

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



TÍTULO DE TESIS: EFECTO DEL SILICIO SOBRE LA CALIDAD DEL
ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) var. BILOXI.

PRESENTADO POR: Bach. RITCHIE JUNIOR ROMERO CLEMENTE

Bach. SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2021



CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR DE TESIS

Damos la conformidad del presente Informe, desarrollando el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa(R.Nº 492-2017-CU-R-UNS) titulado:

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INGENIERÍA AGRÓNOMA:

EFFECTO DEL SILICIO SOBRE LA CALIDAD DEL ARANDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) VAR. BILOXI

BACHILLERES : ROMERO CLEMENTE RITCHIE JUNIOR
CASTAÑEDA CHUQUI SONOMI ESTEFANY

Nuevo Chimbote, setiembre 24 de 2021

Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE

Ing. Gloria Patricia Quispe Silva
SECRETARIA

Ms. Wilmer Aquino Minchán
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 5:00 p.m. del día 24 de setiembre del año dos mil veintiuno, el Jurado Evaluador integrado por los docentes: Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez (Presidente), Ing. Gloria Patricia Quispe Silva, (Secretaria), Ms. Wilmer Aquino Minchán(Integrante, en cumplimiento a la Resolución N° 300-2021-UNS-CFI y Resolución Decanal N°507 -2021-UNS-FI, mediante la plataforma virtual ZOOM, en concordancia con la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, aprobada con Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS de fecha 12.06.2020, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: **EFFECTO DEL SILICIO SOBRE LA CALIDAD DEL ARANDANO (*Vaccinium corymbosum L.*) VAR. BILOXI[®]**, perteneciente a los bachilleres: **ROMERO CLEMENTE RITCHIE JUNIOR con código de matrícula N° 0201115020 y CASTAÑEDA CHUQUI SONOMI ESTEFANY, con código de matrícula N° 0201315016**, quienes fueron asesorados por el Ms. Wilmer Aquino Minchán, según Resolución Decanal N° 389-2020-UNS-FI. Precisando que la Ing. Gloria Patricia Quispe Silva (Accesitaria), reemplaza al Ms. Juan Francisco Pérez Poémape (Secretario), por no tener a la fecha vínculo laboral en la UNS.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CASTAÑEDA CHUQUI SONOMI ESTEFANY	15	BUENO

Siendo las 6:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, setiembre 24 de 2021



Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE



Ing. Gloria Patricia Quispe Silva
SECRETARIA



Ms. Wilmer Aquino Minchán
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 5:00 p.m. del día 24 de setiembre del año dos mil veintiuno, el Jurado Evaluador integrado por los docentes: Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez (Presidente), Ing. Gloria Patricia Quispe Silva, (Secretaria), Ms. Wilmer Aquino Minchán (Integrante), en cumplimiento a la Resolución N° 300-2021-UNS-CFI y Resolución Decanal N° 507-2021-UNS-FI, mediante la plataforma virtual ZOOM, en concordancia con la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, aprobada con Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS de fecha 12.06.2020, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: **EFFECTO DEL SILICIO SOBRE LA CALIDAD DEL ARANDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) VAR. BILOXI[®]**, perteneciente a los bachilleres: **ROMERO CLEMENTE RITCHIE JUNIOR con código de matrícula N° 0201115020 y CASTAÑEDA CHUQUI SONOMI ESTEFANY, con código de matrícula N° 0201315016**, quienes fueron asesorados por el Ms. Wilmer Aquino Minchán, según Resolución Decanal N° 389-2020-UNS-FI. Precizando que la Ing. Gloria Patricia Quispe Silva (Accesitaria), reemplaza al Ms. Juan Francisco Pérez Poémape (Secretario), por no tener a la fecha vínculo laboral en la UNS.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ROMERO CLEMENTE RITCHIE JUNIOR	15	BUENO

Siendo las 6:00 p.m. del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, setiembre 24 de 2021

Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE

Ing. Gloria Patricia Quispe Silva
SECRETARIA

Ms. Wilmer Aquino Minchán
INTEGRANTE

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios nuestro creador y padre celestial, por permitirnos llegar a este momento de nuestras vidas.

A nuestros padres por la labor realizada en los años que tenemos de vida y por ser motor y motivo para lograr nuestras metas personales y profesionales.

Dedicado al ing. Juan Capa Robles en memoria de su amistad y enseñanzas.

Agradecimiento

Agradecer a Dios y a nuestros padres por darnos la vida, ser nuestros guías y soporte.

Al ing. Wilmer Aquino nuestro asesor por la paciencia y atención prestada durante todo el proceso de la tesis.

A nuestra universidad y docentes de la escuela, por brindarnos sus conocimientos y experiencias durante la formación académica.

INDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
I. INTRODUCCIÓN	15
ANTECEDENTES.....	15
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
OBJETIVOS	18
FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS	19
JUSTIFICACIÓN	19
LIMITACIONES DEL TRABAJO.....	20
II. MARCO TEÓRICO.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
MATERIALES	42
INSTRUMENTOS.....	43
MÉTODOS	43
MANEJO DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	47
APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59

EVALUAR EL EFECTO DE SILICIO APLICADO EN CUATRO TIEMPOS CADA 15 DÍAS DESDE FRUTA VERDE TEMPRANA HASTA FRUTA 75 % AZUL.	79
DETERMINAR EL CONTENIDO DE SILICIO EN EL FRUTO MEDIANTE UN ANÁLISIS DE LABORATORIO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL SILICIO.	86
ESTIMAR LA VIDA POSTCOSECHA Y LA DUREZA DEL FRUTO EN COSECHA Y POSTCOSECHA MEDIANTE EL USO DE UN CONGELADOR Y UN DURÓMETRO.	91
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	104
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.	107
VII. ANEXO	111

Índice de tablas

TABLA 1. NIVELES FOLIAR APROXIMADOS NUTRIENTES EN ARÁNDANO.....	29
TABLA 2. FENOLOGÍA PROMEDIO DÍAS	32
TABLA 3. DOSIS Y MODO DE EMPLEO.....	41
TABLA 4. TRATAMIENTOS Y DOSIS.	46
TABLA 5. TRATAMIENTOS Y TESTIGO EN ESTUDIO	48
TABLA 6. TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS NUTRIMENTAL	49
TABLA 7. DOSIS POR TRATAMIENTO.	53
TABLA 8. MOMENTOS DE APLICACIÓN.....	54
TABLA 9. FRECUENCIA DE EVALUACIÓN.....	57
TABLA 10. CALENDARIO APLICACIONES SILICIO.....	59
TABLA 11. TRATAMIENTO Y DOSIS DE AGUA	59
TABLA 12. NÚMERO DE TRATAMIENTOS CON PROMEDIOS EN UNIDADES SHORE EN CAMPO ADA	61
TABLA 13. NÚMERO DE TRATAMIENTOS CON PROMEDIOS EN UNIDADES SHORE EN CAMPO A2DA	63
TABLA 14. NÚMERO DE TRATAMIENTOS CON PROMEDIOS EN UNIDADES SHORE EN CAMPOAD3A.....	65
TABLA 15. NÚMERO DE TRATAMIENTOS CON PROMEDIOS EN UNIDADES SHORE EN CAMPO AD4A	67
TABLA 16. DUREZA PROMEDIO DEL FRUTO EN UNIDADES SHORE POR TRATAMIENTO– COSECHA	69

TABLA 17. DUREZA DE FRUTO POSTCOSECHA (CONGELADOR) EN UNIDADES SHORE-	
TRATAMIENTO 01	71
TABLA 18. DUREZA DE FRUTO POSTCOSECHA (CONGELADOR) EN UNIDADES SHORE-	
TRATAMIENTO 02.....	73
TABLA 19. DUREZA DE FRUTO POSTCOSECHA (CONGELADOR) EN UNIDADES SHORE -	
TRATAMIENTO 03.....	743
TABLA 20. DUREZA DE FRUTO POSTCOSECHA (CONGELADOR) EN UNIDADES SHORE -	
TRATAMIENTO 04.....	76
TABLA 21. ANOVA PARA PRECISAR LOS EFECTOS DE SILICIO EN CUANTO AL TIEMPO DE COSECHA	
Y LOS TRATAMIENTOS APLICADOS.	80
TABLA 22. PRUEBA DE LEVENE PARA DETERMINAR LA HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DEL TIEMPO	
DE COSECHA Y LOS EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS.	81
TABLA 23. COMPARACIONES DE EVALUACIONES EN COSECHA PARA ESTABLECER LA	
CANTIDAD DE SILICIO EN LAS FRUTAS.	83
TABLA 24. COMPARACIONES DE LOS TRATAMIENTOS PARA ESTABLECER LA CANTIDAD DE SILICIO	
EN LAS FRUTAS.....	85
TABLA 25. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO ANTES DE LA APLICACIÓN DE SILICIO	
.....	86
TABLA 26. RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE SILICIO	
.....	87
TABLA 27. ANOVA PARA PRECISAR LOS EFECTOS DE SILICIO EN CUANTO AL TIEMPO DE	
POSTCOSECHA Y LOS TRATAMIENTOS APLICADOS.	94

TABLA 28. PRUEBA DE LEVENE PARA DETERMINAR LA HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DEL TIEMPO DE POSTCOSECHA Y LOS EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS.	95
TABLA 29. COMPARACIONES DE LAS MUESTRAS DE POSTCOSECHA PARA PRECISAR LA DUREZA DE LAS FRUTAS.....	97
TABLA 30. COMPARACIONES ENTRE LOS TRATAMIENTOS PARA ESTABLECER LA DUREZA DE LAS FRUTAS EN LA POSTCOSECHA.	99
TABLA 31. PRUEBA DE NORMALIDAD KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA PRECISAR NORMALIDAD.	100
TABLA 32. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA ESTABLECER LOS CAMBIOS EN LA DUREZA DE LA FRUTA SEGÚN LOS TIEMPOS DE COSECHA.	101

Índice de figuras

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y EL TESTIGO	45
FIGURA 2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	50
FIGURA 3. CROQUIS DEL ÁREA EXPERIMENTA.....	52
FIGURA 4. BOSQUEJO DE ESPACIO DE LAS PARCELAS	60
FIGURA 5. CONTENIDO DE SILICIO EN EL FRUTO MEDIANTE UN ANÁLISIS DE LABORATORIO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL SILICIO EN LAS FRUTAS	88
FIGURA 6. CONTENIDO DE SILICIO EN EL FRUTO MEDIANTE UN ANÁLISIS DE LABORATORIO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL SILICIO EN LAS HOJAS	88
FIGURA 7. DUREZA DEL FRUTO EN COSECHA (CAMPO) SEGÚN LOS TRATAMIENTOS APLICADOS.....	90
FIGURA 8. TIEMPO DE VIDA DEL FRUTO SEGÚN LOS TIEMPOS DE MUESTRA EVALUADAS POST COSECHA Y LOS TRATAMIENTOS	91
FIGURA 9. DUREZA DEL FRUTO SEGÚN LAS COSECHAS ESTABLECIDAS EN FECHAS PROPUESTAS CADA 15 DÍAS.....	92
FIGURA 10. DUREZA DEL FRUTO EN POSTCOSECHA SEGÚN LOS TIEMPOS DE MUESTRA	93
FIGURA 11. DISPERSIÓN DE LAS PUNTUACIONES DE LA DUREZA PRECISADAS EN LA COSECHA VS LA DUREZA EN LOS TIEMPOS POSTCOSECHA	102

RESUMEN

La investigación se ejecutó en una parcela de 70 plantas de arándano *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi de la empresa Camposol S.A. ubicada en Viru, La Libertad. Estando conformada por un testigo y tres tratamientos aplicados con silicio desde “fruto verde temprano” hasta “fruto 75 % azul”. Se evaluaron la dureza del fruto en cosecha y la vida postcosecha a los 15, 20, 25, 30 y 35 días guardadas en congelador (durómetro Baxlo). Se determinó el contenido de silicio en fruto mediante análisis de laboratorio realizado a las muestras antes (664 mg/Kg) y después (1,317 mg/Kg) de las aplicaciones. El caldo de aplicación se preparó con agua, adherente, y silicio $T_1=1.5$, $T_2=2.0$, $T_3=2.5$ y $T_4=0$ (mL/L). Para verificar la hipótesis se empleó un DCA, con el IBM SPSS 25 y como resultado se obtuvo que la dosis $T_3=2.5$ fue la más eficiente con una dureza de 82.45 u Shore en cosecha y 79.33 u Shore en postcosecha como parámetro de calidad.

Palabras clave: silicio, dureza, post cosecha, arándano

ABSTRACT

The research was carried out on a plot of 70 blueberry plants *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi of the company Camposol S.A. located in Viru, La Libertad. Consisting of a control and three treatments applied with silicon from "early green fruit" to "75% blue fruit". The hardness of the fruit at harvest and postharvest life were evaluated at 15, 20, 25, 30 and 35 days stored in a freezer (Baxlo durometer). The silicon content in fruit was determined by laboratory analysis carried out on the samples before (664 mg / Kg) and after (1,317 mg / Kg) of the applications. The application broth was prepared with water, adherent, and silicon T1 = 1.5, T2 = 2.0, T3 = 2.5 and T4 = 0 (mL / L). To verify the hypothesis, a DCA was used, with the IBM SPSS 25 and as a result it was obtained that the dose T3 = 2.5 was the most efficient with a hardness of 82.45 u Shore in harvest and 79.33 u Shore in postharvest as a quality parameter.

Keywords: silicon, hardness, post-harvest, blueberry

I. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Laiza (2019) en su trabajo de tesis evaluó el “efecto del silicio y quitosano en la calidad de *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi en Viru, La Libertad”, según los resultados no existe significancia estadística de las variables en estudio sobre la dureza del fruto en ninguna de las tres cosechas (la primera cosecha realizada a los 26 ddpa, la segunda a los 38 ddpa y la tercera a los 54 ddpa). La dureza obtenida en cada cosecha fue de 89.70, 91.33 y 89.40 grados shore en fruta tratada con silicio, y de 91.40, 88.90 y 87.67 grados shore en fruta testigo, no existiendo mejora en la dureza de la baya, Por lo que se concluye que el silicio no interviene en la dureza del arándano a pesar de que el silicio cumple una función importante como barrera estructural en la pared celular.

Toresano (2008) realizó dos experimentos en España, donde evaluó “El silicio en la agricultura intensiva bajo plástico. Efecto sobre la producción y calidad en solanáceas y cucurbitáceas”, la sandía fue sembrada en suelo arenado y el tomate cereza fue sembrado en suelo rocoso. Ambos cultivos fueron fertilizados con H_4SiO_4 , se planteó un testigo con fertilización convencional y un tratamiento con aporte de 250 ml/Ha de H_4SiO_4 . Los parámetros de producción y calidad evaluados fueron: kg/m^2 , kg/planta, n° frutos/ m^2 , n° frutos/planta, peso del fruto, diámetro del fruto, contenido de sólidos solubles, consistencia y acidez de la fruta. Según los resultados existe diferencias significativas en la fructificación y el rendimiento del tomate y la sandía. Asimismo, los resultados más relevantes muestran un incremento del espesor de la corteza de la sandía y un incremento de la consistencia de la pulpa.

Fernández (2015) en México, su trabajo de investigación sobre el “uso de silicio e inductores de resistencia sobre huanglongbing (HLB) en limón persa y limón mexicano”, evaluó fertilizantes convencionales de manera individual, en combinación con silicio y utilizando inductores de resistencia sobre HLB y el rendimiento. Para evaluar la incidencia del HLB utilizó una escala de 1 a 6, donde 1 representa a una planta sana hasta 6 que representa a una planta muerta. El trabajo evidenció que los tratamientos con silicio y selenio en ambos cultivos incrementaron el rendimiento hasta en un 100% y también se incrementó significativamente la calidad (fruta de exportación) por lo que se concluye que con el silicio se puede reducir la severidad, retrasar el desarrollo HLB y aumentar el rendimiento.

Colimba y Morales (2011) en Ecuador, su estudio sobre el “Efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol” se obtuvo como resultado que las plantas tratadas con silicio fueron menos afectadas por antracnosis sobre los frutos (12.1%) y en las plantas no tratadas se presentó mayor severidad (18.4%). Se concluye que los frutos tratados con fungicidas y silicio presentaron menor severidad (10,7 % y 12,1 % respectivamente). Asimismo, se recomienda aplicar fungicidas a frecuencia de 21 días en lluvia y 30 días sin lluvia, y completar con tratamientos en base a silicio como alternativa para el control de antracnosis en el cultivo tomate.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El arándano es un cultivo relativamente nuevo que se viene cultivando en toda la costa y algunas partes de la sierra del Perú con una tendencia creciente de producción, ya que se muestra un incremento de la demanda mundial. Según el boletín estadístico (MINAGRI, 2020) se registra

23.4 miles de toneladas y 17% de variación porcentual del valor de la producción hasta mayo del 2020, por su parte (Agraria.pe, 2020) señala que para la campaña (2020/2021) se espera un incremento del 35% de la superficie respecto a la campaña pasada y pronostica alcanzar las 14.789 hectáreas.

La calidad del arándano se define por las características visibles, organolépticas y nutritivas. La fruta debe tener un color azul uniforme, buen Bloom y calibre, crocancia o crunch y dureza adecuada, ausencia de daños mecánicos y pudriciones. La calidad organoléptica depende del contenido de azúcar, acidez y el aroma. Es por lo que las actividades en campo y en postcosecha deben estar dirigidos a obtener una fruta de buena calidad hasta llegar al consumidor final, sostiene (Romero, 2016).

El arándano es muy perecible en postcosecha debido a pudriciones, deshidratación, pérdida de firmeza y apariencia. El desafío de llegar a los principales mercados con fruta de calidad es mayor, ya que hay mantener una mayor vida postcosecha. Se debe cosechar cerca a la madurez ya que la calidad organoléptica no mejora después de cosecha. Asimismo, la tasa respiratoria al igual que otras frutas dependerán de la temperatura y, debido a su pequeño tamaño y delgada epidermis, la fruta es susceptible a la pérdida de agua y a daños mecánicos. Aunque la cutícula cerosa de la epidermis reduce la pérdida de agua y Bloom. Otro problema en postcosecha es *Botrytis cinérea*, capaz de desarrollarse incluso a 0 °C, el manejo en las cámaras frigoríficas reduce la incidencia, pero también depende del manejo agronómico (BLUEBERRIES, 2019).

¿Cuál será el efecto de las dosis de óxido de silicio (SiO₂) aplicada vía foliar en cuatro momentos del desarrollo de la baya, a partir de fruta verde temprano hasta fruta de 75 por ciento

azul (frecuencia de 15 días), sobre la dureza y la vida postcosecha de la fruta del arándano *Vaccinium corymbosum* L. variedad Biloxi? Viru, La Libertad, 2020.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de tres dosis de silicio sobre la calidad (dureza y la vida postcosecha) del arándano *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi, aplicadas vía foliar en cuatro momentos diferentes desde fruta verde temprano hasta fruta 75 % azul en Viru, La Libertad 2020.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto de silicio aplicado en cuatro tiempos cada 15 días desde fruta verde temprana hasta fruta 75 % azul.
- Determinar el contenido de silicio en el fruto mediante un análisis de laboratorio antes y después de la aplicación del silicio.
- Estimar la dureza y la vida del fruto en cosecha y postcosecha respectivamente usando un congelador y un durómetro.
- Evaluar la correlación entre la dureza, la vida postcosecha, el contenido silicio en el fruto y las dosis acumuladas en cada tratamiento.

FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS

Con el presente trabajo de investigación se determinará que al menos una de las tres dosis de silicio logrará incrementar la dureza y vida postcosecha de los frutos del arándano, y de esta manera se podrá implementar un plan de aplicaciones foliares con base a silicio en etapa reproductiva del cultivo (desarrollo de la baya).

H1: De las tres dosis de silicio al menos una incrementará la dureza y vida postcosecha de los frutos del arándano.

H0: De las tres dosis de silicio ninguna incrementará la dureza y vida postcosecha de los frutos del arándano.

JUSTIFICACIÓN

Con la presente investigación se determinará el efecto del óxido de silicio sobre la dureza y la vida postcosecha de la fruta del arándano. Y debido a las características, los beneficios y el rol que cumple el nutriente en las plantas, existe probabilidades de obtener resultados positivos y de ser así, el silicio podría ser incluido en los paquetes nutricionales que se vienen empleando en el cultivo de arándano. Dado que podría ser una alternativa para reducir o ser la solución de la mala calidad de la fruta del arándano, como son: La crocancia o crunch, la dureza o firmeza y el tiempo de vida postcosecha que son algunas de las características que exigen los mercados internacionales y que se necesita para asegurar que la fruta llegue a destino en buenas condiciones.

En el Perú la producción de arándano se ha incrementado y toda la fruta está orientada al mercado internacional que exige ciertas características de calidad, para el cual se requiere de un manejo agronómico adecuado y parte de ello es contar con insumos nutricionales que juegan un

papel importante para lograr producir según el mercado, pero necesitan ser investigados y desarrollados para saber usarlos de manera adecuada y lograr el fin que se esté buscando. Ahí radica el objetivo y la importancia del trabajo de investigación, dado que parte de la fruta producida se comercializa en el país, debido que no se encuentra dentro de los estándares de calidad que el mercado requiere.

LIMITACIONES DEL TRABAJO

Las limitaciones que se tuvieron para la realización del presente fueron los siguientes:

- Limitación de tiempo por el trabajo.
- La escasez de laboratorios de análisis debido a la coyuntura.
- Los pocos trabajos de investigación a nivel local, regional y nacional sobre las variables en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Cultivo de arándano

El arándano es nativo de América del Norte. Se comenzó a domesticar a principios de 1900. Es un fruto importante por la calidad de fruto y superficie cultivada que puede llegar hasta 2,5 metros de altura. La especie *corymbosum* ha sido cruzada con otras especies con la finalidad de adaptar el cultivo a distintas zonas y condiciones climáticas, de esta manera se obtuvo cultivares con requerimientos de 100 a 1.200 horas frío (García J. y García G., 2011).

El arándano se obtuvo de plantas silvestres, Estados Unidos y Canadá como los mayores importadores y exportadores cubren hasta el 90% de la producción total. En el mundo, Canadá figura como el mayor exportador de arándano del tipo silvestre en congelado; luego sigue Argentina y Chile que proveen fruta para consumo en fresco a los mercados de Canadá, Estados Unidos y Europa, debido a su época de baja producción no logran abastecer su propio mercado, otros productores son Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica, Alemania, Holanda, Francia, España y Polonia. Los países demandantes de arándano son: Inglaterra, Holanda, Italia, Japón, Bélgica (INFOAGRO, s.f.).

El arándano es una planta domesticada y cada vez se va incrementando notablemente la superficie sembrada debido a la alta demanda por sus propiedades nutricionales y organolépticas. Es un cultivo perenne que llegar a tener una productividad de hasta 20 años a más según el manejo y las condiciones edafo climáticas. Esta planta tiene conocidas variedades cultivables tales como el arándano ojo de conejo, el arándano highbush, lowbush, este último predomina en las diferentes zonas productoras (INTAGRI, 2017).

Características generales del arándano

La planta es un arbusto pequeño de aproximadamente 0.2-0.4 metros de altura, del género *Vaccinium sp.* de la familia *Ericaceae*. Se adapta en suelos húmedos y ácidos, presenta las siguientes características: Hojas grandes caducas, ovalolanceolada, dentadas y alternas con peciolo cortos, inflorescencia con flores axilares pendulares, corola esférica color verde pálido, cáliz de 4 a 5 dientes y estigma sobresalido, raíces superficiales con retoños rastreros que dan origen a brotes. El arándano se encuentra distribuido al norte y centro de América, Europa y Asia (INFOAGRO, s.f.)

La planta es un arbusto que presenta diferentes tamaños dependiendo de la variedad, tiene raíces superficiales y fibrosas que están influenciadas en gran parte por micorrizas. La fruta es una baya de color azul a negro entre 0.5 y 1.5 centímetros de diámetro cubierta por una cutícula cerosa; su valor comercial determinado por sus características nutritivas y organolépticas. Este cultivo se ha podido adaptar a diferentes condiciones climáticas de horas frío entre 400 y 1200 para tener un buen desarrollo y romper su estado de dormancia (INTAGRI, 2017).

Taxonomía del arándano

Reino: Plantae, súper división: Spermatophyta, división: Magnoliophyta, clase: Magnoliopsida, subclase: Dicotyledonae, orden: Ericales, familia: Ericaceae, SUB familia: Vaccinioideae, tribu: Vaccinieae, género: *Vaccinium*, especie: sp. Nombre: *Vaccinium sp.* Bañados (Citado por Arias, 2018) y modificado por Romero (2020).

Condiciones agroecológicas

Suelo

El arándano requiere de un suelo con adecuada capacidad de drenaje y de retención de agua, para mejorar la porosidad y la estructura del suelo es necesario incorporar materia orgánica al 5% con dos años de anticipación. Es nativo de suelos infértiles y ácidos con pH de 4.4 a 5.5 y debe ser monitoreada frecuentemente. Se puede incorporar de 1,000 a 1,500 Kg/Ha de azufre al suelo para regular su pH en la preparación del terreno (Acidificar); si el pH es muy ácido (<4) se puede incorporar 1,000 Kg/Ha de cal CaO o hidróxido de calcio Ca (OH)₂ (PROYECTOS PERUANOS, 2017).

El arándano requiere de suelos ligeros, drenados con un buen contenido de materia orgánica para otorgar una buena humedad evitando asfixia radicular o sequía. Necesita de suelos con pH entre 4.3 y 4.8; a pH sobre 5 puede generar un desarrollo deficiente y brotes cloróticos. Sin embargo, un pH debajo a 4 puede originar toxicidad por manganeso. El pH del suelo se debe mantener regulando mediante el agua de riego y no es recomendable suelos calizos para este cultivo (INFOAGRO, s.f.).

La planta tiene un sistema radicular ubicado en los primeros centímetros del suelo, presenta raíces fibrosas con poca capacidad de absorción, debido se adaptan a suelos arenosos con pH de 4.5 a 5.5, pero sobre 3% de materia orgánica. El arándano es sumamente susceptible a sufrir asfixia radicular, por ello requiere de sustratos o suelos de textura porosa para lograr un adecuado crecimiento y desarrollo (INTAGRI, 2017).

El arándano requiere de suelos sueltos con un drenaje adecuado y contenido de materia orgánica sobre el 3%, para retener una óptima humedad y lograr buen desarrollo radical. El pH del suelo debe permanecer de 4.5 a 5.5. La variedad del tipo ojo de conejo puede tolerar suelos de pH sobre 5.5, pero el tipo de suelos calcáreos no son adecuados para el arándano. Los suelos de pradera son los más recomendados, pero libre de restos de árboles, y sin herbicidas residuales (García J. y García G., 2011).

Agua

Debido al tipo de raíces fibrosas y superficiales de limitada longitud, el arándano es muy susceptible al estrés hídrico. Requiere agua de calidad debido por lo que se debe realizar análisis microbiológicos. Un déficit de agua en crecimiento de bayas puede afectar al tamaño. El agua de riego debe tener un pH menor a 7, de lo contrario se deberá acidificar hasta llegar a un pH de 4.5. Asimismo, la frecuencia de riego está en función de las condiciones ambientales. La profundidad del riego depende de la zona de absorción radicular (PROYECTOS PERUANOS, 2017).

El terreno se debe mantener húmedo sin encharcamiento. El agua de riego no debe contener sales ni exceso de boro, calcio o cloro, es recomendable aumentar la frecuencia de riego y reducir la dotación. Existe mayor demanda de agua en verano que hay mayor evapotranspiración y primavera donde ocurre el engrosamiento y maduración de la baya. En iniciación floral y durante la formación de yemas florales un déficit hídrico sería muy perjudicial para el cultivo (INFOAGRO, s.f.).

El arándano es sensible a la sequía, más aún en fase juvenil, debido a la deficiencia de pelos absorbentes por lo que es importante mantener la humedad. El calibre del fruto dependerá de la

humedad del suelo. En plantas adultas, necesitan mayor cantidad de agua en etapa de engrosamiento y maduración de fruto. Es necesario conocer las características del agua de riego, no debe contener sales, excesos de calcio, boro o cloro. Los riegos deben realizarse para mantener humedad a los 15 a 20 centímetros de la zona radicular. El volumen de agua dependerá del clima y el tipo de suelo. Se recomienda el riego por goteo, teniendo en cuenta la necesidad del cultivo y evitar excesos (García J. y García G., 2011).

Clima

En estado de dormancia el frío es un factor determinante y según la variedad puede requerir de un rango entre 100 a 1,200 horas frío de 7.2 °C. En etapa vegetativa el frío también es importante para evitar una brotación y floración deficiente, las precipitaciones, la radiación solar y los días largos son importantes para un adecuado desarrollo vegetativos, la inducción floral necesita días cortos. Una baja intensidad lumínica provoca pocas yemas florales (PROYECTOS PERUANOS, 2017).

El arándano según la especie requiere temperaturas menores a 7°C y horas frío para romper la dormancia. Para su desarrollo la temperatura óptima oscila entre 16 y 25°C, puede tolerar de hasta 30°C, pero si están acompañadas por vientos secos pueden ocasionar quemaduras y arrugamientos a la baya. Asimismo, temperaturas menores a -5°C pueden ocasionar daños a los frutos; las heladas en floración pueden ser muy perjudicial para el cultivo, aunque requiere de humedad relativa alta (INFOAGRO, s.f.).

El cultivo se puede adaptar a diversos climas, ya que se realizado el mejoramiento de variedades para diferentes zonas que requieren acumular de 400 a 1200 horas frío. Las épocas

soleadas sin excesos son favorables para obtener fruta de buena calidad y evita la incidencia de hongos. No son recomendables lugares con fuertes lluvias y vientos porque provoca pérdida de frutos, desprendimiento de flores y perjudica la polinización (INTAGRI, 2017).

El arándano puede soportar temperaturas hasta -30°C dependiendo de la variedad y la ubicación sobre la superficie del mar. Asimismo, temperaturas sobre 28°C es posible que cause quemaduras y arrugamientos a los frutos. El viento genera lesiones y caída de frutos, provocar daños al follaje, a la floración y polinización. El cultivo requiere de inviernos suaves, pero con suficientes horas frío, veranos con temperaturas templadas y una humedad relativa sobre lo normal (García J. y García G., 2011).

Polinización

Las flores son hermafroditas y auto fértiles, pero es necesario una polinización cruzada por que el polen se cae debido a la posición de la flor, cuenta con decenas de óvulos y se necesita de mucho polen para la fertilización y obtener frutas de calidad. La polinización se puede realizar intercalando cada diez líneas una variedad polinizante o colocando entre 6 y 10 colmenas por hectárea con floración entre 5 y 10% de apertura (PROYECTOS PERUANOS, 2017).

En arándano es auto compatible, pero hay resultados de que con una polinización cruzada se obtiene una mayor producción. Para mejorar la polinización se deben alternar líneas de dos variedades compatibles y coincidentes en floración. Asimismo, al inicio de la floración se recomienda colocar de 4 a 5 colmenas por hectárea, distribuidas a una distancia de 100m entre ellas como mínimo y cada 10 a 20 líneas (INFOAGRO, s.f.).

El cultivo requiere de una adecuada polinización para incrementar el tamaño y peso del fruto. Aunque la flor es hermafrodita tiene inconvenientes para autopolinizarse, el polen se cae por la posición colgante de la flor, además el estigma es poco receptivo y los estambres tiene una posición en contra del pistilo. Las abejas (*Apis mellifera*) y abejorros del género *Bombus* que por su gran tamaño son los mejores polinizadores del cultivo (INTAGRI, 2017).

Fertilización

Una planta adulta de arándano absorbe macronutrientes en el siguiente orden: Nitrógeno, calcio, potasio, fosforo y magnesio. El arándano requiere una mayor cantidad de nitrógeno, la deficiencia de este nutriente genera una disminución del tamaño de la planta, de baya y una menor cantidad de yemas florales. Por otro lado, un exceso de nitrógeno genera ramas vigorosas con hojas grandes de color verde oscuro, pero bayas son blandas. El calcio contribuye a la firmeza y a la calidad postcosecha de la baya, confiere resistencia contra plagas y enfermedades, asimismo un exceso de este nutriente puede inducir a la deficiencia de otros cationes. El fósforo promueve el crecimiento radicular y la floración, induce defensas contra plagas y enfermedades; la deficiencia de este nutriente reduce el crecimiento de la planta y hojas, y un exceso puede generar deficiencia de zinc. El potasio incrementa la eficiencia del agua y la resistencia a estrés, mejora el sabor, el olor y el calibre de la baya; el potasio es deficiente en suelos arenosos y se presenta en hojas viejas, pero un exceso induce a la deficiencia de calcio. El magnesio incrementa el rendimiento y al color verde de las hojas, pero un exceso puede causar deficiencia de potasio y calcio (PROYECTOS PERUANOS, 2017).

El cultivo no es tan exigente de fertilizantes porque es sensible al exceso de sales. Por esta razón se recomienda la fertirrigación. Para establecer programa de nutrición se debe realizar un

análisis foliar teniendo en cuenta la demanda de nutrientes en las diferentes fases fenológicas. Existe mayor necesidad de nitrógeno en la etapa de crecimiento vegetativo, mayor demanda de potasio durante el llenado de baya, el fósforo y calcio son requeridos durante la brotación, el enraizamiento y la floración. Se suelen usar fertilizantes complejos con proporciones 5:1, 1:0 y 1:1:1. Esto debe ser complementado por hormonas, aminoácidos y vitaminas según el requerimiento de la planta. Por último, la deficiencia de hierro se puede corregir con sulfato de hierro quelado (INFOAGRO, s.f.).

Tabla 1*Niveles Foliar aproximados Nutrientes en Arándano*

ELEMENTO	CARENCIA (<)	OPTIMO	EXCESO (>)
Macroelementos (ppm)			
Nitrógeno	1.70	1.70 a 2.10	2.30
Fósforo	0.08	0.08 a 0.40	0.60
Potasio	0.35	0.40 a 0.65	0.90
Calcio	0.13	0.30 a 0.80	1.00
Magnesio	0.10	0.15 a 0.30	-
Azufre	-	0.12 a 0.20	-
Microelementos (ppm)			
Boro	18	0.30 a 0.70	200
Cobre	5	5 a 20	-
Hierro	60	60 a 200	400
Manganeso	25	50 a 350	450
Zinc	8	8 a 30	30

Nota. Adaptado de Hanson y Hancock (citados por INFOAGRO, s.f.)

Para el manejo nutricional convencional del cultivo es recomendable realizar un análisis de suelo y de agua, para conocer el contenido de nutrientes y calcular la cantidad necesaria para realizar la fertilización, elegir las fuentes y la frecuencia de fertilización. Por otro lado, un cultivo de arándano orgánico tiene restringido las alternativas de fuentes de nitrógeno (INTAGRI, 2017).

El arándano requiere de suelos ácidos donde los nutrientes se encuentren en niveles bajos. Este cultivo no es exigente de nutrientes, pero es sensible a las sales. Es determinante establecer un programa de fertilización adecuado. La fertilización se debe realizar según un análisis de fertilidad suelo y extracciones foliares. El análisis foliar es recomendable realizarla cada 2 ó 3 años para ajustar el programa de fertilización. El análisis de suelo es recomendable realizarlo cada 3 ó 4 años. Para un cultivo en producción la dosis promedio de fertilización es de 90-45-90-25 (N-P-K-Mg) unidades por hectárea (García J. y García G., 2011).

Fenología del arándano

La fenología del arándano, así como la de otros frutales está determinada principalmente por las condiciones ambientales, el espacio geográfico y la campaña en particular, debido a ello se puede esperar cierta variabilidad interanual (campaña) para la ocurrencia de los eventos fenológicos (Fiedler, 2015).

El cultivo de arándano tiene un ciclo de producción por año. Durante ese tiempo ocurren 14 estadios fenológicos, de los cuales 9 se dan en la etapa generativa y 5 en la etapa vegetativa:

Etapas generativas (R1 a R9)

- R1: Diferenciación floral o yema hinchada.
- R2: Iniciación floral o yema abierta.
- R3: Botoneo.
- R4: Corola cerrada.
- R5: Plena floración.

- R6: Cuajado de frutos o caída de corola.
- R7: Fruto verde al 25% del tamaño final.
- R8: Fruto verde-rosado al 50% del tamaño final.
- R9: Fruto en tamaño final y cambiando de color.

Etapas vegetativas (V1 a V5)

- V1: Punta Verde o apertura yemal.
- V2: Brotación o yema abierta.
- V3: Brote nuevo y elongación de entrenudos.
- V4: Rama nueva con entrenudos largos y hojas expandidas.
- V5: Rama productiva sin yemas diferenciadas. (SINAVIMO, s.f.)

El cultivo de arándano presenta yemas vegetativas o foliares y yemas florales. Las yemas florales son grandes y sólo poseen flores, son fáciles de reconocer y generalmente están ubicadas en los ápices de los tallos. Las yemas vegetativas tienen forma de punta, son pequeñas y están localizadas debajo de las florales Longstroth (Maticorena, 2017).

Tabla 2

Fenología promedio días

EDAD	YA	BR	FA	CP	FV	FR	YA-FV
1 año	21.71±5.02	11±3.41	7.71±3.68	15±3.65	71.85±11.75	8	127.28±26.69
3 años	30.44±10	18.55±11.5	7.55±3	15.66±5.12	74.1±14.8	9	146.33±27.18

Nota. La tabla 2, muestra la evaluación fenológica en días de la flor y el fruto de la variedad Biloxi 1 y 3 de edad, en condiciones de Guasca donde la Yema floral abierta (YA), botón rosado (BR), flor abierta (FA), caída de pétalos (CP), fruto verde (FV), fruto rojo (FR). Los datos indican el promedio ± desviación estándar.

Flor

El arándano posee flores epíginas y perfectas que forman racimos a partir de yemas laterales. En la zona basal de las flores se encuentran los nectarios, generalmente se desarrolla un racimo por nudo, aunque los brotes gruesos pueden contener hasta dos. La cantidad de yemas florales por cada cargador y el número de flores que compone una inflorescencia puede variar según la variedad. (Maticorena, 2017).

El cultivo tiene un tipo de inflorescencia que está conformada por racimos de entre 6 y 10 flores por cada yema, es una flor axilar pequeña, el cáliz está compuesto por 4 ó 5 sépalos obtusos y la corola es de color blanca compuesta por 4 ó 5 pétalos fusionados en forma de campana. Tiene un pistilo simple e ínfero, y estambres agrupados de 8 a 10 (INFOAGRO, s.f.).

Las flores del arándano son axilares, presenta entre 6 a 10 racimos por yema, los sépalos son persistentes, la corola es de color blanca o color rosa en algunas variedades es formada por 4 o 5 pétalos unidos, presenta de 8 a 10 estambres a veces aristadas, los tubos terminales presentan una abertura en su ápice. La flor cuenta con pistilo simple y un ovario basal que puede estar compuesto 4 hasta 10 lóculos (García J. y García G., 2011).

Fruto

El fruto es climatérico, durante la maduración incrementa su respiración según la temperatura, la tasa de etileno y la variedad. Los frutos se cosechan cerca a la madurez. Por ser un fruto pequeño existe mayor probabilidad de deshidratación, la epidermis de la baya es delgada y susceptible a daño mecánico. La cutícula del fruto tiene un efecto cosmético, además de reducir la deshidratación también contribuye a mantener el blooming. Teniendo en cuenta los factores descritos, las consideraciones en postcosecha tienen que ver directamente con la temperatura y humedad relativa (Undurriaga y Vargas, 2013).

Los frutos presentan un crecimiento cíclico. Inicia con un crecimiento rápido que consiste en la formación del pericarpio que envuelve a la semilla que dura alrededor de 29 días post fecundación; presenta un desarrollo acelerado del embrión que puede durar entre 5 y 6 días; y finalmente un desarrollo rápido del epicarpio hasta llegar a la madurez que puede tardar unos 26 días (García J. y García G., 2011).

El fruto del arándano es una baya azul oscuro, su tamaño puede variar según las condiciones climáticas, variedades y del manejo agronómico. Se reporta calibres entre 4 y 12 milímetros en variedades silvestres. El mesocarpio es verde transparente y contiene de 10 a 65

semillas. La cáscara presenta una cutícula cerosa de hasta 5 μm , la maduración puede tardar de 2 a 3 meses según las condiciones ambientales y la variedad. La composición nutritiva promedio del fruto contiene agua (83%), carbohidratos (15.3%), fibras (1.5%), proteínas (0.7%), grasas (0.5%) y ácidos (hasta 2%). Gough, Retamales & Hancock (Citados por Maticorena, 2017). Por otro lado, se dice que el fruto es una pseudobaya, ya que el receptáculo está fusionado a la cáscara (Maticorena, 2017).

Madurez de la baya

La vida postcosecha del arándano se define en la cosecha, donde se debe considerar el momento y el color de la fruta. Aunque el arándano es una fruta climatérica debe tener un color azul uniforme para ser cosechado y sea considerada de calidad. Las bayas recolectadas de color rojo pueden mantener su firmeza y pueden tornarse de color azul luego, pero la calidad organoléptica será inferior a los frutos cosechados en el momento oportuno. En cosecha se deben tomar en cuenta todas las consideraciones para evitar el contacto directo con temperaturas perjudiciales, el manipuleo puede dañar a la cera de la piel de la fruta, esto se evita capacitando al personal de cosecha (Undurriaga y Vargas, 2013).

Calidad del fruto

Está determinada por la calidad visible, calidad organoléptica y nutritiva. La apariencia de la baya se define por la presencia de bloom y un color azul completo de la cáscara que caracteriza a una fruta fresca, por la ausencia de daños mecánicos y necrosis, por la forma y tamaño de la baya, y la dureza adecuada. El valor organoléptico y el aroma característico depende del contenido de azúcares, ácidos y compuestos volátiles. Asimismo, las labores de campo y de postcosecha

deben ser dirigidas a obtener una fruta que mantenga la calidad hasta llegar al consumidor (Undurriaga y Vargas, 2013).

Manejo de cosecha y postcosecha

La etapa de postcosecha del arándano constituye una labor importante para llegar a destino con una fruta de calidad. Todas las variedades comerciales son diferencias en varios aspectos de crecimiento, desarrollo, fechas de producción, características de calidad, etc. Asimismo, se debe considerar que el comportamiento de cada variedad puede ser distinto en postcosecha, debido al metabolismo puede ser distinto según la relación entre la tasa de respiración y la producción de etileno, según la dureza, la susceptibilidad a pudriciones, la relación entre grados brix y nivel de acidez, etc. Por otro lado, lo común es que todas las variedades son muy perecibles después de cosecha debido a que inician la pérdida de firmeza, la deshidratación, las pudriciones y la pérdida de apariencia (Undurriaga Y Vargas, 2013).

Cosecha

Para esta labor es necesario el empleo de personal especializado para evitar el manipuleo innecesario y daños a la fruta ya que la cosecha se ejecuta manualmente directamente al envase o para luego envasarlo y embalarlo. Asimismo, la cosecha es de manera selectiva teniendo en cuenta el color y el tamaño que los índices de madurez del fruto, esto implica realizar hasta ocho cosechas por planta. Por otro lado, la cosecha mecanizada solo puede ser emplear para frutos con destino industrial (INFOAGRO, s.f.).

En la cosecha, la variedad puede afectar a la calidad de los frutos, así como la temperatura y el tiempo entre la recolección y el almacenamiento. Se debe considerar el cuidado de la calidad y la inocuidad de los frutos, los cosechadores deben tener las manos limpias y el cabello protegido. Los pots o clamshells de cosecha tienen que colocarse bajo sombra y protegidos del suelo. Se cosechan frutos maduros y de calibres establecidos, y se debe tener en cuenta los tiempos de traslado del campo al packing (INTAGRI, 2017).

El arándano debe ser cosechado maduro para consumo, cuando el racimo tiene un color azulado y uniforme. Según la variedad se puede cosechar de 2 a 6 veces por semana en las primeras horas del día. La baya tiene la epidermis delicada y expuesta al daño mecánico y a la deshidratación, aunque la cera pueda evitar la pérdida de agua. El manipuleo puede causar daños y remoción de la cera por eso una persona puede cosechar hasta 14 Kg por día. Se debe cosechar directo a las bandejas de comercialización sin apilar en exceso, proteger la fruta del sol y trasladar de inmediato a packing. No cosechar durante o después de precipitaciones cuando las bayas se encuentren humedadas (PROYECTOS PERUANOS, 2017).

Postcosecha

El arándano cosechado con destino para fruta fresca deberá almacenarse en una cámara a bajas temperaturas que pueden estar entre -0.6 y 0°C y que le permita tener una vida útil de 14 a 28 días, y a una humedad relativa de 95%. De esta manera, las bayas se logran conservar de 2 a 3 semanas sin verse afectada la calidad, teniendo en cuenta y evitando una ruptura de la cadena de frío. Asimismo, este periodo se puede prolongar hasta 60 días si se almacena en cámaras frigoríficas de atmósfera controlada (de 10 a 12% de CO₂ y 10% O₂). Por otro lado, los frutos para

industrial son almacenados en cámaras de congelación, donde permanecerán hasta el momento de su venta (INFOAGRO, s.f.).

La futa de arándano son los menos perecibles dentro del grupo de los berries, a pesar de que una de sus características es tener una vida postcosecha muy corta, el arándano de baya roja dura de 2 a 4 meses mientras que el de baya color azul tiene una vida útil 1 a 2 semanas como máximo (INTAGRI, 2017).

El almacenamiento y la conservación de la fruta se realiza para evitar o retardar el deterioro de la calidad como es el cambio de color, la pérdida de firmeza y cambios de sabor. La velocidad de la pérdida de calidad está relacionada con la temperatura. A temperaturas de 4°C y 5°C la fruta tiene una tasa respiratoria baja o moderada. La refrigeración es una técnica utilizada para reducir el deterioro postcosecha, la deshidratación y el desarrollo de enfermedades (García J. y García G., 2011).

Durómetro BAXLO

Los durómetros para frutas y hortalizas marcan BAXLO permiten hacer mediciones no destructivas de frutas blandas que no deban ser atravesadas ni dañadas. Usando el durómetro para frutas y hortalizas BAXLO obtendremos una indicación válida del periodo más oportuno para la cosecha de la fruta, así como del estado de maduración. Permite asimismo obtener una medida del estado de conservación frigorífica por medio del control de la evolución de la maduración. La característica principal del instrumento es su carácter no destructivo, lo que permite realizar mediciones donde el penetrómetro clásico, instrumento destructivo, dañaría la fruta (Ficha técnica, Baxlo precisión).

Especificaciones técnicas del durómetro

El rango de medición es de 0 a 100 unidades Shore, la resolución es 1 unidad Shore, el máximo error de medida es +/- 1 unidad Shore, sus dimensiones son 65x60x27 mm y el peso del instrumento es de 210 g. (Ficha técnica, Baxlo precisión)

Rangos de dureza en campo

- **No exportable**, las unidades Shore son <60 considerándose blando.
- **Exportable con riesgo**, entre 60 a 70 unidades Shore considerándose semiblando.
- **Exportable**, en unidades Shore son >70 considerados firmes o duros. (CAMPOSOL S.A.)

El silicio en la planta

La planta absorbe silicio como ácido monosilícico (H_4SiO_4), por fujo de masas se mueve vía xilema por medio de los transportadores y debido a la transpiración dirigida a la endodermis de las raíces y las hojas. Dentro de la célula ocurre la polimerización convirtiendo al ácido silicio en sílice insoluble ($SiO_2 \cdot nH_2O$) y se acumula en las áreas de máxima transpiración. Esto puede evitar la deficiencia hídrica ya que reduce la deshidratación por las hojas. Asimismo, la cutícula foliar adquiere resistencia mecánica (REDAGRICOLA, 2017).

El silicio a pesar de encontrarse hasta en un 28 % en la corteza terrestre no está disponible para las plantas. Las plantas lo puedan tomar a partir de sílice amorfo o dióxido de silicio (SiO_2). Para esto intervienen microorganismos, enzimas que la planta produce, ácidos orgánicos, etc. Para transformar al silicio en orto silícico (H_4SiO_4) o meta silícico (H_3SiO_3) para que las plantas lo

tomen y puedan ser transportados a los diferentes órganos. Contribuyendo a la mejora de sus defensas y fortaleciendo el espacio intercelular (ESTO ES AGRICULTURA, 2017).

El silicio cumple funciones importantes en la relación planta-ambiente, confiere resistencia contra adversidades climáticas, del suelo y biológicas. La resistencia al ante enfermedades aumenta debido a la formación de barreras mecánicas que otorga el silicio. La sílice amorfa acumulada en la capa epidérmica foliar sirve de barrera física evitando la penetración de patógenos y cumpliendo un papel similar al de la lignina. Además de activar genes intervienen en la producción de compuestos y sustancias metabólicas como enzimas y polifenoles promotoras de diferentes mecanismos de defensa de los vegetales (De lima, 2010).

El silicio se acumula en la pared celular de las plantas y otorgándole resistencia ante plagas y enfermedades, y tolerancia a sequías y toxicidad ocasionada por metales pesados. Asimismo, puede incrementar el rendimiento y la calidad de cosechas. La forma disponible el ácido monosilícico (H_4SiO_4), su disponibilidad y la cantidad de este compuesto depende de diferentes factores como el pH, el contenido de arcilla, materia orgánica, hierro y aluminio que forman parte de la composición del suelo (SMART, s.f.).

Producto Manvert Silikon

A. Características generales

Manvert Silikon es un inductor de defensa que contiene 36 % p/v de silicio en su composición. Su formulación favorece a obtener un mayor contenido de silicio en el tejido en sus diferentes formas, estableciendo una protección bioquímica y mecánica contra el ataque de

microorganismos patógenos. Así mismo ayuda a la colonización radicular por diferentes organismos como micorrizas, líquenes y bacterias, incrementando la fijación y la asimilación del nitrógeno y el fosforo. Otorga a la planta mayor resistencia a la alcalinidad y sequía.

B. Aplicaciones

Manvert Silikon favorece la mejor absorción de fósforo y hierro presente en suelo, por parte de la planta. Favorece al desarrollo radículas de los vegetales con ello mejora la adaptabilidad de estas al medio, les protege frente a periodos de estrés y potencia su desarrollo y crecimiento.

C. Dosis y modo de empleo

Manvert Silikon debe aplicarse a las dosis de 0,4 – 0,8 L/200L de agua, realizar de 2 a 4 aplicaciones durante el ciclo del cultivo, dependiendo de las exigencias del cultivo, puede aplicarse en cualquier momento del ciclo del cultivo, y especialmente en periodos de estrés y en aquellos en que la planta es más sensible al ataque de microorganismos patógenos.

Tabla 3*Dosis y modo de empleo*

CULTIVO	DOSIS (L/HA)	OBSERVACIONES
Arroz	1 a 2	Post macollamiento, en embuchado y espigado.
Papa	1 a 2	En fase vegetativa y al inicio de la tuberización.
Maíz	1 a 2	En fases vegetativas V7 has V9.
Cebolla	1 a 2	Inicio de llenado de bulbo.
Cítricos	2 a 4	Hasta dos aplicaciones después del llenado de fruto.
Vid	2 a 4	En fase vegetativa y en crecimiento de baya.
Granada	2 a 4	En fase vegetativa y en crecimiento de baya.
Solanáceas	2 a 4	En fase vegetativa y en crecimiento de baya.

Nota: Adaptado de Hortus S.A., 2019 (<https://www.hortus.com.pe/productos>) De dominio público.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

A. Población

Parcela de 70 plantas de arándano var. Biloxi de 2 años con distanciamientos de 0.6 metros entre plantas y 2.5 metros entre líneas. Altura promedio de 1.2 metros y ancho de 0.8 metros de canopia. De las 70 plantas, 40 son plantas experimentales correspondientes a tres tratamientos y un testigo (10 plantas cada uno) y 30 son plantas de las líneas separadoras. Cultivo de la Empresa Camposol S.A.

B. Muestra

Parcela con 70 plantas, un testigo y 3 tratamientos con 10 repeticiones (plantas), y tres líneas de cultivo separadoras entre tratamientos, de los cuales se tomaron las siguientes muestras: 5 bayas en la primera, segunda y tercera recolección para evaluación de fruta en campo (total, 15 bayas/planta). Asimismo, se tomaron las siguientes muestras: 25 bayas por planta para la primera, segunda, tercera, cuarta y quinta evaluación de fruta guardada en congelador (250 bayas/tratamiento, 50 bayas para cada evaluación). Las muestras de fruta fueron tomadas del tercio medio de la planta.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos y la técnica para la recolección de datos o evaluaciones fueron aplicadas para realizar una cosecha adecuada y evitar el exceso de manipuleo, contar con un acopio sombreado. Asimismo, se usó un durómetro, 20 clamshells para la recolección de muestras para guardar, y cartillas de evaluación para el registro de los datos (ver Anexos 1 y 2).

MÉTODOS

DISEÑO EXPERIMENTAL

Para verificar la hipótesis se empleó un diseño completamente al azar (DCA) de un testigo y 3 tratamientos, cada uno con diez repeticiones (plantas), donde se probó tres dosis de óxido de silicio que fueron aplicados en cuatro tiempos del desarrollo de las bayas. Los tratamientos y testigo estuvieron separados por una línea de cultivo para evitar el efecto deriva o cualquier tipo de contaminación entre tratamientos. Para el procesamiento y el análisis de los datos se usó el IBM SPSS 25. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y para la comparación de tratamientos se trabajó con las pruebas de Levene, Games Howell, Tukey, Pearson y Kolmogorov-Smirnov estando basado en la tasa de error. El croquis y la distribución de los tratamientos será de la siguiente manera:

- Tratamientos de 10 plantas (10 repeticiones) de 5.4 metros de longitud por 0.8 metros de ancho (0.4 m de canopia por lado).
- Lote de 40 plantas (30 tratadas y 10 testigos) de 5.4 metros de longitud por 15.0 metros de ancho correspondiente a 7 líneas (3 líneas tratadas, una línea testigo y 3 líneas separadoras).

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu_i + t_i + (\mu t)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

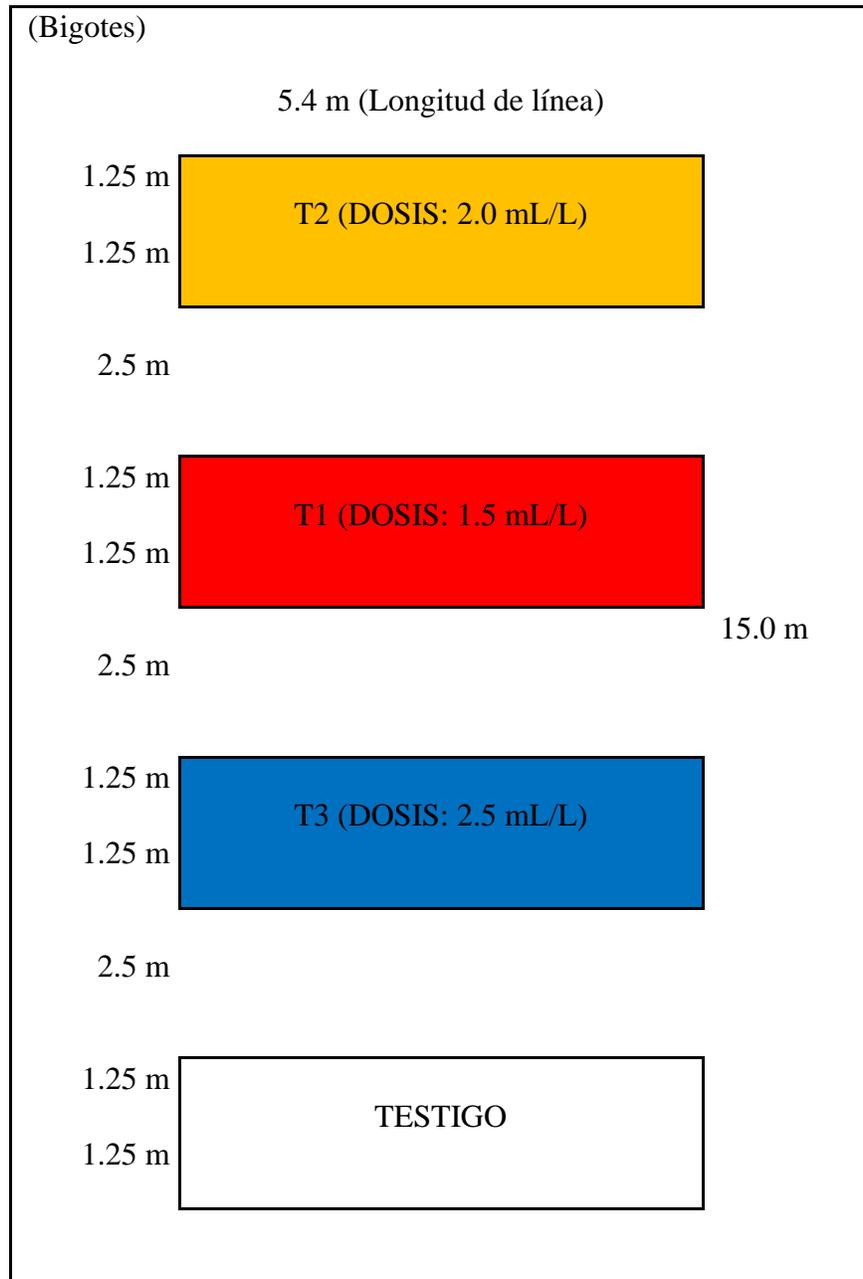
$i = 1,2,3,4$ tratamientos, siendo las 3 dosis (Silicio) y un testigo

$j = 1,2,3,4$ repeticiones

Donde Y_{ij} es el efecto de i -ésimo con la j -ésima repetición, siendo igual a μ_i la media general del experimento, más t_i el efecto del resultado del i -ésimo tratamiento, más el efecto de la interacción entre dosis y dureza, más el error experimental (Montgomery, 2004).

Figura 1.

Distribución de los tratamientos y el testigo



Nota. La figura indica que entre cada tratamiento y testigo habrá una línea de siembra separadora para evitar contaminación por deriva entre tratamientos. Tomado de Romero, 2020.

VARIABLES Y TRATAMIENTOS DE ESTUDIO

A. Variables independientes

Dosis de silicio Manvert Silikon (tratamientos y testigo).

Tabla 4

Tratamientos y dosis.

TRATAMIENTOS	DOSIS
Tratamiento 1	1.5 mL/1 L
Tratamiento 2	2.0 mL/1 L
Tratamiento 3	2.5 mL/1 L
Testigo	0

Nota: Romero, 2020.

B. Variables dependientes

Efecto de silicio sobre la dureza y la vida postcosecha del fruto del arándano.

- Dureza
- Vida postcosecha
- Contenido de silicio

El contenido de silicio será evaluado mediante análisis nutrimental en laboratorio antes y después de realizar las aplicaciones de los tratamientos en base a silicio.

MANEJO DEL ÁREA EXPERIMENTAL

- El trabajo de investigación se realizó en la empresa CAMPOSOL S.A. ubicada en el Km 497 Panamericana norte, donde se tiene la plantación de arándano convencional variedad biloxi de 2 años instalado con distanciamientos de 0.6 metros entre plantas y 2.5 metros entre líneas, con plantas de características uniformes y condiciones edafoclimáticas similares.
- Se tomó muestras de fruta y se realizó un análisis nutrimental en laboratorio para determinar el contenido de silicio, antes de iniciar con las aplicaciones de silicio. Se volvieron a tomar muestras de fruta al término de la cosecha y se realizó otro análisis nutrimental para determinar el contenido de silicio acumulado al final del tratamiento (Anexo 3 al 12).
- El manejo agronómico del cultivo fue ejecutado según el sistema de producción agrícola establecido por la empresa, las labores de campo (riego, fertirriego, fitosanidad, manejo hormonal, podas, etc.) fueron las mismas para los tratamientos y el testigo; solo se adicionarán las aplicaciones de óxido de silicio (tratamientos) según el cronograma de actividades.
- Se usó cintas de plástico (polietileno) de color rojo, amarillo, azul y blanco para marcar y codificar a las plantas tratadas y testigo. De las cuales, se tomaron muestras en cada cosecha

y fueron evaluadas teniendo los cuidados y las condiciones necesarias para evitar alteraciones sobre los resultados (Anexo 13).

- Se tomaron muestras al azar del tercio medio de la planta de la siguiente manera: Se tomaron cinco bayas por planta de cada tratamiento y testigo (Anexo 14). Se guardaron cinco clamshell que contengan 50 bayas de cada tratamiento y se evaluaron en cinco momentos (primera, segunda, tercera, cuarta y quinta evaluación) con frecuencia de cinco días. La primera evaluación se realizó a los 15 días de guarda el congelador.
- Los instrumentos y la técnica para la recolección de datos o evaluaciones serán aplicadas para realizar una cosecha adecuada y evitar el exceso de manipuleo, contar con un acopio sombreado. Asimismo, se usará un durómetro, 20 clamshells para la recolección de muestras para guarda, y cartillas de evaluación para el registro de los datos.

Tabla 5

Tratamientos y testigo en estudio

TRATAMIENTO	CLAVE	DESCRIPCIÓN	MOMENTO DE APLICACIÓN
Tratamiento 1	T1	1.5 mL/1 L	Fruto verde temprano
Tratamiento 2	T2	2.0 mL/1 L	15 días después
Tratamiento 3	T3	2.5 mL/1 L	30 días después
Testigo	T4	0	Fruto 75 % azul

Nota. La tabla 5 muestra las aplicaciones desde fruto verde temprano para los cuatro tratamientos en estudio como tratamiento 1, el segundo fue dada a los 15 días después de

la primera, el tercer fue realizada a los 15 días después de la segunda, y por último se aplicó a los 15 días después de la tercera. Recuperado de: Romero, 2020.

Tabla 6

Toma de muestras y análisis nutrimental

ANÁLISIS	MOMENTO	DESCRIPCIÓN
Análisis nutrimental 1	Antes de aplicar silicio	Fruto verde temprano
Análisis nutrimental 2	Después de aplicar silicio	Final de cosecha

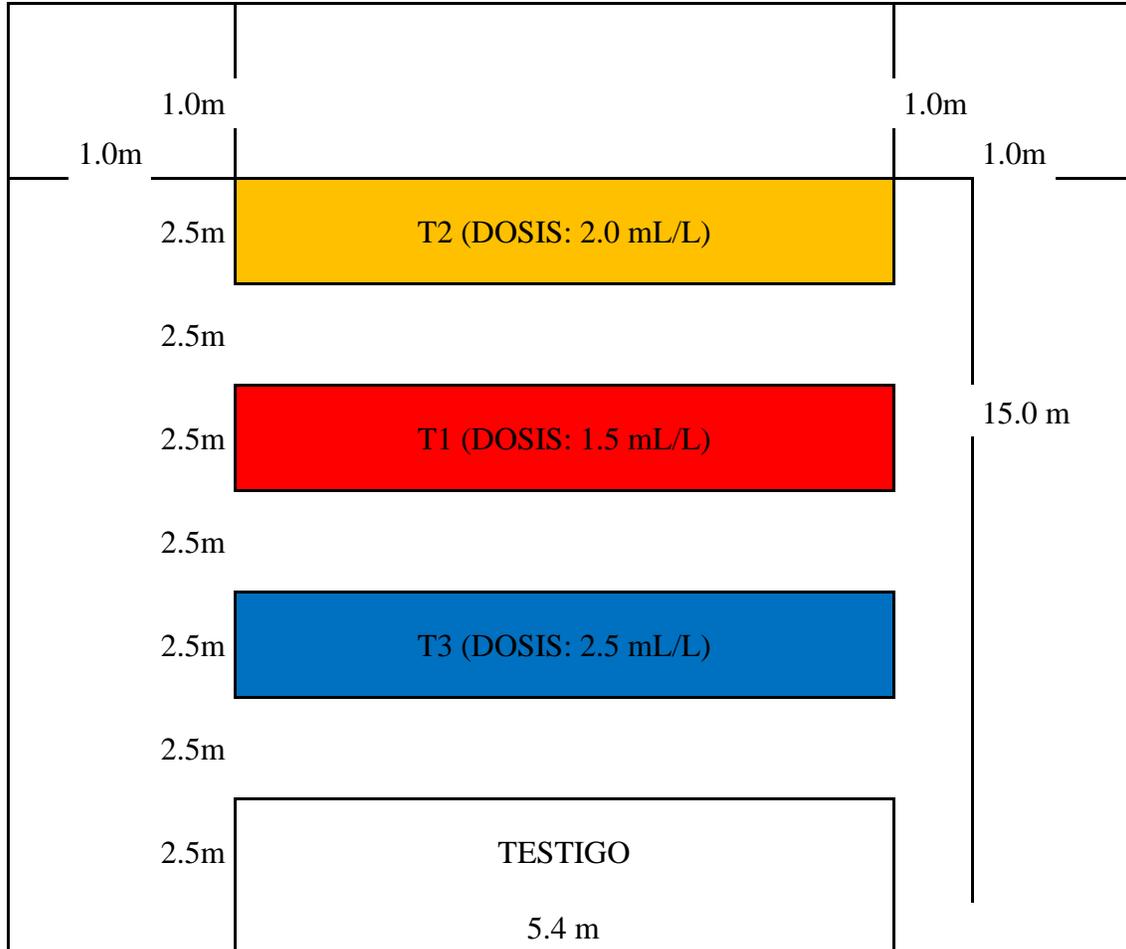
Nota. La tabla 6, indica la toma de muestras que se realizó previo inicio del trabajo de investigación, tomando frutas desde verde temprano hasta pintonas, según avance de maduración, la segunda toma de muestras fue dada al finalizar las aplicaciones en campo. Tomado de Romero, 2020.

Delimitación del área experimental

La parcela tuvo un área de 94.5 m² y estuvo delimitada por la población de plantas, los tratamientos y el testigo, y sus respectivas repeticiones. Asimismo, se consideró un metro para cada lado conforme se muestra en la siguiente imagen:

Figura 2

Delimitación del área experimental



Nota: En la figura 2 se indica la delimitación del área experimental. Tomado por Romero, 2020.

A. Características de la parcela

- Longitud de la línea : 5.4 m
- Distancia entre plantas : 0.6 m
- Distancia entre líneas : 2.5 m

- Ancho de la parcela : 15 m
- Altura de planta : 1.2 m
- Ancho de la planta : 0.8 m
- Área de la parcela : 81.0 m²
- N° plantas por parcela : 40

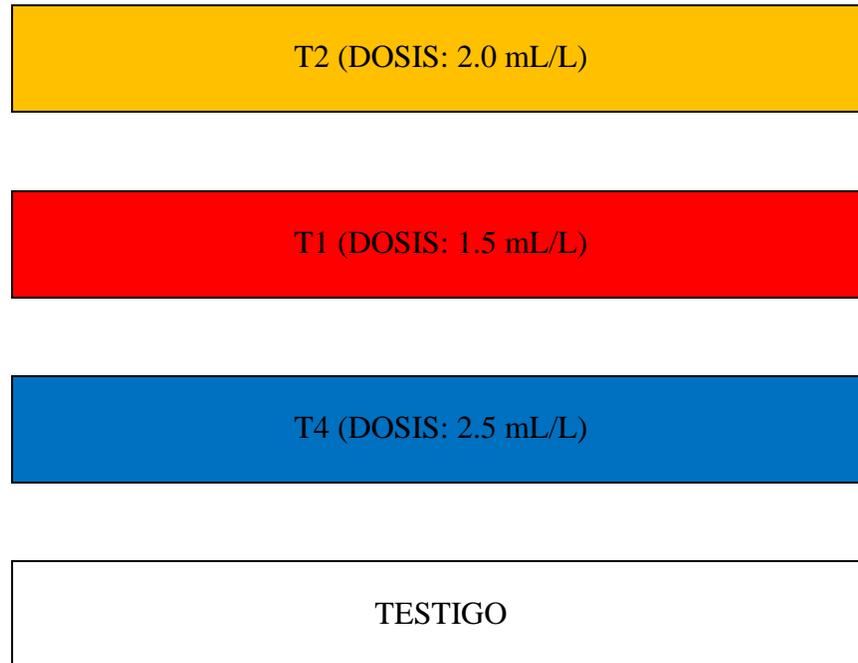
B. Características del tratamiento

- Longitud del tratamiento: 5.4 m
- Ancho del tratamiento : 0.8 m
- Área del tratamiento : 4.32 m²
- Plantas por tratamiento : 10 m

Croquis del campo

Figura 3

Croquis del área experimenta



Nota. La figura 3 representa el croquis del área experimenta. Tomado de Romero, 2020.

Aplicación de los tratamientos

Para la preparación del caldo de aplicación solo se usó oxido de silicio y agua considerando el pH del producto, según las condiciones ambientales se usó adherente con la finalidad de asegurar la penetración del producto al tejido vegetal. Las aplicaciones se ejecutaron con una bomba mochila a palanca con presión regulada a 3 bares.

El volumen de mojamiento (caldo de aplicación) requerido por el cultivo es de 1000 L/Ha. Se realizó 4 aplicaciones por tratamiento (Dosis, mL/L), cada aplicación en diferentes momentos del desarrollo de la baya. El cálculo de la dosis según volumen de mojamiento que se utilizó en cada aplicación y cada tratamiento, y la dosis total campaña se indica en la siguiente tabla:

Tabla 7

Dosis por tratamiento.

TRATAMIENTOS	DOSIS	CALDO/APLICACIÓN	DOSIS CAMPAÑA
Tratamiento 1	1.5 mL/1 L	2.25 mL/1.5 L	6 L/Ha
Tratamiento 2	2.0 mL/1 L	3.00 mL/1.5 L	8 L/Ha
Tratamiento 3	2.5 mL/1 L	3.75 mL/1.5 L	10 L/Ha
Testigo	0	0	0

Nota. El “caldo/aplicación” indica la dosis y el caldo usado por aplicación para cada tratamiento y la “dosis campaña” indica la dosis acumulada hasta la última aplicación. Tomado de Romero, 2020.

Elección del momento de la aplicación

Se realizó cuatro aplicaciones foliares de silicio, las cuales se ejecutaron en cuatro momentos diferentes del desarrollo de la baya (frecuencia de 15 días), iniciando la primera aplicación en estado de fruto verde temprano hasta el estado de fruto 75 por ciento azul. Asimismo, las evaluaciones para las aplicaciones se realizaron cada 15 días, siendo la primera evaluación el mismo día la primera aplicación (Anexo 15). Se consideraron características cualitativas y cuantitativas antes de la ejecución de cada aplicación:

Tabla 8

Momentos de aplicación

N°	APLICACIÓN	MOMENTO
1	Primera	Fruto verde temprano
2	Segunda	15 días después
3	Tercera	30 días después
4	Cuarta	Fruto 75 % azul

Nota. Esta tabla 8 se muestra los momentos de aplicación. Tomado por Romero, 2020.

A) Parámetros de la evaluación

Se tomaron muestras de fruta del campo experimental y se realizaron un análisis nutrimental en laboratorio antes de tratar con silicio y otro análisis nutrimental al final de la aplicación de los tratamientos con silicio (en la última cosecha) para determinar el contenido de silicio. Las muestras se tomaron del tercio medio de la planta y para las evaluaciones se usaron bolsas herméticas, potes de cosecha, clamshells para guardar (200g), un durómetro para medir la dureza de las bayas y un “congelador” para simular las condiciones de frío de una cámara frigorífica (-0.8 °C por 15, 20, 25, 30 y 35 días según cada muestra y evaluación). Se tomaron estas muestras y se evaluaron las variables en estudio en el momento de cosecha (dureza) y postcosecha (dureza y tiempo de vida). Para la evaluación de las variables en estudio se midieron los siguientes parámetros:

B) Contenido de silicio

Para evaluar el contenido de silicio en el fruto se tomaron muestras de los tratamientos y del testigo antes de la primera aplicación del silicio y en la última cosecha y para realizar un análisis nutrimental en laboratorio. Con los resultados de laboratorio se identificaron el contenido de silicio antes de iniciar los tratamientos y también el contenido de silicio acumulado al final en cada tratamiento. Finalmente, los resultados nutrimentales obtenidos fueron correlacionados con los resultados de los demás parámetros de evaluación. Determinar que correlación existe entre el contenido del silicio en la fruta con su dureza y con su vida postcosecha.

C) Dureza

Para evaluar esta variable se usó un durómetro y se midió la dureza de las bayas recién cosechadas. Se tomaron 5 bayas por planta (repetición) de cada tratamiento y del testigo (40 plantas total), dicha labor se realizó 3 veces en campo (recolección de cosecha). De igual manera se volvieron a evaluar la dureza de las bayas después de un periodo de guardada en el congelador (a condiciones de cámara frigorífica a $-0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$) y dicha labor se realizará en cinco momentos: La primera evaluación a los 15 DDC, la segunda evaluación a los 20 DDC, la tercera evaluación a los 25 DDC, la cuarta evaluación a los 30DDC y quinta y última evaluación a los 35 DDC (DDC: Días después de cosecha)

D) Vida postcosecha

Para determinar el periodo de la vida postcosecha se utilizaron muestras de 30 bayas por tratamiento y testigo contenidas en clamshells (5 bayas/planta), las cuales se evaluaron y descartaron, esta labor se repitió 5 veces (se usó un clamshell para cada evaluación de cada

tratamiento y testigo). En dicha evaluación se evaluó la dureza de la baya (unidades shore), la incidencia de hongos (%) y la necrosis de la baya (%). Con estos 3 indicadores se determinaron el comportamiento perecible de la fruta de cada tratamiento en cada evaluación para finalmente comparar los tratamientos y el testigo, también se correlacionó con las dosis y el contenido de silicio en fruta (Anexo 16).

E) Frecuencia de evaluación

Las actividades están divididas de la siguiente manera: La elección de la parcela y las aplicaciones de silicio que se realizaron con una frecuencia de 15 días después de la primera aplicación (4 aplicaciones). Las evaluaciones de fruta en campo se realizaron con una frecuencia de 10 días después de la primera evaluación. Las 2 primeras evaluaciones consistieron en monitorear la parcela y el desarrollo de los racimos marcados, y la última se realizó en la recolección de muestras o cosecha (3 evaluaciones de fruta en campo). Las evaluaciones de fruta guardada en congelador, se realizaron con una frecuencia de 5 días después de la primera evaluación, y la primera evaluación se realizó a los 15 días después de la cosecha (5 evaluaciones de fruta postcosecha). El procesamiento de datos, el análisis de resultados y la elaboración del informe se realizó desde que se obtengan los datos de la última evaluación hasta un periodo de 10 días. En la siguiente tabla se muestra a detalle las fechas de ejecución de cada actividad:

Tabla 9*Frecuencia de evaluación*

N°	ACTIVIDAD	DÍAS	FECHAS
1	Elección de la parcela.	25-Ene.	25/01/2021
2	1ra evaluación de fruta en campo.	ADA	28/01/2021
3	1ra. aplicación de silicio.	28-Ene.	28/01/2021
4	2da. aplicación de silicio.	15 DDA	12/02/2021
5	3ra. aplicación de silicio.	30 DDA	27/02/2021
6	2da. evaluación de fruta en campo.	15 DDA	12/02/2021
7	4ta. aplicación de silicio.	45 DDA	14/03/2021
8	3ra. evaluación de fruta en campo.	30 DDA	27/02/2021
9	4ta. evaluación de fruta en campo.	45 DDA	14/03/2021
10	1ra. evaluación de fruta postcosecha.	55 DDA	24/03/2021
11	2da. evaluación de fruta postcosecha.	60 DDA	29/03/2021
12	3ra. evaluación de fruta postcosecha.	65 DDA	03/04/2021
13	4ta. evaluación de fruta postcosecha	70 DDA	08/04/2021
14	5ta. evaluación de fruta postcosecha	75 DDA	12/04/2021
15	Procesamiento de datos.	82 DDA	19/04/2021
16	Análisis de resultados.	89 DDA	26/04/2021
17	Elaboración del informe.	97 DDA	04/05/2021

Nota. En la tabla 9, se muestra la Frecuencia de evaluación. Tomado de Romero, 2020.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El trabajo de investigación está redactado según las normas APA séptima edición y contara con la aprobación de la Universidad Nacional Del Santa para la ejecución experimental. Asimismo, cuenta con el permiso de la empresa Hortus S.A. para el uso de Manvert Silikon, todo lo anterior será documentado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3

Calendario aplicaciones silicio

	1ra aplicación	28/01/2021
15 dda	2da aplicación	12/02/2021
15 dda	3ra aplicación	27/02/2021
16 dda	4ta aplicación	15/03/2021

Nota. En la tabla 10, se evaluó el efecto de silicio aplicado en cuatro tiempos cada 15 días desde fruta verde temprana hasta fruta 75 % azul. Tomado de Romero, 2021.

Tabla 41

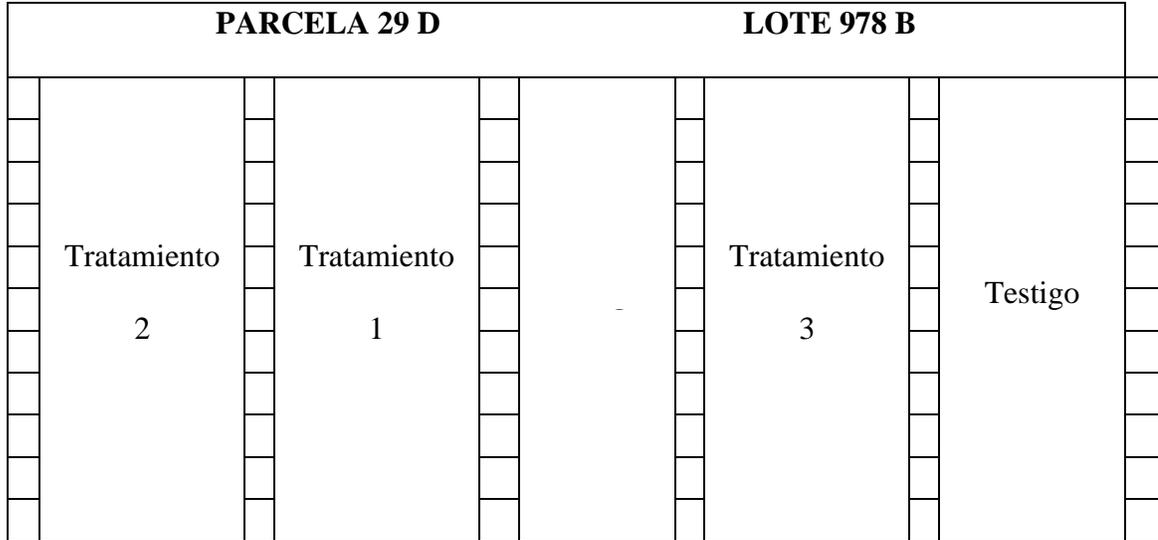
Tratamiento y dosis de agua

N° TRATAMIENTOS	DOSIS
Tratamiento 1: 1.5 ml/l de agua	30 ml/ 5 L de agua
Tratamiento 2: 2.0 ml/l de agua	40 ml/ 5 L de agua
Tratamiento 3: 2.5 ml/l de agua	50 ml/ 5 L de agua

Nota. En la tabla 11, se realizó el tratamiento y dosis de agua, con los siguientes calendarios de aplicación de silicio. Tomado de Romero, 2021.

Figura 4

Bosquejo de espacio de las parcelas



Nota. En la figura 4, se muestra un bosquejo de espacio de las parcelas. Tomado de Romero, 2021).

Esto siendo reflejado por los litros de dosis de agua respectiva:

Ante esto, el procesamiento de análisis de datos ADA, AD2A, AD3A y AD4A se realizó en el software IBM SPSS 25. Se evaluó la primera obtención de datos realizado antes de la primera aplicación sin silicio de fecha 28/01/2021 con los siguientes datos:

Tabla 5*Número de tratamientos con promedios en unidades Shore de campo ADA*

TRATAMIENTO 1 (1.5 mL)	TRATAMIENTO 2 (2.0 mL)	TRATAMIENTO 3 (2.5 mL)	TRATAMIENTO 4 (TESTIGO)
PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
70	70.5	74.5	71
63.5	65.5	75	76
65	65.5	77	75.5
65.5	73.5	73	69
69	71	78	72
66	73	74	75
68.5	72	71.5	74
73.5	73	74.5	75
63.5	77.5	75	74
64.5	75	76.5	72.5
67.5	74.5	73	70.5
74	75.5	78.5	75
69.5	76	74	78
71.5	77	75	76.5
72	71	75	78.5
69.5	75	75.5	74
73.5	74	77	71
71.5	75.5	75	74.5
71	76	75.5	72
71	75.5	75	71
71.5	76.5	73.5	76
74.5	72	75.5	74
77	73	74	76
71	74	69.5	77
74.5	72	74.5	72.5
77.5	74.5	72.5	73.5
82	71.5	78.5	74.5
74.5	71	75	75.5
76.5	75	79	72.5
71.5	72.5	73	78.5
73.5	74.5	75.5	75
75.5	74	79	78

71.5	74.5	76	72.5
80	75.5	72	75.5
71.5	74	76.5	74
69.5	73.5	78	78.5
76.5	73	73	72.5
73	72.5	73	75
70	72	75.5	76.5
70.5	73	74.5	75
77	75	71	75.5
72.5	74	75.5	77
72	71	76	74
75.5	75	77.5	78
74	74.5	76	76
74	73.5	77.5	80.5
72.5	75.5	74.5	78.5
77.5	74.5	73	79.5
75	71.5	74.5	76.5
72	74.5	74	71.5

Nota. Tomado por Romero, 2021.

Tabla 13*Numero de tratamientos con promedios en unidades Shore de campo A2DA*

TRATAMIENTO 1 (1.5 mL)	TRATAMIENTO 2 (2 mL)	TRATAMIENTO 3 (2.5 mL)	TRATAMIENTO 4 (TESTIGO)
PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
71.5	78.5	84	79
76.5	74.5	79.5	83
75	73.5	79.5	77
73	75	80.5	81
75	77	80.5	79.5
72.5	81	78.5	79.5
75	77	76	84
79.5	77.5	77.5	80.5
81	72.5	81.5	77
79.5	79.5	79	81
78	75	81	81
73	74.5	79	79.5
80.5	76.5	82	80.5
72	72	86	75
80	75.5	75	82.5
75.5	77.5	77	72
74.5	75	85.5	74.5
81	76.5	75	83
77.5	71.5	79	81
74.5	66.5	76.5	79
74	77.5	85	78.5
72	71.5	74.5	80
73.5	74.5	78	81
81.5	77.5	83	81
77	77.5	75	81
76.5	71.5	82	76
75.5	71.5	80.5	80.5
83	83	82	79
76.5	77.5	79.5	77.5
74	72	84	83
75.5	80	78.5	81
76.5	77.5	80	83.5
74.5	75.5	81	79.5

76.5	79.5	79	82.5
77.5	74.5	80.5	80
74.5	72.5	77	81.5
76.5	75	78	81
74.5	75	78.5	79
77	76	78	76
78	75.5	79	79
80	78	77.5	79
77	81.5	79.5	74
75	79.5	78.5	86
75	79	74.5	78
72	75	81.5	76.5
76	72.5	76.5	77.5
74	80.5	80	74.5
78	80.5	74	76
77.5	85	81.5	81
78	79	82.5	77.5

Nota. En la tabla 13, se muestra el resultado de la segunda evaluación, obtenido después de la primera aplicación con silicio, con fecha 12/02/2021. Adaptado SPSS 21 y Romero, 2021.

Tabla 14*Número de tratamientos con promedios en unidades Shore de campo AD3A*

TRATAMIENTO 1 (1.5 mL)	TRATAMIENTO 2 (2.0 mL)	TRATAMIENTO 3 (2.5 mL)	TRATAMIENTO 4 (TESTIGO)
PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
81.5	77	80.5	78.5
77.5	79	76.5	74
79	82.5	81	73
79.5	75	79	73
79.5	79.5	72.5	75.5
79.5	79	80.5	78.5
80	77.5	83.5	79
79.5	80.5	80.5	74.5
77	80.5	77	77
72	75.5	83.5	81.5
78.5	79	77.5	77.5
78	81	80.5	79
81.5	83	77	79
84.5	77.5	81.5	83
83.5	86	74.5	81
76	85.5	76	77.5
80	81	79.5	84.5
85	80	77	80.5
80	80	78	72.5
80	81	80.5	72
78	83	79	76
81	79.5	78	81
79.5	86	81.5	77
83	83	77.5	80.5
76.5	80.5	83.5	74.5
76	86	80.5	77.5
76	78.5	85	80.5
84	76.5	80	80.5
80	79.5	82.5	76
77.5	82	80.5	85.5
75	77.5	76	78
78	80	83.5	76
79.5	79.5	74.5	75

79	77	80	76
80	84	82	79
78	79.5	75	79
82	81	75	77.5
78	80	81	73.5
83	83.5	76.5	69.5
77	84	79.5	76
75	82	77.5	72
82	80	78	72.5
77.5	79.5	80.5	77
81.5	80	78.5	80
79	87	77	81.5
78	82	79	82.5
82.5	86.5	81	72
78	83	78	77.5
78.5	79	73.5	82
81	75	83	78

Nota. En la tabla 14, se obtuvo los siguientes datos de la tercera evaluación, después de la segunda aplicación con silicio de la segunda evaluación con fecha 12/02/2021. Tomado de Romero, 2021.

Tabla 15*Número de tratamientos con promedios en unidades Shore de campo AD4A*

TRATAMIENTO 1 (1.5)	TRATAMIENTO 2 (2.0 mL)	TRATAMIENTO 3 (2.5)	TRATAMIENTO 4 (TESTIGO)
PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
74.5	78	72	76.5
72.5	78.5	73.5	83.5
77.5	77	80.5	80
76.5	79.5	87.5	82
72	78	76	80.5
84	85	82.5	79
87	82	82.5	85
86.5	76	77	79.5
80.5	77	84.5	82.5
74	80	82.5	78.5
81	76	87.5	81
85	72.5	80	85
77.5	84.5	83	79.5
75.5	79.5	87.5	83.5
76.5	79	85.5	85.5
79	77.5	83	87
82	79	82	78.5
86	77.5	82	77.5
79	81.5	83	79.5
74	74.5	76	79
84.5	73.5	84	80
75.5	86	76	79
77.5	82.5	72	76
74	76	87	78
73	82	84	77
77.5	80	85	77
81.5	81.5	80	76
73	79	84.5	79
75	77.5	83	82
79.5	80.5	85.5	79
73	84.5	80.5	77.5
77	74.5	80.5	82
78	76	75	76.5

83	77	89.5	77.5
79	74.5	81	80
77	77.5	82	75.5
73	77	85	80.5
73	75.5	82	79.5
75	76	80	76
78	79	87	78
74	75	85.5	79
75	81.5	82.5	73.5
77	84.5	85.5	82
80	77.5	77.5	80
76	81.5	84	72
78	77.5	90	77.5
74.5	77	87	74
82.5	77.5	85	77
78.5	75	88	77.5
78	79	86	77

Nota. En la tabla 15, se muestra la cuarta evaluación, realizada después de la tercera aplicación con silicio de fecha 14/03/2021. Tomado de Romero, 2021.

Tabla 16*Dureza promedio del fruto en unidades Shore por tratamiento – cosecha*

TRATAMIENTO 1 (1.5 mL)	TRATAMIENTO 2 (2.0 mL)	TRATAMIENTO 3 (2.5 mL)	TRATAMIENTO 4 (TESTIGO)
PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO
74.5	78	72	76.5
72.5	78.5	73.5	83.5
77.5	77	80.5	80
76.5	79.5	87.5	82
72	78	76	80.5
84	85	82.5	79
87	82	82.5	85
86.5	76	77	79.5
80.5	77	84.5	82.5
74	80	82.5	78.5
81	76	87.5	81
85	72.5	80	85
77.5	84.5	83	79.5
75.5	79.5	87.5	83.5
76.5	79	85.5	85.5
79	77.5	83	87
82	79	82	78.5
86	77.5	82	77.5
79	81.5	83	79.5
74	74.5	76	79
84.5	73.5	84	80
75.5	86	76	79
77.5	82.5	72	76
74	76	87	78
73	82	84	77
77.5	80	85	77
81.5	81.5	80	76
73	79	84.5	79
75	77.5	83	82
79.5	80.5	85.5	79
73	84.5	80.5	77.5
77	74.5	80.5	82
78	76	75	76.5

83	77	89.5	77.5
79	74.5	81	80
77	77.5	82	75.5
73	77	85	80.5
73	75.5	82	79.5
75	76	80	76
78	79	87	78
74	75	85.5	79
75	81.5	82.5	73.5
77	84.5	85.5	82
80	77.5	77.5	80
76	81.5	84	72
78	77.5	90	77.5
74.5	77	87	74
82.5	77.5	85	77
78.5	75	88	77.5
78	79	86	77

Nota. En la tabla 16, se evidencia los resultados de dureza del Fruto – cosecha. Elaboración propia.

Tabla 17*Dureza de fruto postcosecha (congelador) en unidades Shore- tratamiento 01*

TRATAMIENTO 1					
(1.5 mL)					
N° BAYAS	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
1	75	78	75	78	78
2	71	78	78	78	75
3	73	71	73	75	82
4	81	73	77	77	80
5	78	71	74	79	79.5
6	76	70	82	81	76.5
7	77	68	79	76	68
8	73	75	76.5	73	67
9	73	75	81	70	74
10	75	73	80	72	71
11	78	71	75	71	75
12	79	70	75	71	73
13	78	70	72	70.5	74
14	75	80	76	72.5	73
15	82	76	77	76	80
16	80	77	78	73	75
17	79.5	74	78	72	73
18	76.5	72	72	78	71
19	76	78	74	73.5	70
20	79	78	79	79	70
21	77.5	75	80	78	80
22	79	77	77	73	68
23	81	79	75	71	73
24	80	81	78	70	71
25	75	76	74	74	71.5
26	78	78	76	75.5	77
27	73	81	76	78	72
28	77	69	77	79	70
29	74	75	79	69.5	70.5
30	82	72	73	67	72
31	79	70.5	78	72	73
32	76.5	72.5	74	71	73.5
33	80	73.5	81	73	68
34	80	75	75	73	75

35	73	78	78	72	69
36	70	74	79	69	75
37	74.5	76	82	68	78
38	79	76	72	67.5	74
39	76	80.5	69	68	76
40	75.5	81.5	67	79	76
41	81.5	79	70	74	77
42	80	78	71	70	79
43	72	73	68	78	67.5
44	76	71	68	73	78
45	78	70	70	77	79
46	74	72.5	75	74	78
47	77	72.5	72	82	75
48	73	77	70.5	79	73
49	70	79	72.5	70	70
50	78	80.5	72	70	69

Nota. En la tabla 17, se evidencia la muestra de dureza de fruto postcosecha- tratamiento 01.

Elaboración propia

Tabla 18*Dureza de fruto postcosecha (congelador) en unidades Shore- tratamiento 02*

TRATAMIENTO 2					
(2.0 mL)					
N° BAYAS	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
1	77	78	83	76	75
2	78	75	79	79	74
3	76	73	75	77	78
4	82	79.5	77	72	76.5
5	84.5	82	77.5	80	78
6	80	75	79	72	79
7	77	74	74	74	80
8	79	78	76	74	83
9	75	76.5	79.5	73	76
10	74	78	81	78	79
11	73.5	79	76	75	77
12	82	79	73	74.5	73
13	80	79	78	76	69
14	77	83.5	77	76	78
15	78	78.5	77	72	70
16	73	77	75	78	73
17	75	77	78	75	75
18	74	79	80	79	80.5
19	78	74	80.5	79	75
20	76.5	78	74	73	75
21	78	75	69	70	79
22	79	79	72	75	73
23	80.5	79	70	82	75
24	75	74	70.5	76	74
25	75	75	73	71	74
26	79	75	71	75	72.5
27	77	78	72	74	79
28	72	82	70	78	77
29	80	81.5	78	76.5	78
30	79.5	79.5	75	78	76
31	75	82	79	79	76
32	77	80.5	79	77	79
33	76	78	73	80	77
34	81.5	77	80	72	72

35	80	77	77	75	75
36	79	81	78	73	77
37	74	80	73	75	76
38	76	83	75	75	68
39	77	76	74	78	72
40	77	79	79	79	76
41	78	77	77.5	75	79
42	75	72	78	79	80
43	79	82	81	81	79
44	79	80	80.5	80	73
45	73	75	77	78	80
46	76	75	79	76.5	77
47	80	78	74	78	81.5
48	78	75	72.5	79	79
49	79	77	80	80.5	81
50	79	77	79	81	78

Nota. En la tabla 18, se evidencia la muestra de Dureza obtenida del fruto postcosecha-tratamiento 02. Elaboración propia.

Tabla 19*Dureza de fruto postcosecha (congelador) en unidades Shore- tratamiento 03*

TRATAMIENTO 3					
(2.5 mL)					
N° BAYAS	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
1	80	79	77	79.5	83
2	82	77	82	78	80
3	83	79	75	82	79
4	79	79	78	85	77
5	77.5	81	79	80	73
6	75.5	75	74	80.5	78
7	77	82	76	87	76
8	79	72	77	79	80
9	82	78	76.5	78.5	78
10	80.5	74	78	79	85
11	76	81	76	81	77
12	78	83	77	80	76
13	76	79	79	83	73
14	79	79.5	79	83	70
15	73	74	80	86	79
16	75	77	81.5	79	78
17	74	76	84.5	78	77
18	75	80	80	74	77
19	85	79	80	76	79
20	84	84	79	82.5	83
21	80	77	79	80	76.5
22	75	78	79	85	77
23	78	73	75	80.5	74.5
24	79	75	76	81	79
25	76	78	77	79	78
26	79.5	78.5	79	78	80
27	80	82	78.5	77	81
28	83	76	80.5	74	80.5
29	83	85	86	77	76
30	79	78	76	77	78
31	78	79	79	78	76
32	85	76	78	73	79
33	81	77	74	80	81
34	76	77.5	73	80.5	84

35	77	72	76	75	86
36	76	75	79	77	80
37	79	79	78	79	82
38	79.5	78	77	81	81
39	80	76	72	75	80
40	82	77	71	82	78.5
41	82	82	78	72	77.5
42	77	84	89	79	77.5
43	79	74	74	79	70
44	79	76	76	79	79
45	83	76	76	82.5	78
46	82	78	73	80	75
47	78	74	75	80	76
48	77	86	75	82	77
49	77	74	76	76	76
50	80	74	78	77	76

Nota. En la tabla 19, se evidencia la muestra de Dureza obtenida del fruto en postcosecha-tratamiento 03. Elaboración propia

Tabla 20*Dureza de fruto postcosecha (congelador) en unidades Shore- tratamiento 04*

TRATAMIENTO					
4 (Testigo)					
N° BAYAS	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
1	79	70	73	72.5	80
2	79	73	70	74	74
3	84	72	71	78	70
4	79	71	75	73	70.5
5	80	74	70.5	80	73
6	79.5	78	72	75	73.5
7	82	71	74	70	71
8	74	70	73	75	81
9	87	76	76	72	72
10	80.5	70	72	73	70.5
11	83.5	72.5	70	70	73
12	83.5	70.5	73	71.5	73
13	73	81	74	70.5	70
14	70	70.5	71	70	73
15	74	77	73	77.5	73
16	72	71	71	75	72.5
17	70	70	73	72	70
18	71.5	71	70	74	72
19	74	72	71.5	70	73.5
20	80	70.5	70.5	72	70
21	74	73.5	80	73	72
22	74	73	70.5	71.5	71
23	75	71	75	70	73
24	72	73	70	69	72.5
25	70	70	69	72	72
26	76	73.5	70.5	71.5	70
27	77	70	68.5	73	74.5
28	75	75	70	72	76
29	75	72.5	71	70	71
30	79	72	73	78	70
31	78	74	70.5	71	72.5
32	76	70	70	72	73
33	80	72	72	70	72
34	71	72	75	72	70.5

35	73.5	70.5	72.5	72	73
36	75.5	70	71	77	73
37	78	72	70	74	72
38	72	73	74	73.5	77
39	73	70	71.5	80	70
40	73.5	71	72.5	69.5	70
41	77	78	71	71	70.5
42	77	69	70	70	71
43	74	70	70	70	70
44	75	72	74	80	71.5
45	71	80.5	71	71	74
46	72.5	70.5	73	72	71.5
47	72	79	74	70.5	77
48	73	70	77	73.5	71
49	74	72	70.5	70.5	79
50	71.5	72.5	70	73	70

Nota. En la tabla 20, se evidencia la muestra de la Dureza obtenida del fruto en postcosecha-tratamiento 04. Elaboración propia

Se precisarán los resultados en base a los objetivos de investigación planteados:

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Evaluar el efecto de silicio aplicado en cuatro tiempos cada 15 días desde fruta verde temprana hasta fruta 75 % azul.

Para realizar un análisis eficiente de los efectos de silicio respecto al tiempo de cosecha y la aplicación de los tratamientos, se debe encontrar si existen diferencias significativas entre los grupos determinados, para ello, se hace uso del Análisis de varianza.

Prueba de hipótesis del ANOVA:

Ho: No se encuentran efectos significativos en el silicio de las frutas con respecto al tiempo de cosecha y la aplicación de los tratamientos.

Ha: Existen efectos significativos en el silicio de las frutas con respecto al tiempo de cosecha y la aplicación de los tratamientos.

Significancia: 0.05.

Tabla 21

ANOVA para precisar los efectos de silicio en cuanto al tiempo de cosecha y los tratamientos aplicados.

		Suma de	gl	Media	F	Sig.
		cuadrados		cuadrática		
Tiempos de cosecha	Entre grupos	4003,684	3	1334,561	112,269	,000
	Dentro de grupos	9462,205	796	11,887		
	Total	13465,889	799			
Tratamientos	Entre grupos	718,851	3	239,617	14,963	,000
	Dentro de grupos	127474,037	796	16,014		
	Total	13465,889	799			

Nota. Elaboración propia

Decisión: Ambos valores de significancia son menores a 0,05, por lo que, se rechaza la H_0 .

Conclusión: Existen diferencias significativas con respecto a las aplicaciones en las cosechas y por lo menos un tratamiento causa efectos sobresalientes.

En cuanto a los resultados obtenidos, los tiempos de cosecha o de campo han sido acertados precisando efectos, pues han logrado establecer diferencias en cada cosecha analizada; por otro lado, según los tratamientos se encuentran diferencias significativas, por lo que, se garantiza que por lo menos un tratamiento causa efectos sobresalientes en la dureza de los frutos. Se aplicará una

prueba de homogeneidad de varianzas para determinar la prueba estadística que garantice cuál de los tratamientos y en qué tiempo de aplicación de cosecha se obtienen mejores resultados.

Hipótesis de la prueba Levene:

Ho: La varianzas de la dureza de las frutas con respecto al tiempo de cosecha y los tratamientos son iguales.

Ha: La varianzas de la dureza de las frutas con respecto al tiempo de cosecha y los tratamientos son diferentes.

Significancia: 0,05.

Tabla 22

Prueba de Levene para determinar la homogeneidad de varianzas del tiempo de cosecha y los efectos de los tratamientos.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Tiempo de cosecha	9,453	3	796	,000
Tratamientos	2,365	3	796	,070

Nota. Elaboración propia

Decisión: Como el valor de significancia del tiempo de cosecha es menor a 0,05, se rechaza Ho; por otro lado, en cuanto a los tratamientos, no es significativo por lo que, si hay homogeneidad de varianzas.

Conclusión: En vista de no haber homogeneidad de varianza para el tiempo de cosecha se aplicará la prueba Games -Howell y para evaluar el efecto de los tratamientos en la cosecha se aplicará la prueba Tukey.

Se procederá a presentar los resultados con la prueba Games-Howell, respecto al tiempo de cosecha.

Hipótesis de la prueba Games-Howell:

Ho: No existe diferencia significativa entre el primer tiempo de cosecha (i) y el segundo tiempo de cosecha (j).

Ha: Existe diferencia significativa entre el primer tiempo de cosecha (i) y el segundo tiempo de cosecha (j).

Significancia: 0,05.

Tabla 63*Comparaciones de evaluaciones en cosecha para establecer la cantidad de silicio en los frutos.*

(I) COSECHA	(J) COSECHA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
	AD2A	-3,96500*	,32234	,000
ADA	AD3A	-5,28000*	,31402	,000
	AD4A	-5,64000*	,35980	,000
	ADA	3,96500*	,32234	,000
AD2A	AD3A	-1,31500*	,32908	,000
	AD4A	-1,67500*	,37301	,000
	ADA	5,28000*	,31402	,000
AD3A	AD2A	1,31500*	,32908	,000
	AD4A	-,36000	,36585	,759
	ADA	5,64000*	,35980	,000
AD4A	AD2A	1,67500*	,37301	,000
	AD3A	,36000	,36585	,759

Nota. Elaboración propia

Decisión: En cuanto a los valores de significancia se observa que entre las cosechas AD3A y AD4A, no existe diferencia significativa, como si existe entre las demás combinaciones. Pero no es suficiente para determinar el mejor escenario de cosecha, con la mejor aplicación de silicio.

Conclusión: Si se observa las diferencias entre las medias, la dureza de las frutas es mayor en las cosechas AD3A y AD4A, por lo que, en ambos momentos se obtuvieron los mejores resultados de dureza, entre los dos tratamientos hay una diferencia de 0.36 superior en la AD4A, pero es insuficiente para calificarla como la mejor aplicación según la cosecha.

Se procederá a presentar los resultados con la prueba Tukey, respecto al efecto de los tratamientos.

Hipótesis de la prueba Tukey:

Ho: No existe diferencia significativa entre el primer tratamiento (i) y el segundo tratamiento (j).

Ha: Existe diferencia significativa entre el primer tratamiento (i) y el segundo tratamiento (j).

Significancia: 0,05.

Tabla 24*Comparaciones de los tratamientos para establecer la cantidad de silicio en las frutas.*

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
	T_2	-,88000	,40017	,124
T_1	T_3	-2,62250*	,40017	,000
	T_4	-1,37250*	,40017	,004
	T_1	,88000	,40017	,124
T_2	T_3	-1,74250*	,40017	,000
	T_4	-,49250	,40017	,607
	T_1	2,62250*	,40017	,000
T_3	T_2	1,74250*	,40017	,000
	T_4	1,25000*	,40017	,010
	T_1	1,37250*	,40017	,004
T_4	T_2	,49250	,40017	,607
	T_3	-1,25000*	,40017	,010

Nota. Elaboración propia.

Decisión: Analizando la dureza en el momento de las cosechas según los valores de significancia, el tratamiento 3 tiene diferencia significativa respecto a los demás tratamientos.

Conclusión: El tratamiento 3 presenta mayor dureza en los frutos, por lo que, es el ideal, para incrementar la firmeza y vida postcosecha, en dureza es superior al tratamiento 1 en 2.63 puntos, superior al tratamiento 2 en 1.74 puntos y 1.25 puntos superior al tratamiento 4.

Determinar el contenido de silicio en el fruto mediante un análisis de laboratorio antes y después de la aplicación del silicio.

Tabla 275

Resultado de análisis de laboratorio antes de la aplicación de silicio

N°	Parámetro	Código	Resultado	Unidad
1	Silicio	MF-A01	664	mg/kg
2		MH-A01	6571	

Nota. Tomado de AGQ Labs Perú, 2021.

Luego, se obtuvo la siguiente información después de la aplicación del silicio mediante un análisis de laboratorio:

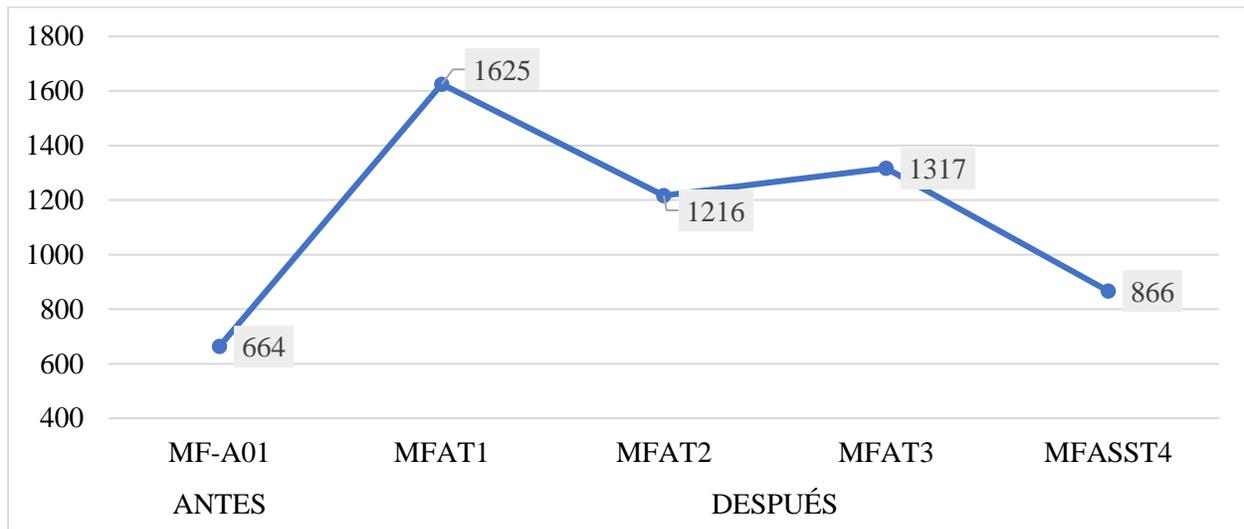
Tabla 26*Resultado de análisis de laboratorio después de la aplicación de silicio*

N°	Parámetro	Código	Resultado	Unidad
1		MFAT1	1625	mg/kg
2		MFAT2	1216	
3		MFAT3	1317	
4	Silicio	MFASST4	866	
5		MHAT1	8270	
6		MHAT2	6177	
7		MHAT3	10237	
8		MHASST4	8622	

Nota. Tomado de AGQ Labs Perú, 2021.

Figura 5.

Contenido de silicio en el fruto mediante un análisis de laboratorio antes y después de la aplicación del silicio en los frutos.

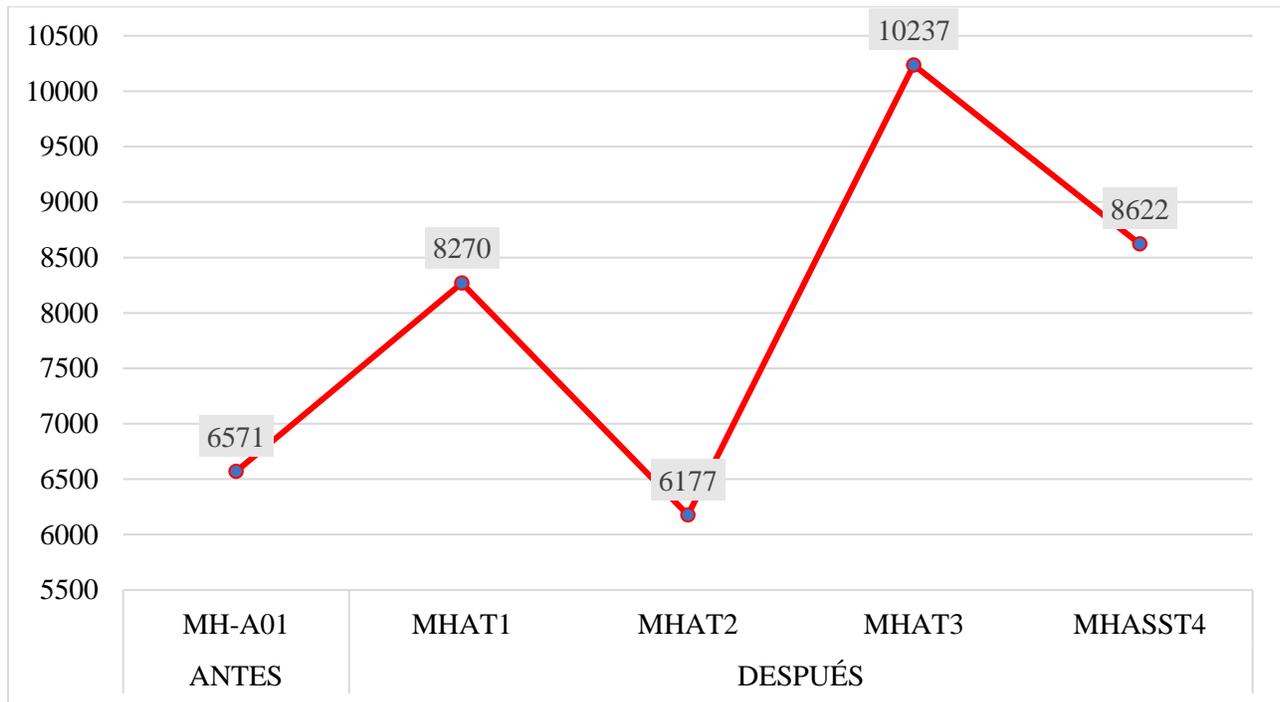


Nota. Elaboración propia.

Según la gráfica con las aplicaciones realizadas, el contenido de silicio en fruta ha incrementado, teniendo una mayor firmeza en el tratamiento 1, con 1625 mg/kg.

Figura 6.

Contenido de silicio en el fruto mediante un análisis de laboratorio antes y después de la aplicación de silicio en las hojas

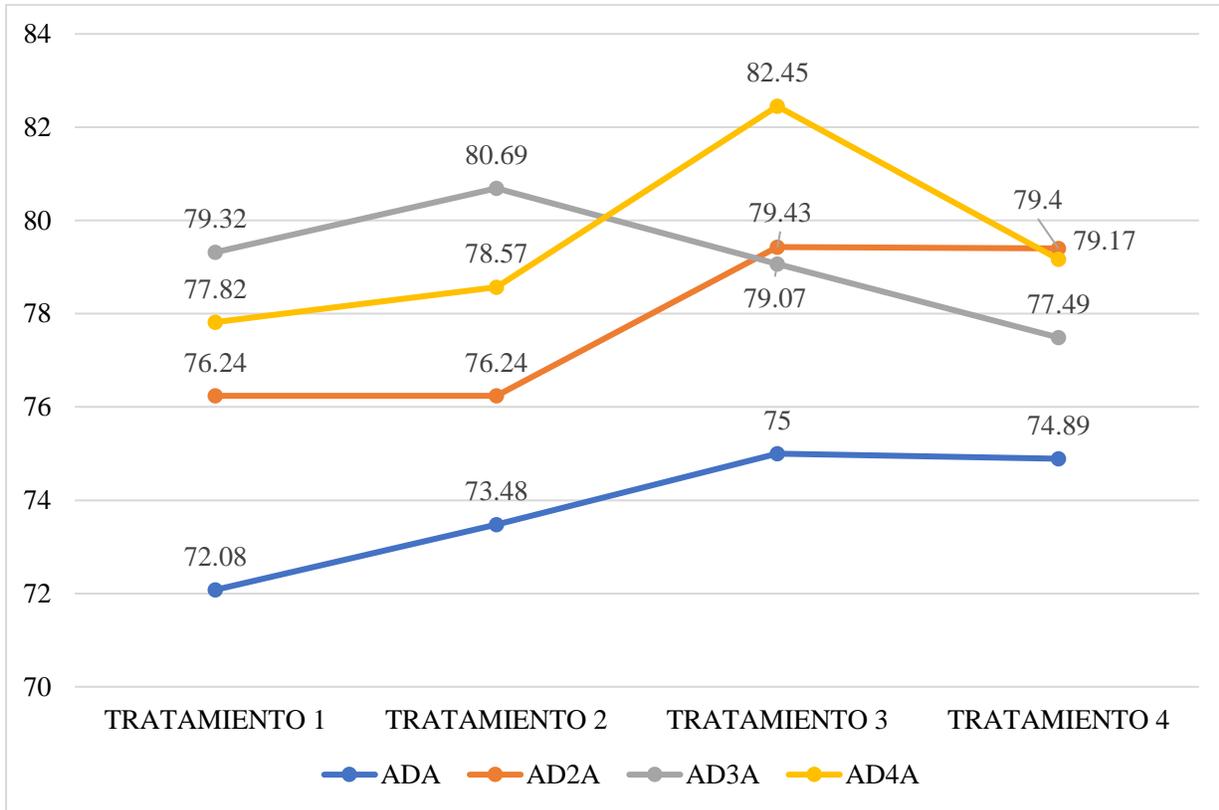


Nota. Elaboración propia.

En cuanto a los resultados de muestra de hojas, el tratamiento con mayor contenido de silicio es el tercero, pues tuvo 10 237 mg/kg, respecto a los demás tratamientos.

Figura 7.

Dureza del fruto en cosecha (campo) según los tratamientos aplicados.



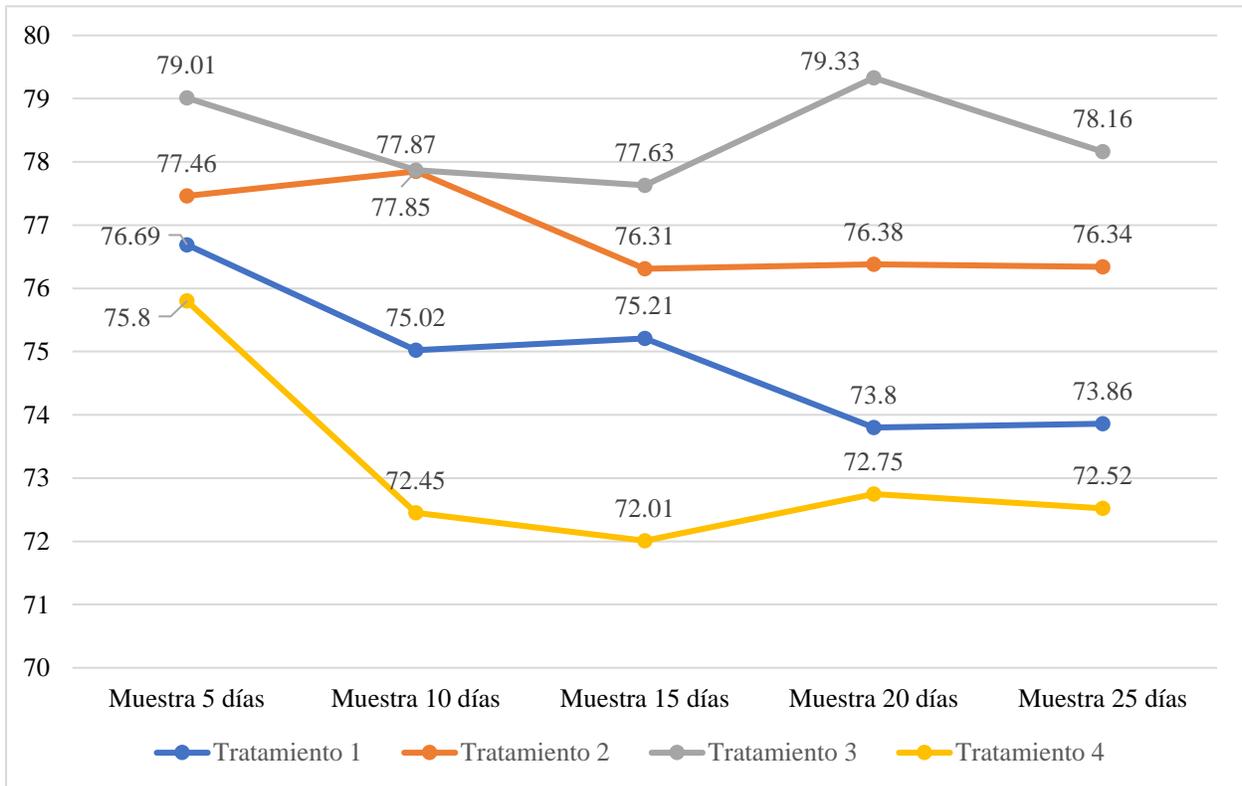
Nota. Elaboración propia.

Tal como se observa, en la ADA, los valores de dureza son muy bajos pues esta cosecha no recibió ningún tipo de tratamiento con base a silicio, es decir los tratamientos aplicados lograron resultados satisfactorios. También se precisa que el tratamiento 3 logró los mejores resultados en la mayoría de cosechas referenciadas, lo que indica que su composición es significativa para el incremento de firmeza de los frutos.

Estimar la vida postcosecha y la dureza del fruto en cosecha y postcosecha mediante el uso de un congelador y un durómetro.

Figura 8.

Tiempo de vida (postcosecha) del fruto en unidades Shore por tratamiento.



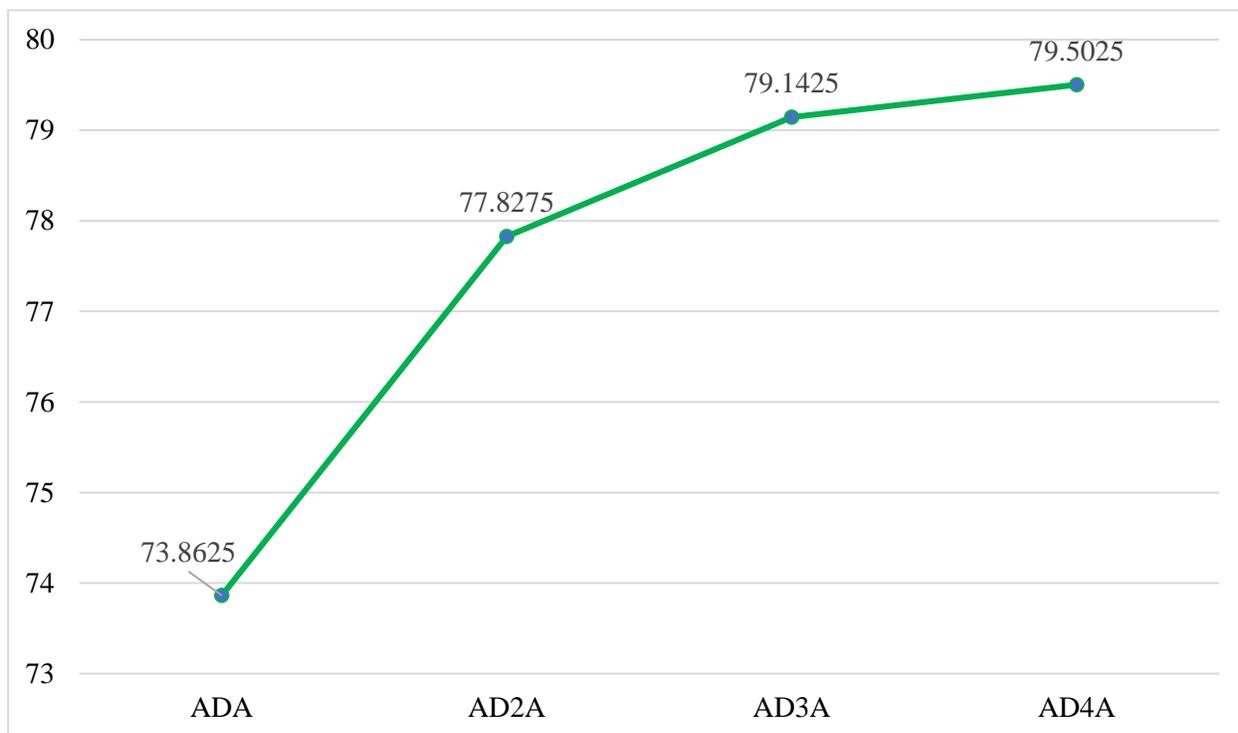
Nota: Elaboración propia.

Según lo observado, las muestras de dureza después de 25 días son menores a las iniciales, pero no hay mucha diferencia, lo que permite precisar que la aplicación de silicio reduce la percibibilidad de la fruta respecto al tiempo. En cuanto al Tratamiento 4 que en este caso es la muestra testigo, cae más de tres puntos su dureza, mientras que con el tratamiento 2 y 3, la dureza solo cae un punto (unidades Shore), lo que garantiza que la fruta tenga una esperanza de vida de

25 días. En cada periodo de evaluación, el tratamiento 3 es quien muestra menor pérdida de dureza (menos perecible) respecto a los demás tratamientos.

Figura 9.

Dureza del fruto según evaluaciones en campo durante las fechas propuestas (cada 15 días).

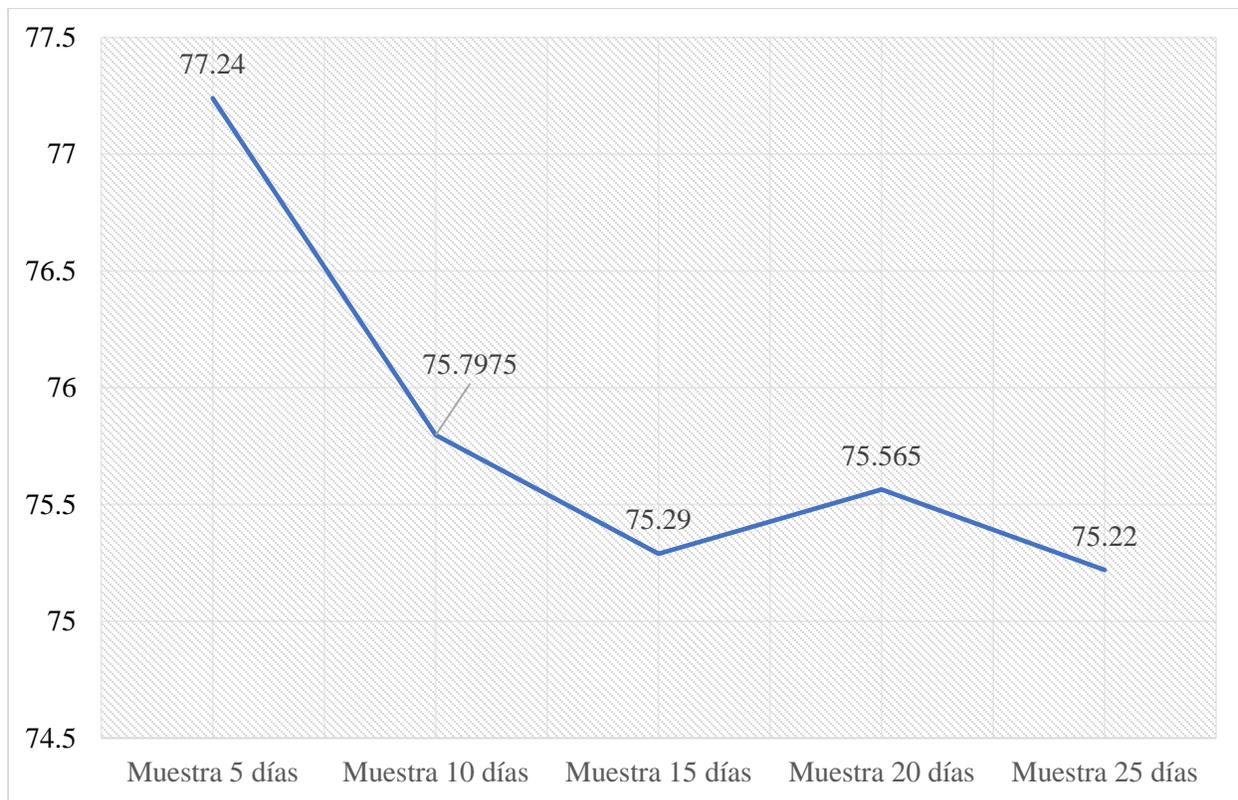


Fuente: elaboración propia.

La cosecha ADA que no recibió intervención en cuanto al silicio, precisa una dureza promedio de 73.86 unidades Shore, la cosecha AD2A presenta una dureza de 77.83 unidades shore, casi 4 puntos más; en cuanto a la cosecha AD3A describe una dureza de 79.14 unidades Shore, casi 6 puntos más que la cosecha 1; finalmente, con la cosecha AD4A, se encontró una dureza de 79.50 unidades Shore, siendo esta cosecha la que presentó mayor dureza de la fruta, pero sin precisar grandes diferencias respecto al AD3A.

Figura 10.

Dureza del fruto en postcosecha (congelador) según fechas propuestas (cada 5 días)



Nota: Elaboración propia.

Referenciando ahora la cantidad de dureza respecto al tiempo postcosecha, pasado 5 días la dureza es de 77.24 unidades shore, al cabo de 10 días es 75.80, después de 15 días es 75.29, pasado 20 días la dureza es 75.57 unidades shore y el después de 25 días se precisa una dureza promedio de 75.22 unidades shore, es decir, después de 25 días dureza disminuye 2 unidades shore en promedio, con la ayuda de las intervenciones precisadas.

Para determinar si existen efectos de las dosis primero aplicamos un ANOVA, prueba estadística capaz de determinar efectos de intervenciones en base a los tiempos y comparaciones

de tratamientos, para el caso nos encontramos en la fase postcosecha y se evaluará cuál fue el efecto de las dosis sobre la dureza.

Prueba de hipótesis del ANOVA:

Ho: No se encuentran efectos significativos del silicio en las frutas con respecto al tiempo de postcosecha y la aplicación de los tratamientos.

Ha: Existen efectos significativos del silicio en las frutas con respecto al tiempo de postcosecha y la aplicación de los tratamientos.

Significancia: 0.05.

Tabla 27

ANOVA para precisar los efectos de silicio en cuanto al tiempo de postcosecha y los tratamientos aplicados.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Postcosecha	Entre grupos	544,560	4	136,140	9,314	,000
	Dentro de grupos	14543,684	995	14,617		
	Total	15088,244	999			
Tratamientos	Entre grupos	3984,423	3	1328,141	119,133	,000
	Dentro de grupos	11103,821	996	11,148		
	Total	15088,244	999			

Nota: Elaboración propia.

Discusión: En vista de que los p-valores son menores a 0,05 se decide rechazar la Ho.

Conclusión: Existen diferencias entre la dureza de las frutas en postcosechas, lo que implica que los tratamientos han funcionado, se procederá a aplicar la prueba de homogeneidad de varianzas para establecer la prueba de comparaciones de medias, para precisar el mejor tratamiento.

Hipótesis de la prueba Levene:

Ho: La varianza de la dureza de los frutos con respecto al tiempo de postcosecha y los tratamientos son iguales.

Ha: La varianza de la dureza de los frutos con respecto al tiempo de postcosecha y los tratamientos son diferentes.

Significancia: 0.05

Tabla 28

Prueba de Levene para determinar la homogeneidad de varianzas del tiempo de postcosecha y los efectos de los tratamientos aplicados.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Postcosecha	3,360	4	995	,010
Tratamientos	8,106	3	996	,000

Nota: Elaboración propia.

Decisión: En ambos casos se precisa un valor de significancia menor a 0,05 por lo que, se rechaza la homogeneidad de varianzas.

Conclusión: En vista de los resultados, para la comparación de medias se utilizará la prueba de Games – Howell.

Hipótesis de la prueba Games – Howell:

Ho: No existe diferencia significativa entre la dureza de los frutos evaluados en el primer tiempo de postcosecha (i) y el segundo tiempo de postcosecha (j).

Ha: Existe diferencia significativa entre la dureza de los frutos evaluados en el primer tiempo de cosecha (i) y el segundo tiempo de postcosecha (j).

Significancia: 0,05.

Tabla 29*Comparaciones de las muestras de postcosecha para precisar la dureza de las frutas.*

(I) muestra	(J) muestra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
M_1	M_2	1,44250*	,36411	,001
	M_3	1,95000*	,36219	,000
	M_4	1,67500*	,37653	,000
	M_5	2,02000*	,36632	,000
M_2	M_1	-1,44250*	,36411	,001
	M_3	,50750	,38413	,678
	M_4	,23250	,39768	,977
	M_5	,57750	,38802	,571
M_3	M_1	-1,95000*	,36219	,000
	M_2	-,50750	,38413	,678
	M_4	-,27500	,39592	,958
	M_5	,07000	,38623	1,000
M_4	M_1	-1,67500*	,37653	,000
	M_2	-,23250	,39768	,977
	M_3	,27500	,39592	,958
	M_5	,34500	,39970	,910
M_5	M_1	-2,02000*	,36632	,000
	M_2	-,57750	,38802	,571
	M_3	-,07000	,38623	1,000
	M_4	-,34500	,39970	,910

Nota: Elaboración propia.

Discusión: En base a los resultados presentados en la tabla anterior, la evaluación a los 5 días de la fruta en postcosecha, presenta una dureza superior a las evaluaciones posteriores de las

frutas en postcosecha (10, 15, 20 y 25 días); esto indica que las aplicaciones de silicio para mejorar la dureza de la fruta resultaron sobresalientes.

Conclusiones: Las aplicaciones de silicio lograron mejores resultados, con respecto al tiempo no se haya ninguna diferencia significativa que disminuya la dureza de la fruta, es decir se mantiene, la perdida de dureza es lógica, aunque no exista diferencia significativa, dado que las frutas (bayas) son fácilmente perecibles.

Hipótesis de la prueba Tukey:

Ho: No existe diferencia significativa entre el primer tratamiento (i) y el segundo tratamiento (j).

Ha: Existe diferencia significativa entre el primer tratamiento (i) y el segundo tratamiento (j).

Significancia: 0,05.

Tabla 30

Comparaciones entre los tratamientos para establecer la dureza de las frutas en la postcosecha.

(I) tratamiento	(J) tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
T_1	T_2	-1,95200*	,30677	,000
	T_3	-3,48400*	,31450	,000
	T_4	1,81000*	,31579	,000
T_2	T_1	1,95200*	,30677	,000
	T_3	-1,53200*	,28045	,000
	T_4	3,76200*	,28189	,000
T_3	T_1	3,48400*	,31450	,000
	T_2	1,53200*	,28045	,000
	T_4	5,29400*	,29028	,000
T_4	T_1	-1,81000*	,31579	,000
	T_2	-3,76200*	,28189	,000
	T_3	-5,29400*	,29028	,000

Nota: Elaboración propia.

Decisión: Según los resultados en todas las combinaciones los valores de significancia son menores a 0.05, es decir, todos los tratamientos han causado diferentes efectos.

Conclusión: En vista de la decisión, se observa las diferencias de medias y como se precisa el tratamiento 3 obtuvo mejores resultados en cuanto a la dureza respecto al resto, por ello su diferencia es positiva en cada combinación.

Para contrastar los efectos de los tiempos de las muestras postcosechas respecto a la dureza de las frutas se procedió a aplicar un análisis correlacional. Para ello primero se evalúa el comportamiento de las variables.

Hipótesis de la prueba Kolmogorov-Smirnov:

Ho: Los datos siguen el comportamiento de una distribución normal.

Ha: Los datos no siguen el comportamiento de una distribución normal.

Significancia: 0.05

Tabla 31

Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov para precisar normalidad.

Variabes	N	Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)
Dureza de la cosecha.	50	,108	,200
Muestra post cosecha 1	50	,080	,200
Muestra post cosecha 2	50	,116	,092
Muestra post cosecha 3	50	,076	,200
Muestra post cosecha 4	50	,084	,200
Muestra post cosecha 5	50	,071	,200

Nota: Elaboración propia.

De los resultados, tabla 31 se obtiene que la significancia es mayor a 0.05 por lo que, las variables estudiadas siguen el comportamiento de una distribución normal, en vista de ello se aplicará la prueba correlacional de Pearson.

Tabla 32

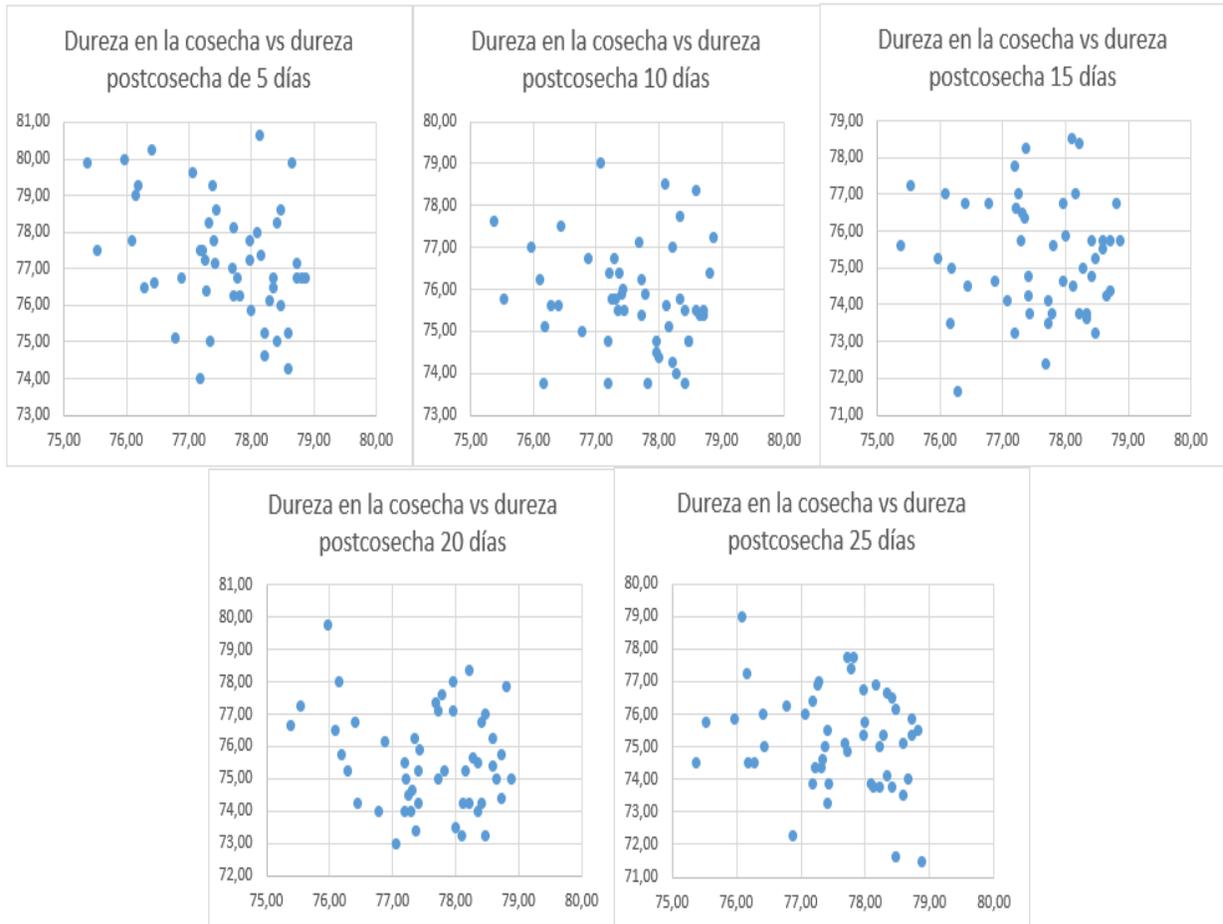
Análisis de correlación de Pearson para establecer los cambios en la dureza de la fruta según los tiempos de evaluación en postcosecha.

	Tiempo de cosecha	Coefficiente de correlación
	Correlación de Pearson	-,351*
Dureza después de 5 días	Sig. (bilateral)	,013
	N	50
Dureza después de 10 días.	Correlación de Pearson	-,114
	Sig. (bilateral)	,432
	N	50
Dureza después de 15 días.	Correlación de Pearson	-,041
	Sig. (bilateral)	,778
	N	50
Dureza después de 20 días.	Correlación de Pearson	-,197
	Sig. (bilateral)	,171
	N	50
Dureza después de 25 días	Correlación de Pearson	-,220
	Sig. (bilateral)	,126
	N	50

Nota: Elaboración propia.

Figura 11.

Dispersión de las puntuaciones de la dureza precisadas en la cosecha vs la dureza en los tiempos postcosecha.



De los resultados, en la tabla 32 y la gráfica 11 podemos determinar por el signo negativo de los coeficientes, es que mientras más tiempo postcosecha transcurra menor será la dureza de los frutos, pero si se analiza con detenimiento, estos cambios se ven en la primera muestra de 5 días, esto indica que la dureza en las mediciones posteriores los resultados no difieren significativamente respecto a su anterior evaluación, esto muestra el análisis descriptivo que el promedio de dureza de la fruta durante el tiempo de vida de 25 días postcosecha se mantiene.

DISCUSIONES

A partir de los hallazgos, se acepta la hipótesis alternativa que de las tres dosis de silicio al menos una incrementó la dureza y vida postcosecha de los frutos de arándano.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Toresano (2008) Fernández (2015) y Colimba y Morales (2011), aplicando silicio para mejorar el cultivo de tomates y sandías y hacer a las plantas resistentes a huanglongbing y antracnosis. Estos autores expresan que el silicio si contribuye con la fructificación y el rendimiento de estos cultivos, así mismo muestran un incremento del espesor de la corteza de la sandía y un incremento de la consistencia de la pulpa, y son menos afectadas por la huanglongbing y antracnosis. Ello se asemeja con los resultados obtenidos en este estudio.

Pero lo que no fue considerado es, que los autores referidos mencionan resultados en cultivos de diferente especie y la resistencia a plagas. Ya que, en el presente estudio, no se evaluó el efecto de silicio sobre los daños de plagas en los frutos, sino lo evaluado fue la dureza y la vida postcosecha de los frutos de arándano, lo cual depende de la resistencia mecánica de la cáscara (pared celular) donde juega un papel importante el calcio y el silicio, en este caso el silicio. La dureza de un fruto le confiere resistencia contra plagas, enfermedades y perecibilidad del fruto.

En lo que respecta al efecto del silicio en el arándano, Laisa (2019) en su trabajo de tesis evaluó el “efecto del silicio y quitosano en la calidad de *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi en Viru, La Libertad, en el cual concluyo que el silicio no interviene en la dureza del arándano. Respecto al trabajo de investigación realizado, los resultados nos indican que el silicio si interviene en la dureza y la vida postcosecha en los frutos de arándano.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se concluye que el uso de silicio durante la etapa reproductiva del cultivo de arándano aplicado en cuatro momentos a partir de los 150 días (verde temprano) hasta los 206 días (75% azul) incrementa la dureza y la vida postcosecha del fruto, mejorando de esta manera la calidad del fruto en cuanto a crocancia o Crunch, reduciendo la perecibilidad y prolongando el tiempo de vida en anaquel o viaje a mercado destino.

De las cuatro aplicaciones (cada 15 días) de silicio que se realizaron a cada tratamiento y testigo, el tratamiento 3 (dosis de 2.5 mL) fue quien tuvo mayor relevancia sobre la dureza de los frutos de arándano en campo con un promedio de 82.45 u Shore, respecto al tratamiento 4 (testigo) que tuvo 79.17 u Shore, siguiendo con el tratamiento 2 (dosis 2.0 mL) con 78.57 u Shore y por último el tratamiento 1 (dosis 1.5 mL).

Se determinó mediante análisis de laboratorio el contenido de silicio en hojas y frutos del cultivo de arándano, concluyendo que existe una diferencia entre el antes y el después de la aplicación de los tratamientos, donde los resultados finales después de la aplicación (anexo 3 al 10) presentan mayor contenido de silicio como se muestra en las fig. 6 y 7.

Concluimos que, la aplicación de las tres dosis de silicio influyó positivamente sobre la dureza y la vida postcosecha de los frutos del arándano, más con el tratamiento número tres se logró una mayor eficiencia según los resultados de las evaluaciones realizadas en campo (82.45 μ Shore) y en postcosecha (78.16 μ Shore) respecto al testigo en campo (79.17 μ Shore)

y en postcosecha (72.52 μ Shore), además de considerarse una dureza mayor a 70 μ Shore para que la fruta del arándano sea exportable.

Según la correlación, la dureza del fruto de arándano en cosecha, postcosecha y el contenido de silicio, el tratamiento 3 (2.5 mL) es quien presenta mayor dureza de fruta en campo y postcosecha (fruta congelada). Así mismo, el tratamiento 3 presenta mayor contenido de silicio en fruta según el análisis de laboratorio, de esta manera se concluye el efecto del silicio sobre un incremento de dureza en fruto y vida postcosecha, ya que la perecibilidad depende de la deshidratación y el daño que puede sufrir la cáscara (epicarpio) por patógenos o medio ambiente.

Según los resultados de las evaluaciones, los análisis de laboratorio y la correlación de las variables donde las evaluaciones en campo muestran una dureza mayor en el tratamiento 3, seguida por el testigo, el tratamiento 2 y tratamiento 1, de esto se puede concluir que en campo existen varios factores determinantes de la dureza, entre ellos, además del silicio, también se encuentra la hidratación por riego y el clima. Asimismo, en condiciones de postcosecha (fruta congelada) el silicio es relevante sobre la dureza de los frutos, dado que en este contexto el tratamiento 3 es el que presenta mayor dureza, seguido por el tratamiento 2, tratamiento 1 y testigo que presenta menor contenido de silicio y dureza en frutos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de silicio en cultivos de frutos (bayas) como el arándano, para incrementar la dureza y la vida postcosecha, los cuales son dos de los parámetros de calidad importantes para los frutos de exportación, ya que ello aporta crocancia o Crunch a las bayas y también permite que la fruta pueda llegar a los mercados más alejados.
- Se recomienda la aplicación de silicio según el objetivo en el cultivo, proporciona resistencia mecánica al órgano de la planta que se desea. Si el objetivo es otorgar resistencia al fruto, este se deberá aplicar en momentos específicos de la etapa generativa; si el objetivo es otorgar resistencia al área foliar, este puede ser aplicado en etapa vegetativa y también en etapa generativa.
- Se recomienda realizar más investigaciones respecto al uso de las diferentes fuentes de silicio que pueden ser aplicadas vía edáfica, sistema de riego tecnificado y vía foliar en cultivos de frutos (bayas) o de mayor perecibilidad, y de esta manera evitar la pérdida de calidad y precios bajos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- Arias Medina, E. A. (2018). *Efecto de cuatro entomopatógenos en el control in vitro del escarabajo defoliador (Disonycha sp.) en el cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum L.) (tesis de Titulación)*. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3162/EFEECTO%20DE%20CUATRO%20ENTOMOPAT%C3%93GENOS%20EN%20EL%20CONTROL%20IN%20VITRO%20DEL%20ESCARABAJO%20DEFOLIADOR%20%28Disonycha%20sp.%29%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20AR%C3%81NDANO%20%28Vaccinium%20corymbosum%29.pdf>
- BAXLO PRECISIÓN (s.f.). *Instrumentos de medida y precisión S.L.* España. <https://baxlo.com/es/durometro-para-fruta-cerezas-tomates>
- BLUEBERRIES. (14 de marzo de 2018). *Manejo de cosecha y postcosecha de arándanos*. <https://www.blueberriesconsulting.com/manejo-de-cosecha-y-postcosecha-de-arandanos/>
- Colimba Limaico, J. E., & Morales Andrade, A. W. (2011). *Efecto de la aplicación de silicio en el segundo año de producción en el cultivo de tomate de árbol*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/692/4/03%20AGP%2011%20ART%20%28CULO%20CIENT%20FICO.pdf>
- De Lima Filho, O. F. (03 de marzo de 2010). *El silicio y la resistencia de las plantas al ataque de hongos patógenos*. Diatom. <http://www.diatom.com.br/es-ES/noticias/item/articulo-el-silicio-y-la-resistencia-de-las-plantas-al-ataque-de-hongos-patogenos>

ESTO ES AGRICULTURA. (01 de noviembre de 2018). *Silicio en la agricultura (SiO₂)*.
<https://estoesagricultura.com/silicio-la-agricultura/>

Fernández Rivera, E. (octubre de 2015). *Uso de Silicio e inductores de resistencia en relación a Huanglongbing (HLB) en limón persa (Citrus latifolia) y limón mexicano (Citrus aurantifolia)*. (Tesis de maestría). Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5958/Fernandez_Rivera_Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fiedler Montero, I. (14 de enero de 2015). *Caracterización físico-químico y sistema de producción del arándano (Vaccinium myrtillus L.) en Jalisco*. (tesis para optar el grado de Licenciado). Zapopan, Jalisco.
http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5901/Fiedler_Montero_Ilse.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García Rubio, J. C., & García Gonzales de Lena, G. (2011). *Orientaciones para el cultivo del arándano*. SERIDA. Guía del cultivo, Proyecto de cooperación: Nuevos horizontes, Asturias, España. http://www.naviaporcia.com/images/documentos/documento_173.pdf

INFOAGRO. (s.f.). *El cultivo del arándano*.
https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_arandano.asp

INTAGRI. (2017). *El Cultivo de Arándano o Blueberry*. Serie Frutillas Núm. 17. 10 p.
<https://www.intagri.com/articulos/frutillas/El-Cultivo-de-Ar%C3%A1ndano-o-Blueberry>

- Laiza Rondon, J. A. (2019). *Efecto de silicio y Quitosano en la calidad de Vaccinium Corymbosum en Viru La Libertad. (tesis de Licenciatura)*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
<http://190.223.54.254/bitstream/handle/UNITRU/12363/Laiza%20Rondo%2c%20Jen%20Alicia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maticorena Quispe, M. F. (2017). *Cinco tipos de poda en arándano (Vaccinium corymbosum L. cv. Biloxi) y su influencia en determinados parámetros productivos*. (tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3062/F01-M385-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINAGRI. (agosto de 2019). *Boletín estadístico mensual*.
<http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-ago19-061119.pdf>
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. Universidad Estatal de Arizona.
- PROYECTOS PERUANOS. (01 de enero de 2017). *Cultivo de arándanos*.
http://proyectosperuanos.com/cultivo_de_arandanos/
- Redagricola. (marzo de 2017). *Productos de Silicio: Ayudan a las plantas a superar estrés biótico y abiótico*. <http://www.redagricola.com/cl/productos-de-silicio-ayudan-las-plantas/>
- Romero, C. A. (2016). *El Arándano en el Perú y el mundo*. MINAGRI. Lima, Perú: Primera Edición. http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/el_arandano.pdf

SINAVIMO. (s.f.). *Vaccinium corymbosum*. Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas., 5 p. <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/vaccinium-corymbosum>

SMART. (s.f.). *El silicio en la agricultura y la nutrición de las plantas*. <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/silica>

Toresano Sánchez, F. (2008). *El silicio en la agricultura intensiva bajo plástico. Efecto sobre la producción y calidad en solanáceas y cucurbitáceas*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=222669>

Vargas S., S., & Undurriaga D., P. (2013). *Manual del arándano. Boletín*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Chillan, Chile. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39094.pdf>

VII. ANEXO

ANEXO 1. Cartilla para evaluación en campo

EVALUADOR:																		FECHA:									
EVALUACIÓN	CAMPO				Número de recolección					FASE FENOLOGICA																	
DUREZA	CINCO BAYAS POR PLANTAS (10 plantas - recolección 1, 2 o 3)																				MEDIA						
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5		
Tratamiento 1																											
Tratamiento 2																											
Tratamiento 3																											
Tratamiento 4																											
Testigo																											
DUREZA	CINCO BAYAS POR PLANTAS (10 plantas - recolección 1, 2 o 3)																				MEDIA						
	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10		
Tratamiento 1																											
Tratamiento 2																											
Tratamiento 3																											
Tratamiento 4																											
Testigo																											
Observaciones:																											

																										Firma del evaluador	

ANEXO 2. Cartilla para evaluación en congelador (Postcosecha)

EVALUADOR:																				FECHA:									
EVALUACIÓN		GUARDA					Número de muestra					FASE FENOLOGÍCA																	
DUREZA		TREINTA BAYAS POR CLAMSHELL (Guarda 1, 2, 3,4 o 5)																							MEDIA				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
Tratamiento 1																													
Tratamiento 2																													
Tratamiento 3																													
Tratamiento 4																													
Testigo																													
DUREZA		TREINTA BAYAS POR CLAMSHELL (Guarda 1, 2, 3,4 o 5)																							MEDIA				
		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50			
Tratamiento 1																													
Tratamiento 2																													
Tratamiento 3																													
Tratamiento 4																													
Testigo																													
Observaciones:																													
																									_____		Firma del evaluador		

ANEXO 3. Resultado de análisis antes de la aplicación del silicio código MH-A01.



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/009420

Nº de Referencia:	V-21/009420-M1	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	00023567-4	Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	HOJAS ARANDANOS	Fecha/Hora Muestreo:	10/02/2021	Fecha Recepción:	11/02/2021
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE(CAMPOSOL SA)/CHAO	Fecha Inicio:	18/02/2021	Fecha Fin:	25/02/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29D, LOTE 978B			Contrato:	QMT-PE21020 0315
Muestreado por:	SOMOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	---		
Descripción(*):	BILOXI/29 D/978 B/CAMPOSOL SA/FUNDO MARVERDE/MH-A01	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA		
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC				

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	6 571	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA

Nota: LC.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 01/03/2021

Leandro Crivillero Amancio

ANEXO 4. Resultado de análisis antes de la aplicación del silicio código MF-A01.



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/009419

Nº de Referencia:	V-21/009419-M1	Registrada en:	AGQ Perú
Análisis:	00023567-3	Centro Análisis:	AGQ Perú
Tipo Muestra:	ARANDANOS (V)	Fecha/Hora:	10/02/2021
		Muestreo:	19/02/2021
Lugar de Muestreo:	FUNDO MAR VERDE(CAMPOSOL SA)/CHAO	Fecha Inicio:	19/02/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29D,LOTE 978B	Fecha Fin:	25/02/2021
		Contrato:	QMT-PE21020 0315
Muestreado por:	SOMOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	----
Descripción(*):	BILOXI/29 D/978 B/CAMPOSOL SA/FUNDO MARVERDE/MF-A01	Domicilio (*):	CALTOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC		

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	664	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA

Nota: LC.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

OBSERVACIONES (*):

El informe ha sido modificado por error de unidades del sistema SIL.

FECHA EMISIÓN: 01/03/2021

Leandro Crivillero Amancio

ANEXO 5. Análisis después del resultado realizado después de la aplicación del silicio código MFAT1



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/016393

Nº de Referencia:	V-21/016393-M1	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	00023567-4	Centro Análisis:	AGQ Perú	Fecha Recepción:	15/03/2021
Tipo Muestra:	ARANDANOS (V)	Fecha/Hora:	15/03/2021	Muestreo:	
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE (CAMPOSOL SA) /CHAO	Fecha Inicio:	23/03/2021	Fecha Fin:	07/04/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29 D, LOTE 978B	Contrato:			QMT-PE21030 0548
Muestreado por:	SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	---		
Descripción(*):	BILOXI/ 29 D/ 978 B/ CAMPOSOL SA/ FUNDO MARVERDE/ MFAT1	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA		
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC				

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	1 625	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 07/04/2021

Leandro Crivillero Amancio

OBSERVACIONES (*):

ANEXO 6. Análisis después del resultado realizado después de la aplicación del silicio código MFAT2.



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/016394

Nº de Referencia:	V-21/016394-M1	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	00023567-4	Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	ARANDANOS (V)	Fecha/Hora:	15/03/2021	Fecha Recepción:	15/03/2021
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE (CAMPOSOL SA) /CHAO	Muestreo:		Fecha Fin:	07/04/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29 D, LOTE 978B	Fecha Inicio:	23/03/2021	Contrato:	QMT-PE21030 0548
Muestreado por:	SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	----		
Descripción(*):	BILOXI/ 29 D/ 978 B/ CAMPOSOL SA/ FUNDO MARVERDE/ MFAT2	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA		
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC				

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	1 216	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA
 Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 07/04/2021

Leandro Crivillero Amancio

ANEXO 7. Análisis después del resultado realizado después de la aplicación del silicio código MFAT3.



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/016395

Nº de Referencia:	V-21/016395-M1	Registrada en:	AGQ Perú
Análisis:	00023567-4	Centro Análisis:	AGQ Perú
Tipo Muestra:	ARANDANOS (V)	Fecha/Hora:	15/03/2021
		Fecha Recepción:	15/03/2021
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE (CAMPOSOL SA) /CHAO	Muestreo:	
Punto de Muestreo:	PARCELA 29 D, LOTE 978B	Fecha Inicio:	23/03/2021
		Fecha Fin:	07/04/2021
Muestreado por:	SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Contrato:	QMT-PE21030 0548
Descripción(*):	BILOXI/ 29 D/ 978 B/ CAMPOSOL SA/ FUNDO MARVERDE/ MFAT3	Cliente 3º(*):	---
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	1317	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 07/04/2021

Leandro Crivillero Amancio

OBSERVACIONES (*):

ANEXO 8. Análisis después del resultado realizado después de la aplicación del silicio código MFASST4.



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/016396

Nº de Referencia:	V-21/016396-M1	Registrada en:	AGQ Perú
Análisis:	00023567-4	Centro Análisis:	AGQ Perú
Tipo Muestra:	ARANDANOS (V)	Fecha/Hora:	15/03/2021
		Muestreo:	
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE (CAMPOSOL SA) /CHAO	Fecha Inicio:	23/03/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29 D, LOTE 978B	Fecha Fin:	07/04/2021
		Contrato:	QMT-PE21030 0548
Muestreado por:	SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	---
Descripción(*):	BILOXI/ 29 D/ 978 B/ CAMPOSOL SA/ FUNDO MARVERDE/ MFASST4	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC		

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	866	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA
 Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 07/04/2021

Leandro Crivillero Amancio

OBSERVACIONES (*):

ANEXO 9. Análisis después del resultado realizado después de la aplicación del silicio código MHAT1.



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/016397

Nº de Referencia:	V-21/016397-M1	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	00023567-3	Centro Análisis:	AGQ Perú	Fecha Recepción:	15/03/2021
Tipo Muestra:	HOJAS ARANDANOS	Fecha/Hora:	15/03/2021	Muestreo:	
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE (CAMPOSOL SA) /CHAO	Fecha Inicio:	22/03/2021	Fecha Fin:	07/04/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29 D, LOTE 978B			Contrato:	QMT-PE21030 0549
Muestreado por:	SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	---		
Descripción(*):	BILOXI/ 29 D/ 978 B/ CAMPOSOL SA/ FUNDO MARVERDE/ MHAT1	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA		
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC				

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	8 270	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 07/04/2021

Leandro Crivillero Amancio

OBSERVACIONES (*):

ANEXO 10. Análisis después del resultado realizado después de la aplicación del silicio código MHAT2



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/016398

Nº de Referencia:	V-21/016398-M1	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	00023567-3	Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	HOJAS ARANDANOS	Fecha/Hora:	15/03/2021	Fecha Recepción:	15/03/2021
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE (CAMPOSOL SA) /CHAO	Muestreo:		Fecha Fin:	07/04/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29 D, LOTE 978B	Fecha Inicio:	22/03/2021	Contrato:	QMT-PE21030 0549
Muestreado por:	SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	----		
Descripción(*):	BILOXI/ 29 D/ 978 B/ CAMPOSOL SA/ FUNDO MARVERDE/ MHAT2	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA		
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC				

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	6 177	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA

Nota: LC.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 07/04/2021

Leandro Crivillero Amancio

OBSERVACIONES (*):

ANEXO 11. Análisis después del resultado realizado después de la aplicación del silicio código MHAT3.



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/016400

Nº de Referencia:	V-21/016400-M1	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	00023567-3	Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	HOJAS ARANDANOS	Fecha/Hora:	15/03/2021	Fecha Recepción:	15/03/2021
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE (CAMPOSOL SA) /CHAO	Muestreo:		Fecha Fin:	07/04/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29 D, LOTE 978B	Fecha Inicio:	22/03/2021	Contrato:	QMT-PE21030 0549
Muestreado por:	SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	---		
Descripción(*):	BILOXI/ 29 D/ 978 B/ CAMPOSOL SA/ FUNDO MARVERDE/ MHAT3	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA		
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC				

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	10 237	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 07/04/2021

Leandro Crivillero Amancio

OBSERVACIONES (*):

ANEXO 12. Análisis después del resultado realizado después de la aplicación del silicio código MHASST4.



INFORME DE ENSAYO- MATERIAL VEGETAL

Anula y sustituye a la versión anterior : V-21/016401

Nº de Referencia:	V-21/016401-M1	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	00023567-3	Centro Análisis:	AGQ Perú	Fecha Recepción:	15/03/2021
Tipo Muestra:	HOJAS ARANDANOS	Fecha/Hora:	15/03/2021	Muestreo:	
Lugar de Muestreo:	FUNDO MARVERDE (CAMPOSOL SA) /CHAO	Fecha Inicio:	22/03/2021	Fecha Fin:	07/04/2021
Punto de Muestreo:	PARCELA 29 D, LOTE 978B			Contrato:	QMT-PE21030 0549
Muestreado por:	SONOMI ESTEFANY CASTAÑEDA CHUQUI	Cliente 3º(*):	----		
Descripción(*):	BILOXI/ 29 D/ 978 B/ CAMPOSOL SA/ FUNDO MARVERDE/ MHASST4	Domicilio (*):	CAL.TOMAS EDISON NRO. 105 DPTO. 503 - SAN ISIDRO LIMA		
Cliente (*):	AGROTECH SPACE DE PERU SAC				

OTROS PARÁMETROS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Silicio	8 622	mg/kg						Espect ICP-OES	PE-2109

NOTA
 Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 07/04/2021

Leandro Crivillero Amancio

OBSERVACIONES (*):

ANEXO 13. a), b) y c) Marcado de plantas inicio y final por tratamiento, y rotulación con iniciales de tesistas, d) y e) Identificación completa en el área experimental.



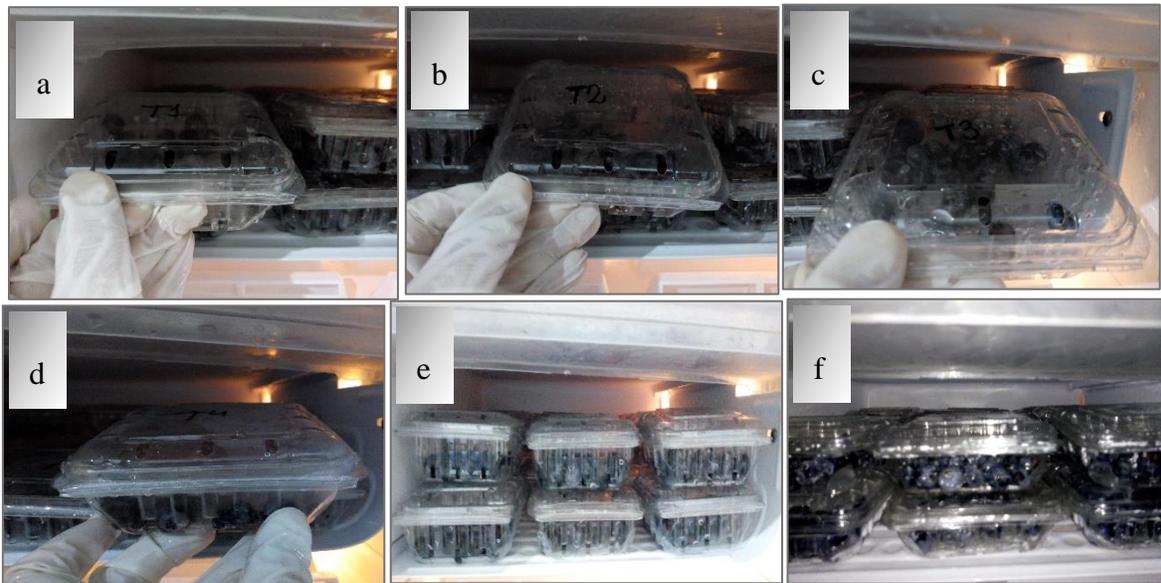
ANEXO 14. a), b) y c) Recolección de muestras en campo y conteo de bayas, d) y e) Evaluación de dureza con el durómetro BAXLO a las bayas en la línea ecuatorial, f) Aguja indicadora de las unidades Shore.



ANEXO 15. a) Medición del producto Manvert Silikon para cada tratamiento, b) Adición y mezcla del silicio (Manvert Silikon) con el agua y adherente, c) Caldo de preparación agregado a la mochila para aplicaciones, d) y e) Aplicación por tratamiento en campo.



ANEXO 16. a) Muestra de arándano en clamshell para evaluaciones postcosecha (congelador), tratamiento 01, b) Muestra del tratamiento 02, c) Muestra del tratamiento 03, d) Muestra del tratamiento 04, e) y f) Clamshells con muestras de arándano recolectados de campo en el congelador.



Informe final tesis ingeniero

by Sonomi Castañeda Ritchi Romero

Submission date: 14-Jul-2021 05:47PM (UTC-0500)

Submission ID: 1619698593

File name: 14.07.2021.INFORME_FINAL_DE_TESIS_ROMERO_Y_CASTA_EDA.docx (3.8M)

Word count: 17208

Character count: 84221

Informe final tesis ingeniero

ORIGINALITY REPORT

7 %	7 %	1 %	3 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	1library.co Internet Source	1 %
2	dialnet.unirioja.es Internet Source	1 %
3	baxlo.com Internet Source	<1 %
4	eldiadelmaestro.com Internet Source	<1 %
5	repositorio.unsaac.edu.pe Internet Source	<1 %
6	editorial.agrosavia.co Internet Source	<1 %
7	repository.udca.edu.co Internet Source	<1 %
8	repository.usta.edu.co Internet Source	<1 %
9	Submitted to Universidad de Costa Rica Student Paper	<1 %