

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ADECUADA DE CALCIO, BORO Y
ZINC EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE FRUTO DEL
DURAZNERO (*Prunus persica* L.) var. CANARIO, TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. DAVID MAMANI ROSADO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA


**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

TESIS

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ADECUADA DE CALCIO, BORO Y ZINC EN
EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE FRUTO DEL DURAZNERO (*Prunus persica*
L.) var. CANARIO, TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 28 DE ENERO DEL 2022, SIENDO EL
JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:


MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:


MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

VOCAL:


MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

ASESOR:


Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

DEDICATORIA

Esta investigación la dedico a mis padres Freddy David Mamani Joaquín y Gladis Julia Rosado Vargas quienes, me apoyaron en todo momento durante mis estudios y la realización del presente trabajo de investigación.

A mis hermanos Fredd y Eddison a los cuales quiero y respeto mucho, y todos los que me ayudaron de alguna u otra manera.

Son todos ellos a quienes les dedicado este trabajo de investigación, todo el tiempo invertido con perseverancia ha dado lugar hasta la culminación de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me apoyaron para la culminación de esta investigación.

A los docentes de la Facultad Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, quienes con su ayuda a lo largo de estos años siempre estuvieron presentes con todos sus conocimientos para despejar cualquier duda.

Al Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire, por su asesoría y colaboración para llegar a la culminación de esta investigación.

A mis jurados MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya, MSc. Magno Santos Robles Tello y MSc. Nivardo Núñez Torreblanca por su apoyo en la culminación de mi tesis.

A mis compañeros Tania Maribel Quispe Quispe y Franky Armando Clavitea Condori por el apoyo en la realización del presente trabajo.

A todas las personas que de alguna u otra manera dieron su apoyo para desarrollar y concluir el presente trabajo.

Gracias a todos

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Formulación del problema.....	4
1.3 Delimitación de la investigación.....	4
1.3.1 Espacial	4
1.3.2 Temporal.....	4

1.4 Justificación	5
1.5 Limitación.....	6
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	
2.1 Objetivos.....	7
2.1.1 General.....	7
2.1.2 Especifico.....	7
2.2 Hipótesis	7
2.2.1 General.....	7
2.2.2 Especifica.....	7
2.3 Variables.....	8
2.3.1 Independiente.....	8
2.3.2 Dependiente	8
CAPÍTULO III: MARCO TEORICO	
3.1 El Cultivo de Duraznero.....	9
3.1.1 Botánica y morfología.....	9
3.1.2 Sistemática.....	10

3.1.3 Condiciones agroclimáticas.....	11
3.1.4 Variedades.....	13
3.2 Fertilización Foliar.....	15
3.2.1 Aplicación Foliar.....	15
3.2.2 Absorción Foliar de Nutrientos.....	16
3.2.3 Factores que influyen en la fertilización foliar.....	17
3.2.4 Propósitos de la fertilización foliar.....	18
3.3 Calcio en frutales caducifolios	18
3.3.1 Importancia del calcio en las plantas.....	19
3.3.2 Absorción y movimiento del calcio en la planta	20
3.3.3 Función estructural del calcio en la pared celular	21
3.3.4 El Calcio en los procesos fisiológicos de las plantas.....	22
3.3.5 El Calcio y la Resistencia de las plantas a enfermedades	23
3.3.6 El calcio y el crecimiento radical.....	23
3.3.7 Deficiencia de Calcio en los Cultivos	24
3.4 Boro en frutales caducifolios.....	25

3.4.1 Efectos de la deficiencia de boro.....	25
3.4.2 Síntomas de la deficiencia	26
3.4.3 Factores que afectan su disponibilidad	27
3.4.4 Corrección de deficiencia de boro.....	28
3.5 Zinc en frutales caducifolios	29
3.5.1 El Zn en los suelos	30
3.5.2 Funciones del Zn en las plantas.....	31
3.6 Producto comercial FertAll Ca B Zn	33
3.7 Antecedentes	34
 CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	
4.1 Tipo de investigación	38
4.2 Ubicación del campo experimental.....	38
4.3 Material de investigación	38
4.3.1 Características de la variedad.....	38
4.4 Características del suelo	39
4.5 Datos meteorológicos	41

4.6 Tratamientos en estudio.....	42
4.7 Diseño experimental	42
4.8 Características del campo experimental	43
4.9 Aleatorización de tratamientos	44
4.10 Variables de respuesta	45
4.10.1 Peso de fruto	45
4.10.2 Diámetro polar de fruto	45
4.10.3 Diámetro ecuatorial de fruto.....	45
4.10.4 Peso de frutos por planta	45
4.10.5 Rendimiento por hectárea	45
4.10.6 Grados Brix	46
4.10.7 Vida postcosecha.....	46
4.11 Análisis estadístico	46
4.12 Conducción del experimento	46
4.12.1 Poda de invierno	46
4.12.2 Limpieza de campo y muestreo de suelo	47

4.12.3 Rompimiento de agoste	47
4.12.4 Control de malezas.....	47
4.12.5 Fertilización	48
4.12.6 Control de plagas	48
4.12.7 Control de enfermedades	48
4.12.8 Riegos	49
4.12.9 Aplicación de Fertall Ca B Zn	49
4.12.10 Cosecha	49

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados y discusión	50
5.1.1 Peso de fruto	50
5.1.2 Diámetro polar de fruto	53
5.1.3 Diámetro ecuatorial de fruto	56
5.1.4 Peso de frutos por planta	59
5.1.5 Rendimiento por hectárea	62
5.1.6 Grados brix	65

5.1.7 Vida Postcosecha.....	67
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores para una buena fertilización foliar	17
Tabla 2. Composición Química del Producto FertAll Ca B Zn	34
Tabla 3. Aplicación y usos, prevención y corrección de deficiencias de nutrientes en plantas.....	34
Tabla 4. Requerimientos nutricionales del cultivo de duraznero (en producción)	39
Tabla 5. Análisis físico- químico del suelo.....	40
Tabla 6. Datos Meteorológicos durante la ejecución del proyecto	41
Tabla 7. Análisis de la varianza de peso de fruto de durazno var. Canario.....	50
Tabla 8. Análisis de varianza de regresión para peso de fruto.....	51
Tabla 9. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso de fruto.....	51
Tabla 10. Análisis de la varianza de diámetro polar de fruto	53

Tabla 11. Análisis de varianza de regresión para diámetro polar de fruto.....	53
Tabla 12. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de diámetro ecuatorial de fruto.....	54
Tabla 13. Análisis de la varianza de diámetro ecuatorial de fruto	56
Tabla 14. Análisis de varianza de regresión para diámetro ecuatorial de fruto.....	56
Tabla 15. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de diámetro polar de fruto.....	57
Tabla 16. Análisis de varianza de peso de frutos por planta	59
Tabla 17. Análisis de varianza de regresión de pesos de frutos por planta.....	59
Tabla 18. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso de frutos por planta	60
Tabla 29. Análisis de varianza de rendimiento por hectárea de durazno var. Canario	62

Tabla 20. Análisis de varianza de regresión de rendimiento por hectárea.....	62
Tabla 21. Prueba de significación de los coeficientes de regresión del rendimiento por hectárea	63
Tabla 22. Análisis de varianza de grados brix de frutos de duraznero var. Canario	65
Tabla 23. Análisis de varianza de regresión de grados brix	65
Tabla 24. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de grados brix	66
Tabla 25. Análisis de varianza de vida postcosecha del duraznero var. Canario	67
Tabla 26. Análisis de varianza de regresión de vida postcosecha.....	68
Tabla 27. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de vida postcosecha	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental	44
Figura 2. Efecto de los niveles de Fertall en la variación de peso de fruto del duraznero variedad Canario	52
Figura 3. Efecto de los niveles de Fertall en la variación de diámetro Polar de fruto del duraznero variedad Canario.....	55
Figura 4. Efecto de los niveles de Fertall en la variación de diámetro Ecuatorial de fruto del duraznero variedad Canario.....	58
Figura 5. Efecto de los niveles de Fertall en la variación peso de frutos por planta de durazno variedad Canario.....	61
Figura 6. Efecto de los niveles de Fertall en la variación del rendimiento por hectárea del duraznero variedad Canario	64
Figura 7. Efecto de los niveles de Fertall en la variación de los grados brix del duraznero variedad Canario	66
Figura 8. Efecto de los niveles de Fertall en la variación del porcentaje de degradación del duraznero variedad Canario	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de Peso de fruto.....	77
Anexo 2. Datos originales de Diámetro polar de fruto.....	77
Anexo 3. Datos originales de Diámetro ecuatorial de fruto.....	77
Anexo 4. Datos originales de peso de frutos por planta.....	78
Anexo 5. Datos originales de Rendimiento por hectárea.....	78
Anexo 5. Datos originales de Grados brix	78
Anexo 6. Datos originales de Vida Postcosecha	78
Anexo 7. Costos de producción del área de investigación	79
Anexo 8. Cronograma de actividades	80
Anexo 9. Análisis de Suelo	81
Anexo 10. Vistas Fotográficas del Manejo del Cultivo	82
Anexo 11. Fenología del Cultivo	86
Anexo 12. Vistas Fotográficas de la toma de datos	87

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Determinación de la dosis adecuada de calcio, boro y zinc en el rendimiento y la calidad de fruto del duraznero (*Prunus persica* L.) var. Canario, Tacna”, realizado en el Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos (IRGAB), con el objetivo de determinar el efecto de las diferentes dosis del producto comercial Fertall calcio, boro y zinc en el fruto del duraznero (*Prunus persica* L) var. Canario. Los tratamientos fueron variaciones de dosis del producto comercial Fertall Calcio, boro y zinc: $t_1= 0,66$ l/ha (8% Ca-0.6%B- 0.6% Zn); $t_2=1,00$ l/ha (12%Ca-1%B-1%Zn); $t_3=1,33$ l/ha (16%Ca-1.3%B-1.3%Zn); $t_4=1,66$ l/ha (20%Ca-1.6%B-1.6%Zn). El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, para el análisis de datos se empleó el análisis de varianza (ANVA), y para predecir y modelar el comportamiento de las variables (independiente y dependientes) se utilizó el análisis de regresión polinómica, llegando a recomendar una dosis de 1,3186 l/ha con las siguientes características: un peso de fruto de 108,9156 gr, rendimiento por hectárea de 14,971 t/ha, grado brix de 18,778 y una vida postcosecha con un 28,01% de degradación.

Palabras clave: Dosis, Fertall, *Prunus persica*, calidad, rendimiento.

ABSTRACT

The present research work entitled "Determination of the adequate dose of calcium, boron and zinc in the yield and quality of the fruit of the peach tree (*Prunus persica* L.) var. Canario, Tacna", carried out at the Basadre Institute for Research in Agrobiotechnology and Genetic Resources (IRGAB), with the aim of determining the effect of the different doses of the commercial product Fertall calcium, boron and zinc in the fruit of the peach tree (*Prunus persica* L.) var. Canary. The treatments were dose variations of the commercial product Fertall Calcium, boron and zinc: t1= 0.66 l/ha (8% Ca-0.6%B-0.6% Zn); t2=1.00 l/ha (12%Ca-1%B-1%Zn); t3=1.33 l/ha (16%Ca-1.3%B-1.3%Zn); t4=1.66 l/ha (20%Ca-1.6%B-1.6%Zn). The experimental design used was complete random blocks, analysis of variance (ANVA) was used for data analysis, and polynomial regression analysis was used to predict and model the behavior of variables (independent and dependent), reaching recommend a dose of 1.3186 l/ha with the following characteristics: a fruit weight of 108.9156 gr, yield per hectare of 14.971 t/ha, brix degree of 18.778 and a post-harvest life with 28.01% degradation .

Keywords: Dosage, Fertall, *Prunus persica*, quality, yield.

INTRODUCCIÓN

El duraznero (*Prunus persica* L.), es un frutal de gran importancia en nuestro país, ya que en estos últimos años se ha ido innovando y mejorando su manejo, logrando así incrementar su rendimiento, de 12,5 t/ha a 25 t/ha en los departamentos productores del Perú. Los principales departamentos productores de durazno en el país son Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cusco, Huánuco y Lima ((MINAGRI, 2016)

Actualmente, hay una necesidad de mejorar la calidad y producción de todo cultivo, es por ello que se fomenta el desarrollo científico y tecnológico, en la nutrición, para el crecimiento y desarrollo vegetal, es así que día a día aparecen nuevos productos y tecnologías para obtener un mayor rendimiento y calidad del frutal.

La aplicación de una fertilización foliar es una integración de elementos para las plantas que ocurre de manera inmediata, complementando los requerimientos nutricionales que pueda presentar, aplicándose a manera de pulverizaciones diluidas sobre toda la copa de la planta.

Esta práctica es común e importante para todo productor, por ayudar a que se obtenga un buen desarrollo del cultivo, para así mejorar el rendimiento y la calidad del producto.

La fertilización foliar es un complemento de la fertilización de suelo, no es un reemplazo de este, sino una ayuda para integrar elementos que talvez no pudieron ser agregados a la fertilización de suelo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El principal problema en el cultivo de duraznero es el manejo de la nutrición, siendo esta una de las formas más efectivas de influenciar la productividad de los frutales, incrementar los rendimientos o la calidad de la fruta. Entre los criterios físicos más usados para definir una fruta de calidad son el color, la forma, el tamaño y el peso; y los criterios químicos son el pH (acidez) y el contenido sólidos solubles (azúcar), también algunos compuestos volátiles que son los responsables de su aroma, que mediante modificaciones en el manejo de la nutrición implica tener como metas: optimizar el estado nutricional de la planta, maximizar la disponibilidad de nutrientes desde el suelo, maximizar la eficiencia de absorción de nutrientes por el sistema radicular y promover la eficiencia de utilización dentro de la planta (MINAGRI, 2016).

El calcio (macroelemento), boro y zinc (microelementos) son nutrientes esenciales para el duraznero, las funciones críticas del calcio (Ca^{2+} , B y Zn) en las plantas está relacionado con el crecimiento que brinda a la raíz y la mejora en la calidad de los frutos luego del amarre, aunque estos nutrientes están involucrados en varios procesos fisiológicos del cultivo. En la producción de cultivos un aporte nutricional completo incluye la adición de estos elementos esenciales, ya que su ausencia provoca: mal desarrollo radical, desarrollo anormal de hojas, deformaciones y falta de tamaño de frutos, que están directamente relacionados con el rendimiento del cultivo (INTAGRI, 2018).

El presente trabajo de investigación busca incrementar los bajos rendimientos que presenta el duraznero y mejorar una característica particular de la variedad Canario, la cual es su sensibilidad al manejo postcosecha, es por lo que mediante la aplicación de Ca, B y Zn se obtuvo una mejora en la consistencia del fruto, para que este pueda tener un mayor tiempo en estantería antes de empezar a degradarse, como ya se sabe en la región de Tacna su cultivo es mínimo, específicamente solo se encuentra cultivado en el “Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos (IRGAB)”; al mejorar el rendimiento, y su calidad se espera que haya una mayor aceptación del producto para su producción, esta variedad posee muy buenas características para su consumo. Es por ello que se formuló la siguiente interrogante.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál será el efecto de las diferentes dosis del producto comercial Fertall Ca B Zn en el rendimiento y calidad del fruto de duraznero (*Prunus persica* L) var. Canario?

1.2.2 Problema Especifico

¿Cuál será la dosis adecuada del producto comercial Fertall Ca B Zn en rendimiento y calidad del fruto de duraznero (*Prunus persica* L.) var. Canario?

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1 Espacial

La investigación se realizó en el “Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos (IRGAB)” Sector A, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

1.3.2 Temporal

El tiempo de ejecución de la investigación fue de 7 meses, iniciando con la poda del cultivo en el mes de julio del 2017 hasta concluir con la última cosecha del cultivo en el mes de enero del 2018.

1.4 Justificación

El durazno es una de las frutas más populares en nuestro país, ya sea para su consumo en fresco, procesado en bebidas o como saborizante en productos diversos. En el complejo sistema que es el manejo de los frutales, donde intervienen distintas labores, como poda, raleo de frutos, uso de reguladores de crecimiento, control del vigor, promoción de ramificación, etc., el productor, tiende, en general, a pensar que la nutrición es una de las más simples y de fácil definición, sobre todo porque lo que hace tradicionalmente funciona más o menos bien. Sin embargo, en la práctica no todo es tan claro y sencillo, existiendo puntos críticos que dificultan la implementación de un programa que integre el óptimo productivo, económico y cuidado del ambiente.

En este escenario, la motivación de determinar una dosis adecuada del producto comercial Fertall a base de calcio, boro y zinc en el cultivo de duraznero, aplicado en los estados vegetativos de crecimiento, cuajado, crecimiento del fruto; con el propósito de mejorar el rendimiento y la calidad de fruto es que se realizó la presente investigación en el “Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos” de la UNJBG – Tacna.

1.5 Limitación

No hay mucha información relacionada al tema de investigación a nivel nacional, por lo que se utilizó información de trabajos similares a nivel internacional, para conocer un poco de los efectos del Calcio, Boro y Zinc en el Duraznero Var. Canario y de esta manera recuperar esta maravillosa variedad que es muy poco cultivada en nuestra región del Perú.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Determinar el efecto de las diferentes dosis del producto comercial Fertall Ca B Zn en el rendimiento y calidad de fruto del duraznero (*Prunus persica* L) var. Canario.

2.1.2. Objetivo Especifico

Determinar la dosis adecuada del producto comercial Fertall Ca B Zn; con las mejores características en rendimiento y calidad de fruto del duraznero (*Prunus persica* L) var. Canario.

2.2 Hipótesis

2.2.1 General

La aplicación del producto comercial Fertall Ca B Zn influye en el rendimiento y calidad del duraznero (*Prunus persica* L) var. Canario, en el “Instituto Basadre de investigación IRGAB”.

2.2.2 Especifica

Una dosis del producto comercial Fertall Ca B Zn logra el mejor rendimiento y calidad del duraznero (*Prunus persica* L) var. Canario, en el “Instituto Basadre de investigación IRGAB”.

2.3 Variables

2.3.1 Variable independiente (X)

Dosis del producto comercial Fertall Ca B Zn (l/ha)

2.3.2 Variable dependiente (Y)

- Peso de Fruto (gr)
- Rendimiento por hectárea (t/ha)
- Grados brix (°brix)
- Vida Postcosecha (porcentaje de degradación)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Cultivo de duraznero

3.1.1 Botánica y morfología

El duraznero es originario de China, y está muy adaptada a climas templados y subtropicales. “Las flores nacen antes que las hojas, aparecen solas o en parejas” (Gratacos, 2009). “El cáliz es acampanado, con cinco sépalos lobulados; los pétalos son de color rosa de 2 a 3,5 cm de diámetro y los estambres se disponen en varios verticilos. Las hojas son lanceoladas de 7,5 a 15 cm de longitud y de 2 a 3,5 cm de ancho, largamente acuminadas (acabadas en punta), con el borde aserrado” (Alvarado & González, 1999). Las estípulas tienden a caerse tempranamente. “El fruto del duraznero es una drupa, con una semilla al interior del carozo o hueso(endocarpio); su pulpa es carnosa y jugosa, de sabor agradable al madurar; su piel es suave y aterciopelada”(Alvarado & González, 1999)

El duraznero puede alcanzar hasta una altura de 6 m, mucho va depender de la variedad, las raíces son ramificadas y superficiales o profundas sin la intervención humana, presentan antagonismo ante otras plantas cercanas por lo que la raíz no invade el terreno de otra (INFOAGRO, 2003).

3.1.2 Sistemática

Reino: Plantae

Division: Magnoliophyta (Angiospermas)

Clase: Magnoliopsida (Dicotiledoneas)

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Prunoideae

Género: Prunus

Especie: Prunus pérsica (L.) Batsch

Nombre común: Duraznero

Fuente: (Tormo, 2012)

3.1.3 Condiciones agroclimáticas

a) Clima

El duraznero prefiere los climas templados, con unas temperaturas optimas de 21 a 27°C para un buen crecimiento y más uniformidad en su floración; el duraznero requiere un total de 400 a 800 horas frio durante su agoste y de preferencia a unas temperaturas cercanas a los 7 °C por dos meses en las horas del día. Si no puede cumplir con sus requerimientos puede presentar problemas en su floración y fructificación, como por ejemplo (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 2002); (Gratacos, 2009):

- Perdida de frutos.
- Caída de flores y brotes jóvenes.
- Frutos pequeños debido a la perdida de hojas.
- Frutos deformados.
- Floración anormal.

Si la planta por algún motivo no puede completar sus horas frio que requiere se puede hacer uso de la aplicación de inductores florales, tratamientos hormonales, fertilizaciones foliares y localizados (Gratacos, 2009). A su vez la planta necesita horas de luz para mejorar la calidad del fruto; el exceso de luz también puede causar daño a la planta por lo que se pueden realizar aplicaciones de cal una vez por año al tronco y realizar las podas de ramas para evitar microclimas en la planta (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 2002).

b) Suelo

Un buen terreno determinará el rendimiento y los años de producción de la planta. El duraznero se desarrolla con normalidad en suelos con textura franco arenoso, con buen drenaje y profundos de 1 a 1,50 metros (Nava, 2005). El Duraznero no se desarrolla con normalidad en suelos arcillosos, pesados y compactos; porque suelen presentar encharcamientos lo que puede llevar a una asfixia radicular de la planta. Prefiere los suelos con un pH neutro entre 6 a 7,5. Tiene una tolerancia media a la salinidad (Castillo, Flores, Llanos, Paredes, & Toledo, 2009).

c) Agua

La cantidad de agua que requiere el duraznero varía a lo largo del ciclo productivo, con fases críticas en las épocas de crecimiento de la planta y en la producción de frutos. La principal etapa empieza con el endurecimiento de la semilla y termina con la cosecha de frutos. Todos los riegos deben ser programados, pero cuando llega la etapa de maduración los riegos deben ser más distanciados para disminuir la concentración de agua en el fruto y pueda tener una mayor duración. El agua debe ser dulce y con baja cantidad de sales (Gratacos, 2009).

3.1.4 Variedades

En el Perú existen una amplia diversidad de durazneros que se cultivan en el Perú. A continuación, se describen las variedades más cultivadas en la región:

Canario

Esta variedad presenta un ciclo vegetativo de 6 meses en promedio. “El fruto es de tamaño mediano, de forma circular, cáscara con vellosidades, de color amarillento jaspeado, pulpa amarillenta, suave, muy jugosa, dulce, poco acida, adherida al hueso, su maduración es uniforme”, muestra un rendimiento de 19,5 t/ha, se adapta muy bien a los ambientes de Costa central y Sur. Es muy precoz en condiciones de clima subtropical”(INIA, 2000).

Huayco rojo

Esta variedad presenta un ciclo vegetativo de 7 meses en promedio. Su fruto es de tamaño medio a pequeño, redondo, su cáscara es de color amarillento con manchas rojizas que están presentes en la mayor parte del fruto; su pulpa es sólida y muy jugosa, con agradable sabor, de poca acidez; con un aroma similar al Huayco crema. Es muy aceptado en el mercado, su rendimiento promedio es de 26,5 toneladas por hectárea (Castillo, Flores, Llanos, Paredes, & Toledo, 2009) .

Huayco crema

Esta variedad al igual que el huayco rojo presenta un ciclo vegetativo de 7 meses en promedio. “Su fruto tiene forma redonda, de tamaño mediano a grande; presenta cáscara de color amarillento cremoso y unas manchas rojizas jaspeadas; tiene una pulpa cremosa y firme, muy jugosa y dulce con aroma agradable”. Se consume como fruta fresca y también es utilizada en la industria alimentaria (Castillo, Flores, Llanos, Paredes, & Toledo, 2009).

Blanquillo

Esta es la variedad más cultivada a nivel nacional, teniendo como ciclo vegetativo de 8 meses en promedio. “Su fruto es de forma redonda y de un tamaño grande a mediano, la pulpa tiene una coloración blanca, suave, jugosa y dulce, con cáscara muy pubescente”, también llamado durazno “abridor” por la rajadura que presenta en la parte céntrica del fruto. Se consume como fruta de fresca (Castillo, Flores, Llanos, Paredes, & Toledo, 2009).

Okinawa

Es el patrón más utilizado por las ventajas de adaptación que tiene a diferentes variedades de durazno, tiene poca exigencia en las horas-frío, se desarrolla con mayor facilidad en suelos Franco arenosos, es muy utilizado por su resistencia a los nemátodos *M. javanica*, *M. incógnita* var. *Acrita*, *Radopholus similis*; este patrón es el que ha presentado mejores resultados en diferentes pruebas experimentales realizadas por diversas instituciones con nuestras condiciones (Montalvo, 1999).

3.2 Fertilización foliar

Toda planta puede ser fertilizada suplementariamente mediante aplicaciones a las hojas con productos solubles en agua, este método permite una asimilación más rápida de nutrientes a comparación del método tradicional de la fertilización al suelo. Los nutrientes ingresan por los estomas de las hojas presentes en el haz o envés, y de la misma manera también pueden ingresar por los ectodermos que son espacios submicroscópicos de la hoja, que al dilatarse la cutícula es que dan estos espacios por los que pueden ingresar los nutrientes (Salas, 2002).

3.2.1 Aplicación foliar

La aplicación foliar es la practica más utilizada para la aplicación de micronutrientes (pero también de N o NPK en una situación que se requiera con urgencia), los cuales son complementarios que no pueden ser necesarios si son aplicados al suelo (FAO, 2002). Los micronutrientes por lo general son aplicados en fases tardías del cultivo para mejorar el crecimiento y la calidad del fruto obteniendo una mayor firmeza de la cutícula para así conseguir producto de calidad exportable y que tenga mayor durabilidad, que soporte el manejo postcosecha (Callejas & Rojas, 2004).

En las aplicaciones foliares, el pH de la solución debe encontrarse entre los 4,5 y 6. La absorción de los nutrientes y su eficacia de los productos utilizados depende mucho de estos valores. El preparado de una solución nutritiva para su aplicación debe ser de la siguiente manera:

- Se agrega el agua al equipo pulverizador hasta la mitad del tanque.
- Se puede utilizar un aditivo si es que se requiere
- Se agrega el producto que estará en mayor cantidad en la solución final.
- Se agregan el resto de componentes de la solución final, primeramente, los productos en polvo y luego los productos en líquido.
- Finalizando se agrega el resto de agua al equipo pulverizador.

La solución debe ser aplicada con el uso de un adherente para facilitar su impregnación en la superficie hoja y pueda absorber la solución (Dominguez, 1997).

3.2.2 Absorción foliar de nutrimentos

La absorción de nutrientes es realizada por las células epidermales de las paredes celulares presentes en las hojas y partes aéreas de la planta. Las células epidermales están cubiertas por unas capas de cera, pectinas, hemicelulosas y celulosas que evitan que las hojas tengan una pérdida excesiva de soluciones orgánicas e inorgánicas por causa de las precipitaciones (Yamada, Bukovac, & Wittwer, 1964).

“Las células epidermales actúan como un pequeño intercambiador catiónico producto de la carga negativa de las sustancias péctidas y los polímeros de la cutina no esterificada. Una parte de carga se lleva a cabo en esta capa cuticular del exterior hacia el interior de la pared, permitiendo la absorción de iones a lo en toda de la gradiente, dando así una efectivade aplicación foliar y controlando las posibles pérdidas por lixiviación” (Yamada, Bukovac, & Wittwer, 1964). “La absorción de nutrientes a través

de las hojas es afectada por factores externos como la mezcla de la solución, la valencia del elemento, el o los nutrientes involucrados, el ion aditivo, las condiciones tecnológicas de la aplicación y de factores medio ambientales que pueden ser la temperatura, humedad relativa, precipitación y viento. También pueden verse afectados por factores internos como la actividad metabólica. El grosor de la capa cuticular varía mayormente entre especies de plantas y es también afectado por factores medio ambientales, es así que se pueden comparar plantas que han crecido en sombra con aquellas a plena luz” (Trinidad & Aguilar, 1999).

3.2.3 Factores que influyen en la fertilización foliar

Si se quiere tener un buen manejo de la nutrición foliar es recomendable considerar estos tres factores, el cultivar, el ambiente y la formula foliar (Trinidad & Aguilar, 1999).

Tabla 1. Factores para una buena fertilización foliar

Fact. de la planta	Fact. Ambientales	Fact. de las soluciones
Edad de la hoja	T°	Dosis
Tipo de ceras	Luminosidad	Porcentaje de solución
Estomas	Periodo de fotosíntesis	Métodos de aplicación
Presencia de tricomas	Humedad	pH
Celular guarda	Viento	Agentes humectantes
Enves de las hojas	Sequedad	Compuestos utilizados
Humedad sobre la hoja	Horas día	Higroscopicidad
Turgor de la hoja	Potencial osmótico del medio que baña las raíces	Propiedad de adherencia de la hoja
Estado nutricional de la hoja	Periodo de déficit de nutrientes	Azúcares
Estados fenológicos		Sustancias humectantes
Cultivar		Proporción nutritiva

Fuente: (Dominguez, 1997).

3.2.4 Propósitos de la fertilización foliar

La fertilización foliar es una práctica utilizada para incorporar de manera inmediata los nutrientes esenciales en los metabolitos que se están elaborando en el proceso de la fotosíntesis. “La fertilización foliar es realizada con el propósito de: corregir las falta nutrientes que se presentan en el desarrollo de una planta, corregir requerimientos nutricionales que no lograron cubrir con la fertilización de suelo, brindar nutrientes a la planta que no fueron absorbidos del suelo, mejorar la calidad del producto, adelantar o retrasar alguna etapa fisiológica de la planta, hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes, corregir problemas fitopatológicos de los cultivos con la aplicación de cobre y azufre, y complementar la fertilización al suelo para mejorar el rendimiento de una cosecha”. Todo lo antes mencionado indica que la fertilización foliar debe ser específica, teniendo en cuenta lo que se quiere realizar, corregir o resolver los problemas nutricionales en las plantas (Trinidad & Aguilar, 1999).

3.3 Calcio en frutales caducifolios

El Calcio es un elemento quizás más importante en la determinación de la calidad de frutos en lo que refiere al almacenamiento, es el calcio. Es el elemento más importante en los frutales caducifolios en lo que a capacidad de almacenamiento se refiera no siendo reemplazada por ningún otro. (Salas, 2002) .

La cantidad de calcio en la planta para un buen resultado es mayor a lo acumulado en el los frutos. Es en los frutales caducifolios en donde hubo mayor investigación sobre su proceso de concentración. Esta

concentración ocurre sólo durante la primera etapa de crecimiento del fruto (Ramirez, 2005).

3.3.1 Importancia del calcio en las plantas

El calcio está presente en la mayor parte del desarrollo de la planta. Siendo indispensable para el desarrollo radicular (pelos radicales en densidad y longitud), es estabilizador de la pared celular y la membrana plasmática, y es esencial en la multiplicación y el crecimiento celular. “Interviene también en la polimerización de aminoácidos (formación de proteínas), regulador enzimático, modulación de la acción de hormonas y señales, y contribuye al equilibrio iónico de la célula” (INTAGRI, 2018) (Hepler, 2005)

El calcio en el suelo

El calcio es un ion divalente (Ca^{++}) que está presente de las siguientes formas minerales: carbonatos, fosfatos, sulfatos y algunos silicatos. “Es el elemento más abundante en el intercambio catiónico del suelo, aunque su porcentaje de utilización depende del grado de saturación”. El método más utilizado para incorporar el calcio al suelo es con el uso de complejos coloidales, y compuestos húmicos. Por lo general todo suelo tiene una cantidad suficiente de calcio para manejar un cultivo. “De todos los iones de calcio que existe en los suelos, el 60 a 80 % se encuentran en forma de Ca^{++} . Las plantas utilizan menos del 3 % de calcio del suelo, a pesar de este bajo porcentaje, es lo necesario que una planta requiera” (Monge, Val, Sanz, Blanco , & Montañes, 1994).

El Calcio en la planta

“La cantidad de calcio presente en las plantas es de un 0,1 y 5 % de su peso en seco. La cantidad en el citoplasma y en los cloroplastos debe ser mayormente bajos para evitar la saturación del fósforo inorgánico y su activación o desactivación descontrolada de enzimas que poseen fósforo”. Por lo general las plantas dicotiledóneas requieren más cantidad de calcio a comparación de las monocotiledóneas. La toma y distribución del calcio dentro de la planta es mayor dependiendo de la cantidad de transpiración que ocurre, ya que cualquier factor que influya en el hará que aumente o reduzca excesivamente disminuyendo su traslocación, específicamente en brotes apicales y frutos. La movilidad del calcio en el interior de la planta se debe mayormente por la xilema, en forma iónica o acompañado con el ácido málico o el cítrico. El calcio es poco móvil por lo que generalmente se encuentra es los órganos más viejos, pero son los órganos más jóvenes los que necesitan mayormente de su aporte (Monge, Val, Sanz, Blanco , & Montañes, 1994).

3.3.2 Absorción y movimiento del calcio en la planta

El ion Ca^{2+} es la forma que la planta absorbe este elemento. “En la raíz estos iones inician su movilidad principalmente por la vía apoplasto y preferentemente en raíces jóvenes. Encontrándose en la endodermis suelen presentar problemas con una barrera física (bandas de Caspary), y cuando no pueden ingresar vía apoplasto, ingresan a las células por medio de canales que les dejan continuar el trayecto hasta el xilema (vía simplasto), es por ello que el movimiento del calcio por esta vía es restringido”. La mayor cantidad de movilización del calcio hacia el xilema es realizada por las raíces jóvenes, específicamente en las zonas apicales

de estas. Cuando finalmente el calcio ingresa por las raíces, es transportado por la corriente transpiratoria por de los vasos xilemáticos desde las raíces hacia las hojas. En las hojas es donde se encuentra la mayor cantidad de calcio absorbido, pues tienen mayor capacidad de transpiración a comparación de los frutos. El calcio presente en los frutos es el que se consume en el inicio del desarrollo de fruto, que también coincide con la etapa en la que el xilema es la principal proveedora de agua y solutos (White & Broadley, 2003).

3.3.3 Función estructural del calcio en la pared celular

“El Calcio (Ca^{2+}) ingresa en la planta por las raíces de forma apoplastica y simplastica, un pequeño segmento se concentra en la vacuola y el restante pasa a formar parte de las paredes celulares”. La dureza y la flexibilidad de las paredes celulares depende mucho de la cantidad de calcio en la planta, cuando la planta tiene deficiencia de calcio las paredes celulares se blandan, se rompen con facilidad, y viceversa. El Ca^{2+} también controla la permeabilidad de la membrana mediante enlaces de fosfolípidos, que si en caso la planta presenta una deficiencia de Ca^{2+} las raíces y hojas pueden llegar a exudar compuestos orgánicos donde pueden llegar a desarrollarse patógenos (INTAGRI, 2018).

Conforme el fruto se está desarrollando sus canales floemáticos se incrementan a comparación de los xilemáticos. Algunas labores realizadas en los cultivos han demostrado que la movilización del “calcio dentro del fruto no es homogénea por la distribución de las relaciones xilema/floema y la tasa de crecimiento de los frutos” (INTRAGRI, 2017a).

3.3.4 El Calcio en los procesos fisiológicos de las plantas

“El calcio dentro de la célula suele formar compuestos del tipo quelato, luego de formarse y adherirse a la lámina central provee flexibilidad, tiene una función de división y crecimiento celular, mantiene el equilibrio entre aniones-cationes, está presente en la enzima alfa-amilasa (es la enzima que interviene en la degradación del almidón para la germinación) y de manera alterna interviene en la capacidad del magnesio para poner en funcionamiento diversas enzimas”. También se ha observado que el Ca^{2+} influye en las citocininas para retrasar la senescencia, la caída de las hojas y promover el crecimiento de los cotiledones (INTAGRI, 2018).

“La cantidad de calcio en el citosol de la célula actúa como mensajero del exterior con el interior, para que la planta pueda defenderse del estrés por factores bióticos y abióticos. También cumple una función de mensajero secundario siendo muy importante, ya que de manera más específica se une a la calmodulina, una proteína presente en el citosol. El mecanismo se muestra como modificaciones en la cantidad de calcio en el citosol y sirve para mostrar los posibles genes que contrarresten el estrés vegetal con una respuesta fisiológica” (INTAGRI, 2018).

3.3.5 El Calcio y la Resistencia de las plantas a enfermedades

Las plantas adquieren una resistencia a la pudrición por microorganismos cuando tienen un buen suministro de calcio o cuando se realizan aplicaciones con soluciones que posean calcio. Esto ha sido comprobado con 17 frutos contra 25 patógenos a un clima templado y tropical. El resultado obtenido mostro los incrementos en la resistencia estructural de la pared celular, debido a las aplicaciones de soluciones de calcio que afectaron a los hongos disminuyendo su proliferación. A su vez también muestra el “efecto de control que tiene sobre los hongos benéficos es mucho más bajo incluso incrementa la acción de agentes de biocontrol de enfermedades” (Monge, Val, Sanz, Blanco , & Montañes, 1994).

3.3.6 El calcio y el crecimiento radical

“El Calcio es muy importante para el desarrollo de raíces, que, con su ausencia, se detiene su crecimiento en tan solo unas horas. También se ha comprobado que el calcio mejora el crecimiento de raíces en diferentes cultivos. Conjuntamente con el potasio (K^+) en el crecimiento de la raíz, el papel del calcio está ligado a la multiplicación y crecimiento de las células presentes en este órgano” (INTAGRI, 2018). “En las primeras etapas la permeabilidad de las células cambia, a baja maduración hay más permeabilidad al calcio y viceversa, por lo que da a entender que el lugar con mayor permeabilidad es el ápice de la raíz” (Cakmak, 2017).

“Para tener un buen desarrollo radical se requieren de muchos factores como la incorporación de calcio al suelo, la cantidad de aluminio en el suelo, las estrategias de bioestimulación, así como también la disponibilidad de elementos de acuerdo al pH” (White & Broadley, 2003).

El crecimiento de las raíces depende mucho del Calcio (Ca), ya que, con la ausencia de este elemento puede detener su crecimiento en unas pocas horas al igual que el boro (B). “Esto se debe a que el Ca y el B son elementos que no son movilizados por el floema; por ello, a pesar de que la planta tenga estos elementos, no puede transportarlos hasta la raíz” (INTRAGRI, 2017a). De la misma manera el desarrollo radicular depende mucho del pH. Por todo lo mencionado, es que el Ca debe aplicarse en mayor proporción al suelo cuando este tiene un pH bajo, para así contrarrestar el efecto antagónico que presenta el Al en altas concentraciones y el efecto suelos ácidos sobre el desarrollo de las plantas. “Es por ello que el encalado es muy utilizado en los suelos ácidos, ya que corrigen el pH y también proveen de Ca a las raíces durante su crecimiento” (White & Broadley, 2003).

Es esencial generar o bioestimular el sistema radicular para tener un número mayor de pelos radicales que aumenten el contacto con el suelo, y por lo tanto mayor absorción de agua y nutrientes (Hepler, 2005).

3.3.7 Deficiencias de Calcio en los Cultivos

Con todo lo que el calcio realiza en el cultivo, la carencia de este elemento se manifiesta como fallas en todos los procesos que está relacionado, por lo que la ausencia de este elemento es fácil de identificar por los síntomas típicos que presenta (White & Broadley, 2003). El Ca es considerado un elemento no móvil, porque depende de diferentes órganos más directamente de la transpiración de la planta para su movilidad (INTAGRI, 2018). Es por ello que los brotes jóvenes y frutos son los que tienden a manifestar deficiencias de Calcio por la baja transpiración que presentan; incluso con su poca movilidad los análisis foliares pueden

presentar una buena concentración de calcio, pero los demás órganos tienden a presentar una baja concentración (Hepler, 2005).

3.4 Boro en frutales caducifolios

“El boro (B) es un micronutriente indispensable para la producción vegetal por su importancia que tiene dentro de la división, diferenciación y crecimiento celular de los tejidos nuevos. El B también está presente en la regulación, transporte y metabolismo de los carbohidratos y las proteínas en los cultivos. Por otra parte, el B también influye en la permeabilidad de la membrana, en la síntesis de la pared celular (la mayor parte del B se encuentra en las paredes celulares), respiración, y regulación estomática”. Asimismo, también está involucrado en la germinación del tubo polínico, aumentando el número de frutos cuajados (Cakmak, 2015a)

3.4.1 Efectos de la deficiencia de boro

Cuando una planta presenta deficiencia de B, se ven afectados un gran número de procesos y funciones fisiológicas. Los principales procesos fisiológicos que se ven afectados por una baja cantidad de B en las plantas son (Cakmak 2015a):

- Relación fotosíntesis/fotooxidación
- Fijación de N_2
- Integridad de la membrana
- Generación y desintoxicación de radicales libres (O_2)
- Estabilidad y estructura de la pared celular
- Metabolismo de los fenoles
- Metabolismo del ascorbato

3.4.2 Síntomas de la deficiencia

Cuando hay una baja cantidad de B, las plantas aún pueden crecer normalmente, los tejidos no llegan a sufrir alteraciones, pero el rendimiento de las semillas se ve afectado drásticamente. Cuando una planta tiene deficiencia de B presenta hojas cloróticas o bien rojizas, con una leve quemadura de la punta (Alarcon, 2001). Si la deficiencia se prolonga, la hoja puede llegar a expandirse mostrando una copa deformada. La inflorescencia también se ve afectada presentando una flor compacta e irregular, estéril o con una baja polinización. En el cuello de la raíz tiende a generar un engrosamiento reduciéndose el crecimiento de la misma, causando una menor ramificación y ausencia de yemas terminales. “También llegan a generarse hendiduras longitudinales en el tallo durante su crecimiento. También su deficiencia restringe el crecimiento del tubo polínico, causando una baja fertilización de las flores, dando así un fruto deforme y pequeño” (Brian, 2014).

De manera general la deficiencia de boro es el mal desarrollo de los tejidos meristemáticos, tanto en la raíz como en los brotes. Los primeros síntomas reflejan dificultades en la multiplicación y el crecimiento celular. Las células se multiplican, pero la separación no ocurre correctamente, con lo cual se produce un desarrollo incompleto e irregular de las hojas, que parecen distorsionadas, y una falta de crecimiento en los entrenudos (Alarcon, 2001).

El Boro interviene en diversos procesos de los frutales caducifolios, como la absorción del agua, la absorción “los cationes (principalmente el calcio), en la formación de la pectina de las membranas celulares y en el

metabolismo de los glúcidos. Si la deficiencia de B es alta, los frutales caducifolios mostrarán una muerte descendente de las ramas, venas amarillas y rojas en las ramas terminales y muerte de pequeñas zonas de la corteza cerca de las puntas; los entrenudos serán pequeños formando usualmente una roseta” (INTAGRI, 2017b).

3.4.3 Factores que afectan su disponibilidad

Reservas del suelo en boro: la cantidad de Boro presente en los suelos arenosos es baja, con una baja cantidad materia orgánica. Los suelos que se forman sobre restos volcánicos con alta cantidad de lluvias suelen presentar deficiencia de B (Alarcon, 2001)(Cakmak, 2015a).

pH del suelo: “la absorción de B baja a medida que se incrementa el pH del suelo de 7 a 9 debido a la fuerte adsorción del anión borato $B(OH)_4^-$ por arcillas, óxidos e hidróxidos limitando su disponibilidad. Por lo que los suelos con mayor pH (alcalinos) son considerados propensos a la deficiencia de B. Aunque también debe considerarse que su disponibilidad del elemento vuelve a ser alta a $pH > 9$ por el antagonismo del borato con el ion hidroxilo (OH^-) . A $pH < 7$, la forma acida H_3BO_3 (ácido bórico) es la más disponible” (Alarcon, 2001).

Humedad del suelo: “las precipitaciones elevadas pueden lavar el B de la superficie del suelo, generalmente en suelos ácidos y de textura arenosa. Asimismo, los períodos largos de sequía favorecen la fijación de este elemento, presentando formas no disponibles” (INTAGRI, 2017b).

Clima: “altas temperaturas y una mayor luminosidad acentúan los síntomas de deficiencia de B” (Cakmak, 2015a).

Interacciones con otros elementos nutritivos: “la fertilización nitrogenada en grandes cantidades atenúa los excesos de B debido a que disminuye la absorción de este elemento por las plantas. Del mismo modo, una fertilización nitrogenada elevada induce la deficiencia de B. Otros estudios muestran una sinergia en la absorción de B con fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), estando estos macroelementos en cantidades no excesivas. Por el contrario, si se encuentran en elevadas concentraciones hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg) y molibdeno (Mo) ejercen un antagonismo en la absorción de B” (INTAGRI, 2017b).

3.4.4 Corrección de deficiencia de boro

“Existen muchos abonos boratados utilizados para el suministro de boro a las plantas: bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), tetraborato sódico ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ o $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), pentaborato sódico ($\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), solubor ($\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), ácido bórico (H_3BO_3), colemanita ($\text{Ca}_2\text{B}_7\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), etc. Los boratos de sodio son la fuente más común de aporte de boro, pero son aplicadas directamente al suelo, el ácido bórico y el solubor también pueden ser usados en aplicaciones foliares al 0.05-0.1% de boro, a causa de su alta solubilidad y compatibilidad con la mayor cantidad de los productos pulverizados, sobre todo para mejorar la floración y el cuajado de frutos” (Alarcon, 2001).

“Por otro lado, si las cantidades de B en los análisis del suelo indican menos de 1ppm, se debe incorporar de 1.12 kg/ha de B antes de la siembra. Se debe evitar las aplicaciones excesivas de B que puedan llevar a la toxicidad en el cultivo” (Cakmak, 2015a).

“El boro puede ser tóxico para muchas plantas con cantidades poco superiores a aquellos juzgados como correctos. Algunas plantas presentan

síntomas de toxicidad en cuanto las cantidades que superan los 200 ppm, incluso con contenidos claramente menores para el caso de dicotiledóneas” (Alarcon, 2001).

“Los síntomas de deficiencia de boro se pueden observar con mayor claridad en los frutos antes de que se presenten en las hojas y/o ramas. Los frutos presentan zonas corchosas internas, redondas o irregulares, con áreas de color café dentro de la zona media del fruto, que se puede observar al realizar un corte al fruto. Las partes celulares muertas se tornan secas, duras y corchosas” (Ramirez, 2005).

3.5 Zinc en frutales caducifolios

“El Zinc (Zn) es un microelemento que las plantas requieren para tener un crecimiento y reproducción normal. A pesar de ser muy importante, el Zn es el microelemento más deficiente en los suelos, aun cuando su requerimiento es muy pequeño. Actualmente un 40% de los suelos cultivados del mundo se consideran deficientes y el 50% de los suelos con cultivo de cereales no poseen este elemento. El Zinc es un microelemento que tiene un papel importante en las funciones claves de la estructura de la membrana, la fotosíntesis, la síntesis de proteína y en la defensa frente a sequías y enfermedades” (Cakmak, 2014).

“El Zn está relacionado con el desarrollo y expansión foliar; y en el proceso de fotosíntesis por lo que su ausencia parcial o total de este, está relacionado con la falta de tamaño de las hojas y con una clorosis intervenal y falta de crecimiento de los tallos ya que este nutriente es necesario para la formación de triptófano, aminoácido esencial considerado el precursor para la síntesis de auxinas, hormonas vegetales que participan en el

crecimiento de tallos y hojas y en la generación de nuevas raíces” (Cakmak, 2015b).

La fertilización foliar de Zinc tiene un bajo porcentaje de absorción del 1 al 5%, también posee un limitado transporte por el floema. Las partes vegetativas que recibieron directamente la pulverización foliar son las que gozan en mayor medida de su beneficio. (Fernández, Sotiropoulos, & Brown, 2015).

El nitrógeno y el zinc están directamente relacionados con el crecimiento de tallos y hojas; y mezclando estos elementos, y a su vez adicionando las giberelinas promueven de forma inmediata la aceleración e intensificación del crecimiento vegetativo. Según estudios el nogal, la vid y los cítricos son los frutales que presentan mayor deficiencia de zinc, quizás por su alto requerimiento de zinc; o porque tienen un crecimiento más rápido, lo cual no permite que el elemento este disponible en las zonas que es requerido. El fosforo tiene un efecto antagónico respecto al Zinc ocasionando su deficiencia y disponibilidad del mismo (Yáñez, 2002).

3.5.1 El Zn en los suelos

“Los investigadores determinan que la concentración de Zn total en los suelos debe de ser de 55 ppm, siendo un rango optimo entre los 10 a 300 ppm. Esta cantidad está dividida en tres partes. Las cuales son: Zn soluble (encontrado en la solución del suelo); Zn intercambiable (adsorbido por los coloides); y Zn fijado. De estas tres partes sólo la que está presente en el suelo y la que es fácilmente desadsorbido es apto para las plantas (4 a 270 $\mu\text{g.L}^{-1}$), pero también puede ser fácilmente arrastrado durante las altas precipitaciones que suceden en las zonas tropicales” (INTAGRI, 2015).

“La disponibilidad del Zinc para las raíces está relacionada con los siguientes factores: la alta cantidad de carbonatos (CaCO_3), un pH alto, los suelos de textura arcillosa, la poca cantidad de materia orgánica, la poca humedad de suelo y las altas cantidades de óxidos de Fe y Al. Los altos niveles de fósforo y bajos contenidos de Zn, causan una grave deficiencia de este último. Las deficiencias suelen presentarse en las primeras etapas del crecimiento, particularmente cuando los suelos están con exceso de humedad, esto se debe al lento desarrollo radicular comparado con el desarrollo de la parte superior de la planta” (Cakmak, 2015b).

Otro problema adicional de deficiencia de Zn es su uso alto en la agricultura, ya que las plantas al requerir mucho de este elemento, suelen presentar posteriormente una ausencia de este; y son pocos los agricultores que realizan aplicaciones de este elemento al suelo (Castellanos, Díaz, & Santiago, 2014).

3.5.2 Funciones del Zn en las plantas

Cerca del 10% de proteínas requieren de este elemento para tener un correcto funcionamiento y estabilidad estructural, en sus acciones reguladoras, catalíticas y estructurales. Es por ello, que una cantidad adecuada de Zinc da lugar a una correcta integridad estructural y funcional de las membranas biológicas (Cakmak, 2015b).

El Zinc es esencial durante el desarrollo de las plantas por lo que debe ser incorporado al suelo para tener una disponibilidad continua en la zona de raíces, para que actúe sobre las membranas de las células radiculares, y así no lleguen a disminuir su estabilidad y se vuelvan permeables. Las raíces al volverse permeables llegan a exudar compuestos ricos en carbono (azúcares y aminoácidos) que es el alimento preferido de los patógenos,

los cuales pueden llegar a dañar los tejidos radiculares de la planta causando infecciones radiculares. Es por ello que un adecuado aporte de Zn va a evitar que la raíz exude estos compuestos y por consecuencia disminuya el ataque de los patógenos (Cakmak, 2014).

“El Zn es muy importante en los sistemas de defensa de las células en contra de los radicales libres altamente tóxicos, ya que brinda protección frente al daño foto-oxidativo. Las plantas que crecen en condiciones de deficiencia de Zn no pueden utilizar toda la energía luminosa absorbida en el proceso de fotosíntesis, lo que causa un exceso de esta energía en las células de las hojas, dando así radicales libres de oxígeno, altamente peligrosos que pueden dañar la clorofila y los lípidos, dando lugar a un rápido desarrollo de clorosis y necrosis, sobre todo en días más largos y con alta luminosidad. Todo lo anterior mencionado se debe a que una de las enzimas clave que ayuda a desintoxicar a la planta de radicales libres de oxígeno, la superóxido dismutasa, es sumamente dependiente del Zn, y la ausencia de este elemento causa mayor susceptibilidad de las plantas a la alta intensidad de la luz. Es, por ejemplo, que la clorosis por deficiencia de Zn se presenta en mayor medida del lado donde les da el sol. Una planta con un nivel correcto de Zn genera mejor tolerancia a los factores de estrés ambientales, por ejemplo, el estrés por sequía” (Cakmak, 2015b).

3.6 Producto comercial Fertall Cal-Bo-Zinc

FERT ALL CAL BO ZINC es un fertilizante foliar que evita la caída de flores, frutos, vainas, botones florales y bellotas. Contiene calcio, necesario para una mayor estabilidad y dureza a las paredes celulares de los tejidos; contiene además boro y zinc elementos nutritivos complementarios que facilitan la movilización del calcio y favorecen la síntesis de auxinas. El aporte balanceado de cada uno de los componentes hace que el producto sea fácilmente asimilado en cualquier etapa de desarrollo del cultivo respectivamente. Cuenta con elementos naturales que la planta reconoce fácilmente, siendo traslocados eficientemente a través de xilema y floema (CONAGRA, 2012).

FERT ALL CAL BO ZINC es 100% soluble en agua y no es afectado por la alta luminosidad, manteniendo sus características físico-químicas y biológicas por un largo periodo de tiempo cuando el almacenamiento se realiza en condiciones normales (CONAGRA, 2012).

FERT ALL CAL BO ZINC facilita la división celular en puntos de crecimiento en etapas iniciales y otorga mayor resistencia a los tejidos de la planta. Incrementa la capacidad de las plantas de producir mayor cantidad de frutos de buena calidad y con mayor vida postcosecha (CONAGRA, 2012).

Tabla 2. Composición Química del Producto FertAll Cal Bo Zinc

Elemento	Símbolo	Porcentaje
Calcio	Ca	12
Boro	B	1
Zinc	Zn	1

Fuente: CONAGRA, 2012.

Tabla 3. Aplicación y usos, prevención y corrección de deficiencias de nutrientes en plantas.

Cultivo	Dosis //ha)	Frecuencias de aplicación
Almendros, cerezos, cítricos, duraznos, manzanos, olivos, paltos, peras, mangos, frutas tropicales	1 - 2	Aplicar cada 14 días desde la formación de las primeras hojas o brotes; y después de la floración. Descontinuar la aplicación cuando el fruto alcance a mitad de su desarrollo.

Fuente: CONAGRA, 2012.

3.7 Antecedentes

Vargas (2008), en su investigación “Estudio del comportamiento de tres fertilizantes foliares en la producción de duraznero (*Prunus pérsica* L) en la variedad florida en la granja experimental la pradera”. “Utilizó los abonos foliares: Engromax K-500®, Complefol®, Eco hort® y el testigo. Concluye lo siguiente: Respecto al número de hojas, el análisis estadístico reveló al tratamiento T₂ (Complefol®) y T₃ (Eco hort®) como los mejores con número de hojas en las zonas apical, media y basal de la planta. En lo que se refiere al número de frutos, el análisis estadístico detectó al tratamiento T₁ (Engromax K-500®) y T₂ (Complefol®) como los mejores en número de frutos en las zonas apical, media y basal de la planta. En cuanto al rendimiento del cultivo, los mejores tratamientos fueron T₂ (Complefol®) con una media de 506,69 kg/ha y T₁ (Engromax K-500®) con una media

de 447,33 kg/ha. Con respecto al tamaño de fruto, los mejores tratamientos fueron T₂ (Complefol ®) con una media de 6,42 cm y T₁ (Engromax K-500 ®) con una media de 5,90 cm. en la cantidad de sólidos solubles, los mejores tratamientos fueron T₂ (Complefol ®) con una media de 10,60 grados brix y T₃ (ECO HORT ®) con una media de 10,05 grados brix. Para el análisis económico de los tratamientos. El tratamiento T₂ (Complefol ®) es recomendable económicamente ya que su tasa de retorno marginal es de 409,87%”.

Rodríguez (2018), “En su estudio que realizó en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIAP, ubicada en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua. Con el objetivo de evaluar la efectividad de cuatro nutrientes foliares (boro, zinc, hierro y calcio), aplicados en cuatro estados fenológicos (en inicio de yema, en inicio de floración, en amarre de fruto, en desarrollo de fruto), para incrementar los rendimientos del cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth). Concluyo lo siguiente: con la aplicación de boro en inicio de yema, zinc en inicio de floración, hierro en amarre de fruto, calcio en crecimiento de fruto más el manejo agricultor (T₁), obtuvo los mejores resultados, al observarse mayor número de centros de producción (26,00), con mejor número de frutos cosechados por rama (7,25). Los frutos mostraron mayor diámetro polar (2,52 cm) y diámetro ecuatorial (2,91 cm), presión de la pulpa de 1,81 lb de presión, con mayor peso (8,36 g), por lo que se obtuvieron los mejores rendimientos 45 días de cosecha (5,45 kg/planta)”.

Isla (2006), en su investigación realizada con la finalidad de “evaluar el efecto de las aspersiones de calcio y boro en preflor y postcujaje sobre la firmeza de las bayas en la variedad Syrah, se llevó a cabo un estudio en la temporada 2003/2004 en un viñedo ubicado en la localidad de Pencahue,

ciudad de Talca, VII Región. Se realizó la aplicación foliar de calcio (Wuxal® Aminocal) y boro (Wuxal® Boro) en preflor y postcujaje. Al momento de cosecha evaluó la partidura de bayas, producción por planta, sólidos solubles, firmeza de las bayas y su concentración de calcio y boro. Adicionalmente, realizó un análisis histológico de las bayas según los distintos tratamientos. Todos los tratamientos fueron cosechados en la misma fecha, con un grado de sobre madurez avanzado, no encontró partidura de bayas en el viñedo, y tampoco diferencias significativas en los sólidos solubles. La firmeza de las bayas se vio altamente afectada en el lado de la espaldera con exposición al norte, pero cuando se le aplicó alguna mezcla de calcio y/o boro, la firmeza no disminuyó”. En la producción por planta también influyó la exposición de la espaldera, encontrándose mayor cantidad de racimos por planta en la exposición norte de la espaldera. En el análisis histológico de las bayas, después de pinta hasta el momento de cosecha, el tratamiento con aplicación temprana de calcio, dio como resultado un mayor desarrollo de capas de células hipodermales, acompañado por el menor tamaño de las células, medido como altura. De acuerdo a estos resultados del experimento se puede concluir que las aplicaciones de calcio a las bayas incrementan el contenido de este nutriente en la cosecha. Si bien existe una relación entre la cantidad de calcio y la firmeza de las bayas, sólo una integración de variables de madurez, junto con variables de contenidos nutricionales y de rendimiento, permiten un grado razonable de explicación de la firmeza de las bayas al momento de cosecha.

Guarinoni, Silveira & Zaccari (2003), “En su estudio que se realizó en la Facultad de Agronomía Vegetal, ubicada en el Centro Regional Sur. Av. Garzón 780. C.P. 12900. Montevideo, Uruguay. Para evaluar la calidad postcosecha de duraznos (*Prunus persica*, I. Brasch), cultivares Flavorcrest

y Pavía Canario, con aplicaciones precosecha de calcio. Las aplicaciones de fertilizante foliar con calcio (Fastcal, %5w/v de quelato de calcio) desde el cuajado de los frutos. Los frutos fueron cosechados de un monte comercial bajo producción integrada de la zona de Melilla Montevideo, utilizando como indicadores la consistencia de pulpa, color de fondo y tamaño de fruto. Las características fisicoquímicas evaluadas fueron: consistencia de la pulpa y sólidos solubles en el lado sombreado y expuesto de la zona ecuatorial del fruto; acidez titulable, del jugo; relación sólidos solubles/ acidez; pérdida de peso; porcentaje de alteraciones postcosecha (patologías y fisiopatías). En el año de evaluación no se encontró efecto de los tratamientos precosecha en las características postcosecha medidas en el cultivar Flavorcrest, mientras que si se encontró efecto en alguna de las variables medidas en el cultivar Pavía Canario. En este cultivar la firmeza de la pulpa, fue superior en frutos tratados con calcio frente al testigo (27.4 y 24.5 N respectivamente); la acidez titulable, pH y la variable a (verde-rojo) del color de fondo, no hubo diferencias. En los sólidos solubles no hubo efecto del factor calcio ni del período de almacenamiento y/o vida postcosecha”.

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental.

4.2 Ubicación del campo experimental

La investigación se realizó en el “Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos (IRGAB)”, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ubicada en la provincia y región Tacna.

El “IRGAB”, se encuentra ubicado a: Latitud sur 17°01’50,29”, longitud oeste 70°15’28,27” y a una altitud de 527 msnm. La parcela se encuentra ubicada en el Sector A del “Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos (IRGAB)”.

4.3 Material de investigación

Como material experimental se utilizaron plantas de duraznero variedad Canario del “Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos (IRGAB)” del Sector A, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, y el fertilizante foliar Fertall Ca-B-Zn.

4.3.1 Características de la variedad

“El duraznero con nombre científico: (*Prunus persica* L.), es una planta perenne, caducifolia, con cosechas anuales, empezando su plena producción a partir del cuarto año. Los frutos son de tamaño medio, de forma circular, cáscara con vellosidades, su coloración amarillo jaspeado, pulpa amarillenta, suave, muy jugosa, dulce, adherida al hueso, su

maduración es uniforme y muestra un rendimiento de 19,5 t/ha”. Las aplicaciones medias anuales para una producción de 20t por ha. es de 150 de nitrógeno, 20 de fósforo y 150 de potasio.

Tabla 4. Requerimientos nutricionales del cultivo de duraznero (en producción)

Absorción de nutrientes en kg/ha											
Producción por ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
20t	120-150	20-50	80-150	8	14	2	0.4	0.08	1	0.5	0.2

Fuente: Escuela Universitaria Técnica de Ingeniería Agrícola, Madrid. (En: Alvarado, 1999); Fisher y Torres, 1990. (En Castro Silva et al, 1993).

4.4 Características del suelo

Para el análisis del suelo del campo experimental, se realizó un muestreo al azar de 10 submuestras de las cuales se extrajo una muestra representativa de 1kg. La muestra se analizó en el “Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios”, de la ciudad de Arequipa, los resultados se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Análisis físico - químico del suelo

Análisis físico	
Arena (%)	48,8
Limo (%)	33,0
Arcilla (%)	18,2
Clase textural	Franco
Porosidad	50,0

Análisis químico	
CE (mS/cm)	0,41
Ph	7,14
MO (%)	1,21
N (%)	0,06
P (ppm)	44,53
K (ppm)	512,46
CaCO3 (%)	0,20

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios, 2017

Los resultados del análisis físico - químico del suelo, muestra que tiene una clase textural franco, con un pH de 7,14 neutro; y una conductividad eléctrica 0,41 mS/cm siendo un suelo no salino.

El contenido de materia orgánica es deficiente con 1,21 % y bajo en N con 0,06%, muy alto en concentración de fosforo 44,53 ppm y alto en potasio 512,46 ppm.

4.5 Datos Meteorológicos

Tabla 6. Datos Meteorológicos durante la ejecución del proyecto

Mes/Año	Temperatura máx. (°C)	Temperatura min. (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
Julio- 2017	19,1	11,5	94,5	0,3
Agosto -2017	20,2	11,1	91,9	0,1
Setiembre-2017	20,3	11,3	84,8	0,4
Octubre-2017	22,9	12,4	79,2	0,0
Noviembre-2017	24,3	13,5	78,4	0,3
Diciembre-2017	26,4	14,6	81,5	0,0
Enero-2018	28,2	16,8	89,3	0,0

Fuente: Estación Jorge Basadre, Tacna 2017-2018.

Se registraron los datos meteorológicos de temperatura máxima, mínima, humedad relativa y precipitación como se observa en la tabla 6, estos datos corresponden desde el mes de julio del 2017 al mes de enero del 2018.

La temperatura máxima se presentó en el mes de enero registrándose 28,2 °C, mientras que la temperatura mínima se registró en el mes de agosto con 11,1 °C respectivamente.

La más alta humedad relativa se registró en el mes de julio con 94,5 %. Mientras que, la más baja se presentó en el mes de noviembre con 78,4 %, estas humedades no afectaron al cultivo.

4.6 Tratamientos en estudio

Las dosis fueron determinadas en base a los porcentajes establecidos, considerando como referencia la dosis recomendada del producto (1 l/ha del 12%Ca-1%B-1%Zn). Los tratamientos que se estudiaron son los siguientes:

Dosis de Fertall (abono foliar Ca-B-Zn)

$t_1=0,66$ l/ha (8% Ca-0.6%B- 0.6% Zn)

$t_2=1,00$ l/ha (12%Ca-1%B-1%Zn)

$t_3=1,33$ l/ha (16%Ca-1.3%B-1.3%Zn)

$t_4=1,66$ l/ha (20%Ca-1.6%B-1.6%Zn)

4.7 Diseño experimental

Para la ejecución de este trabajo de investigación se empleó el diseño de Bloques Completos Aleatorios con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El Modelo utilizado para este trabajo de investigación es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Promedio de la población

τ_i = Efecto del tratamiento

β_j = Efecto del bloque

ε_{ij} = Efecto del error experimental

4.8 Características del campo experimental

Características de la parcela.

Largo: 32 m

Ancho: 16 m

Área: 512 m²

Número de Plantas de la Parcela: 32 plantas

Características de los bloques.

Largo: 32 m

Ancho: 4 m

Área total: 128 m²

Características de la unidad experimental.

Largo: 8 m

Ancho: 4 m

Área total: 32 m²

Número de Unidades Experimentales: 16

Área de una Planta: 16 m²

Numero de plantas por unidad experimental: 2

Distanciamiento entre planta: 4m

4.9 Aleatorización de tratamientos

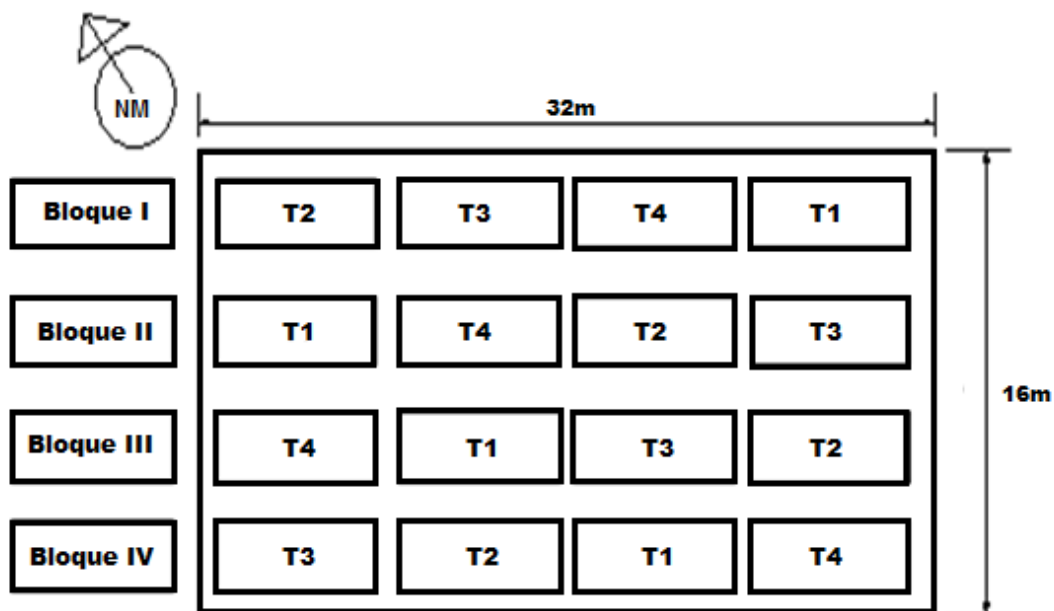


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental
Fuente: elaboración propia.

4.10 Variables de respuesta

4.10.1 Peso de fruto (gr)

Se pesaron 10 frutos por cada unidad experimental, fue expresada en gr. fruto para lo cual utilizo una balanza de precisión.

4.10.2 Diámetro Polar de fruto (cm)

Se evaluaron 10 frutos por unidad experimental, midiendo el diámetro polar de cada fruto, los valores se expresaron en cm. con el uso de un vernier.

4.10.3 Diámetro Ecuatorial de fruto (cm)

Se evaluaron 10 frutos por unidad experimental, midiendo el diámetro ecuatorial de cada fruto con vernier, los valores se expresaron en cm.

4.10.4 Peso de frutos por planta (kg)

El peso de frutos por planta se realizó pesando el total de frutos de cada planta, se pesaron los frutos cosechados en las seis cosechas realizadas. Se utilizo una balanza de precisión y se expresó en kg.

4.10.5 Rendimiento por hectárea (t/ha)

Para esta variable se pesaron todos los frutos cosechados por unidad experimental, y se estimó a hectárea, mediante el uso de una fórmula matemática de regla de tres simple y se expresó en t/ha.

4.10.6 Grados Brix (°brix)

Se evaluaron 10 frutos al azar por cada unidad experimental, se evaluó el porcentaje de sólidos solubles totales, y se expresó en °Brix, esta evaluación se realizó haciendo uso de un refractómetro HHTEC.

4.10.7 Vida post cosecha (% de degradación)

Se evaluaron 10 frutos al azar por cada tratamiento, los frutos fueron colocados en un ambiente sombreado con una temperatura de 18°C y se evaluaron pasado 7 días observando la degradación que presentaron durante este tiempo, para así obtener el total de frutos degradados, realizando un corte longitudinal para observar la pulpa del fruto para así obtener el porcentaje de degradación. Toda la evaluación fue de manera visual.

4.11 Análisis estadístico

El análisis estadístico de resultados se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza, usando la prueba estadística F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01. Asimismo, se utilizó la técnica de regresión cuadrática para determinar la dosis adecuada del producto foliar Fertall, ajustando a una función de respuesta. Para esto se utilizaron los programas Statgraphics e Infostat.

4.12 Conducción del experimento

4.12.1 Poda de invierno

La poda se realizó el 10 y 11 de julio del 2017, dejando alrededor de 5 yemas; y eliminando los restos de la anterior cosecha y ramas viejas para evitar posibles enfermedades.

4.12.2 Limpieza de campo y muestreo de suelo

Se realizó la limpieza de malezas y restos de la poda, esta operación se efectuó finalizando la poda, las herramientas que se utilizaron fueron, pala y rastrillo. Se efectuó de forma manual.

El muestreo de suelo se realizó después de la limpieza del campo. La muestra de aproximadamente 1 kg se envió al Laboratorio de Análisis Químicos y Servicios de la ciudad de Arequipa, para un análisis físico-químico de suelos, para determinar la textura, pH, CE, materia orgánica, CIC, NPK, y cationes intercambiables (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+).

4.12.3 Rompimiento de agoste

El primer riego se realizó el 03 de agosto del 2017, este riego fue por 3 horas con la finalidad de estimular la ruptura de las yemas latentes y promover la aparición de los primeros brotes.

4.12.4 Control de malezas

Los deshierbos fueron de forma manual, el primer control de malezas se realizó el 11 de julio, y conforme se observaron el crecimiento de malezas se fue programando una vez por mes. El control de malezas nos ayuda a evitar esa competencia que puede haber por agua y nutrientes; además son hospederos de plagas y enfermedades que perjudican al cultivo.

4.12.5 Fertilización

Se utilizó la fórmula 150-20-150 de N-P₂O₅-K₂O.

La fertilización fue realizada de la siguiente manera:

- 1ra. Fertilización: fue el 03 de agosto del 2017, 22 días después de la poda y limpieza del terreno, aplicando todo el fósforo, 45% del nitrógeno y 25% del potasio.
- 2da Fertilización: aplicada el 21 de setiembre del 2017, aplicándose el 55 % de nitrógeno restante.
- Fertilización periódica de Sulfato de Potasio soluble: se dosificó con 7 aplicaciones cada 14 días desde el 25 de agosto hasta el 17 de noviembre del 2017.

4.12.6 Control de plagas

La única plaga que se presentó durante la ejecución del proyecto fue la queresá que se controló con Suprathion 200ml/100L y aceite agrícola 1L/100L.

4.12.7 Control de enfermedades

El cultivo presentó problemas de cloca o también llamada lepra (*Taphrina deformans*), la cual daña las hojas jóvenes y su posibilidad de realizar fotosíntesis, se observan de color verde pálido a amarillo, lo que se denomina clorosis y con malformaciones que toman una coloración rojiza, se controló de forma manual retirando los brotes infectados del campo para evitar la propagación.

4.12.8 Riegos

Los riegos se efectuaron una vez por semana, por una hora, para que la planta pueda cumplir con su desarrollo fenológico y mantener el suelo en capacidad de campo.

4.12.9 Aplicación de Fertall Ca B Zn

Se realizaron 6 aplicaciones vía foliar utilizando una mochila fumigadora de 20 litros con las dosis establecidas, y fue de la siguiente manera:

- Primera aplicación: fue el 18 de agosto del 2017, en la aparición de hojas y brotes.
- Segunda aplicación: el 01 de setiembre del 2017, al inicio del crecimiento del fruto.
- Tercera aplicación: efectuada el 15 de setiembre del 2017.
- Cuarta aplicación: fue el 29 de setiembre del 2017, cuando el fruto alcanzo el 30% de su desarrollo.
- Quinta aplicación: el 13 de octubre del 2017.
- Sexta aplicación: 27 de octubre del 2017, cuando el fruto alcanzo la mitad de su desarrollo.

4.12.10 Cosecha

Los frutos fueron cosechados cuando su madures comercial, presentando un color amarillento, y llegado a esa etapa se recolectaron los datos de las diferentes variables.

Se efectuaron 6 cosechas desde el 01 de diciembre del 2017 hasta el 11 de enero del 2018 en jabas de 20 kg.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados y Discusión

5.1.1. Peso de fruto (gr)

Tabla 7. Análisis de la varianza de peso de fruto del durazno var. Canario

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig
					0,05	0,01	
Bloques	3	53,6875	17,8958	2,12	3,86	6,99	Ns
Tratamientos	3	5126,69	1708,9	202,2	3,86	6,99	**
Error exp.	9	76,0625	8,45139				
Total	15	5256,44					

C.V.= 3,17% ns = No significativo ** = Altamente significativo

Fuente: elaboración propia.

En el análisis de varianza de peso de fruto, tabla 7, se observa que entre bloques no existe diferencias significativas, en tanto que los tratamientos fueron altamente significativos; el coeficiente de variación fue del 3,17%.

Tabla 8. Análisis de varianza de regresión para peso de fruto (gr)

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	Fa		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	2	4766,71	2383,36	63,27	3,8	6,7	**
Residuos	13	489,723	37,671				
Total	15	5256,44					

R²= 90,6834 % **= Altamente significativo

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza de regresión, tabla 8, resulto altamente significativo, indicando que las dosis de Fertall Ca B Zn y peso de fruto están relacionados. R² de 0,906, indica que 90,6 % de la variación de peso de fruto se debe a las dosis de Fertall Ca B Zn.

Tabla 9. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso de fruto

	Coefficientes	Error típico	Tc	Probabilidad	Sig.
Constante	-41,6772	13,5721	-3,0708	0,0089	
Lineal	220,122	25,0199	8,7979	0	**
Cuadrático	-80,3244	10,434	-7,69836	0	**

Fuente: elaboración propia

En la tabla 9, la prueba de los coeficientes de regresión de peso de fruto, se observa que el componente lineal y cuadrático resultaron con alta significación estadística. Por lo que la función de respuesta fue:

$$\hat{y} = -80,3244X^2 + 220,122X - 41,6772$$

Encontrando una dosis óptima 1,3702 l/ha de Fertall Ca B Zn, lo que permite estimar el peso de fruto máximo de 109,13g. Los resultados

hallados indican que a mayores dosis de Fertall Ca B Zn, no favorecen el aumento del peso de frutos de durazno variedad Canario.

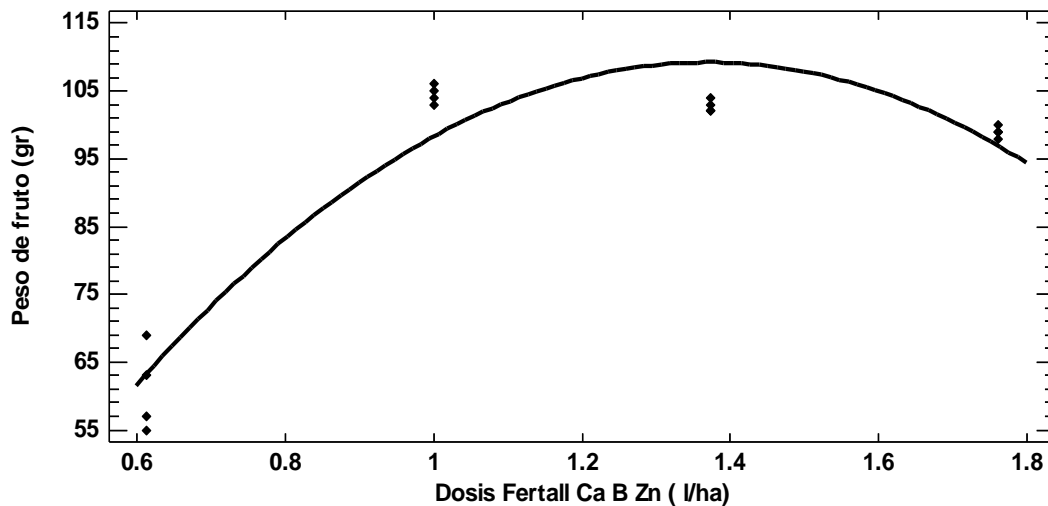


Figura 2. Efecto de los niveles de Fertall Ca B Zn en la variación de peso de fruto del duraznero variedad Canario

Fuente: elaboración propia

La figura 2, muestra las diferentes dosis de Fertall Ca B Zn aplicados al duraznero, donde se aprecia, el efecto cuadrático, mostrando así que si más alta es la dosis de Ca B Zn el peso de fruto disminuye.

Zegbe y Esparza (2007) con la variedad Victoria, en su estudio obtuvieron un peso de fruto de 72gr, asimismo Gonzales y del Pardo (2019) con la variedad Flavorcrest obtuvieron un peso de fruto de 141gr; el valor obtenido en esta investigación es superior al de Zegbe y Esparza (2007) e inferior al de Gonzales (2019). Importante razonar que fisiológicamente los microelementos empleados coadyuvan al proceso de acumulación de fotosintatos en los frutos, actuando evidentemente, sobre el proceso de traslocación (como transportadores) en la fase de consolidación del producto final.

5.1.2. Diámetro polar de fruto (cm)

Tabla 10. Análisis de la varianza de diámetro polar de fruto del durazno var. Canario

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,1275	0,0425	2,43	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	1,8325	0,6108	34,90	3,86	6,99	**
Error exp.	9	0,1575	0,0175				
Total	15	2,1175					

C.V. = 4,05 % ns= No significativo **= altamente significativo

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10, el análisis de varianza de diámetro polar de fruto, indica que, no se encontraron diferencias estadísticas entre bloques. En cuanto a los tratamientos presentaron alta significación estadística, indicando que uno o más tratamientos influyen en el diámetro polar de fruto. El coeficiente de la variabilidad de 4,05 % indica que es aceptable para este tipo de experimento.

Tabla 11. Análisis de varianza de regresión para diámetro polar de fruto (cm)

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	2	1,43516	0,717579	13,67	3,8	6,7	**
Residuos	13	0,682341	0,0524878				
Total	15	2,1175					

R²= 62,81 % **= Alta significación

Fuente: elaboración propia

En la tabla 11, mostrando el análisis de varianza de regresión, resultando altamente significativo, indicando que hay relación entre los tratamientos y el diámetro de fruto. El coeficiente de determinación R^2 de 62,81 %, indica que la variación de diámetro polar de fruto se debe a las dosis de Fertall Ca B Zn.

Tabla 12. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de diámetro polar de fruto

	Coeficientes	Error típico	Tc	Probabilidad	Sig.
Constante	0,673016	0,506609	1,32847	0,2069	
Lineal	4,57391	0,933922	4,89752	0,0003	**
Cuadrático	-1,78499	0,389461	-4,58311	0,0005	**

Fuente: elaboración propia

La prueba de los coeficientes de regresión de diámetro polar de fruto tabla 12, nos muestra que el componente lineal y cuadrático resultó altamente significativos. Presentando la siguiente función de respuesta:

$$\hat{y} = -1,78499X^2 + 4,57391X + 0,673016$$

Al desarrollar la función cuadrática, se encontró una dosis óptima de 1,2812 l/ ha de Fertall Ca B Zn, permitiendo alcanzar un diámetro polar de fruto máximo de 3,603 cm. Los resultados encontrados indican que mientras mayor sea la dosis de Fertall, no favorecerá al crecimiento en el diámetro polar de fruto del durazno variedad Canario.

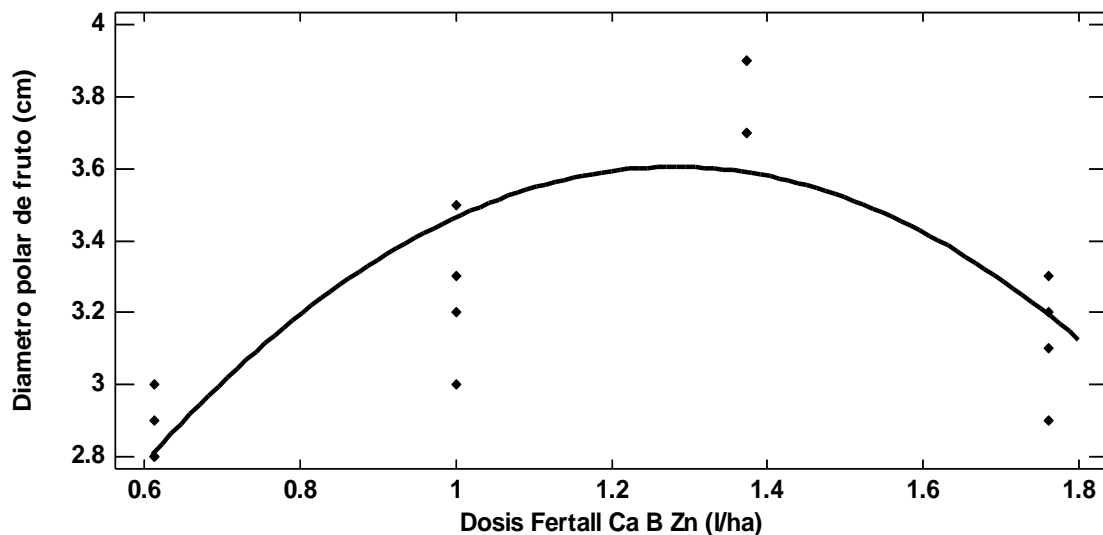


Figura 3. Efecto de los niveles Fertall Ca B Zn en la variación de diámetro polar de fruto del duraznero var. Canario

Fuente: Elaboración propia

Figura 3, se aprecia el efecto cuadrático en la gráfica, mostrando que al llegar al punto óptimo el diámetro polar de fruto empieza a disminuir.

Vásquez, Sánchez y Pacheco (2016) con la variedad Canario obtuvieron un diámetro polar de fruto de 4,69cm; siendo superior al obtenido en la investigación; el fertilizante foliar Fertall Cal Bo Zn, aporta macro y micro elementos que ayudan a mejorar la estabilidad y dureza de las estructuras celulares, mas no hubo un incremento considerable respecto al diámetro polar de fruto.

5.1.3. Diámetro ecuatorial de fruto (cm)

Tabla 13. Análisis de la varianza de diámetro ecuatorial de fruto del durazno var. Canario

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,1068	0,0356	3,54	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	1,9119	0,6373	63,29	3,86	6,99	**
Error exp.	9	0,0906	0,0101				
Total	15	2,1094					

CV = 3,04 % * = Significativo ** = Alta significación

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza en la tabla 13 de diámetro ecuatorial de fruto, se observa que, no se encontró diferencias estadísticas entre bloques. En cuanto a los tratamientos presentaron alta significación estadística, indicando que al menos un tratamiento es superior a los demás respecto al diámetro ecuatorial de fruto. El coeficiente de la variabilidad fue de 3,04 %.

Tabla 14. Análisis de varianza de regresión para diámetro ecuatorial de fruto (cm)

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	2	1,5282	0,7641	17,09	3,8	6,7	**
Residuos	13	0,5812	0,0447				
Total	15	2,1094					

R²= 72,4479 % ** = Alta significación

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza de regresión de la tabla 14, muestra un resultado altamente significativo mostrando que hay una relación directa entre las dosis de Fertall Ca B Zn y diámetro de fruto. El coeficiente de determinación R^2 de 72,44 %, indica que la variación de diámetro ecuatorial de fruto se debe a las dosis de Fertall Ca B Zn.

Tabla 15. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de diámetro ecuatorial de fruto

	Coeficientes	Error típico	Tc	Probabilidad	Sig.
Constante	0,641276	0,467548	1,37157	0,1934	
Lineal	4,69447	0,861914	5,44656	0,0001	**
Cuadrático	-1,82749	0,359441	-5,08424	0,0002	**

Fuente: elaboración propia

La tabla 15, presenta la prueba de los coeficientes de regresión de diámetro ecuatorial de fruto, en la que el componente lineal y cuadrático resultan altamente significativos. Determinando la siguiente función de respuesta:

$$\hat{y} = -1,82749X^2 + 4,69447X + 0,641276$$

Luego de resolver la función cuadrática se encontró una dosis óptima de 1,2844 l/ha de Fertall Ca B Zn, logrando obtener un diámetro ecuatorial de fruto máximo de 3,656 cm. Los resultados hallados indican que a mayores dosis de Fertall Ca B Zn, no favorecen el crecimiento en el diámetro ecuatorial de fruto del durazno variedad Canario.

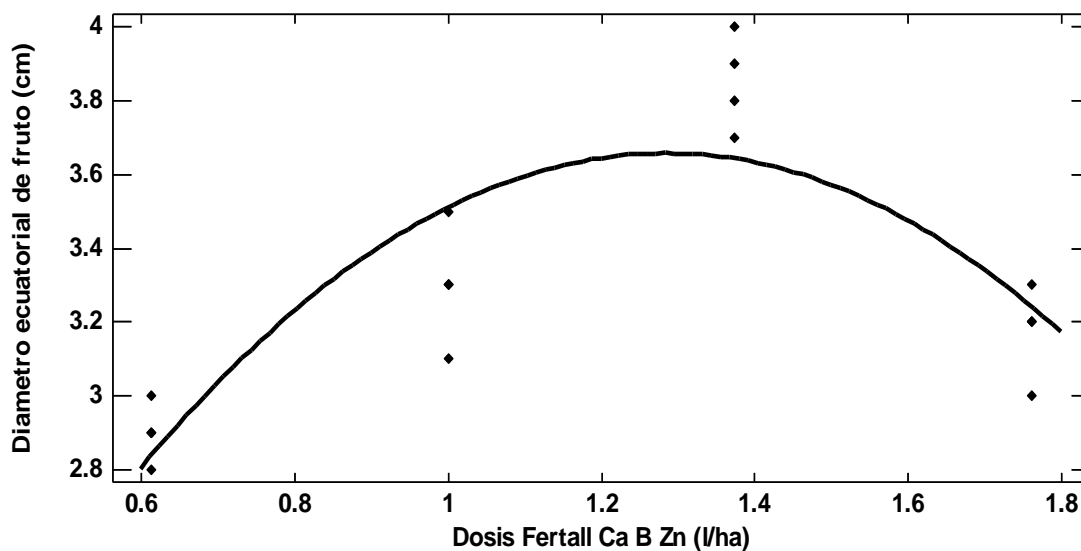


Figura 4. Efecto de los niveles Fertall Ca B Zn en la variación de diámetro ecuatorial de fruto del duraznero var. Canario

Fuente: elaboración propia

La figura 4, se observa que al pasar el punto óptimo el diámetro ecuatorial de fruto empieza a disminuir, generando una parábola en la gráfica.

Vásquez, Sánchez y Pacheco (2016) con la variedad Canario obtuvieron un diámetro ecuatorial de fruto de 4,43 cm. Asimismo Vargas (2008) en la variedad florida obtuvo un diámetro ecuatorial de 5,72cm; siendo estos valores superiores al obtenido en la investigación, también es importante mencionar que la variedad analizada por Vargas (2008) es diferente a la utilizada en el experimento; el fertilizante foliar Fertall Cal Bo Zn que posee elementos que mejoran la estructura celular para proteger al fruto de enfermedades, no está directamente relacionado con el incremento en el diámetro ecuatorial de fruto.

5.1.4 Peso de frutos por planta (kg)

Tabla 16. Análisis de la varianza de peso de frutos por planta de durazno var. Canario

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,422319	0,140773	0,99	3,86	6,99	Ns
Tratamientos	3	29,2108	9,73692	68,21	3,86	6,99	**
Error exp.	9	1,28471	0,142745				
Total	15	30,9178					

CV = 3,58 %

ns = No significativo

** = Altamente significativo

Fuente: elaboración propia

El análisis de la varianza mostrado en la tabla 16, expresa que, no se presentó diferencias estadísticas entre bloques. Asimismo, para los tratamientos presentaron altamente significativo, indicando que al menos un tratamiento alcanza el valor más alto respecto al rendimiento por planta. El coeficiente de variación de 3,58 % es aceptable.

Tabla 17. Análisis de varianza de regresión de peso de frutos por planta

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	2	29,2068	14,6034	110,95	3,8	6,7	**
Residuos	13	1,711	0,131616				
Total	15	30,9178					

R²= 94,466%

**= Alta significación

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza de regresión presentado en la tabla 17, con alta significación estadística, muestra que, el peso de frutos por planta y los tratamientos están relacionados. El coeficiente de regresión R² indica que el 94,466 % de la variación del peso de fruto es debido a las dosis de Fertall Ca B Zn.

Tabla 18. Prueba de significación de los coeficientes de regresión del peso de frutos por planta

	Coefficientes	Error típico	Tc	Probabilidad	Sig.
Constante	-0,533171	0,802227	-0,664614	0,5179	
Lineal	18,8292	1,47889	12,732	0,0000000	**
Cuadrático	-7,08469	0,616736	-11,4874	0,0000000	**

Fuente: elaboración propia

En la tabla 18, se muestra la prueba de los coeficientes de regresión del peso de frutos por planta, observándose que el componente lineal y cuadrático presentó alta significación estadística. Estableciéndose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{y} = -7,0846979X^2 + 18,8292X - 0,533171$$

Luego del desarrollo de la función cuadrática, se halló una dosis óptima de 1,3288 l/ha de Fertall, permitiendo alcanzar 11,9775 kg del peso de frutos por planta. Los valores obtenidos muestran que a mayores dosis de Fertall Ca B Zn, no favorecen al incremento en el peso de frutos (kg) de durazno variedad Canario.

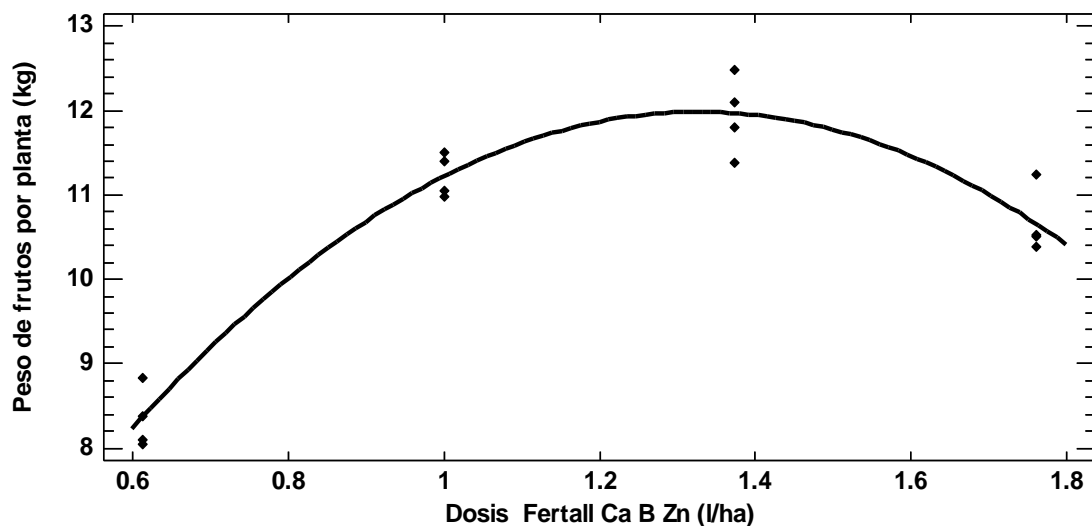


Figura 5. Efecto de los niveles Fertall Ca B Zn en la variación del peso de frutos por planta de duraznero var. Canario

Fuente: elaboración propia

En la figura 5, se visualiza una parábola generada a partir de alcanzar el peso de frutos por planta óptimo, que luego tiende a disminuir.

El peso de frutos por planta 11,9775 kg/planta no coincide con lo encontrado por Vázquez, Sánchez y Pacheco (2016), quienes obtuvieron con la variedad Canario un peso de frutos por planta de 26,537 kg/planta. De los resultados obtenidos se puede concluir que el Fertall Ca Bo Zn con sus macro y micro nutrientes que evitan la caída de flores, incrementando así considerablemente la cantidad de frutos cuajados, el transporte de fotosintatos en el fruto, la división celular en puntos de crecimiento en etapas iniciales y otorga mayor resistencia a los tejidos de la planta (CONAGRA, 2012).

5.1.5. Rendimiento por hectárea (t/ha)

Tabla 19. Análisis de la varianza de rendimiento por hectárea de duraznero var. Canario

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,670915	0,223638	1,00	3,86	6,99	Ns
Tratamientos	3	45,6616	15,2205	68,30	3,86	6,99	**
Error exp.	9	2,00571	0,222857				
Total	15	48,3382					

CV = 3,58 % ns = No significativo ** = Altamente significativo

Fuente: elaboración propia

La tabla 19, presentando el análisis de la varianza, se observa que, no mostro diferencias estadísticas entre bloques. Los tratamientos presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que al menos un tratamiento se diferenció de los demás respecto al rendimiento por hectárea. El coeficiente de variación fue 3,58 % indicando que los datos experimentales son confiables.

Tabla 20. Análisis de varianza de regresión de rendimiento por hectárea

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	2	45,6553	22,8277	110,61	3,8	6,7	**
Residuos	13	2,6829	0,206377				
Total	15	48,3382					

R²= 94,4497 % ** = Alta significación

Fuente: elaboración propia

Tabla 20, mostrando el análisis de varianza de regresión, presento alta significación estadística, indicando que las dosis de Fertall Ca B Zn y el rendimiento por hectárea tienen relación. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 94,4581 % de la variación del rendimiento se debe a las dosis de Fertall Ca B Zn.

Tabla 21. Prueba de significación de los coeficientes de regresión del rendimiento por hectárea

	Coeficientes	Error típico	Tc	Probabilidad	Sig.
Constante	-0,675835	1,00456	-0,67277	0,5129	
Lineal	23,5508	1,85188	12,7172	0	**
Cuadrático	-8,86251	0,772282	-11,4757	0	**

Fuente: elaboración propia

La prueba de los coeficientes de regresión tabla 21, indica que, el componente lineal y cuadrático resultó altamente significativos. Encontrándose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{y} = -8,86251X^2 + 23,5508X - 0,675835$$

Al desarrollar la función cuadrática, se encontró que la dosis óptima fue 1,3286 l/ha de Fertall Ca B Zn, alcanzando un rendimiento máximo de 14,971 t/ha. Los resultados calculados indican que a mayores dosis de Fertall Ca B Zn, no favorecen al incremento del rendimiento por hectárea de durazno variedad Canario.

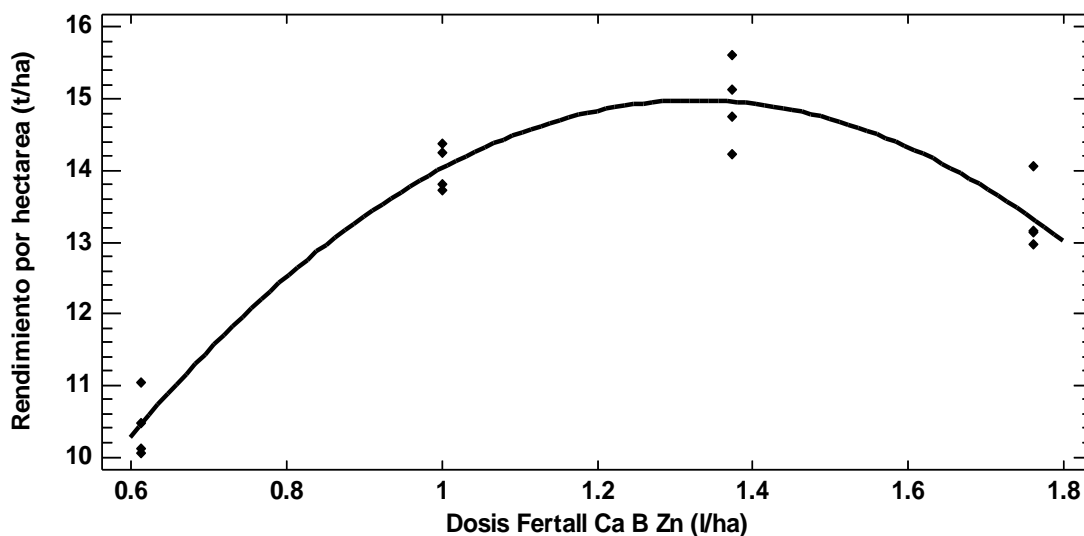


Figura 6. Efecto de los niveles Fertall Ca B Zn en la variación del rendimiento por hectárea del duraznero var. Canario.

Fuente: elaboración propia

La figura 6, muestra un efecto cuadrático del rendimiento por hectárea que al llegar a la dosis óptima el rendimiento empieza a disminuir.

El rendimiento 14,971 t/ha no coincide con lo encontrado por Vásquez, Sánchez y Pacheco (2016), con la variedad Canario quienes obtuvieron un rendimiento de 16,812 t/ha; el rendimiento supera la cantidad dada por MINAGRI (2016) siendo esta 12,5 t/ha. El fertilizante foliar Fertall Ca Bo Zn con macro y micro elementos aumenta considerablemente los frutos cuajados, mejora el crecimiento de los brotes en etapas iniciales, incrementa la capacidad de translocación de fotosintatos y otorga mayor resistencia a las estructuras celulares para proteger al fruto frente a cualquier enfermedad (CONAGRA, 2012).

5.1.6. Grados brix (porcentaje de sólidos solubles)

Tabla 22. Análisis de la varianza de grados brix de frutos de duraznero var. Canario

Fuente	GI	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	1,26187	0,420625	3,55	3,86	6,99	*
Tratamientos	3	31,4819	10,494	88,63	3,86	6,99	**
Error exp.	9	1,06563	0,118403				
Total	15	33,8094					

CV = 1,79 %

* = Significativo

** = Altamente significativo

Fuente: elaboración propia

En la tabla 22, el análisis de la varianza, muestra que, existen diferencias estadísticas entre los bloques. Los tratamientos presentaron alta significación estadística, indicando que al menos un tratamiento fue superior en los grados brix. El coeficiente de variación fue de 1,79 %.

Tabla 23. Análisis de varianza de regresión de grados brix (°Brix)

Fuente	GI	SC	CM	Fc	F α		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	1	30,5856	30,5856	132,83	4,60	8,86	**
Residuos	14	3,2238	0,230269				
Total	15	33,8094					

R²= 90,4649%

** = Alta significación

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza de regresión de grados brix tabla 23, resultando altamente significativo, lo que indica que hay relación entre los tratamientos y los grados brix. El coeficiente de determinación está indicando que el 90,4649 % de la variación de los grados brix se debe a la aplicación del Fertall Ca B Zn.

Tabla 24. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de grados brix

	Coeficientes	Error típico	Tc	Probabilidad	Sig.
Intercepto	23,0532	0,354697	64,9941	0,000000	
Lineal	-3,24228	0,281326	-11,525	0,000000	**

Fuente: elaboración propia

Tabla 24, al realizar prueba de coeficientes de regresión resulto altamente significativo demostrando que por cada litro de Fertall Ca B Zn los grados brix disminuyen 3,24228 °brix; obteniendo la siguiente función de respuesta:

$$\hat{y} = - 3,24228X + 23,0532$$

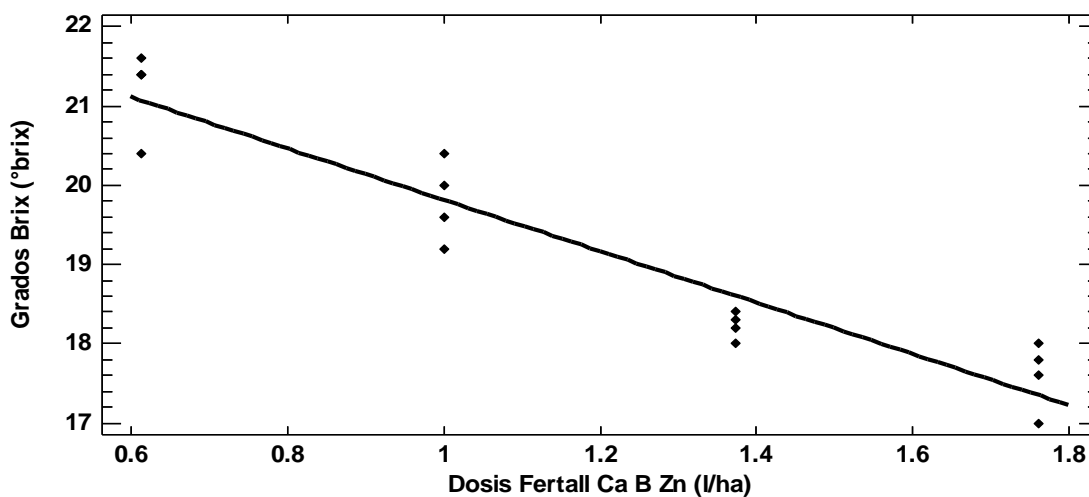


Figura 7. Efecto de los niveles Fertall Ca B Zn en la variación de los grados brix del duraznero var. Canario

Fuente: elaboración propia

En la figura 7, esta expresado la tendencia lineal, en el que se observa que al aumentar las dosis de Fertall Ca B Zn disminuye los grados brix del fruto del duraznero variedad Canario.

El promedio de solidos solubles (°Brix) 19,20 supera a los obtenidos por Vargas (2008), con la variedad Florida teniendo 10,60. Asimismo Zegbe y Esparsa (2007) con la variedad Victoria, quienes hacen referencia que el porcentaje de concentración de sólidos solubles en frutos de durazno es de 15,4 grados brix. A partir de los resultados hallados en la investigación se concluye que el fertilizante foliar Fertall Ca B Zn incrementa del transporte de fotosintatos hacia el fruto, logrando así una buena nutrición, lo que contribuyo probablemente en la cantidad de solidos solubles.

5.1.7. Vida postcosecha (porcentaje de degradación)

Tabla 25. Análisis de la varianza de vida postcosecha del duraznero var. Canario

Fuente	gl	SC	CM	Fc	Fa		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	3	4,6875	1,5625	0,16	3,86	6,99	Ns
Tratamientos	3	879,688	293,229	29,63	3,86	6,99	**
Error exp.	9	89,0625	9,89583				
Total	15	973,438					

CV = 10,38 % ns= No significativo ** = Altamente significativo

Fuente: elaboración propia

La tabla 25, presentando el análisis de la varianza de vida postcosecha, se observa que, no se encontró diferencias estadísticas entre los bloques. Los tratamientos presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que al menos un tratamiento influyo en la vida postcosecha. El coeficiente de variación fue de 10,38 %.

Tabla 26. Análisis de varianza de regresión de vida postcosecha (%)

Fuente	gl	SC	CM	Fc	Fa		Sig.
					0,05	0,01	
Regresión	1	878,008	878,008	128,81	4,60	8,86	**
Residuos	14	95,4291	6,81637				
Total	15	973,438					

R2= 90,196 %

**= Alta significación

Fuente: elaboración propia

Mostrando el análisis de varianza de regresión tabla 26, resultando altamente significativo, indicando que las dosis de Fertall Ca B Zn y la vida postcosecha de los frutos están relacionados. El coeficiente de determinación R² indica que el 93,0302 % de la variación de la vida postcosecha de frutos se debe a las dosis de Fertall Ca B Zn.

Tabla 27. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de vida postcosecha

	Coefficientes	Error típico	Tc	Probabilidad	Sig.
Intercepto	50,924	1,92982	26,388	0,000000	
Lineal	-17,371	1,53063	-11,349	0,000000	**

Fuente: elaboración propia

En la tabla 27, al realizar prueba de coeficientes de regresión resultó con alta significación estadística indicando que por cada litro de Fertall Ca B Zn la vida postcosecha del fruto se reduce en 17,371 %; determinando la siguiente función de respuesta:

$$\hat{y} = - 17,371X + 50,924$$

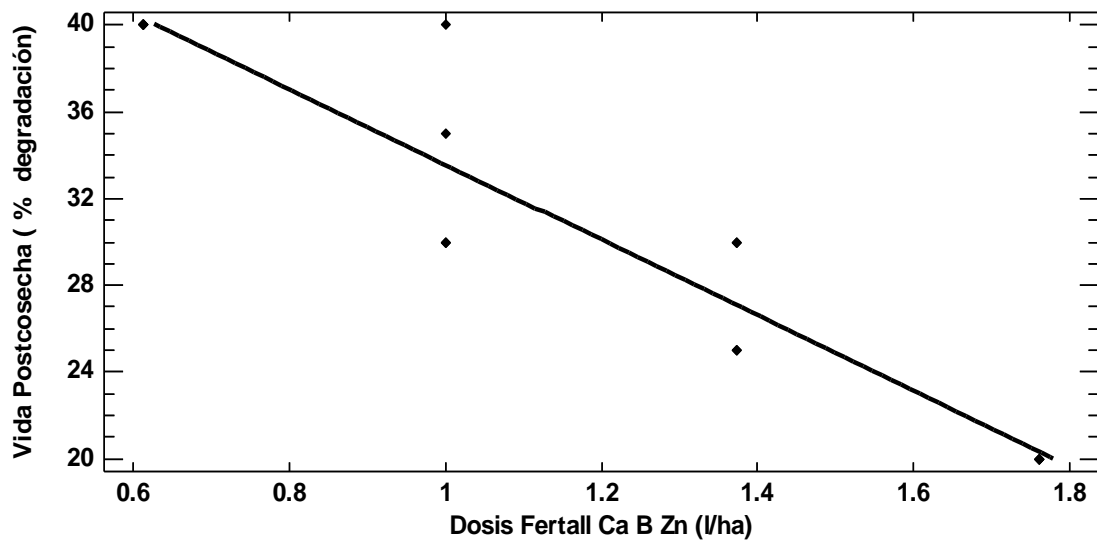


Figura 8. Efecto de los niveles Fertall Ca B Zn en la variación del porcentaje de degradación del duraznero var. Canario

Fuente: elaboración propia

Figura 8, se puede observar la tendencia lineal, en el que se aprecia que al aumentar las dosis de Fertall Ca B Zn, el porcentaje de degradación de los frutos disminuye, quiere decir que a medida que se elevan las dosis de Fertall Ca B Zn los frutos presentan mayor duración en anaquel o estantería.

De los resultados encontrados se puede concluir que la vida postcosecha disminuye al utilizar dosis más altas de Fertall Ca, B y Zn esto puede deberse al calcio ya que es uno de los elementos nutricionales quizás más importante en la determinación de la calidad de los frutos en lo referente a la resistencia de la estructura celular haciéndola más resistente a enfermedades.

CONCLUSIONES

1. Las aplicaciones de Calcio, Boro y Zinc tuvo los siguientes efectos: para peso de fruto de duraznero se encontró una dosis optima de 1,3702 l/ha obteniendo el mejor peso de fruto de 109,13gr., rendimiento por hectárea de durazno se encontró una dosis optima de 1,3286 l/ha obteniendo un rendimiento máximo de 14,971 t/ha., para los grados brix a las diferentes dosis de Fertall Ca B Zn resulto lineal, indicando que al incrementar un litro de Fertall Ca B Zn los grados brix disminuyen en 3,24.; vida postcosecha disminuye la degradación en 17,371 % al incrementar un litro de Fertall Ca B Zn.
2. Se logro determinar la dosis adecuada obtenida del promedio de las dosis optimas, resultando una dosis de 1,3186 l/ha.

RECOMENDACIONES

En el cultivo del duraznero variedad Canario se recomienda la dosis de 1,3186 l/ha de Fertall Ca B Zn mostrada en la conclusión número 2, ya que se logra obtener un peso de fruto de 108,9156gr, rendimiento por hectárea de 14,9703 t/ha, grados brix de 18,778 y una buena vida postcosecha dejando un estimado de 28,01% degradación; teniendo muy buenas características respecto a todas las variables evaluadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, A. L. (2001). *El Boro como Nutriente Esencial*. Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena .11p.
- Alvarado, H. & González, I. (1999). *Manual del cultivo del Melocotón*. Guatemala: PROFRUTA-MAGA.38 pag.
- Brian, E. W. (2014). *Strawberry Boron (B) Deficiency*. EUA: Department of Horticultural Science. North Carolina State University.
- Castellanos, J. Z., Díaz, D., & Santiago, J. D. (2014). *Realidades del Zinc (Zn) en los Suelos de México*. México: Hojas Técnicas de Fertilab.
- Cakmak, I. (2014). ¿Por qué las plantas necesitan zinc? *3er. Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Vegetal Aplicadas*. Guadalajara, Jalisco, México: INTAGRI.
- Cakmak, I. (2015a). Funciones Fisiológicas del Boro en los Cultivos. *Conferencia del Curso Internacional de Nutrición de Cultivos*. México: INTAGRI.
- Cakmak, I. (2015b). *Zinc para la Producción Global Sustentable de Cultivos y mejores Dietas Nutricionales*. México: INTAGRI.
- Cakmak, I. (2017). Principales roles del calcio en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. *Curso Internacional sobre Nutrición de Cultivos*. México: INTAGRI.
- Callejas, R., & Rojas, C. (2004). *Claves para una óptima aplicación foliar*. Santiago, Chile: Agroeconómico.

- Castillo, B., Flores, D., Llanos, A., Paredes, G., & Toledo, L. (2009). *Cultivo del melocotonero. Guía Técnica*. Perú: Swisscontact Perú .
- CONAGRA. (2012). *Ficha técnica de Fert all Cal-Bo-Zinc*. Obtenido de http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/productos/5397_28.htm
- Dominguez, A. (1997). *Tratado de fertilización* . Madrid: Mundi-Prensa.
- Escobedo, A. J. (1996). *Fruticultura General*. CPU-UNALM. Lima Perú.
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuarta Edición, Roma. 87 pag.
- Fernández, V., Sotiropoulos, T., & Brown, P., (2015). *Fertilización Foliar: Principios Científicos y Práctica de Campo*. Primera edición, IFA, Paris, Francia. 159 pág.
- Gratacos, E. (2009). *El cultivo de duraznero (Prunus pérsica L.)* . Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso de Francisco Madero. 108 pag.
- Guarinoni, A, Silveira, A.C., Zaccari, F. (2003). *Evaluación de la calidad postcosecha de duraznos (Prunus persica, L. Brasch), cultivares Flavorcrest y Pavía Canario, con aplicaciones precosecha de calcio*. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Hepler, P. K. (2005). Calcium: A Central Regulator of Plant Growth and Development. *The Plant Cell*, 17, 2142-2155.
- INFOAGRO, 2003. El Cultivo del melocotón. www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melocoton.htm 23 p.

- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (2002). *El duraznero en Venezuela. Diagnóstico rural participativom, clima en unidades de producción. Variedades. Fertilidad del suelo y estado nutricional de las plantas. Aspectos fitosanitarios*. Maracay, Venezuela: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Instituto Nacional de Investigación agraria (INIA) (2000). El Cultivo del Duraznero, Boletín Técnico N° 25, 135 pág.
- INTAGRI. (2018). Funciones del Calcio (Ca) en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal, Núm. 122. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- INTAGRI. (2017a). *Fósforo y Calcio en el Crecimiento de la Raíz*. México: Serie Nutrición Vegetal. Núm. 104. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- INTAGRI. (2017b). *El Boro y su Deficiencia en el Cultivo de la Fresa*. México: Serie Nutrición Vegetal Núm. 91. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- Isla, M. J. (2006). *Efecto de aspersiones de calcio y boro sobre la condición y morfoanatomía de bayas de vid "Syrah"*. (Tesis de grado). Universidad de Chile: Santiago, Chile. http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101814/isla_m.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- MINAGRI, (2016). *Cultivo del Duraznero*. Ministerio Agricultura y Riego, Lima- Perú. 560 pág.
- Monge, E., Val, J., Sanz, M., Blanco, A., & Montañés, L. (1994). El calcio nutriente para las Plantas. Bitter Pit en Manzano. *Rev. An. Estac. Exp. Aula Dei (Zaragoza)*, 21(3), 189-201.

- Montalvo W. R; Producción de Plantones de Durazno (*Prunus Pérsica*),
Mediante estaquillado e Injerto en Mesa, Tacna -Perú, Tesis 1999,
112 Pág.
- Nava, A. (2005). *Monografía del cultivo del durazno, Técnicas de conservación y normas de calidad*. Puebla, México: Cadenas Agropecuarias Agrícolas . 82 pag.
- Rámirez, F. (2005). *fertilización balanceada en frutales caducifolios*.
Obtenido.13p.
- Rodríguez, I. L. (2018). *Aplicación de nutrientes foliares en los estados fenológicos del cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*) en la Granja Experimental Píllaro*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato: Ambato, Ecuador. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27128/1/Tesis187%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20556.pdf>
- Salas, R. (2002). *Fertilización Foliar: Principios y aplicaciones, herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar*. http://www.cia.ucr.ac/docs/Mem_foliar:2002.pdf
- Tormo, R. (2012). Lecciones Hipertextuales de Botánica. Universidad de Extremadura – España. <http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/botanica/botanica/presenta.htm>
- Trinidad , A., & Aguilar, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 247-255.
- Vargas, S. F. (2008). *Estudio del comportamiento de tres fertilizantes foliares en la producción de duraznero (*Prunus persica L.*) variedad Florida en la Granja Experimental La Pradera*. (Tesis de grado).

Universidad Técnica del Norte: Ibarra, Ecuador.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/164/2/03%20AGP%2076%20TESIS.pdf>

White, P. J., & Broadley, M. R. (2003). Calcium in Plants. *Annals of Botany*, 92, 487-511.

Yamada, Y., Bukovac, M. J., & Wittwer, S. H. (1964). Ion Binding by Surfaces of Isolated Cuticular Membranes. *Plant Physiology*, 39(6), 978-982.

Yáñez, J. (2002). *Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales*. Saltillo, Coahuila, México: Tecnología, Comercio y Servicios Agrícolas Mundiales.

ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de Peso de fruto (gr)

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t1	57	55	63	69	61.0
t2	103	104	105	106	104.5
t3	102	103	102	104	102.8
t4	98	99	100	99	99.0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Datos originales de Diámetro Polar del fruto (cm)

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t1	2.8	3	2.8	2.9	2.9
t2	3.5	3.2	3.3	3	3.3
t3	3.9	3.7	3.9	3.7	3.8
t4	3.3	3.2	3.1	2.9	3.1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Datos originales de Diámetro Ecuatorial del fruto (cm)

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t1	2.8	3	2.9	2.9	2.9
t2	3.5	3.3	3.3	3.1	3.3
t3	4	3.8	3.9	3.7	3.9
t4	3.3	3.2	3.2	3	3.2

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Datos originales de peso de frutos por planta (kg)

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t1	8.05	8.10	8.38	8.83	8.34
t2	11.50	11.40	11.05	10.98	11.23
t3	12.10	12.49	11.80	11.38	11.94
t4	10.53	11.25	10.51	10.38	10.66

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Datos originales de Rendimiento por Hectárea (t/ha)

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t1	10.06	10.13	10.47	11.03	10.42
t2	14.38	14.25	13.81	13.72	14.04
t3	15.13	15.61	14.75	14.22	14.93
t4	13.16	14.06	13.13	12.97	13.33

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Datos originales de Grados Brix (porcentaje de sólidos solubles)

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t1	21.4	21.4	20.4	21.6	21.2
t2	20	19.2	19.6	20.4	19.8
t3	18.4	18	18.3	18.2	18.2
t4	18	17.6	17	17.8	17.6

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Datos originales de Vida Postcosecha (porcentaje de degradación)

Tratamientos	Bloques				Promedio
	I	II	III	IV	
t1	40	40	40	40	40.0
t2	30	30	35	40	33.8
t3	30	30	25	25	27.5
t4	20	20	20	20	20.0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Costos de producción del área de investigación

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
COSTOS DEL CULTIVO				
a. preparación del terreno				
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Incorporación de Materia orgánica	Jornal	2	40	80
Fertilización de fondo	Jornal	1	40	80
b. Labores culturales				
Fertilización	Jornal	2	40	80
c. Control de malezas				
Deshierbos	Jornal	5	40	200
Riegos y fertilización de sulfato de potasio	Jornal	7	40	280
d. Control fitosanitario				
Jornal	Jornal	3	40	120
e. Aplicación de tratamientos				
Jornal	Jornal	6	40	240
f. Cosecha y selección				
Jornal	Jornal	6	40	240
Subtotal				1400
GASTOS ESPECIALES				
a. Fertilizantes				
Urea	kg	31	2	62
Fosfato di amónico	kg	5	5	25
Sulfato de potasio	kg	31	5	155
Materia orgánica	Saco	5	10	50
b. Plaguicidas				
Suprathion	litro	1	60	60
c. Abonos foliares				
Fertall	litro	3	80	240
Subtotal				592
TOTAL				2032
GASTOS GENERALES				
Imprevistos (10%)				266
Gastos administrativos (10% del gato total)				292
Subtotal				558
RESUMEN				
Gastos del cultivo				1400
Gastos especiales				592
Gastos generales				558
TOTAL				2550

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Cronograma de actividades

Actividad	2017												2018	
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	
Búsqueda de Información	x	x	x											
Elaboración del Anteproyecto	x	x	x											
Revisión del proyecto	x	x	x	X										
Aprobación del proyecto	x	x	x	X										
Fase de campo														
Limpieza del campo experimental						X								
Agoste						X	x							
Riego pesado								x						
Riego (tratamientos)								x	x	x				
Aplicación de abono foliar								x	x	x				
Control fitosanitario								x	x	x	x			
Control de malezas								x	x	x	x			
Raleo									x					
Fertilización								x	x					
Cosecha												x	x	x
Toma de datos												x	x	x
Tabulación de datos														x

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10. Análisis de Suelo



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

"Año del buen servicio al ciudadano"

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUAS Y SEMILLAS ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA AREQUIPA - INIA

NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL SOLICITANTE	DAVID MAMANI ROSADO
PROCEDENCIA	TACNA-UNJBC-CEA-IRGAB
MUESTRA	SUELO

CODIGO DE LABORATORIO	FECHA DE INGRESO	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	LOTE	TIPO DE ANALISIS	Nº DE INFORME
7697	07/07/2017	TACNA	1	CARACTERIZACION	7655

ANALISIS FISICO

ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA(%)	TEXTURA	POROSIDAD (%)	CAPACIDAD DE CAMPO(%)	AGUA DISPONIBLE (%)	PUNTO MARCHITEZ PERMANENTE (%)
48.8	33.0	18.2	FRANCO	50.0	18.1	11.3	6.8

ANALISIS QUIMICO

ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	DEFICIENTE	BAJO	NORMAL	ALTO	EXCESIVO
Materia Organica	%	1.21	██████████				
Nitrogeno : C/N	%	0.06	██████████				
Fosforo : P	ppm	44.53	██████████				
Potasio : K	ppm	512.46	██████████				
CO3Ca	%	0.20	█				
			NO SALINO	DEBILMENTE SALINO	MODERAD. SALINO	SALINO	MUY SALINO
C.E	dS/m extr. 1:2.5	0.41	██████████				
			ACIDO	MODERAD ACIDO	NEUTRO	MODERAD ALCALINO	ALCALINO
pH	EXTR. 1:2.5	7.14	██████████				
BORO	mg/Kg						

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (meq/100gr de suelo)

Calcio(Ca)	Magnesio(Mg)	Sodio(Na)	Potasio(k)	CIC	suma de bases	PSI	Interpretacion CIC
11.200	0.800	0.417	1.154	13.571	13.571	3.073	Medio

ANALISIS FISICO : INTERPRETACION

CULTIVO	TIPO DE SUELO REQUERIDO	INTERPRETACION
		Suelo de textura franco, adecuado para instalacion de mayoría de cultivos previa incorporacion de materia organica de acuerdo al cultivo a instalar.

ANALISIS QUIMICO : INTERPRETACIONES

CULTIVO	VALORES OPTIMOS	INTERPRETACION
cultivo durazno		Es un suelo con reaccion ligeramente neutro pH, no salino en conductividad electrica, deficiente en contenido de materia organica y bajo en nitrogeno, muy alto en concentracion de fosforo y alto en potasio respectivamente, para efectuar la recomendacion de nutrientes considerar la incorporacion de materia organica y fertilizantes en base de calcio de acuerdo a los resultados de analisis; con referencia a la capacidad de intercambio cationico CIC es Medio.

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION
AGRARIA

ENC. LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
EE. AREQUIPA - INIA

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA

Ing. M. SC. VALERIA OCHOA SACACHIPANA
EEA SANTA ANA AREQUIPA

Calle Saco Olivares 402 Cerro Juli
José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa

Fuente: Laboratorio de analisis de suelos INIA, Arequipa

Anexo 11. Vistas Fotográficas del Manejo del Cultivo



Fotografía 1. Poda



Fotografía 2. Primer riego



Fotografía 3. Abonado del campo



Fotografía 4. Segunda aplicación de Nitrógeno



Fotografía 5. Desmalezado

Anexo 12. Fenología del Cultivo



Fotografía 6. Plena floración



Fotografía 7. Brotación



Fotografía 8. Cuajado de fruto



Fotografía 9. Crecimiento del fruto



Fotografía 10. Cosecha

Anexo 13. Vistas Fotografías de la toma de datos



Fotografía 11. Pesado de fruto



Fotografía 12. Degradación del Tratamiento 1



Fotografía 13. Degradación del Tratamiento 2



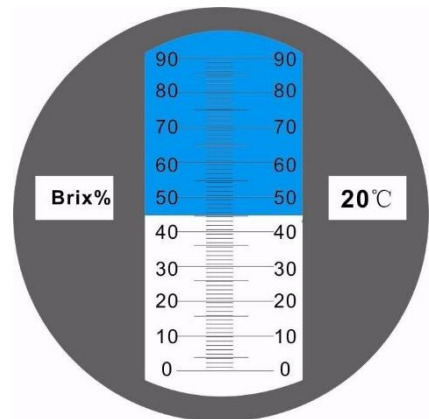
Fotografía 14. Degradación del Tratamiento 3



Fotografía 15. Degradación del Tratamiento 4



Fotografía 16. Medición de diámetro de fruto



Fotografía 17. Refractómetro utilizado para la medición de grados brix