF MANGO VAR. KENT IN SAN RAFAEL - CASMA.**

ABSTRACT

The cultivation of mango (*Mangifera indica* L.) variety Kent is the main activity of Casma, Peru. In 2017, 161,876 tons of fresh mango were exported to Europe and the United States. However, there is a problem with flowering due to climate change, affecting producers economically. Flowering management requires temperatures between 15°C and 25°C to induce it. Without this, you need floral inductors to achieve this evolution and early harvests.

The study lasted 13 months, where we used a completely randomized design with 5 repetitions, evaluating the effect of potassium sulfate, paclobutrazol, potassium nitrate, ammonium nitrate and ethrel in the floral induction of mango (*Mangifera indica* L.) 9-year-old Kent variety in Casma. The variables were: days in advance of flowering, number of flower panicles, production of fruits per tree, quality of harvested fruits, cost-benefit and relationship between flowering and climate.

Treatment 1 and 3 advanced bloom 52 and 27 days respectively in comparison to the control. In quantity of floral panicles, treatment 1 obtained 199. Fruit production per tree, treatment 2 and 3 obtained 80.14 and 76.56 kg exportable and treatment 1 obtained 17.92 kg for national market. For the quality of

harvested fruits; The first and second harvests, treatment 1 obtained 77 exportable fruits; The third harvest, the control obtained 67 exportable fruits, treatment 1 and 2 obtained 15 fruits for national market. Treatments 2 and 3 obtained a B/C ratio of 5.25 USD and 4.99 USD.

Key words: Floral induction, mango variety Kent, advancement of flowering

I. INTRODUCCIÓN

El mango es el cultivo de mayor importancia económica en la provincia de Casma, Ancash; Siendo uno de los principales productores a nivel nacional. Casma tiene un área cultivada de 1743 ha de la variedad Kent. La producción es aproximadamente de 15 mil toneladas anuales, dependiendo del manejo del cultivo (Unidad de Desarrollo Agropecuario de Casma, 2017).

La producción de mango depende de los factores climáticos, por esta razón el cambio climático es uno de los principales problemas que está afectando su producción en la provincia de Casma. Debido a este fenómeno se recurre a técnicas como la inducción floral, por ser de vital importancia en la producción de mango (Pozo, 2006).

La inducción floral es una técnica que se ha modificado en los últimos años. Estas adaptaciones de la inducción floral responden a las exigencias del mercado, que obligan a los agricultores a implementar esta y otras técnicas para adecuar el metabolismo de la planta en relación a la producción y las características del agroecosistema (Contreras, 2014).

En la actualidad hay varios productos químicos que funcionan como inductores florales, los cuales adelantan la floración en cultivares de mango. Entre los inductores florales más usados a nivel global se encuentran el nitrato de potasio y ethrel (Carreño y Cabrera, 2012).

En el Perú se han realizado estudios limitados sobre el efecto de estos inductores, además estos estudios se han realizado individualizando los inductores estudiados. En países tropicales y subtropicales, se han realizado estudios sobre la combinación de estos productos para inducir la floración en mango, dando resultados positivos. En consecuencia, surge la necesidad de evaluar comparativamente diversos inductores y reguladores de la floración de mango, para determinar su verdadero efecto en este tipo de agroecosistema (Huete y Arias, 2007).

El presente estudio evaluó en una plantación de mango ubicada en el sector San Rafael, Provincia de Casma, el efecto del tratamiento de inductores (Nitrato de potasio, nitrato de amonio y ethrel), en la inducción floral, el efecto de un regulador de crecimiento (Paclobutrazol) y un pre-inductor (Sulfato de Potasio), para disminuir el tamaño de los brotes, obtener una mayor floración y adelantarla.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent es uno de los principales frutales de exportación en Perú, siendo Casma uno de los valles de mayor producción. El incremento de la producción de mango ha generado al país mayores ingresos económicos, cabe mencionar que las exportaciones de mango tuvieron una participación de 3% sobre el total de las agroexportaciones en el 2011, equivalentes a US\$ 143,31 millones, a diferencia del 2006 que fue solamente 2,8% lo que representaba US\$ 57,85 millones, con lo cual se puede apreciar que en el mango ha tenido en un crecimiento del 148% entre el 2006 y 2011 (MINAGRI, 2011).

La producción nacional según el censo de la campaña 2008 – 2009, representaba un área sembrada de 22,236 ha a nivel nacional, mientras que en el censo de la campaña 2014 – 2015 representaba 27,120 ha (APEM, 2014). Por otro lado, la producción de mango var. Kent aumentó notoriamente en comparación al año 2003 donde era un 83%, en el 2009 a 85% y el 2014 a 94%, indicando que dicha variedad es la más producida a nivel nacional (INEI, 2014).

El principal problema de la producción de mango es la reducción de la floración debido al cambio de los factores climáticos, especialmente la temperatura. Esta situación genera una caída drástica de la producción, generando pérdidas importantes a los agricultores (Herrera, 2011).

La temperatura adecuada para la floración es de 13 a 17°C en promedio, sin embargo, en los últimos años se ha incrementado la temperatura a 22 - 25°C (SENAMHI, 2011). Cuando no se induce la floración, se genera una reducción sustancial en la producción; al respecto el Banco Central de Reserva del Perú (2012) menciona que la producción en el 2012 se redujo en 52,4% respecto al 2011, debido a la falta de inducción floral.

III. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad los agricultores de mango vienen usando diversos insumos para inducir la floración y regular el crecimiento vegetativo de la planta. Sin embargo, estos insumos se utilizan generalmente de forma aislada. Los agricultores de mango utilizan, por ejemplo, ethrel, paclobutrazol, nitrato de potasio, entre otros. Los agricultores requieren de una mayor información respecto al uso combinado de inductores/reguladores y su efecto en el incremento de la producción, para incrementar el promedio de 30 a 39 t/ha, dependiendo de la densidad de siembra y el año de la planta (Contreras, 2014).

La investigación sobre la inducción floral ayudará a innovar el sistema de manejo y por lo tanto favorecer la producción, con las consecuencias positivas que esto genera en el mercado de exportación. A su vez, aprovechar eficientemente los tratados económicos internacionales (BCRP, 2012).

Un incremento de la producción debido al mejoramiento de la inducción floral, ayudará además a mantener y generar mayores puestos de trabajo en el ámbito rural, en el posterior proceso de industrialización de los subproductos de mango (AGROBANCO, 2007).

Finalmente, cabe mencionar que los inductores florales y reguladores de crecimiento, son sustancias que están permitidas por GLOBAL GAP para la exportación de mango. Sin embargo, la presente investigación aportará en la determinación de las dosis adecuadas de inductores y reguladores de crecimiento, con la finalidad de promover una política amigable con el ambiente en la producción de mango.

IV. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES

Respecto a los inductores y reguladores de crecimiento, cabe mencionar que su uso es variable y además de ser usados en mango, también son utilizados en otros frutales. En el caso del mango, con el adelanto de la floración, se logra reducir problemas fitosanitarios y elevar los volúmenes de producción (Canales, 1998). Gonzales (2004) menciona que una de las alternativas para obtener mayor regularidad en la floración, es la técnica de la inducción floral mediante la aplicación de inductores químicos. En Costa Rica, desde 1988 se han venido realizando algunos ensayos utilizando productos como nitrato de potasio, ethrel, ácido giberélico y entre otros.

Ramírez (2009) menciona que en la floración existe una correlación positiva con la cantidad de hojas presentes en un árbol de mango. La floración es un punto crítico en el cultivo de mango, debido que las alternativas utilizadas actualmente para adelantar o retrasar la floración, presentan inconvenientes en su eficiencia en campo hasta problemas económicos y ambientales por su uso (Santos-Villalobos *et al.*, 2011). Sin embargo, la presencia de temperaturas altas (mayores a 20°C) disminuye la floración en mangos (Santoyo, 2012).

El Paclobutrazol (PBZ) reduce el alargamiento del brote vegetativo e incrementa la proliferación de los mismos (Miranda, 2001; Torres y Mogollón, 2002). Se obtienen mejores resultados con aspersiones de sales y en menor grado con reguladores de crecimiento del tipo triazole (PBZ) (Rodríguez *et al.*, 2002). En México se ha demostrado que la aplicación de PBZ en el mango adelanta la floración y la cosecha alrededor de 45 días (Cruzaley *et al.*, 2006). Inhibe la formación de giberelinas y reduce el crecimiento vegetativo debido al acortamiento de entrenudos (Pozo, 2006). El control del crecimiento con PBZ sólo se recomienda en fincas jóvenes para obtener mayores beneficios (Cruzaley *et al.*, 2006).

La aplicación de PBZ en plantaciones de mango muestra sus potencialidades para la inclusión en las tecnologías de manejo de plantaciones en altas densidades, disminuye el tamaño de los brotes, adelanta la floración e incrementa el rendimiento (Rodríguez *et al.*, 2008).

De acuerdo a Pérez et al. (2008) el PBZ solo o combinado estimula una abundante floración y cosecha (más del 100% en rendimiento), además adelanta la cosecha entre 15 a 23 días. La aplicación de PBZ e inductores de floración controla el tamaño de los árboles y a obtener cosechas adelantadas en mango Ataulfo (Vázquez-Valdivia *et al.*, 2009). En Honduras se demostró que la aplicación de PBZ tienen efecto sobre la inhibición de brotes vegetativos (Contreras y Zepeda, 2012).

En relación al Ethephon (Ethrel), Valverde *et al.* (1986) afirma que, en condiciones de maduración no controlada, es decir en condiciones ambientales, los tratamientos de ethrel superiores a 750 ppm provocan una adecuada maduración en frutos de var. Keitt, pero las dosis superiores a 2000 ppm provocan sobremaduración en los frutos y afecta el sabor y apariencia del mismo. La aplicación a 600 ml incrementa significativamente los sólidos solubles totales y el color amarillo de la pulpa en las variedades de mango Tommy Atkins y Kent. Sin embargo, la firmeza disminuye, lo que nos pone en riesgo la comercialización de los frutos (Osuna *et al.*, 2009). El uso del Ethrel, se descompone con rapidez en agua con pH neutro o alcalino, formando etileno (Ponce, 2009). De acuerdo a Rengifo (2013) cuando no se aplica Ethrel la diferenciación floral es dispersa y se aumenta el tiempo transcurrido entre la inducción y la maduración de la fruta.

El sulfato de potasio soluble (K₂SO₄) contribuye a una alta calidad de producción y una mayor rapidez en la maduración de brotes vegetativos (Tessenderlo Group, 2012). Los cultivos tratados con K₂SO₄, contienen más

pigmentos, mejoran su color y aspecto. También aumenta el contenido de azúcar, ácido y jugo, lo cual realza su sabor y aroma. Además, mejora la resistencia a las enfermedades (Fermagri, 2013). Las concentraciones de K en el suelo son generalmente demasiado bajas para permitir un saludable crecimiento vegetal, la cual es necesaria para cumplir con muchas funciones esenciales en las plantas tales como activar reacciones enzimáticas, sintetizar proteínas, formar sacarosa y otros azúcares, y regular el flujo de agua en las células y hojas. Una manera de incrementar las concentraciones de K y aumentar la nutrición vegetal es aplicando el K_2SO_4 (IPNI, 2013).

Según Arroyo (2000) la aplicación de Nitrato de Potasio (KNO_3) es una práctica económica y fácil que no ocasiona daños a la fisiología del árbol de mango. El KNO_3 reduce el alargamiento del proceso de brote de crecimiento a floración (Miranda, 2001). Según Cárdenas y Rojas (2003) el tratamiento con KNO_3 no afectan el número de frutos retenidos. La aplicación de KNO_3 permite que de floración 51 días antes del tiempo normal y las dosis más altas de KNO_3 produce un número mayor de panículas de mango variedad Manila (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2008).

Debe considerarse que el KNO_3 muestra poco efecto en la inducción de botones florales, observándose síntomas de fitotoxicidad cuando se emplean concentraciones iguales o superiores al 2% (García *et al.*, 2008). Por otro lado, en México se ha demostrado que aplicaciones de nitrato de potasio al 12% incrementa la producción de mango en la variedad Haden, obteniéndose una producción de aproximadamente 23 kg/planta (Del Río,

2011). El uso de KNO_3 aplicado de forma foliar, uniformiza la floración en mangos de las var. Kent y Tommy Atkins (Santoyo, 2012).

Pérez (1993) menciona que la floración completa se obtiene a los 30-40 días de la aplicación del nitrato de amonio y se recomienda aplicar el NH_4NO_3 al 2% (2kg) de producto en 100 L de agua más 100g de detergente (Para que se pegue al follaje). Una dosis más alta adelanta la floración, pero es un mayor gasto y además causan quemaduras de diverso grado en las hojas, aunque no afectan negativamente a la floración o fructificación. Las aplicaciones de promotores de floración (nitrato de amonio) en Tommy Atking dan resultados erráticos (Davenport, 1993). Se rocía completamente el follaje del árbol y se inicia la aplicación por la parte interior del árbol y enseguida por la copa, lo cual hace indicar que la cantidad de solución depende del tamaño del árbol (Salazar, 1995). Para estimular la floración con nitrato de amonio, se debe aplicar en árboles de cuatro años de edad en adelante (Vázquez, 1995). Las yemas se ponen en estado vegetativo (iniciación floral tardía) al momento que se aplica nitrato de amonio a 2 y 4% (Pérez, 2000).

4.2. MARCO TEÓRICO

4.2.1. Mango en el Perú

Es un frutal tropical estacional que depende del clima, con cosechas anuales, que inicia su producción al tercer año de su trasplante (CERX, 2009; Perrotta y Rivera, 2014).

En el Perú se cultivan dos tipos de mango: las plantas francas (no injertadas), como el Criollo de Chulucanas, el Chato de Ica, el Rosado de Ica, las cuales son para producción de pulpa y jugos; y las variedades mejoradas (injertadas), como Haden, Kent, Tommy Atkins y Edward, las cuales se exportan en estado fresco (MINCETUR, 2003; APEM, 2013).

La producción nacional está centralizada en la costa, siendo Piura un 75%, Lambayeque 15% y Ancash 10%; contando con una producción entre 130,000 y 140,000 toneladas al cierre de la campaña 2013-2014 y una superficie total de 27,000 ha (APEM, 2014).

De la gran diversidad de variedades de mango alrededor del mundo, son las “rojas” o californianas las más cultivadas actualmente en Perú, siendo la Kent la más comercial para exportación en fresco (Dávila *et al.*, 2007).

4.2.2. Taxonomía y Descripción Botánica del Mango

4.2.2.1. Taxonomía

Según Tropicos (2015), la clasificación taxonómica del mango es:

- Clase: *Equisetopsida* C. Agardh
- Subclase: *Magnoliidae* Novak ex Takht
- Superorden: *Rosanae* Takht
- Orden: *Sapindales* Juss. Ex Bercht y L. Presl
- Familia: *Anacardiaceae* R. Br.
- Género: *Mangifera*
- Especie: *M. indica* L.

4.2.2.2. Botánica

Porte y copa del árbol:

Es mediano entre 10 a 20 m de altura, simétrico, de copa redondeada, siempre verde, de raíces fuertes y profundas (6-8m), de savia irritante y tóxica conocida como látex. Es considerado como árbol vigoroso, que permite desarrollarse en suelos poco profundos e impermeables (Gamboa y Mora, 2010).



Figura 1. Copa y porte de mango

Fuente: Sánchez, M. (2015). *Árbol de Mango*. [Figura]. Recuperado de: <https://www.jardineriaon.com/cosas-a-tener-en-cuenta-a-la-hora-de-plantar-un-mango.html>

Hojas:

Presenta hojas simples lanceoladas entre 15 y 40 cm de largo y de 2 a 10 cm de ancho y disposición alterna; Algunas variedades tienen un intenso color rojo al inicio del crecimiento pasando a verde claro y luego a verde oscuro en su madurez (Sánchez, 2015).



Figura 2. Hojas jóvenes de mango

Fuente: Guerra, E. (2014). Hojas Jóvenes del Mango. [Figura]. Recuperado de: <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/mangoampliado.html>

Raíz:

La raíz principal penetra de seis a ocho metros, mientras que las superficiales se extienden en un radio de hasta 10 metros del tronco. Esta distribución le permite resistir condiciones de baja humedad (Rodríguez, et al., 2002).



Figura 3. Raíces de mango

Fuente: Segovia, I. (2012). Raíces de Mango Criollo. [Figura]. Recuperado de: <http://docplayer.es/17850460-Comportamiento-del-mango-kent-y-keitt-isaias-segovia-romani.html>

Flores e inflorescencias:

Se dan en panículas terminales ramificadas, de la cual el árbol puede tener de 2000 a 4000 panículas, las cuales pueden poseer entre 400 a 5000 flores cada una; La mayoría son masculinas o estaminadas y unas pocas flores perfectas hermafroditas. La polinización es cruzada y realizada por insectos, especialmente moscas (dípteros). Es normal que el cuaje sea de un 0.1% de las flores. La floración es condicionada por el clima, principalmente por la temperatura y precipitación (Gamboa y Mora, 2010).



Figura 4. Panícula floral de mango

Fuente: Ibáñez, J. (2018). Fuertes vientos afectaron 50% de la flor de mango. [Figura]. Recuperado de: <http://elnoticieroenlinea.com/fuertes-vientos-afectaron-50-la-flor-mango/>

Tallo:

La forma de ramificación del árbol depende, si es reproducido por semilla o por injerto, y del tipo de poda que se le aplique. En árboles reproducidos por semillas la ramificación es abundante, y la altura puede llegar a más de 40 metros. En árboles injertados y podados, en cambio, la ramificación es menor llevando al final las ramillas floríferas y su forma es simétrica, con la copa más o menos esférica (Rodríguez, et al., 2002).



Figura 5. Tallos podados de mango

Fuente: Davenport, T. (2012). Poda de formación o de hormona para árboles de mango. [Figura]. Recuperado de: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3311>

Fruto:

El fruto es una drupa, de tamaño variable que va de 100 a 1500 g. Su color va del amarillo hasta el rojo o morado, pasando por distintos grados de coloración dependiendo de la variedad, manejo y factores climáticos (Gamboa y Mora, 2010).



Figura 6. Frutos de mango var. Kent

Fuente: Tropical Fruit (2014). Kent mango. [Figura]. Recuperado de: http://tropicalfruit.com/Kent-Mango--3-Gallon--GRAFTED_p_81.html

Semilla:

Rodríguez, et al. (2002) encontraron que, cada fruto de mango, consta de una sola semilla, de forma ovoide u oblonga y están rodeadas por un endocarpio fibroso cuando maduran; la testa es fina y permeable; existen dos tipos de semilla, las monoembriónicas que contienen un embrión cigótico y las poliembriónicas las que contienen varios embriones, generalmente de éstos, solo uno es cigótico y las otros se generan de la nucela o tejido maternal. En *Mangífera indica* hay dos tipos distintos que pueden distinguirse a través de su centro de origen:

- a) Grupo subtropical: con semillas monoembriónicas (tipo India)
- b) Grupo Tropical con semillas poliembriónicas (Sureste de Asia.)



Figura 7. Semilla de mango

Fuente: India Mart (2014). Mango seed. [Figura]. Recuperado de: <https://www.indiamart.com/proddetail/mango-seed-13210287955.html>

4.2.3. Variedad Kent

Variedad grande (Semi-tardía), pesando aproximadamente de 500 a 800 gr, posee un color amarillo anaranjado adquiriendo en la madurez una chapa rojiza, es de forma ovalada orbicular, de agradable sabor, jugoso de poca fibrosidad y de alto contenido de azúcares (AGROBANCO, 2007). El

mango Kent es bajo en calorías y contiene cantidades muy saludables de fibra, vitaminas y minerales. Un mango proporciona alrededor de 130 calorías y 3,7 gramos de fibra dietética. La fruta del mango contiene vitaminas A, B-1, B-2, B-3, B-6, B-9, C, E y K y una amplia gama de minerales esenciales, incluyendo entre ellos calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio, selenio, sodio y zinc (Campo de Benamayor, 2012).

4.2.4. Inducción Floral

Según Gonzales (2004) la inducción floral es el cambio fisiológico que se produce en determinado momento en una yema, y que condiciona su evolución a yema de flor. Yuri (2002) menciona que es el proceso mediante el cual las yemas de los frutales, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales. El proceso que sigue a la inducción floral se conoce como diferenciación floral y corresponde a la manifestación externa (cambio morfológico) de este proceso. La inducción floral es una serie de cambios en las células del meristemo vegetativo que permite la aparición de órganos florales en cambio de hojas (Dussan, 2014).

4.2.5. *Ethrel (Ethephon)*

El ethephon es el ácido 2-cloroetilfosfónico ($\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-PO}_3\text{H}_2$), que se descompone con rapidez en agua a pH neutro o alcalino formando etileno, un ion cloruro y H_2PO_4 . El etileno ($\text{C}_2\text{-H}_4$) es una hormona que actúa en el proceso bastante complejo de la iniciación y regulación de la floración, y todos los procesos fisiológicos asociados con la maduración y envejecimiento (Gonzales, 2004).

Es un regulador de crecimiento natural de las plantas que, en su interior, desprende etileno, acelera la maduración, mejora la coloración, y hace aumentar los rendimientos y la calidad (Bayer CropScience, 2006). Regula el crecimiento modificando el transporte de auxinas y estimula sistemas enzimáticos relacionados con las membranas celulares, contribuyendo así a la excreción por parte de la célula de enzimas importantes en el crecimiento. Su modo de acción es que pierde estabilidad en contacto con el tejido vegetal (pH mayor o igual 3.5) liberando etileno gaseoso; ligándose a un receptor proteico (Hidroxiprolina) asociado a una membrana plasmática, afectando la actividad del ATP y alterando la permeabilidad celular, posibilitando así reacciones que llevan a la maduración anticipada (Gonzales, 2004).

4.2.6. Paclobutrazol (PBZ)

Es un regulador de crecimiento sistémico cuyo modo de acción se traduce en la inhibición de las giberelinas, lo que produce una disminución del crecimiento vegetal desviando los nutrientes asimilados hacia una mayor producción y crecimiento de frutos (Sygenta, 2013). Las giberelinas actúan como reguladores endógenos del crecimiento controlando diversos procesos del desarrollo de las plantas como la germinación, la elongación del tallo, la expansión de las hojas, el desarrollo de los tricomas y la inducción de flores y frutos (Serrani, 2008). El PBZ es absorbido pasivamente a través de las raíces, los tejidos del tallo y el follaje. El movimiento dentro de la planta es hacia arriba, ocurriendo en la xilema hasta las hojas y yemas. Genera mayor formación de yemas florales, mejor calidad de fruta y su modo de aplicación es hacia el suelo (Gonzales, 2004).

El paclobutrazol tiene una baja toxicidad para mamíferos, aves, peces, abejas y otros invertebrados (SYMONS, 1988). Está definido que realiza un control de vigorosos crecimientos vegetativos, reduce la poda, obtiene una mayor inducción y una mejor calidad de fruta (EREZ, 1984). Se refiere a este compuesto, como un regulador de crecimiento vegetal, especialmente de árboles frutales (QUINLAN, 1982).

4.2.7. Nitrato de Potasio (KNO_3)

Davenport y Nuñez-Elisea (1991) encontraron que el KNO_3 es efectivo para promover la floración del mango, cuando este es cultivado en climas adversos. El KNO_3 contiene sales de nitratos, las cuales promueven en las hojas, la actividad de la nitro-reductasa, una enzima del metabolismo del nitrógeno, que favorece la síntesis de metionina, que es el precursor del etileno (Del Rio, 2011). El nitrato de potasio es una fuente de potasio única por su valor nutricional y su contribución a la sanidad y rendimiento de las plantas, además ofrece las características químicas y físicas deseables, alineadas con las calidades ambientales requeridas (Haifa, 2009).

4.2.8. Nitrato de Amonio (NH_4NO_3)

Fertilizante granulado altamente soluble, rico en nitrato, para efectos inductores de floración en mango se aplica foliarmente, su modo de acción es que al entrar en contacto con las hojas causa una intoxicación debido a la alta concentración de nitrato, y un 80% del nitrato penetra translaminarmente causando quemaduras de los cloroplastos y muerte de células, es por esta razón que se observan manchas secas en las hojas aplicadas a partir del cuarto día después de la aplicación, lo cual conlleva a un estrés en la planta de esta manera produciendo etileno como respuesta, la cual es la hormona promotora de la floración (Davenport, 1998).

4.2.9. Sulfato de Potasio Soluble (K_2SO_4)

Es un fertilizante soluble en agua. Contiene 52% K_2O y 18% S. Altamente concentrado en potasio y aporta adicionalmente azufre. No contiene cloro o sodio. Al disminuir el pH en la zona de raíces, ayuda a mejorar la disponibilidad del fósforo y de los micronutrientes. Recomendado en fertirrigación y en aplicaciones foliares (Misti Fertilizantes, 2010). Es un fertilizante altamente concentrado en Potasio, por ello es importante su uso en la etapa de desarrollo y maduración de frutos (FertiSur, 2008). Su modo de aplicación es vía edáfica o foliar como fuente de Potasio y Azufre para los cultivos, contiene un bajo índice de salinización (Quimifer, 2010).

Su función es estimular el contenido de agua en las células, medio por el cual los frutos aumentan su tamaño y ofrecen una mejor calidad. También ofrece un efecto control sobre la permeabilidad de las membranas celulares, ofreciendo así una menor pérdida de agua y haciendo que los frutos se conserven por más tiempo (AGROMÁTICA, 2014). El sulfato de potasio es la fuente de potasio más común en aquellos cultivos sensibles al agregado de cloruros. No existe en estado natural y su origen es el refinado de ciertos minerales como langbeinita; kieserita, alunita, entre otros (YPF, 2015).

V. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Comparar el efecto del Sulfato de Potasio, Paclobutrazol, Nitrato de Potasio, Nitrato de Amonio y Ethrel en la inducción floral temprana de mango var. Kent en San Rafael – Casma.

5.2. ESPECIFICOS

1. Determinar el efecto de los tratamientos en la floración temprana de mango.
2. Determinar cuál tratamiento produce la mayor cantidad de panículas florales.
3. Determinar cuál tratamiento produce más kilos de frutos por árbol.
4. Determinar el efecto de los tratamientos sobre la calidad de los mangos cosechados.
5. Determinar el costo y beneficio de los tratamientos aplicados.
6. Determinar la relación del efecto de la floración y variables climatológicas

VI. MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.1. MATERIALES

6.1.1. *Material Vegetal:*

- Para el estudio se utilizaron árboles de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent de nueve años.

6.1.2. *Insumos a usar:*

- Sulfato de Potasio Soluble (K_2SO_4)
- Nitrato de Potasio Cristalizado (KNO_3)
- Ethrel (Etefón)
- Paclobutrazol (PBZ)
- Nitrato de Amonio (NH_4NO_3)
- Agua de pozo.

6.1.3. *Otros:*

- Mochila de Aspersión
- Jeringa
- Balde
- Balanza
- Jarra calibrada (litros)
- Cuaderno de Apuntes
- Wincha
- Calculadora
- Cámara Fotográfica
- Mano de obra
- Jabas

6.2. METODOLOGÍA

6.2.1. Ubicación de la Parcela Experimental

El presente estudio se llevó a cabo en el lote San Rafael de la Empresa Willy Green SAC, situada en el sector San Rafael, Casma distrito del departamento de Ancash ubicada en el kilómetro 375 de la Panamericana Norte. El fundo cuenta con una superficie de 3.75 ha. de mango variedad Kent; el estudio tuvo una duración de 14 meses, desde marzo del 2016 hasta abril del 2017.



Figura 8. Ubicación de la parcela de mango variedad Kent en la zona de Casma, Perú – 2016

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2. Unidad Experimental

Se utilizaron de cien árboles de mango variedad Kent, con una densidad de siembra de 4.25 m. x 3 m.

Para cada tratamiento:

Se usó un marco de madera de 1 m² para facilitar la toma de datos y evitar el efecto borde.

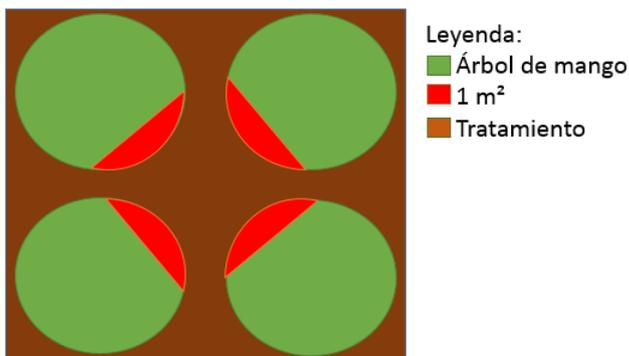


Figura 9. Repetición

Fuente: Elaboración Propia

Para la Parcela:

En todo el estudio, se destinaron veinte árboles para cada tratamiento y cuatro árboles por repetición.

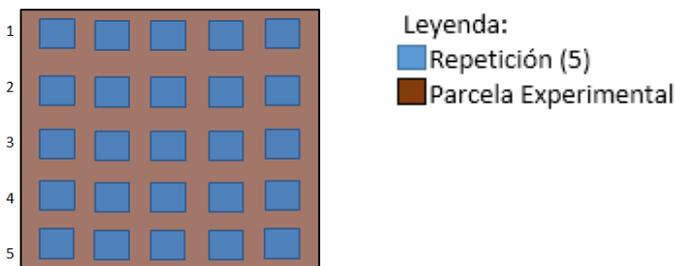


Figura 10. Distribución de Tratamientos

Fuente: Elaboración Propia

6.2.3. Manejo Agronómico del Cultivo

Antes y durante la realización del proyecto se realizaron labores de manejo del cultivo de mango de acuerdo a lo planificado por la Empresa Willy Green SAC. A continuación, se describen brevemente las actividades de manejo que se realizaron en la Empresa Willy Green SAC:

1. Labores Culturales:

Consiste en la limpiar toda rama o mango caído alrededor del tronco del árbol de mango, la que puede ser manual, mecánica o química. En el fundo esta actividad se realiza de manera manual, en el caso de frutos caídos, se hace un hueco donde es enterrado, para evitar la propagación de algunas plagas como la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*).

2. Poda:

Consiste en la eliminación de ramas no productivas y/o de ramas que presentan daños, se realizan dos tipos podas: de producción y de sanidad. En la poda de producción se eliminan las ramas no productivas, para que el árbol tenga una mejor estructura en la copa, permitiendo que la luz y el aire ingresen a la copa; la poda de sanidad consiste en eliminar las ramas dañadas o enfermas. Después de haber eliminado una rama no deseable se aplica cobre para evitar el ataque de patógenos al árbol. Para la poda

se utilizan tijeras grandes y pequeñas especiales para poda, previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 5%.

3. Fertilización:

Consiste en aplicar nutrientes al suelo para el buen desarrollo del árbol de mango. Después de haberse realizado la poda, es fundamental la aplicación balanceada de nitrógeno, fósforo y potasio. Por otro lado, luego del proceso de inducción floral, se aplica nitrógeno y potasio al inicio del cuajado. Adicional a ello, se aplica azufre, magnesio, calcio y algunos micronutrientes como cobre, zinc y manganeso vía foliar.

4. Pesticidas:

En la Empresa Willy Green S.A.C se realizan monitoreos semanales de plagas, no obstante, se aplican productos químicos de manera preventiva como Phyton 27 y Cypermetrina; dentro de las labores culturales que se realizan esta la recolecta de los frutos dañados que posteriormente se eliminan, para evitar la propagación de la mosca de la fruta.

En el caso de enfermedades, también se realizan monitoreos semanales, se eliminaron partes dañadas de los árboles (ramas, frutos, hojas, etc.), se aplica Cupravit como producto químico para la prevención y ataque de las enfermedades, la plantación se procura mantener libre de malezas.

5. Riego:

El tipo de riego es por gravedad y se utiliza el agua de la cuenca del río Casma, sin embargo, hay meses en que el caudal baja rápidamente, por ello, se utiliza una motobomba para extraer agua de pozo. La frecuencia de riego es mayor en la etapa antes de la floración (Poda) y cuando se da el cuajado, este último para el llenado de frutos.

6.2.4. Evaluación Climática

Según Rodríguez y Fernández (2008), para que un mango florezca adecuadamente en condiciones subtropicales necesita un periodo de bajas temperaturas antes del inicio de la floración (unos diez días por debajo de 25°C durante el día y en torno a 15°C durante la noche). Para que fructifique convenientemente precisa que las temperaturas sean más elevadas una vez que ha florecido, de lo contrario se producirían abortos en el cuajado (aborto de embrión) dando lugar a frutos pequeños sin semilla, generalmente inservibles desde el punto de vista comercial.

Existen evidencias de que la diferenciación floral del mango está asociada a las temperaturas de tres meses (90 días) anteriores a la fecha de inicio de la floración (Núñez- Elisea et al, 1996; Osuna-Enciso et al, 2000; Avilán et al, 2002).

Es por ello que se tomó datos desde enero del 2016, hasta abril del 2017. Siendo abril, mayo y junio los meses críticos para que inicie la floración del mango. En tanto, los primeros meses del 2017 fueron muy marcados, esto debido a las fuertes precipitaciones y el fenómeno del niño.

Se evaluó la temperatura y precipitación, tomando los datos de una pequeña Estación meteorológica con 5 sensores y mástil de la empresa Willy Green S.A.C., ubicada cerca del predio. Los datos a tomar se registraron en computadora, durante el tiempo que duro el estudio. Se realizaron registros mensuales, para evaluar la relación del clima y la floración del mango.

6.2.5. Criterio de las Aplicación de Tratamientos

Se utilizaron cien árboles de mango variedad Kent, sembrado a 4.25 m x 3 m, la altura de las plantas fue de 2 m aproximadamente; dado a que la densidad de siembra es baja, eso nos facilitó a separar los tratamientos con el fin de evitar errores por deriva de productos aplicados de un tratamiento a otro. Además, para el estudio se utilizó un marco de madera en la toma de datos para evitar el efecto borde.

Con respecto a la concentración de los inductores y maduradores, se utilizó ethrel en presentación líquida con una concentración de 48%, nitrato de potasio en presentación cristalizada al 45%, paclobutrazol en presentación líquida con una concentración del 25%, sulfato de potasio soluble con una

concentración de 52% K₂O-18%S y nitrato de amonio con una concentración de 33% de N y 3% de P₂O₅.

Las dosis usadas fueron aplicadas de acuerdo a las investigaciones y experiencias realizadas por Davenport (1993); Canales (1998); Contreras, J., Zepeda, C. (2012); Husen, S., Kuswanto, Ashari, S., Basuki, N. (2012), con resultados positivos, realizadas en México, Costa Rica, Honduras, Brasil y Colombia.

En la zona de estudio, La Asociación de Agricultores de Casma (2016) sostuvo que el uso de nitrato de potasio combinado con ethrel tiene resultado positivos en la inducción floral de mango, tanto en rendimiento por kilos como calidad de fruta; Sin embargo, para el estudio planteamos combinaciones con paclobutrazol, nitrato de amonio y sulfato de potasio, a fin de obtener mejores resultados en las variables de estudio.

6.2.6. Descripción de los Tratamientos del Estudio

El presente estudio constó de cinco tratamientos y cinco repeticiones, en el siguiente cuadro se describen los tratamientos a evaluar.

Tabla 1. Tratamientos a evaluar en la inducción floral del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent en la Zona de Casma, Perú – 2016

Tratamiento	Descripción
1	PBZ (Paclobutrazol) 1 g. de i.a/m ³ de copa a los diecisiete días de edad de brote (brote marrón), aplicar 4 kg/cil de sulfato de potasio soluble + 60 cc/cil de Ethrel a partir de los ciento ocho días de edad de brote (Repetir por cuatro cada siete días).
2	Sulfato de potasio soluble 4kg/cil a partir de los ciento ocho días de edad de brote (Repetir por cuatro cada siete días), luego continuar con aplicaciones de nitrato de potasio cristalizado 8kg/cil (Repetir por tres cada siete días).

3	Sulfato de potasio soluble 4kg/cil a partir de los ciento ocho días de edad de brote (Repetir por cuatro cada siete días), luego continuar con aplicaciones de Nitrato de Amonio 3kg/cil (Repetir por tres cada siete días).
4	Ethrel 60cc/cil, 70 cc/cil y 80cc/cil sucesivamente cada ocho días a partir de los ciento ocho días de edad de brote, luego retomar las aplicaciones con Nitrato de potasio Cristalizado 8kg/cil (Repetir por tres cada siete días).
5	Testigo absoluto

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Cil = 200 L, i.a (Ingrediente activo) y todos los tratamientos se agotaron en 40 días, a partir de los 108 días de edad de brote. Para las aplicaciones foliares se utilizó 3 litros de agua de pozo y una mochila de 20 Litros de capacidad con boquilla calibrada de igual manera para todos los tratamientos.

6.2.6.1. Aplicación de Paclobutrazol (PBZ)

El primer tratamiento se realizó con la aplicación de paclobutrazol con la dosificación obtenida mediante la fórmula del volumen de la esfera, debido a que la copa del mango es un círculo imperfecto.

Tabla 2. Primer tratamiento en la inducción floral del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent en la Zona de Casma, Perú – 2016

Tratamiento	Descripción
1	PBZ (Paclobutrazol) 1 g. de i.a/m ³ de copa a los 17 días de edad de brote (brote marrón).

Fuente: Elaboración Propia

Las actividades iniciaron con la “Poda de despunte” del 18 al 21 de marzo del 2016.



Figura 11. Árboles de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent podados en la zona de Casma, Perú – 2016

Fuente: Elaboración Propia

Pasado 17 días de la edad del brote, aplicamos Paclobutrazol de nombre comercial “PRESSOR” y una composición de 250 g/L de PBZ y aditivos csp 1L.

El paclobutrazol lo aplicamos en drench a la raíz el 7 de abril, en un volumen de 3 litros de agua por árbol, en cuatro huecos alrededor del tronco, proyectados en el perímetro de la sombra de la copa, ya que ahí se encuentra la mayor cantidad de raíces y la dosis se preparó por planta de acuerdo a su vigor.

Para determinar los metros cúbicos de copa utilizamos la fórmula del volumen esfera y lo multiplicamos por 70%, debido a que la forma de los árboles de mango no es perfecta y siempre tiene espacios vacíos.

Fórmula volumen = $\frac{4}{3}$ de.π. (Radio³). (70%)

Radio = mitad del diámetro de la proyección de la sombra.

Finalmente, para determinar la dosis correcta por planta, multiplicamos la fórmula del volumen de la esfera por el 70% del factor forma de copa y por 4, porque el PBZ contiene 250 g/L de i.a., lo cual indica que hay 4 ml por volumen de la composición.

Es decir; si se pretende hallar la dosis para el T1R1 planta 1, sería de la siguiente manera:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (R)^3 \cdot (70\%) \cdot (4)$$

$$V = 4.19 (1.35)^3 \cdot (70\%) \cdot (4)$$

V=28.87 cc

Tabla 3. Formulación de dosis de Paclobutrazol (PBZ)

Repetición	Tratamiento	Planta	Diámetro	Radio	Dosis
R1	T1	P1	2.70 m	1.35 m	28.87 cc
		P2	2.30 m	1.15 m	17.84 cc
		P3	2.20 m	1.10 m	15.62 cc
		P4	2.10 m	1.05 m	13.58 cc
R2	T1	P1	2.70 m	1.35 m	28.87 cc
		P2	2.10 m	1.05 m	13.58 cc
		P3	2.30 m	1.15 m	17.84 cc
		P4	2.80 m	1.40 m	32.19 cc
R3	T1	P1	2.45 m	1.23 m	21.57 cc
		P2	2.35 m	1.18 m	19.03 cc
		P3	2.10 m	1.05 m	13.58 cc
		P4	2.45 m	1.23 m	21.57 cc
R4	T1	P1	2.45 m	1.23 m	21.57 cc
		P2	2.30 m	1.15 m	17.84 cc
		P3 (Real)	1.40 m	0.70 m	4.02 cc
		P3 (X)	-	-	19.89 cc
		P4	2.40 m	1.20 m	20.27 cc
R5	T1	P1	2.60 m	1.30 m	25.78 cc
		P2	2.70	1.35 m	28.87 cc
		P3	2.80 m	1.40 m	32.19 cc
		P4	2.30 m	1.15 m	17.84 cc

Fuente: Elaboración Propia

* En el caso R4, T1, P3 se presentó un fallo estadístico debido a que la planta era muy pequeña, por ende, se procedió a sacar el promedio de las tres plantas correspondientes a la repetición 4, para evitar un error en la toma de datos.

6.2.6.2. *Aplicación Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio, Nitrato de Amonio y Ethrel:*

Después de iniciar los trabajos con el regulador de crecimiento PBZ (Paclobutrazol) a los 108 días de edad de brote, se procedió a iniciar los trabajos de inducción floral el día 7 de julio.

La dosificación para nuestro estudio se llevó a cabo en 100 árboles, por ende, se tuvo que reducir las cantidades a aplicación en relación a un cilindro de 200 L y kg de productos a aplicar.

Para la aplicación de las dosis de sulfato de potasio, nitrato de potasio, ethrel y nitrato de amonio se procedió a realizar una regla de tres simple, de la siguiente manera:

Caso T2/R1: Si en el tratamiento 2 se pretendía aplicar 8 kg por cilindro de nitrato de potasio, asumiendo que un cilindro equivale a 200 L, cuantos “g” se debe agregar en una mochila de 20 L.

8 Kg	200 L
X Kg	20 L
X= 0.8 Kg (800 g)	

Tabla 4. Dosificación de Sulfato de Potasio, Ethrel, Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio en el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent

Tratamiento	Dosis	Repetición	Plantas
1	400 g de Sulfato de Potasio 6 cc de Ethrel 20 L de Agua	1 al 5	20
2	400 g de Sulfato de Potasio 20 L de Agua	1 al 5	20
	800 g de Nitrato de Potasio 20 L de Agua		
3	400 g de Sulfato de Potasio 20 L de Agua	1 al 5	20
	300 g de Nitrato de Amonio 20 L de Agua		
4	6 cc de Ethrel 20 L de Agua	1 al 5	20
	7 cc de Ethrel 20 L de Agua		
	8 cc de Ethrel 20 L de Agua		
	800 g de Nitrato de Potasio 20 L de Agua		
5	Testigo Absoluto	1 al 5	20

Fuente: *Elaboración Propia*

Iniciamos las actividades de inducción floral en las siguientes fechas haciendo uso del sulfato de potasio, nitrato de amonio, ethrel y nitrato de potasio:

Tabla 5. Fechas de aplicación de inducción floral en la Zona de Casma, Perú - 2016

Tratamiento	Producto	Fecha de Aplicación
1	K ₂ SO ₄ + Ethrel	07/07/2016
		14/07/2016
		21/07/2016
		28/07/2016
2	K ₂ SO ₄	07/07/2016
		14/07/2016
		21/07/2016
		28/07/2016
	KNO ₃	06/08/2016
		13/08/2016
20/08/2016		
3	K ₂ SO ₄	07/07/2016
		14/07/2016
		21/07/2016
		28/07/2016
	NH ₄ NO ₃	06/08/2016
		13/08/2016
20/08/2016		
4	Ethrel	07/07/2016
		15/07/2016
		23/07/2016
	KNO ₃	06/08/2016
		13/08/2016
		20/08/2016

Fuente: Elaboración Propia

6.2.7. Variables de Respuesta

Se comenzó a evaluar y tomar datos a los 30 días después de la aplicación de PBZ y a los 7 días de la última aplicación de inducción floral.

1. Días de adelanto de la floración

Establecimos el inicio de la floración cuando observamos flores amarillas por árbol, ya que algunas yemas florales podrían generar brotes mixtos. Se comenzó a evaluar cada dos semanas luego de la aplicación de paclobutrazol, nitrato de potasio, sulfato de potasio, nitrato de amonio y ethrel.

2. Cantidad de panículas florales

Se determinó la cantidad de panículas florales contando el número de estas encontradas en 1m² por árbol de cada centro marcado con una cinta.

Tabla 6. Días de evaluación de panículas florales

Evaluaciones	Fechas de Evaluación	Frecuencia
Primera Evaluación	Del 20 de julio al 4 de agosto	Cada 5 días
Segunda Evaluación	Del 10 de agosto al 25 de agosto	
Tercera Evaluación	Del 30 de agosto al 14 de septiembre	

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó tres evaluaciones para visualizar el desarrollo de las panículas florales del mango, antes, durante y posterior a haberse realizado las aplicaciones de la inducción floral.

3. Producción de frutos por árbol

Para evaluar la cantidad de producción por tratamiento, se realizó un conteo de los frutos cosechados en 1m² por árbol de cada centro marcado, iniciando a los 145 días al finalizar la floración.



Figura 12. Toma de datos de producción de frutos por árbol en la zona de Casma, Perú – 2016

Fuente: Elaboración Propia

Las cosechas iniciaron con el tratamiento 1 el 16 de enero del 2017, para los demás tratamientos se dieron entre el 24 de febrero y 3 de marzo del mismo año. La cosecha de mango para mercado nacional o descarte, se realizó el 1 de abril del 2017.

Tabla 7. Fechas de cosecha de mango var. Kent en la zona de Casma, Perú - 2017

Cosechas de Mango	Fecha de Cosecha	Tratamiento
Mango para exportación marítima y aérea	16/01/2017	T1
	24/02/2017	T2 al T5
	03/03/2017	
Mango para mercado nacional	01/04/2017	

Fuente: Elaboración Propia

4. Calidad de Frutos Cosechados

Para evaluar el efecto en la calidad de los frutos, se procedió a una clasificación y cuantificación siguiendo los indicadores de calidad como: porcentaje de chapa y calibre para frutos exportables; Cantidad de frutos sanos e indicadores de descarte (calibre pequeño, daño por trips, daño por chinche, deformidad, manchado e insolación y mala cosecha) para frutos vendidos en mercado nacional en S/. 0.80 el kilo, para esta clasificación se tomó en cuenta el criterio de clasificación de las empresas Dominus S.A.C y Willy Green S.A.C.

Tabla 8. Criterios y precio de cosecha de exportación en la Zona de Casma, Perú – 2016

Tipo de Exportación	Porcentaje de Chapa	Calibres	%Brix	Materia Seca	Precio (USD/Kg)
Aérea	≥30%	9 al 4	7	14 al 16	1.20
Marítima	<30%	12 al 4	6 al 7	14 al 15	0.80

Fuente: Elaboración Propia

Según Gonzales (2004) el obtener frutos de calidad está relacionado a los procedimientos fitosanitarios del campo de cultivo y los manejos culturales como el recojo de fruta madura, para evitar un brote de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*).

Calibre	Peso unit promedio (g)	Peso (gr)
Calibre 4	1000	900-1100
Calibre 5	800	720-880
Calibre 6	667	600-730
Calibre 7	571	515-625
Calibre 8	500	450-550
Calibre 9	444	400-485
Calibre 10	400	360-440
Calibre 12	333	300-365

Figura 13. Calibres de mango var. Kent de exportación en la Zona de Casma, Perú

Fuente: SIICEX (2012). Nombre comercial del mango fresco. [Figura]. Recuperado de: www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/Mango.pdf

5. Costo y Beneficio

Para evaluar el costo y beneficio del estudio, se estimó en base al costo de producción por tratamiento y cuanto de utilidades nos generó, teniendo en cuenta que la relación B/C tiene que ser mayor a 1 para ser rentable.

6. Relación entre la floración y el clima

Se realizó un registro de la temperatura y precipitación de los días que se desarrolló el estudio hasta la cosecha, haciendo énfasis en el antes y durante el periodo de floración. Básicamente se registró los picos mínimos y máximos de temperatura, para que nos ayuden a estimar los efectos sobre la floración.

6.2.8. Diseño del Estudio

Se hizo un diseño completamente al azar, de cinco tratamientos con cinco repeticiones.

Tabla 9. Distribución de tratamientos por DCA

R1	T1	T5	T3	T2	T4	T1 PBZ, K ₂ SO ₄ + Ethrel T2 K ₂ SO ₄ , KNO ₃ T3 K ₂ SO ₄ , (NH ₄) NO ₃ T4 Ethrel, KNO ₃ T5 Testigo absoluto
R2	T3	T2	T4	T5	T1	
R3	T4	T3	T1	T2	T5	
R4	T2	T5	T4	T1	T3	
R5	T5	T1	T3	T4	T2	

Fuente: Elaboración Propia

1. De toda la plantación se escogió la zona con mayor uniformidad de plantas, del mismo tamaño y vigor (visualmente).
2. Enumeramos todos los tratamientos del 1 al 5 y se anotaron en pedacitos de papel.
3. Se utilizó dos bolsas de plástico, donde se colocaron todos los tratamientos y repeticiones enumerados y anotados en pedazos de papel, se revolvió y luego se sacaron uno a uno, formando parejas (Ejemplo: T1R2). Con esto se distribuyó los tratamientos completamente al azar, cuatro plantas por tratamiento y se marcaron con cinta de colores.

6.2.9. Análisis Estadístico

Se hizo un DCA (Diseño Completamente al Azar), debido a que el experimento es una sola parcela, con una plantación de la misma edad, el mismo manejo y la misma densidad de siembra. Para cada uno de los tratamientos se dio la misma cantidad de repeticiones.

Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} : variable de respuesta o dependiente

μ : media general

T_i : efecto del i-esimo tratamiento

E_{ij} : efecto del error experimental en el tratamiento

Se hicieron cinco repeticiones para cada tratamiento, se efectuó un análisis de varianza para cada una de las variables, para cada tratamiento se utilizó un nivel de significancia $\alpha=0.05$ con el paquete estadístico de IBM SPSS Statistics 24.

Si se presentase diferencia significativa entre los efectos de los tratamientos, se efectuaría una comparación de medias utilizando la prueba Tukey.

VII. RESULTADOS

A continuación, presentamos los resultados obtenidos en el presente estudio.

7.1. Días de Adelanto de la Floración

Los resultados obtenidos para la variable días de adelanto de la floración, se muestran en el siguiente cuadro.

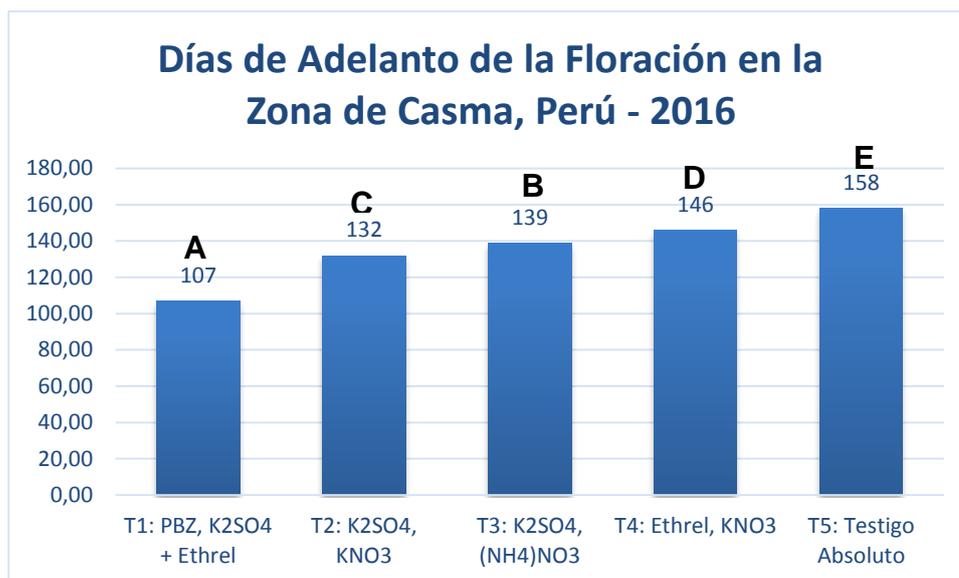
Tabla 10. Número de días de adelanto de la floración del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent. (Medición tomada desde el 7 de abril) en la Zona de Casma, Perú – 2016.

Tratamientos	Días de Adelanto de Floración (Media \pm SEM)
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	107 \pm 0.6 A
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	139 \pm 0.8 B
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	132 \pm 0.6 C
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	146 \pm 0.6 D
T5: Testigo Absoluto	158 \pm 1 E

Los valores representan la media \pm SEM de cinco repeticiones (n=5). Medias con diferente letra. son significativamente diferentes ($P < 0.05$) según el método de Tukey.

Estadísticamente se muestra que, si hay diferencias significativas entre el número de días de adelanto de la floración por tratamiento con un $\alpha = 0.05$.

Gráfico 1: Medias de días de adelanto de la floración de mango var. Kent en la Zona de Casma, Perú – 2016.



Como se observa en el gráfico 1, el tratamiento 1 y 3 adelantaron la floración en 51 y 26 días respectivamente en comparación al testigo. Para el desarrollo floral del tratamiento 1 se obtuvo 107 días, mientras que para el desarrollo floral del tratamiento 3 de 132 días, para el tratamiento 2 y tratamiento 4 resultó 139 y 146 días respectivamente. El tratamiento 2 y 4 adelantaron la floración en 19 y 12 días respectivamente en comparación al testigo con un desarrollo floral de 158 días.

7.2. Cantidad de Panículas Florales

Los resultados obtenidos para la variable cantidad de panículas florales, se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 11. Cantidad de panículas florales de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent en la Zona de Casma, Perú – 2016.

Tratamientos	Cantidad de Panículas Florales (Media \pm SEM)
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	199 \pm 26 A
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	155 \pm 25,44 A
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	164 \pm 13,27 A
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	160 \pm 29,86 A
T5: Testigo Absoluto	174 \pm 18,99 A

Los valores representan la media \pm SEM de cinco repeticiones (n=5). Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) según el método de Tukey.

Estadísticamente se muestra que no hubo diferencias significativas entre la cantidad de panículas florales por tratamientos evaluados con un $\alpha = 0.05$.

Del cuadro 11, el tratamiento 1 obtuvo una media de 199 panículas florales, el testigo con una media de 174 y el tratamiento 2 obtuvo la menor cantidad de panículas florales, con una media de 155. Esto indica que los tratamientos aplicados no influyen en la cantidad de panículas florales, es decir, todos los tratamientos se comportan de igual manera en lo que respecta a la variable.

7.3. Producción de Frutos Por Árbol

Después de haberse evaluado la cantidad de panículas florales, pasaron 145 días para la cosecha de mango para exportación, en el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos.

7.3.1. Producción de mango para exportación aérea y marítima

Los resultados obtenidos para la variable producción de frutos por árbol para exportación, se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 12. Producción de frutos por árbol de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent para exportación en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Tratamientos	Kilos de Fruto por Árbol (Media \pm SEM)
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	75,37 \pm 6,73 A
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	80,14 \pm 2,38 A
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	76,56 \pm 6,85 A
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	63,23 \pm 6,96 A
T5: Testigo Absoluto	73,30 \pm 2,37 A

Los valores representan la media \pm SEM de cinco repeticiones (n=5). Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) según el método de Tukey.

Estadísticamente se muestra que no hubo diferencias significativas entre la producción de frutos por árbol para cada tratamiento evaluado con un $\alpha = 0.05$.

Del cuadro 12, el tratamiento 2 obtuvo una media de 80,14 kilos de frutos de mango por árbol, seguida del tratamiento 3 con una media de 76,56 kilos, siendo el tratamiento 4 el que menor media obtuvo en lo que respecta a la variable, con 63,23 kilos.

7.3.2. Producción de mango para mercado nacional

Los resultados obtenidos para la variable producción de frutos por árbol para mercado nacional, se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 13. Producción de frutos por árbol de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent para mercado nacional en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Tratamientos	Kilos de Fruto por Árbol (Media \pm SEM)
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	17,92 \pm 4 A
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	15,37 \pm 2,19 A
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	14,46 \pm 2,11 A
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	10,98 \pm 2,20 A
T5: Testigo Absoluto	15,78 \pm 1,91 A

Los valores representan la media \pm SEM de cinco repeticiones (n=5). Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) según el método de Tukey.

Estadísticamente se muestra que no hubo diferencias significativas entre la producción de frutos para cada tratamiento evaluado con un $\alpha = 0.05$.

Del cuadro 13, el tratamiento 2 resultó tener mayor cantidad de frutos de descarte, con una media de 15,37 kilos, esto debido a daños por trips (*Scirtothrips inermis*), cochinilla (*Aulacaspis tubercularis*) y mala cosecha. Siendo este último responsable del mayor porcentaje de mangos de descarte.

El tratamiento 4 fue el que menos cantidad de mango descarte obtuvo, con una media de 10,98 kilos, el testigo obtuvo una media de 15,78 kilos y el tratamiento 1 y 3 obtuvieron una media de 17,92 y 14,46 kilos.

7.4. Calidad de Frutos Cosechados

A continuación, presentamos los siguientes resultados y el análisis de la variable, donde se evaluó tres cosechas, las cuales tres fueron cosechas exportables y una para mercado nacional. A cada cosecha se le realizó un análisis de varianza.

7.4.1. Calidad de mangos de la primera y segunda cosecha

Los resultados obtenidos para la variable calidad de frutos de la primera y segunda cosecha de exportación, se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 14. Calidad de frutos de la primera y segunda cosecha de mango (*Mangifera indica* L.) variedad kent en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Tratamientos	Calidad de Frutos de la Primera y Segunda Cosecha (Media \pm SEM)
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	77 \pm 5,04 A
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	74 \pm 4,07 A
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	74 \pm 6,55 A
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	65 \pm 5,38 A
T5: Testigo Absoluto	76 \pm 7,41 A

Los valores representan la media \pm SEM de cinco repeticiones (n=5). Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) según el método de Tukey.

Estadísticamente se muestra que no hubo diferencias significativas entre la calidad de frutos de la primera y segunda cosecha de exportación para cada tratamiento evaluado con un $\alpha = 0.05$.

Del cuadro 14, el tratamiento 1 obtuvo una media de 77 frutos de calidad exportable con calibres 9, 8, 7 y 6, mientras que el tratamiento 4 obtuvo 65, este último resultado ser el tratamiento con menor cantidad de frutos de calidad exportable, con calibres 10, 6, 5 y 4. Los frutos cosechados presentaron un buen calibre de exportación, sin embargo, solo el 8% de todos los

tratamientos fue para exportación aérea, siendo superada con un 92% en exportación marítima.

7.4.2. Calidad de mangos de la tercera cosecha

Los resultados obtenidos para la variable calidad de frutos de la tercera cosecha, se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 15. Calidad de frutos de la tercera cosecha de mango (*Mangifera indica* L.) variedad kent en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Tratamientos	Calidad de Frutos de la tercera cosecha (Media \pm SEM)
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	51 \pm 8,47 A
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	65 \pm 6,19 A
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	58 \pm 14,66 A
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	43 \pm 9,26 A
T5: Testigo Absoluto	67 \pm 5,97 A

Los valores representan la media \pm SEM de cinco repeticiones (n=5). Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes (P<0.05) según el método de Tukey.

Estadísticamente se muestra que no hubo diferencias significativas entre la calidad de frutos de la tercera cosecha para cada tratamiento evaluado con un $\alpha = 0.05$.

El testigo obtuvo una media de 67 frutos de calidad exportable, el tratamiento 4 fue el que menos frutos de calidad obtuvo, con una media de 43. De todos los tratamientos solo se obtuvo un 3% para exportación aérea y 97% para exportación marítima.

7.4.3. Calidad de mangos de la cosecha para mercado nacional

Los resultados obtenidos para la variable calidad de frutos de la cosecha para mercado nacional, se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 16. Calidad de frutos de mango (*Mangifera indica* L.) variedad kent para mercado nacional en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Tratamientos	Calidad de Frutos para Mercado Nacional (Media \pm SEM)
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	15 \pm 4,32 A
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	15 \pm 4,23 A
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	9 \pm 1,25 A
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	8 \pm 3,67 A
T5: Testigo Absoluto	13 \pm 3,07 A

Los valores representan la media \pm SEM de cinco repeticiones (n=5). Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) según el método de Tukey.

Estadísticamente se muestra que no hubo diferencias significativas entre la calidad de frutos para mercado nacional de cada tratamiento evaluado con un $\alpha = 0.05$. La aplicación de los distintos tratamientos no afecta en la calidad de frutos cosechados para mercado nacional.

El tratamiento 1 y 2 obtuvieron una media de 15 frutos de descarte debido indicador de mala cosecha, haciendo que los frutos sufran daño mecánico. La menor cantidad la obtuvo el tratamiento 4 con apenas 8 frutos y el testigo obtuvo una media de 13 frutos.

7.5. Costo y Beneficio de los tratamientos aplicados

Para la determinación del costo y beneficio del estudio, se tuvo en cuenta el siguiente monto de producción para hectárea dada por el Gerente de la empresa Willy Green S.A.C.

Tabla 17. Costo de producción por hectárea en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Monto	Área/Plantas/Densidad
5000 USD	1 ha (10000 m ²)
	784 plantas
	4,25 m x 3 m

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera, se llegó al siguiente resultado, teniendo en cuenta que el estudio demandó 100 árboles de mango variedad Kent.

Tabla 18. Costo de producción del estudio en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Monto	Área/Plantas/Densidad
637,55 USD	0.128 ha (1280 m ²)
	100 plantas
	4,25 m x 3 m

Fuente: Elaboración Propia

Los datos a nivel de costo y beneficio se dan por campaña, una duración promedio de 12 a 13 meses, esto dependiendo cuando se coseche. Para cada tratamiento se utilizó 20 árboles, siendo el costo de producción:

Tabla 19. Costo de producción por tratamiento en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Monto	Área/Plantas/Densidad
127.51 USD	0,0256 ha (256 m ²)
	20 plantas
	4,25 m x 3 m

Fuente: Elaboración Propia

El costo de producción para cada tratamiento resultó **127.51 USD** (cuadro 19), teniendo que, el precio de mango aéreo fue **1.20 USD** por kilo de mango de calibres 9 al 4, mientras que el mango marítimo fue **0.80 USD** por kilo de los calibres 12 al 4 (cuadro 8). Para el mango vendido en mercado nacional, el precio resultó a **S/. 0.80** por kilo de todos los calibres.

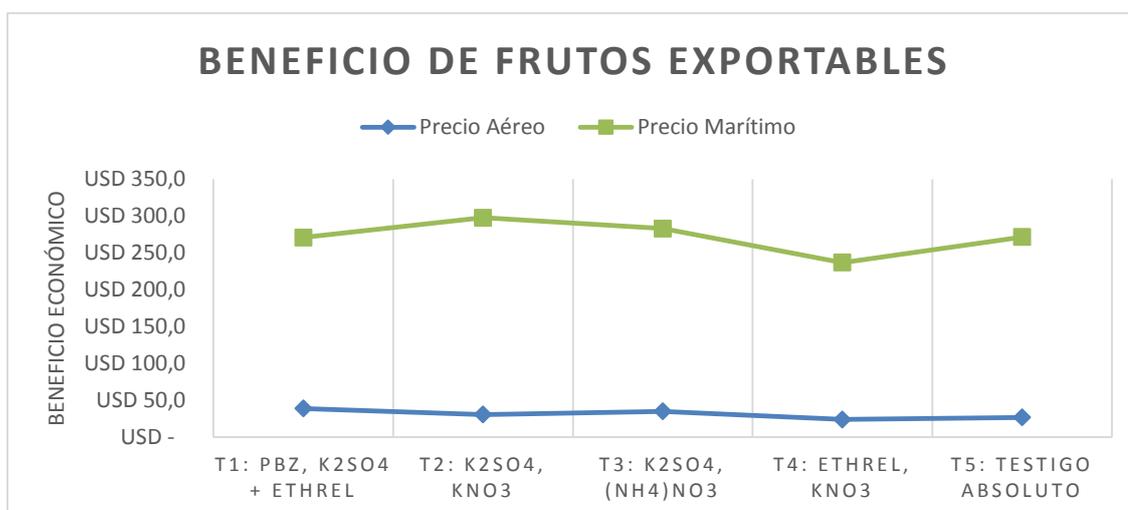
Para determinar el costo-beneficio de los tratamientos, se procedió a sumar el peso en kilos de mango de exportación de todas las repeticiones correspondientes a su tratamiento por el precio del tipo de exportación, de los cuales se obtuvo los siguientes beneficios:

Tabla 20. Análisis de Costo-Beneficio de mango exportable en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Tratamientos	Peso Aéreo (Kg)	Precio Aéreo	B/C (Aéreo)	Peso Marítimo (Kg)	Precio Marítimo	B/C (Marítimo)	Beneficio (Total)	Costo por tratamiento	B/C (Total)
T1: PBZ, K2SO4 + Ethrel	32,478	38,97 USD	0,31 USD	338,39	270,71 USD	2,12 USD	609,10 USD	127,51 USD	4,78 USD
T2: K2SO4, KNO3	25,494	30,59 USD	0,24 USD	372,07	297,66 USD	2,33 USD	669,73 USD	127,51 USD	5,25 USD
T3: K2SO4, (NH4)NO3	29,116	34,94 USD	0,27 USD	353,65	282,92 USD	2,22 USD	636,57 USD	127,51 USD	4,99 USD
T4: Ethrel, KNO3	20,015	24,02 USD	0,19 USD	296,06	236,85 USD	1,86 USD	532,91 USD	127,51 USD	4,18 USD
T5: Testigo	22,303	26,76 USD	0,21 USD	338,1	270,48 USD	2,12 USD	608,58 USD	127,51 USD	4,77 USD

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2: Beneficios económicos de mango exportable en la Zona de Casma, Perú - 2016



Fuente: Elaboración Propia

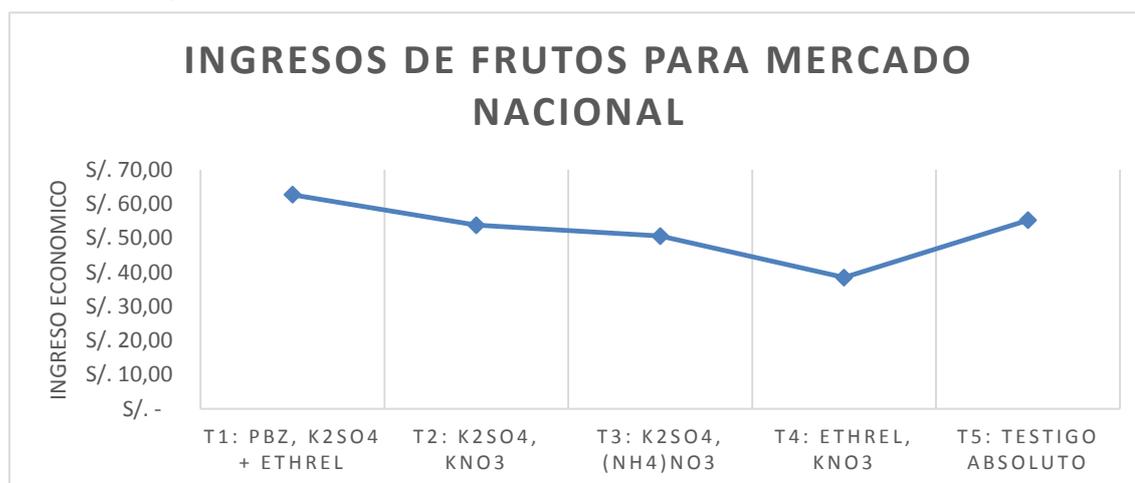
Del gráfico 2, se obtuvo un resultado no favorable para el precio de mango de exportación aérea, ya que, por tener menor volumen, su relación B/C resulto ser menor a 1. Sin embargo, el precio de mango de exportación marítima obtuvo una relación B/C mayor a 1, lo cual lo hace rentable. Para el beneficio total de los tratamientos, se obtuvo que, los tratamientos el 2 y 3 obtuvieron altos beneficios económicos con una relación B/C de 2.57 USD y 2.49 USD respectivamente (cuadro 20), mientras que el tratamiento 4 obtuvo el beneficio más bajo, con una relación B/C de 2.34 USD (cuadro 20).

Tabla 21. Análisis de Costo-Beneficio de mangos para mercado nacional en la Zona de Casma, Perú – 2017.

Tratamientos	Peso (Kg)	Beneficio	Costo	B/C
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	89,59	S/. 62,71	413,13	S/. 0,15
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	76,84	S/. 53,79	413,13	S/. 0,13
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	72,25	S/. 50,58	413,13	S/. 0,12
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	54,91	S/. 38,44	413,13	S/. 0,09
T5: Testigo Absoluto	78,88	S/. 55,22	413,13	S/. 0,13

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3: Ingreso económico de frutos para mercado nacional en la Zona de Casma, Perú – 2017.



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro 21, la producción de mango para mercado nacional no resulto ser rentable, obteniendo una relación de B/C menor a 1, sin embargo, el tratamiento que obtuvo mayores ingresos fue el tratamiento 1 y el de menor ingreso fue el tratamiento 4, esto debido a la cantidad de frutos dañados que este presentó.

Tabla 22. Análisis Costo-Beneficio del estudio en la Zona de Casma, Perú – 2017.

COSTO Y BENEFICIO DEL ESTUDIO			
Detalle de costos	Costos	Detalle de beneficios	Beneficios económicos
Insumos usados	100 USD	Precio de mango marítimo	272 USD
Apoyo laboral	25 USD	Precio de mango aéreo	31 USD
Movilidad	3 USD	Mango descarte	16 USD
Total costos por tratamiento	128 USD	Total de beneficios por tratamiento	319 USD
Relación Beneficio/Costo			2,50 USD

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro 22, se determinó el Costo-Beneficio del estudio promediando los precios marítimo, aéreo y mercado nacional, del cual se obtuvo una relación B/C de 2,50 USD, determinándose que el estudio debe ser tomado en cuenta, ya que, se espera 2.50 USD en beneficios por cada 1 USD en costo.

Tabla 23. Resumen del análisis Costo-Beneficio total en la Zona de Casma, Perú – 2017.

RESUMEN ANALISIS COSTO-BENEFICIO TOTAL	
Asumiendo 1 hectárea	
Costo de producción	5.000 USD
Costos de apoyo laboral y movilidad	1.094 USD
Costos totales	6.094 USD
Beneficio Total	12.454 USD

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro 23, podemos apreciar que el cultivo de mango es rentable, ya que para 1 ha se tiene una relación B/C de 2.04 USD, por lo cual la producción de mango en la zona de Casma, debe ser considerado.

7.6. Relación del Efecto de la Floración y el Clima

A continuación, se muestra la relación entre la floración y el clima.

7.6.1. Establecimiento del ciclo fenológico floral

Se estableció el ciclo fenológico floral con la fecha de inicio, fecha final y duración de la floración, teniendo en cuenta que, la fecha de cosecha se realiza en el mes de marzo de cada año (en promedio), se estableció el inicio de cada ciclo fenológico anual (CFA) el día 1 del mes de abril, para obtener mayor uniformidad al inicio de la fase vegetativa, concluyendo el ciclo a los 30 días del mes de marzo del siguiente año.

El día de Iniciación Floral (DIF), para el año 2016, se calculó contando los días transcurridos desde el 7 de abril hasta el día en que se presencié las primeras estructuras florales.

La finalización de la floración (DF) correspondió a los días transcurridos entre el inicio de la floración (DIF) y la fecha en la cual se observe el cuajado de frutos en al menos dos tratamientos.

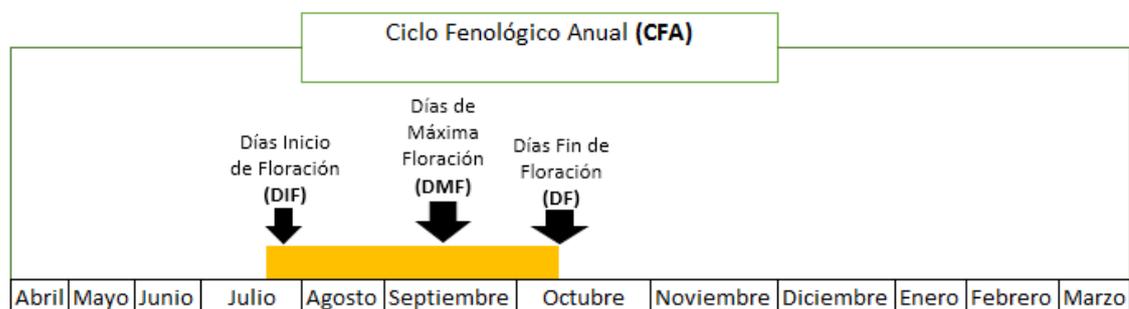


Figura 14. Ciclo fenológico anual del mango (*Mangifera indica* L.) en la Zona de Casma, Perú – 2016

Fuente: Elaboración Propia

En la imagen 14, se observa los meses promedio en que inicio la floración, los días de máxima floración y el fin de esta, partiendo desde fines de julio y finalizando a principios de octubre.

Tabla 24. Ciclo fenológico de la floración por tratamiento en la zona de Casma, Perú – 2016.

Ciclo Floral Por Tratamiento		
Tratamientos	Inicio	Final
T1: Paclobutrazol, Sulfato de Potasio y Ethrel	22-jul	21-ago
T3: Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio	24-ago	23-sep
T2: Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio	16-ago	15-sep
T4: Ethrel, Nitrato de Potasio	31-ago	30-sep
T5: Testigo Absoluto	12-sep	12-oct

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro 24, el tratamiento 1 tuvo un adelanto de floración entre 25 a 51 días en comparación a los otros tratamientos y testigo. Siendo este último el más retrasado en florear a inicios de septiembre y finalizando en octubre. En todos los tratamientos se observa que el ciclo fenológico de floración tiene una duración promedio entre 28 a 31 días.

7.6.2. Relación Clima y Fenología Floral

Se utilizó los datos mensuales de la estación meteorológica para la campaña 2016-2017, los cuales fueron temperatura máxima (T. Máxima), temperatura mínima (T. Mínima), temperatura media (T. Media) y precipitación, luego se elaboró un climograma para ver la relación temperatura y precipitación con fenología floral del mango.

Tabla 25. Registro de temperatura y precipitación del valle de San Rafael, Casma, Perú – 2016.

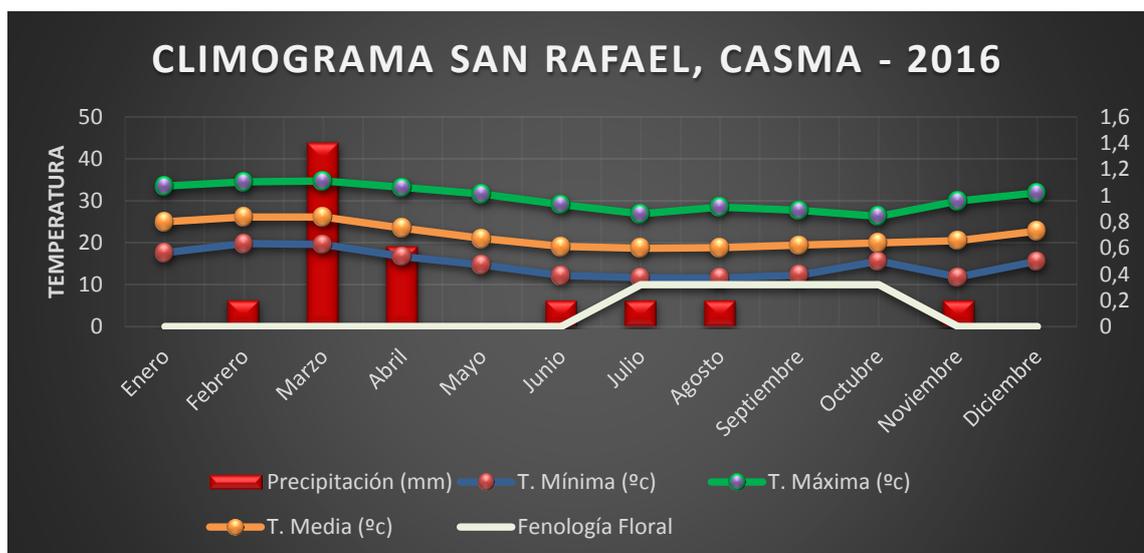
Meses	T. Mínima (°c)	T. Máxima (°c)	T. Media (°c)	Precipitación (mm)	Fenología Floral
Enero	17,6	33,5	25	0	0
Febrero	19,8	34,5	26,1	0,2	0
Marzo	19,6	34,7	26,1	1,4	0
Abril	16,7	33,2	23,5	0,61	0
Mayo	14,7	31,6	21	0	0
Junio	12,2	29,1	19,1	0,2	0
Julio	11,7	26,9	18,7	0,2	10
Agosto	11,6	28,5	18,8	0,2	10
Septiembre	12,3	27,7	19,4	0	10
Octubre	15,6	26,3	20	0	10
Noviembre	11,8	29,9	20,5	0,2	0
Diciembre	15,6	31,9	22,8	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Se le colocó un valor numérico aleatorio a la fenología floral en los meses que este duró esta para ser visualizado en la gráfica.*

Para el 2016, la temperatura mínima se mantuvo en constante cambio, partiendo desde 11°C hasta temperaturas altas de 34°C, lo cual afecta al metabolismo del mango y por ende se tuvo que hacer una inducción floral.

Gráfico 4: Climograma del valle de San Rafael, Casma, Perú - 2016



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico 4, se muestran las diferentes fluctuaciones de temperatura en todo el año 2016. Ese año no se presentaron precipitaciones superiores a los 2mm, lo cual fue favorable ante la aparición de patógenos como la cochinilla (*Aulacaspis tubercularis*) y antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Sin embargo, de manera preventiva la empresa Willy Green S.A.C aplicó SPORTAK 45 EC en dosis de 125 cc/cil.

La fenología de floración partió desde el inicio de floración el mes de Julio para el tratamiento 1 y finalizó el mes de octubre para el Testigo. Teniendo en cuenta dichos resultados, asumimos abril, mayo y junio como los meses críticos para la floración, donde el mes de abril tuvo 0 días de temperaturas menores a 15 y 25°C, el mes de mayo solo presentó un día con temperatura menor a 15°C, sin embargo, el mes de junio tuvo 7 días constantes de temperaturas menores al 25°C y 15 días de temperaturas menores a 15°C.

Es por ello, que surge la necesidad de inducir la floración con paclobutrazol, ethrel, sulfato de potasio, nitrato de amonio y nitrato de potasio, dado que, no hubo 30 días continuos de temperaturas menores a 15°C, tal y como mencionan Avilán et al, (2002).

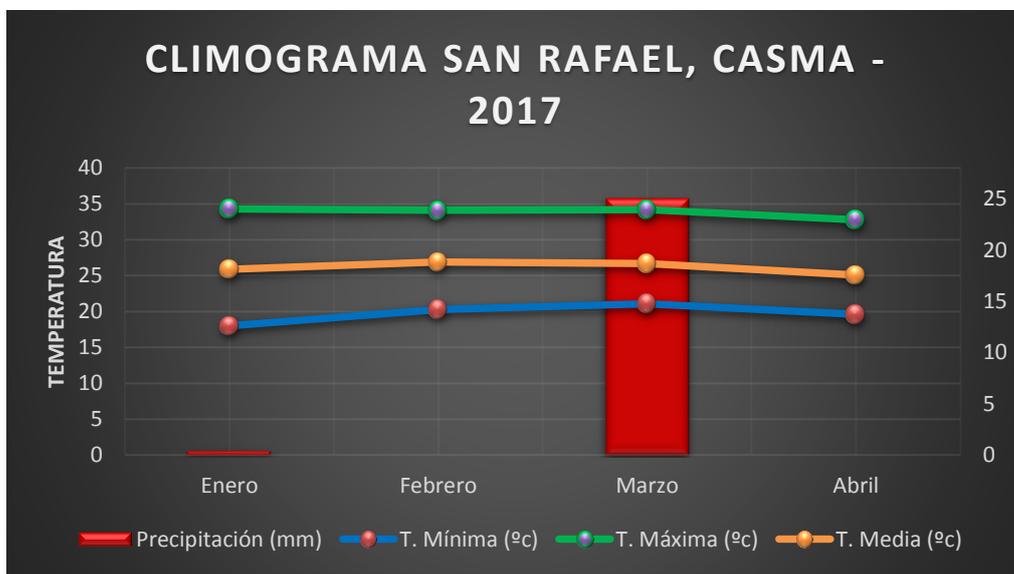
Tabla 26. Registro de temperatura y precipitación del valle de San Rafael, Casma, Perú – 2017.

Meses	T. Mínima (°c)	T. Máxima (°c)	T. Media (°c)	Precipitación (mm)
Enero	18	34,3	25,9	0,41
Febrero	20,3	34,1	26,9	0
Marzo	21,1	34,2	26,7	24,99
Abril	19,6	32,8	25,1	0

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro 26, el año 2017 específicamente en el mes de marzo, la provincia de Casma y todo el país se vio afectada por el fenómeno del niño, la cual genero grandes pérdidas económicas a productores y sus campos de cultivo, resultando afectado el campo de estudio por brotes de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), sin embargo, de manera rápida se aplicó SPORTAK 45 EC en dosis de 125 cc/cil.

Gráfico 5: Climograma del valle de San Rafael, Casma, Perú - 2017



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico 5, la temperatura más baja se dio en el mes de enero con 18°C, la misma que tuvo la temperatura más alta con 34°C. El mes de marzo fue muy marcado por las fuertes precipitaciones, la cual afecto a mayoría de productores de mango de la costa peruana; Para la campaña 2016-2017 la cosecha de exportación inició la primera semana de enero del 2017, finalizando el 3 de marzo del mismo año (cuadro 7). Posterior a ello, el 14 de marzo la provincia se vio afectada por precipitaciones de 25 mm.

VIII. DISCUSIONES

1. Días de adelanto de floración

Con respecto a los resultados obtenidos para la variable días de adelanto de floración, es el tratamiento 1 es el que presentó 107 días de floración, similar a lo reportado por INIFAP (2006), quien determinó que su floración se adelantó de 45 a 60 días en la variedad Manila, de 30 a 45 días en la variedad Ataulfo, de 45 a 60 días en la variedad Haden. A diferencia de lo registrado por Loyo (2009) quien manifestó que el nitrato de amonio, de potasio y de calcio no adelantan la floración en mango variedad Tommy Atkins.

AGEXPRONT et al. (2000) sostienen que, el paclobutrazol es utilizado para estimular la floración temprana en mango Tommy Atkins en países como Australia, Indonesia, Malasia, Pakistán, Brasil y otros. Normalmente se aplica al suelo por su baja solubilidad y larga actividad residual, lo cual concuerda con los resultados obtenidos, donde el tratamiento 1 con PBZ adelantó la floración en 51 días en comparación al testigo, esto debido a su efecto de inhibidor de la síntesis de giberelinas, lo cual genera un desequilibrio hormonal en la planta y favorece la floración.

De los resultados obtenidos en el presente estudio, el tratamiento 2 adelanto la floración en 19 días con la aplicación de nitrato de potasio en dosis de 40 g/litro de agua, similar a lo aplicado por Cruz y Guerrero (2015) quienes afirmaron que el nitrato de potasio en dosis de 20 g/litro de agua adelanta la

floración de 20 a 25 días en mango variedad Tommy Atkins. Esto debido al efecto del nitrato de potasio, el cual acelera la formación de reductasa convirtiendo los nitratos en nitritos, promoviendo la formación de aminoácidos como la metionina para estimular la floración.

Pérez-Barraza et al. (2011) sostienen que, la floración obtenida en mango variedad Manila en el 2009 donde se aplicó el PBZ significó un adelanto de 37 (combinado) y 26 (PBZ solo) días con relación a los árboles testigo. Para el 2010, presentaron un adelanto menor, con 23 y 15 días al aplicar el PBZ combinado con el nitrato y sin combinar, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos, donde el paclobutrazol combinado con sulfato de potasio y ethrel adelantó la floración en 51 días, por acción del PBZ, la maduración de yemas terminales dadas por el sulfato de potasio y la iniciación floral dada por el ethrel.

De los resultados obtenidos para la variable días de adelanto de floración, todos los tratamientos recibieron una poda de despunte previo a la aplicación de inductores florales, donde el tratamiento 1 que utilizó PBZ, Sulfato de potasio y Ethrel adelantó la floración en 51 días, similar a lo reportado por Vásquez (2013) quien determinó que el PBZ en dosis de 1g de i.a/metro lineal de copa más Nitrato de Potasio al 4% y poda de despunte en mango variedad Tommy Atkins adelantan la floración de 15 a 25 días. Mientras que el Nitrato de Potasio y poda de despunte solo adelantan de 5 a 7 días. Esto debido a la eliminación de brotes que fructificaron la campaña pasada, generando una mejor distribución de nutrientes en toda la planta.

2. Cantidad de panículas florales

De los resultados obtenidos para la variable cantidad de panículas florales, el tratamiento 1 con PBZ obtuvo 199 panículas florales formadas en la parte inferior media del árbol de mango, similar a lo expresado por Burondkar y Gunjate (1993), Werner (1993) y Cardoso (2007) quienes encontraron que el paclobutrazol favorece la formación de un árbol frutal, mejorando la penetración de la luz alrededor de toda la copa al reducir la longitud de los entrenudos y la producción de brotes laterales, disminuyendo los requerimientos de poda; así mismo, aumenta la cantidad de yemas florales e induce una proporción mayor de inflorescencias en la parte inferior e interior del árbol.

Miranda (1997) sostuvo que usando paclobutrazol y nitrato de potasio se logran efectos muy positivos en el incremento de la floración en mango, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos en la variable cantidad de panículas florales, donde el tratamiento 1 con paclobutrazol, ethrel y sulfato de potasio obtuvo 199 panículas florales en comparación al tratamiento 2 que llevo nitrato de potasio y sulfato de potasio, obteniendo 155 panículas florales, esto debido a la caída de flores por efecto propio de la planta, la cual busca una carga adecuada a su vigor.

De los resultados obtenidos, el tratamiento 4 con ethrel y nitrato de potasio obtuvo 160 panículas florales y el tratamiento 2 con Sulfato de potasio y nitrato de potasio obtuvo 155, similar a lo reportado por Hafle et al. (2003)

quienes manifestaron que las aplicaciones combinadas de nitrato de Ca o de K con ethrel en mangos Tommy Atkins indujeron con mayor eficiencia la floración y una alta productividad de frutos, en comparación con aplicaciones individuales de ethrel.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el tratamiento 1 con paclobutrazol, ethrel y sulfato de potasio tuvo 199 panículas florales y el tratamiento 4 con nitrato de potasio y ethrel tuvo 160, lo cual concuerda con Mendonça et al. (2001) quienes no encontraron diferencias en el porcentaje de floración en mango manila cuando se utilizaron nitrato de potasio y PBZ. A diferencia de García (2010) quien manifestó que la aplicación de ethrel, no logra incrementar el porcentaje de floración de mango Tommy Atkins con relación a los árboles testigo.

Con respecto a los resultados obtenidos en esta variable, el tratamiento 2 con nitrato de potasio en dosis de 40 g/ litro de agua obtuvo 155 panículas florales y el tratamiento 3 con nitrato de amonio en dosis 15 g/litro de agua obtuvo 164, lo cual no concuerda a lo reportado por García (2010) quien sostiene que las aspersiones de KNO_3 en dosis de 20 y 40 g/litro de agua aumentan el porcentaje de floración de mango Tommy Atkins dependiendo de la edad de los árboles y del clima. A su vez Davenport (2009) sostuvo que NH_4NO_3 en dosis de 10 a 20 g/litro de agua en son exitosas en la mayoría de condiciones.

3. Producción de frutos por árbol

Respecto a los resultados obtenidos para la variable producción de frutos por árbol, el tratamiento 2 con sulfato de potasio y nitrato de potasio obtuvo 80,14 kg de fruta de mango variedad Kent, el tratamiento 4 con ethrel y nitrato de potasio obtuvo 63,23 kg, lo cual no concuerda en su totalidad con Gonzales (2004) quien afirmó que las aplicaciones de paclobutrazol, ethrel y nitrato de potasio produce 158, 43 kg/ árbol de mango var. Tommy Atkins.

Miranda (2001) sostuvo que el nitrato de potasio aplicado al follaje de mango var. Van Dyke tiene un mayor rendimiento en la cantidad de frutos por árbol en comparación al nitrato de potasio aplicado al suelo, lo cual no concuerda en su totalidad con los resultados obtenidos, donde los nitratos solo se aplicaron de manera foliar y el tratamiento 2 con nitrato de potasio y sulfato de potasio obtuvo 80,14 kg de frutos de mango var. Kent superior a los otros tratamientos.

De los resultados obtenidos, el tratamiento 1 con PBZ solo obtuvo 75,37 kilos, mientras que el tratamiento 2 con sulfato de potasio y nitrato de potasio obtuvo 80,14 kilos, siendo superior al antes mencionado, lo cual no concuerda a PROFRUTA (1993) quienes afirmaron que utilizando paclobutrazol se disminuye el flujo de crecimiento vegetativo, lo cual se traduce en una floración precoz y aumento de la producción de los árboles de mango var. Tommy Atkins.

Gonzales (2004) sostiene que el amarre y caída de frutos constituyen las principales razones del bajo rendimiento en el cultivo de mango var. Tommy Atkins, similar a los resultados obtenidos para la variable, donde el tratamiento 2 con nitrato de potasio obtuvo el mayor rendimiento de kg por árbol (80,14 kg), debido al efecto del KNO_3 que al ser un fertilizante e incluir N en su composición, este participa en el crecimiento y desarrollo de hojas y flores, las cuales compiten por fotosintatos y son reguladoras del cuajado de frutos.

Según Burondkar et al. (2000) la aplicación de PBZ reduce el peso promedio del fruto en mango Alphonso, los frutos del testigo pesaron 239 g, mientras que los frutos de los árboles tratados con PBZ pesaron de 224 a 230 g; es decir, que hubo una reducción en el peso de los frutos de 9 a 15 g, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos, donde el tratamiento 1 con PBZ obtuvo calibres de 600, 500 y 450 g, siendo superior al testigo con pesos de 300 a 400 g.

De los resultados obtenidos en el estudio, se encontró trips cuando el fruto estaba desarrollado, lo cual fue expresado en pequeñas hendiduras en el fruto, haciendo que este sea descartado, lo cual no concuerda con Higgins (1992) quien sostuvo que la población de trips no aumenta durante el desarrollo de frutos.

4. Calidad de frutos cosechados

Respecto a los resultados obtenidos para la variable calidad de frutos cosechados, el tratamiento 2 y 4 con nitrato de potasio obtuvieron 139 y 108 frutos de calidad exportable en las tres cosechas realizadas, similar a lo expresado por Haifa (2009) quien menciona que el adecuado suministro de nitrato de potasio ayuda a obtener los máximos rendimientos, así como la mayor calidad, en tanto a su uniformidad de frutos, sabor y aroma.

Kader et al. (2002) mencionaron que la calidad de mangos cuando están maduros dependen en gran medida del estado de madurez a cosecha, el control de daños físicos y por frío durante el manejo postcosecha y la reducción de la incidencia de antracnosis, similar a los resultados obtenidos para la variable calidad de frutos cosechados, donde el tratamiento 1 y 2 obtuvieron 15 frutos de mango para mercado nacional, los cuales sufrieron daño físico a la hora de ser trasladado del campo a la planta de procesamiento.

Los resultados obtenidos para calidad de frutos cosechados para mercado nacional, el factor mala cosecha fue indispensable a la hora de descartar los mangos, similar a lo expresado por Brown et al. (1986) y Loney et al. (1992) quienes manifestaron que la quemadura por látex (decoloración de negra a café en la cáscara) se produce por los exudados cuando se corta el pedúnculo durante la cosecha, lo cual daña a los frutos y son descartados.

Los parámetros utilizados para obtener los resultados de calidad de frutos fueron la forma y color amarillo-rojizo o porcentaje de chapa en mango Kent, similar a lo registrado por Kader (2008) quien expresa que el cambio en la forma de la fruta (desarrollo e incremento de los hombros encima del área del pedúnculo), cambios en color de la cáscara de verde oscuro a verde claro y/o amarillo (en algunos cultivares), y la presencia de color amarillo en la pulpa son los índices de madurez más comunes cuando se cosecha mangos var. Ataulfo.

Los parámetros tomados en cuenta para la obtención de resultados para la variable calidad de frutos cosechados, concuerdan con Kader (2008) quien explicó que los estándares de clasificación de mangos de los Estados Unidos permiten hasta 2.54 cm de pedúnculo y los estándares europeos limitan la longitud del pedúnculo a 1 cm. Siendo este factor que puede dañar el fruto durante el transporte, motivo por el cual los mangos son descartados o vendidos a mercado nacional.

Anónimo, (2000) realizó estudios en Nueva Zelanda donde indicó que los máximos niveles permisibles de PBZ en frutos de manzana es de 1 mg·kg y para otros frutos como aguacate, feijoa, kiwi y maracuyá es de 0.01 mg·kg. Con esta información los residuos de PBZ en mangos var. Kent se ubican en niveles permisibles, considerando que en los resultados para la variable solo se detectaron trazas del producto, similar a lo registrado por Osuna-García, et al. (2001) quienes determinaron que el PBZ aplicado en mango Tommy Atkins, no presenta residualidad cuando es utilizado en años

individuales, sin embargo, cuando se aplica en dos años consecutivos, sólo se detectan trazas con niveles por debajo del límite de detección.

Reddy y Kurian (2008) encontraron que no hay influencia apreciable del PBZ en los parámetros de calidad ($^{\circ}$ Brix y acidez) de mango Alfonso, pero el peso promedio de la fruta se redujo como resultado del tratamiento PBZ, más aún con la aplicación del suelo. La influencia de PBZ en el tamaño de la fruta continuó incluso durante tres años después de la retirada de su aplicación. Diferente a lo reportado por Costa, et al (2009) quienes manifestaron que el PBZ no trasloca a la fruta de mango Tommy Atkins, según los resultados por medio de cromatografía. Lo cual es similar a los resultados obtenidos, donde no se presentaron diferencias significativas para la calidad de mangos cosechados.

Para la obtención de resultados de calidad de frutos cosechados exportables, todos los tratamientos fueron sometidos a poda de despunte, previo a la aplicación del sulfato de potasio, paclobutrazol, ethrel y nitrato de potasio y de amonio, similar a lo expresado por Herrarte (2007) quien sostiene que implementar técnicamente un sistema de poda, puede lograr disminuir el porcentaje de rechazo de fruta exportable.

5. Costo y beneficio de los tratamientos

Respecto a la variable costo y beneficio, el tratamiento 2 obtuvo una relación B/C de 5.25 USD en 397, 56 kg de mango y el tratamiento 3 con 4.99 USD en 382, 77 kg, siendo los más altos en comparación a los otros tratamientos, lo cual no concuerda con FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA (2015) quienes manifiestan que se tiene una relación B/C por tonelada para el cultivo del mango de 1.2, la cual se obtuvo al dividir los ingresos (10 mil pesos o 549.40 USD) entre los egresos (8 mil 200 pesos o 450.5 USD).

Los resultados obtenidos para esta variable, el resumen del análisis costo-beneficio para una hectárea de mango se obtiene 12, 454 USD/ha en ingresos económicos, similar a lo expresado por Santolalla (2016) quien menciona que los costos productivos de un huerto de alta densidad no pasan de US\$6,000/ha, logrando ingresos de 12,000 USD a 15,000 USD/ha.

Los resultados obtenidos en mango aéreo para el tratamiento 4, de 20 kg de fruto fresca se obtuvo un B/C de 0,19 USD, lo cual difiere a Montañó y Meza (2012), quienes entrevistaron a empresarios que se dedicaban al procesamiento del mango, donde se utilizan 14 kilos de mango fresco (no especifica la calidad ni el tamaño) para procesar un kilogramo de mango deshidratado, para obtener un B/C de 2.4 USD. Similar a lo expresado por Financiera Rural (2010) quienes manifestaron que el mango deshidratado tiene mayor beneficio en cuanto al precio del mango fresco, pues cada kilogramo de deshidratado tiene un valor 9.5 veces más alto que el fresco;

mientras que el congelado solo alcanza un mejor precio en 4.5 veces comparado con el fresco.

Los resultados obtenidos en la variable Costo-Beneficio están estrechamente relacionadas al costo de inversión de manejo y los ingresos obtenidos del comercio de mango aéreo o marítimo, similar a lo expresado por Molina (2008) quien afirma que la producción de fincas pequeñas, medianas o grandes, depende de la superficie del terreno, mano de obra empleada, capital invertido y valor de los beneficios anuales.

6. Relación del efecto de la floración y el clima

Respecto los resultados obtenidos de la variable relación del efecto de la floración y el clima, todos los tratamientos se sometieron a temperaturas desde 11°C hasta 34°C, las cuales fueron muy variables durante el 2016, haciendo que el mango no responda adecuadamente a la inducción floral de manera natural, lo cual concuerda con Herrera, M. (2011) quien menciona que las condiciones climáticas tienen un efecto directo en el desarrollo y la inducción floral del mango, siendo esta última la etapa base para la floración y consecuentemente la fructificación, de no estar bien inducidos los árboles habrá un bajo rendimiento.

De los resultados obtenidos, el tratamiento 2 y 4 con nitrato de potasio iniciaron su floración el 24 y 30 de agosto, lo cual no concuerda con Davenport y Núñez-Elisea (1990) quienes encontraron que el nitrato de

potasio es efectivo para promover la floración del mango cuando este se desarrolla en condiciones tropicales, pero no en condiciones subtropicales, lo cual indica que el efecto del nitrato se expresa en ciertas condiciones ambientales. A diferencia de Cárdenas y Rojas (2003) indicaron que el nitrato de potasio no es un agente inductor sino promotor de la brotación de yemas.

De los resultados obtenidos para esta variable, se encontró que en la zona de Casma, la temperatura máxima fue 34°C y la mínima 11°C con diferentes fluctuaciones durante el año 2016, similar a lo reportado por Sarmiento (2016) quien realizó un estudio en Canarias con diferentes cultivares de mango, donde encontró que 50°C es el límite extremo de calor, 40°C es el umbral donde el mango puede sufrir daños, 30 y 33°C es el óptimo de floración y maduración, 10 a 15°C temperaturas idóneas para inducción floral, 8 y 9°C inhibe de fotosíntesis y otros procesos metabólicos, 0°C daños en brotes tiernos del árbol y -6°C límite extremo de frío.

Avilán et al. (2003) señalan que la época de ocurrencia de inicio de floración está asociada al incremento del número de días acumulados, con temperaturas nocturnas iguales o menores a los 20°C, en aproximadamente los tres meses previos a la expresión visual de la floración. Lo expresado por estos autores no es similar a los resultados obtenidos de la zona de Casma, donde las temperaturas durante los días de los meses de abril, mayo y junio del 2016, se mantuvieron por encima de los 28°C.

De los resultados obtenidos para la variable, la temperatura durante la noche se mantuvo entre 19 y 11°C hasta el mes de septiembre en el año 2016, durante el día mantuvo temperaturas de 28 a 34°C, lo cual no concuerda a Nuñez-Elisea y Davenport (1991) y Yeshitela et al. (2004) quienes señalan que las condiciones inductivas para la diferenciación floral son 15 y 10 °C en el día y en la noche, respectivamente.

Fundación Produce Sinaloa (2010) mencionan que las bajas temperaturas son el principal factor de inducción floral en los mangos, es por ello que la temperatura óptima de inducción floral se estima entre los 16 y 18°C, por periodos continuos de 30 a 60 días, durante los cuales los árboles de mango se someten a un periodo de letargo, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos, donde las temperaturas durante 60 días previo a la floración se mantuvo con una mínima de 12°C, una media de 20°C y una máxima de 31°C.

De los resultados obtenidos, donde la temperatura promedio del mes de junio fue 20°C, similar a lo registrado por Avilán et al.(2003) quienes expresaron que en el trópico, la baja producción del mango se atribuye a la posible carencia de inducción floral, debido a la falta de un estímulo, señalado como la presencia de bajas temperaturas, que en condiciones de campo está asociada con un incremento de la frecuencia de días con temperaturas menores o iguales a 20°C, en los 30 días que preceden la floración.

IX. CONCLUSIONES

El presente estudio y las condiciones donde esta fue desarrollada, nos generaron las siguientes conclusiones:

1. **El tratamiento 1 y el tratamiento 3** mostró diferencia estadística significativa, logrando adelantar la floración de mango var. Kent en 51 y 26 días respectivamente.
2. En la cantidad de panículas florales no se mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos, sin embargo, se obtuvo las siguientes medias: **El tratamiento 1** obtuvo 199 panículas florales, **el Testigo** con 174 panículas florales, **el tratamiento 3** con 164 panículas florales, **el tratamiento 4** con 160 panículas florales y **el tratamiento 2** con 155 panículas florales.
3. En la producción de frutos por árbol, **El tratamiento 2** no presentó diferencia estadística significativa, pero si obtuvo una media de 80,14 kg de producción de frutos para exportación y **el tratamiento 1** obtuvo una media de 17,92 kg de producción de frutos para mercado nacional.
4. En la calidad de frutos cosechados, **el tratamiento 1** no mostró diferencia estadística significativa, pero obtuvo una media de 77 frutos de calidad exportable en la primera y segunda cosecha, **el Testigo** obtuvo 67 frutos

de calidad exportable en la tercera cosecha y **el tratamiento 1** y **el tratamiento 2** obtuvieron una media de 15 frutos para mercado nacional.

5. En términos económicos, la mayor relación costo-beneficio la obtuvo **el tratamiento 2** con un B/C de 5.25 USD.

X. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer evaluaciones de 5, 6 y 7 kg/cil de sulfato de potasio con 75, 80 y 85 cc/cil de ethrel en cultivares de mango Keitt, para lograr un mayor rendimiento de frutos por árbol y con un 80% de calibres 6 al 8.
2. Se recomienda hacer más evaluaciones del uso de paclobutrazol con dosis de 1.5 y 2 g de i.a/m³ en cultivares de mango variedad Keitt y cultivares de paltos variedad Hass, con el fin de reducir el tamaño de los brotes vegetativos, para lograr fructificaciones en la parte inferior del árbol.
3. Se recomienda realizar investigaciones sobre PBZ combinado con Nitrato de amonio y ethrel en la inducción floral de mango variedad Kent y Keitt, con el fin de adelantar la floración entre 60 y 80 días en fincas de pequeños, medianos y grandes productores, teniendo en cuenta la alta demanda del mango peruano.
4. Evaluar el Costo-Beneficio de la mano de obra empleada en la poda de mango variedad Kent y la aplicación de paclobutrazol de 1.5 g de i.a/ m³ cada dos años, para reducir los costos de manejo, con el fin de obtener mayores beneficios económicos.
5. Se recomienda realizar investigaciones sobre la aplicación de nitrato de potasio en dosis de 50 g/litro de agua en diferentes periodos del día, como a las 6:00 horas, 11:00 horas y las 15:00 horas, evaluando la respuesta a la inducción floral.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, R. 2000. Producción Temprana en Mango. Folleto para Productores. 2. 16 pp.
- Canales, R. 1998. Tecnología para la Producción Temprana de Mango. Folleto Técnico. INIFAP, México. 22 pp.
- Cárdenas, K., Rojas, E. 2003. Efecto del Paclobutrazol y los Nitratos de Potasio y Calcio sobre el Desarrollo del Mango “Tommy Atkins”. Revista Bioagro. 15 (2): 83-90.
- CEDAF, PROMANGO. 2012. Proyecto Manejo de la Mosca de la Fruta en Mango. SNIP. Santo Domingo. 230 pp.
- Contreras, J., Zepeda, C. 2012. Evaluación del efecto del Austar® (Paclobutrazol), anillamiento y la combinación de ambos, en la inhibición de brotes vegetativos en Mango (*Mangifera indica*) en la finca San Pablo, Comayagua, Honduras. Proyecto licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. 18 pp.
- COPEME. 2009. Mejora de las técnicas y procesos en la producción, cosecha y acopio del mango. Informe oficial. Perú. 6 pp.
- Costa, M., Tornisielo, V., Castanho, G. 2009. Residues of Paclobutrazol in Mangos. INAC, Rio de Janeiro, Brasil. 6 pp.
- Cruzaley, R., Flores, A., Romero, N., Noriega, D., Navarro, S., Barrios, A. 2006. Adelanto de la Floración y Cosecha en Mango. Desplegable Técnico INIFAP. 6. 6 pp.
- Del Rio, R. 2008. Inducción floral con Nitrato de Potasio en Mango (*Mangifera indica* L.) CV. Haden en el municipio de Nvo Urecho, Mich.

- Tesis agronomía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 48 pp.
- Duran-Trujillo et al. 2017. Evaluación de insecticidas para control de trips y ácaros plagas del mango (*Mangifera indica* L.) en tierra caliente, guerrero, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20: 381 – 394.
 - Dussan, C. 2014. Técnicas de Inducción Floral como Mecanismo para La Programación de Cosechas de Aguacate Hass Producidos en La Zona Marginal Alta Cafetera. Tesis agronomía. Universidad Nacional Abierta y A Distancia. 61 pp.
 - Gamboa, J., Mora, J. 2010. Guía para el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en Costa Rica. INTA, San José, Costa Rica. 62 pp.
 - Garcia, O., Dueñez, E., Fischer, G., Chaves, B., Quintero, O. 2008. Efecto del nitrato de potasio, fosfato de potasio y ethephon en la inducción floral de la feijoa o goiabeira serrana (*Acca sellowiana* [O. Berg] Burret). *Rev. Bras. Frutic.* 30 (3): 577- 584.
 - Gonzales, J. 2004. Evaluación de Paclobutrazol, Ethephon y Nitrato De Potasio Como Estimulante de La Induccion Floral en Mango *Mangifera Indica* L., Variedad Tommy Atkins En Retalhuleu. Tesis agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 80 pp.
 - Guerrero, I., Mercado, E., Vázquez, Ma., Súmano, O., Escamilla, P., Reyes, R. 2009. Efecto Del Etephon Sobre La Maduración De Frutos De Mango, Cv. “Keitt” y “Kent”. Ensayo. Universidad Autónoma de Querétaro. 5 pp.

- Guerrero, I., Mercado, E., Vázquez, Ma., Súmano, O., Escamilla, P., Reyes, R. 2005. Efecto del Etefon sobre La Maduración de Frutos de Mango, Cv. “Keitt” y “Kent”. Ensayo. Facultad química. Universidad Autónoma de Querétaro. 5pp.
- Husen, S., Kuswanto, Ashari, S., Basuki, N. 2012. Induction of Flowering and Yield of Mango Hybrids Using Paclobutrazol. J. Agric. Food. Tech., 2(9): 153-158.
- Lozano, J. 2010. Fenología del Cultivo del Mango (*Mangifera indica* L.) en el Alto y Bajo Magdalena. Corpoica. 76 pp.
- Miranda, D. 2001. Evaluacion de Inductores de La Floracion en tres Cultivares De Mango (*Mangifera Indica* L.). Agronomía Colombiana. 18 (1-2): 7-13.
- Osuna-Enciso, T., Engleman, E., Becerril-Román, A., Mosqueda-Vázquez, R., Soto-Hernández, M., Castillo-Morales, A. 2000. Iniciación y Diferenciación Floral En Mango ‘Manila’. Ensayo. Agrociencia 34: 573-581.
- Perez, Ma., Salazar, S., Vazquez, V. 1993. Adelanto de la Floración y Cosecha del Mango Manila y Ataulfo con Aplicaciones de Nitrato de Amonio. Folleto. 6. 7 pp.
- Pérez-Barraza M.H., Osuna-García J.A., Sánchez-Lucio R., Vázquez-Valdivia V. 2011. El paclobutrazol como promotor de la floración en mango ‘manila’, aun sin condiciones ambientales inductivas. Revista Chapingo Serie Horticultura 17 (1): 47-52.
- Pozo, M. 2006. Alternativas para la Inducción Floral del Mango Bajo Condiciones Desfavorables. Informe Técnico. QUIFATEX, Perú. 36 pp.

- Ramírez, F., Davenport, T. 2010. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Horticulturae*. 126: 65–72.
- Ramírez, F., Lee, T., Fischer, G. 2009. The number of leaves required for floral induction and translocation of the florigenic promoter in mango (*Mangifera indica* L.) in a tropical climate. *Scientia Horticulturae*. 123: 443–453.
- Rebolledo-Martínez, A., Ángel-Perez, A., Rey, J. 2008. Effects of Paclobutrazol and KNO₃ Over Flowering and Fruit Quality in Two Cultivars of Mango Manila. *Interciencia*. México. 33 (7). 5 pp.
- Reddy, Y., Kurian, M. 2008. Cumulative and residual effects of paclobutrazol on growth, yield and fruit quality of ‘Alphonso’ mango. *J. Hortl. Sci.* Vol. 3 (2): 119-122, 2008. 4 pp.
- Rodríguez, K., Aranguren, M., Farres, E. 2008. Efecto del Paclobutrazol en el Desarrollo Vegetativo e Inicio de la Floración en Dos Cultivares de Mango. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT), Cuba. 9 pp.
- Rodríguez, L., Fernández, D. 2008. Manejo de la Floración del Mango. Información Técnica. ICIA, España. 6 pp.
- Rodríguez, M., Guerrero, M., Sandoval, R. 2002. Guía Técnica Cultivo de Mango. Guía técnica. CENTA, El Salvador. 31 pp.
- Romero, N. 2000. Producción Temprana de Mango. Folleto de Productores N° 2. INIFAP, México. 16 pp.
- Rottenberg, O. 2010. El Arte de la Nutrición Foliar. Simposio Internacional en “Importancia del Manejo del Suelo y el potasio para el Desarrollo Agrícola Sustentable de Centroamerica”. El Salvador. 14 pp.

- Santos-Villalobos, S., De-Folter, S., Délano-Frier, J., Gómez-Lim, M., Guzmán-Ortiz, D., Sánchez-García, P., Peña-Cabriales, J. 2011. Puntos Críticos en El Manejo Integral De Mango: Floración, Antracnosis y Residuos Industriales. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol. 2 (Núm 2): 221-234.
- Santoyo, J. 2012. Técnica para el Adelanto de Floración en Mango. Ficha técnica. México. 2 pp.
- Santoyo, J. 2012. Técnicas para El Adelanto en Floración en Mango. Desplegable Técnico. 2 pp.
- Tandel, Y., Patel, N. 2011. Effect of chemicals on growth, yield and economics of mango (*Mangifera indica* L.). Karnataka J. Agric. Sci. 24 (3) : 362 - 365.
- Torres, J., Mogollón, N. 2002. Efecto del PBZ sobre la brotación y el desarrollo in vitro de la epidermis foliar de *cattleya mossiae* parker ex hooker previo a la aclimatización. Revista Bioagro 14 (1): 25-28.
- Vasquez, J. 2013. Experiencias en el uso de Métodos de Inducción Floral en el Cultivo de Mango variedad Tommy Atkins de 1996 a 2009 Estudio de Caso. Universidad Rafael Landívar. Tesis. Guatemala. 58 pp.
- Vázquez-Valdivia, V., Pérez-Barraza, M., Osuna-García, J., Urías-López, M. 2009. Manejo Integral de Huertos de Mango “Ataulfo” con Altas Densidades de Plantación. Revista Chapingo Serie Horticultura 15 (2): 155-160.
- Yuri, J., Lobos, G., Lepe, V. 2002. Inducción Floral. Boletín Técnico 2 (5). 4 pp.

XII. ANEXOS

7.1. ANOVA y TUKEY de la variable días de adelanto de la floración

Tabla 27. ANOVA de días de adelanto de floración

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DiasDeFloracion

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3505,760 ^a	4	876,440	347,794	,000
Intersección	486924,840	1	486924,840	193224,143	,000
Tratamiento	3505,760	4	876,440	347,794	,000
Error	50,400	20	2,520		
Total	490481,000	25			
Total corregido	3556,160	24			

a. R al cuadrado = ,986 (R al cuadrado ajustada = ,983)

Del cuadro 27, el Análisis de varianza nos muestra que si hay diferencias significativas entre los tratamientos y los días de adelanto de la floración. A continuación, se muestra la prueba Tukey.

Tabla 28. Prueba de medias Tukey para días de adelanto de floración

Días de Adelanto de Floracion

HSD Tukey^{a,b}

T	N	A	B	C	D	E
1	5	123,40				
3	5		131,60			
2	5			139,20		
4	5				145,60	
5	5					158,00
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 2,520.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = ,05.

7.2. ANOVA de la cantidad de panículas florales

Tabla 29. ANOVA de la cantidad de panículas florales

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: REPETICIONES

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	6129,760 ^a	4	1532,440	,557	,697
Intersección	727267,840	1	727267,840	264,219	,000
TRATAMIENTOS	6129,760	4	1532,440	,557	,697
Error	55050,400	20	2752,520		
Total	788448,000	25			
Total corregido	61180,160	24			

a. R al cuadrado = ,100 (R al cuadrado ajustada = -,080)

Del cuadro 29, el análisis de varianza nos muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos y la cantidad de panículas florales.

7.3. ANOVA de la producción de mango para exportación aérea y marítima

Tabla 30. ANOVA de la producción de mango para exportación aérea y marítima

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: REPETICIONES

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	811,251 ^a	4	202,813	1,331	,293
Intersección	135867,434	1	135867,434	891,558	,000
TRATAMIENTOS	811,251	4	202,813	1,331	,293
Error	3047,866	20	152,393		
Total	139726,552	25			
Total corregido	3859,117	24			

a. R al cuadrado = ,210 (R al cuadrado ajustada = ,052)

Del cuadro 30, el análisis de varianza nos muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos y la producción de mango para exportación aérea y marítima.

7.4. ANOVA de la producción de mango para mercado nacional

Tabla 31. ANOVA de la producción de mango para mercado nacional

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: REPETICIONES

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	144,623 ^a	4	36,156	1,107	,380
Intersección	5627,100	1	5627,100	172,358	,000
TRATAMIENTOS	144,623	4	36,156	1,107	,380
Error	652,954	20	32,648		
Total	6424,678	25			
Total corregido	797,578	24			

a. R al cuadrado = ,181 (R al cuadrado ajustada = ,018)

Del cuadro 31, el análisis de varianza nos muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos y la producción de mango para mercado nacional.

7.5. ANOVA de la calidad de mango de la primera y segunda cosecha

Tabla 32. ANOVA de la calidad de mango de la primera y segunda cosecha

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: REPETICIONES

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	481,760 ^a	4	120,440	,714	,592
Intersección	134542,240	1	134542,240	797,524	,000
TRATAMIENTOS	481,760	4	120,440	,714	,592
Error	3374,000	20	168,700		
Total	138398,000	25			
Total corregido	3855,760	24			

a. R al cuadrado = ,125 (R al cuadrado ajustada = -,050)

Del gráfico 32, el análisis de varianza nos muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos y la calidad de mangos de la primera y segunda cosecha.

7.6. ANOVA de la calidad de mangos de la tercera cosecha

Tabla 33. ANOVA de la calidad de mangos de la tercera cosecha

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: REPETICIONES

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2097,440 ^a	4	524,360	1,175	,351
Intersección	80428,960	1	80428,960	180,302	,000
TRATAMIENTOS	2097,440	4	524,360	1,175	,351
Error	8921,600	20	446,080		
Total	91448,000	25			
Total corregido	11019,040	24			

a. R al cuadrado = ,190 (R al cuadrado ajustada = ,028)

Del cuadro 33, el análisis de varianza nos muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos y la calidad de mangos de la tercera cosecha.

7.7. ANOVA de la calidad de mangos para mercado nacional

Tabla 34. ANOVA de la calidad de mangos para mercado nacional

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: REPETICIONES

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	228,240 ^a	4	57,060	,936	,463
Intersección	3410,560	1	3410,560	55,948	,000
TRATAMIENTOS	228,240	4	57,060	,936	,463
Error	1219,200	20	60,960		
Total	4858,000	25			
Total corregido	1447,440	24			

a. R al cuadrado = ,158 (R al cuadrado ajustada = -,011)

Del gráfico 34, el análisis de varianza nos muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos y la calidad de mangos para mercado nacional.