

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**EFEECTO EN EL CONTENIDO NUTRICIONAL DE BAYAS DE VID  
(*Vitis vinifera* L.) DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE CALCIO EN  
DIFERENTES ESTADOS FENOLOGICOS EN OLMOS - LAMBAYEQUE**

**Para Optar el título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**OLGA JAQUELÍN PINEDO GALLARDO**

**ASESOR:**

**Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA**


**CAJAMARCA – PERÚ**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- Investigador:  
OLGA JAQUELÍN PINEDO GALLARDO  
DNI: 76682249  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
DE AGRONOMÍA
  - Asesor:  
Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA  
Facultad/Unidad UNC:  
DE CIENCIAS AGRARIAS
  - Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
  - Tipo de Investigación:  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
  - Título de Trabajo de Investigación:  
**EFFECTO EN EL CONTENIDO NUTRICIONAL DE BAYAS DE VID (*Vitis vinifera* L.) DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE CALCIO EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS EN OLMOS - LAMBAYEQUE**
  - Fecha de evaluación: 04/11/2024
  - Software antiplagio:  TURNITIN       URKUND (ORIGINAL) (\*)
  - Porcentaje de Informe de Similitud: 8%
  - Código Documento: 3117:401972716
  - Resultado de la Evaluación de Similitud: 8%
- APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 04/11/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 ----- <b>Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA</b> <b>DNI: 26620894</b>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"  
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Secretaría Académica



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Cajamarca, a los nueve días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 440-2024-FCA-UNC, de fecha 16 de setiembre del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**EFFECTO EN EL CONTENIDO NUTRICIONAL DE BAYAS DE VID (*Vitis vinifera* L.) DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE CALCIO EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS EN OLMOS - LAMBAYEQUE**", realizada por la Bachiller **OLGA JAQUELÍN PINEDO GALLARDO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las once horas y veinte minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Wilfredo Poma Rojas  
PRESIDENTE

MBA Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda  
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas  
VOCAL

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia  
ASESOR

## DEDICATORIA

A mis padres Gerardo Pinedo en especial a mi querida mamá Corpus Gallardo, quien, aunque ya no está a mi lado, sigue siendo mi fuente eterna de inspiración y amor. Su apoyo y sabiduría han guiado cada paso de mi camino. Aunque no pueda ver los frutos de este logro, sé que su espíritu está presente, iluminando cada día

Y a mi hermana Domi por el amor, paciencia, sacrificio, por ser la inspiración y el apoyo constante que me impulsó a iniciar y culminar este hermoso viaje universitario.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su gratitud, fuente de sabiduría y guía por permitirme completar este proyecto académico. Mi profundo agradecimiento a mi familia, asesor de tesis, Dr. Edin Alva, por su invaluable contribución a la realización de esta investigación.

Expreso mi gratitud a mi coach intelectual y las personas de mi trabajo quienes generosamente compartieron sus conocimientos, tiempo y recursos, enriqueciendo considerablemente el contenido de esta investigación.

Este logro es el resultado del esfuerzo colectivo de todos aquellos que han dejado su huella en este camino. Mi más sincero agradecimiento a cada uno de ustedes por ser parte integral de este viaje académico.

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.1.1. Formulación del problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
CAPÍTULO II.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.1.1. Internacionales.....	4
2.1.2. Nacionales.....	5
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.2. Fenología del cultivo de vid.....	8
2.2.3. Fertilización en Vid.....	10
2.2.4. Fertilización foliar.....	15
2.2.5. Fertilizantes foliares.....	16
2.3. Definición de términos básicos.....	17
CAPÍTULO III.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Ubicación.....	19
3.2. Materiales.....	20
3.2.1. Insumos.....	20
3.2.2. Materiales de campo.....	20
3.2.3. Equipos.....	20
3.3. Metodología.....	21
3.3.1. Diseño experimental.....	21
3.3.2. Arreglo de tratamientos.....	22
3.3.3. Metodología.....	24
3.3.4. Evaluaciones.....	26

CAPÍTULO IV .....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Resultados del análisis de laboratorio para la baya de vid en envero y cosecha.....	28
4.2. Resultados en envero .....	28
4.2.1. <i>Análisis de materia seca</i> .....	29
4.2.2. <i>Análisis del calcio total</i> .....	30
4.2.3. <i>Análisis del calcio ligado</i> .....	32
4.3. Análisis en cosecha .....	35
4.3.1. <i>Análisis de materia seca</i> .....	35
4.3.2. <i>Análisis del calcio total</i> .....	36
4.3.3. <i>Análisis del calcio ligado</i> .....	38
CAPÍTULO V .....	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
5.1. Conclusiones.....	41
5.2. Recomendaciones.....	41
CAPÍTULO VI .....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Composición nutricional de la baya de vid.</i> .....	8
<b>Tabla 2</b> <i>Movilidad de los nutrientes.</i> .....	15
<b>Tabla 3</b> <i>Tratamientos en estudio.</i> .....	22
<b>Tabla 4</b> <i>Resultados del análisis del suelo</i> .....	24
<b>Tabla 5</b> <i>Resultados del análisis de agua.</i> .....	24
<b>Tabla 6</b> <i>Resultados del análisis de laboratorio de la baya de la vid.</i> .....	28
<b>Tabla 7</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca en envero.</i> .....	29
<b>Tabla 8</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el calcio tota en envero.</i> .....	31
<b>Tabla 9</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el calcio ligado en envero.</i> .....	33
<b>Tabla 10</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca en estado de cosecha.</i> .....	35
<b>Tabla 11</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el calcio total en cosecha.</i> .....	37
<b>Tabla 12</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el calcio ligado en cosecha.</i> .....	39



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Representación de los flujos en las etapas fenológicas que aún puede haber ingreso de calcio desde el suelo, dado que vía floema es inmóvil.</i> .....	12
<b>Figura 2</b> <i>Ubicación del área de investigación.</i> .....	19
<b>Figura 3</b> <i>Distribución de tratamientos</i> .....	23
<b>Figura 4</b> <i>División del racimo para el muestreo.</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Materia seca obtenido en los tratamientos de envero.</i> .....	30
<b>Figura 6</b> <i>Calcio total obtenido en los tratamientos de envero.</i> .....	32
<b>Figura 7</b> <i>Calcio ligado en envero obtenido con los tratamientos.</i> .....	34
<b>Figura 8</b> <i>Materia seca en cosecha obtenido en los tratamientos.</i> .....	36
<b>Figura 9</b> <i>Calcio total en cosecha obtenido con los tratamientos.</i> .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Calcio ligado en cosecha obtenido en los tratamientos.</i> .....	40

## RESUMEN

El trabajo investigación tuvo como objetivo Determinar el efecto en el contenido de calcio en bayas de vid (*Vitis vinifera* L.) de la aplicación foliar de calcio en diferentes estados fenológicos en Olmos, Lambayeque. El diseño estadístico empleado fue el Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones, seis tratamientos (T1-T6) con aplicación de productos cálcicos y un grupo control (T0) por repetición; donde se evaluó el efecto de diferentes productos foliares en la concentración de materia seca, calcio total y calcio ligado en bayas de vid durante las fases de envero y cosecha. Los resultados para todos los parámetros en ambas fases no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p$ -valores  $> 0.05$ ); en envero, la materia seca osciló entre 7.21% y 7.80% (CV = 5.43%), el calcio total varió de 12.80 a 15.53 mg/100g smf (CV = 14.88%), y el calcio ligado entre 1.13 y 1.57 mg/100g (CV = 20.25%); en cosecha, la materia seca fluctuó entre 15.87% y 17.03% (CV = 5.95%), el calcio total entre 6.75 y 9.99 mg/100g smf (CV = 15.87%), y el calcio ligado de 1.67 a 1.97 mg/100 smf (CV = 13.69%). Los coeficientes de variación (CV) se mantuvieron en rangos aceptables, indicando que el diseño experimental fue adecuado y los datos son confiables. Concluyéndose que, aunque se notaron algunas diferencias numéricas entre los tratamientos, estas no alcanzaron significancia estadística; esto debido a las fluctuaciones naturales o aleatorias del cultivo más que a los efectos de los tratamientos aplicados.

**Palabras clave:** Calcio total, calcio ligado, aplicación foliar.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of foliar application of calcium on the calcium content of grape berries (*Vitis vinifera* L.) at different phenological stages in Olmos, Lambayeque. The statistical design used was the Completely Randomized Block Design (CSBD) with three replications, six treatments (T1-T6) with application of calcium products and one control group (T0) per replication; where the effect of different foliar products on the concentration of dry matter, total calcium and bound calcium in grape berries during the veraison and harvest stages was evaluated. Results for all parameters in both phases showed no statistically significant differences between treatments ( $p$ -values  $> 0.05$ ); at veraison, dry matter ranged from 7.21% to 7.80% (CV = 5.43%), total calcium ranged from 12.80 to 15.53 mg/100g smf (CV = 14.88%), and bound calcium between 1.13 and 1.57 mg/100g (CV = 20.25%); at harvest, dry matter ranged from 15.87% to 17.03% (CV = 5.95%), total calcium between 6.75 and 9.99 mg/100g smf (CV = 15.87%), and bound calcium from 1.67 to 1.97 mg/100 smf (CV = 13.69%). The coefficients of variation (CV) remained in acceptable ranges, indicating that the experimental design was adequate and the data are reliable. It was concluded that, although some numerical differences between treatments were noted, these did not reach statistical significance; this was due to the natural or random fluctuations of the crop rather than to the effects of the treatments applied.

**Key words:** Total calcium, bound calcium, foliar application.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La uva (*Vitis vinifera* L.) es un frutal del género *Vitis* de la familia Ampelidáceas (Palma, 2006). Tiene sus orígenes en el continente asiático que posteriormente fue trasladado por el Marqués Francisco de Cervantes en el siglo XVI al continente americano, en donde la primera enología en sudamerica se registró en la región Cuzco, exactamente en la hacienda Marcahuasi (Angulo, 2018).

En el Perú, para el año 2022 se registraron 20 799.06 ha de cultivo de uva de mesa, liderando la región Ica con 9 156.65 ha que representa el 44%, Piura con 8 262.80 ha representado el 39.7% y Lambayeque con 1 655.77 ha con el 8% (León, 2023). Según Agraria (2023) en el año 2023, se logró un gran crecimiento en áreas cultivadas en la región Lambayeque representando un 17%, Ica un 47% y Piura 38%

En la fertilización del cultivo de vid, todos los macroelementos y microelementos esenciales son indispensables, debido a que participan en los diferentes procesos fisiológicos de la planta, por ende, debe existir un programa de manejo nutricional adecuado en los fundos de agroexportación; sobre todo, en la fertilización a base de  $\text{Ca}^{2+}$ , por causa de su muy baja movilidad en suelo y planta; sin embargo es muy importante la fertilización con  $\text{Ca}^{2+}$  como elemento primordial para lograr estándares de rendimiento, calidad y vida útil en postcosecha (Palma, 2006).

En Olmos, región Lambayeque los problemas del bajo contenido nutricional de calcio en bayas de vid son muy frecuentes, afectando el rendimiento y calidad de los frutos, debido a esta razón se está realizando la investigación para determinar el efecto de la complementación de la fertilización foliar con  $\text{Ca}^{2+}$  en bayas de uva en los diferentes estados fenológicos; sabiendo que existe muy pocos estudios que corroboran la eficacia de aplicaciones foliares (Oliveira *et al.*, 2022).

### 1.1. Problema de investigación

La vid (*Vitis vinifera* L.) es un cultivo que se produce en casi todo el mundo por presentar bayas de sabor dulce y alto contenido nutricional denominándose comunmente como la reina de las frutas; su producción no es tan fácil como parece presentando limitaciones en la fertilización con  $\text{Ca}^{2+}$  (Shi *et al.* 2023). El bajo contenido en el suelo por una mala traslocación dentro de la planta presentando síntomas de deficiencia en bayas,

asimismo trastornos que generan alteraciones en consecuencia se tiene debilitamiento de la pared celular (Garde-Cerdán et al. 2023).

El calcio es muy importante en la uva, por ser un elemento inmóvil tiene deficiencias en la planta como: brotes, yemas y hojas raquílicas, tanto así que una limitación severa llevaría a la necrosis de la planta (Quispe, 2020). Por otro lado, es común encontrar síntomas de deficiencia en fruto ya que es un órgano donde se realiza poca transpiración esto es claro en bayas partidas (Palma, 2006). Asimismo las deficiencias de calcio se dan por la competencia de elementos antagónicos como  $Mg^{2+}$  y  $K^+$  (Arredondo, 2020).

Por lo anteriormente expuesto y por la escasa información local del efecto que ocasiona la fertilización foliar, es que se plantea la presente investigación donde se determinará el efecto en el contenido nutricional de bayas de vid (*Vitis vinifera* L.) de la aplicación foliar de calcio en diferentes estados fenológicos; este estudio se llevará a cabo bajo el siguiente planteamiento del problema:

### **1.1.1. Formulación del problema**

¿Cómo influyen las aplicaciones foliares con calcio en el contenido nutricional en bayas de vid (*Vitis vinifera* L.) en Olmos, Lambayeque?

### **1.2. Justificación**

El  $Ca^{2+}$  es un elemento de muy baja movilidad en el suelo y en la planta, es por ello que la deficiencia de calcio en fruto es muy común, por lo que se tiene que complementar con la fertilización foliar con el objetivo de hacer mas efectiva su asimilación (Oliveira et al., 2022).

El calcio es un elemento primordial para la uva y se necesita como  $Ca^{2+}$  (catión divalente) para múltiples funciones (Bonomelli y Ruiz, 2010). (Oliveira de Melo et al. 2022) estructuralmente proporciona rigidez a la pared celular ya que se conectan a las pectinas por enlaces covalentes originando pectatos de calcio, interviene en la ósmosis de la célula, en la división celular en tejidos jóvenes. Asimismo Bonomelli y Ruiz (2010) mencionan que actua como mensajero en respuesta a estímulos ambientales.

Las aplicaciones foliares que se realizan a la baya a base de  $Ca^{2+}$  es una ayuda por su baja transpiración (Bonomelli y Ruiz, 2010). Segun (Palma, 2006) las aplicaciones que se realizan, mejora la calidad de la fruta entregando firmeza al hollejo, reduciendo la pérdida de peso, disminuyendo el efecto de enfermedades fitopatógenas como *Botritis* sp. y reduciendo la caída de bayas.

Por esta razón, es importante realizar la investigación de aplicaciones foliares con calcio en diferentes estados fenológicos en el cultivo de vid con el fin de determinar la eficiencia de la fertilización foliar para obtener el contenido ideal de  $\text{Ca}^{2+}$  en bayas en Olmos, región Lambayeque.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el efecto en el contenido de calcio en bayas de vid (*Vitis vinifera* L.) de la aplicación foliar de calcio en diferentes estados fenológicos en Olmos, Lambayeque.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Evaluar el efecto de los 4 productos foliares; Calcio (CaO) 141.1 g/L Boro ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy (5%) 28.5 g/L; Calcio (CaO) 150 g/L Ácidos carboxílicos 190 g/L Aminoácidos 12.5 g/L; Calcio (CaO) 41.16 % p/p Magnesio (MgO) 60% p/p Hierro (Fe) 0.29% p/p Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) 4.37% p/p; Calcio (CaO) 500 g/L, en la materia seca y concentración de calcio total, calcio ligado en bayas de vid en la fase fenológico de envero y cosecha.

### **1.4. Hipótesis**

La aplicación de cuatro fertilizantes foliares en diferentes estados fenológicos influye positivamente en la concentración o contenido de calcio en las bayas de vid (*Vitis vinifera* L.), en Olmos, Lambayeque.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Internacionales

Bonomelli y Ruiz (2010) en su investigación “*Efectos de la aplicación foliar y al suelo de calcio sobre el rendimiento y la calidad de uva de mesa cv. Thomson sin semillas*”. Con el objetivo de examinar la concentración de  $\text{Ca}^{+2}$  en calidad, rendimiento y bayas con aplicaciones de  $\text{Ca}^{+2}$  en la variedad Thompson. Los resultados indican que las concentraciones de Ca en las bayas fueron bajas comparadas con las hojas; ni con las aplicaciones a los racimos se logró subir el contenido de calcio en las bayas aun existiendo alto contenido de Ca en el suelo; las aplicaciones de calcio al suelo no tuvieron efecto en el contenido de los órganos de la planta tampoco en el rendimiento esto puede deberse que el calcio en el meristema de la raíz es baja atrapado en la vacuola; el efecto de calcio en la planta se ve afectado por los mecanismos fisiológicos para lograr su concentración.

Arredondo (2020) investigando el “*Estudio sobre la absorción y movimiento de calcio en cerezo, mediante la utilización de  $^{45}\text{Ca}$  trazador*”. Con el objetivo de medir la absorción y desplazamiento de calcio foliar aplicado a las frutas y hojas de cerezo paralelo al color y medir datos para una fruta de calidad. El diseño fue con bloques completamente al azar, 1 tratamiento más un testigo, con 5 repeticiones contenidas con 3 submuestras, las aplicaciones se realizaron al: haz de la hoja, en flor después de 15 días, al envés de la hoja, en flor después de 15 días más la aplicación a la baya de 5 mm de diámetro, también 15 días pasado la flor, con un testigo sin aplicación. Los resultados indicaron que las aplicaciones al haz de la hoja no hubo diferencia con el testigo; las aplicaciones al envés de la hoja se asimilaron y se mantuvo en la hoja pasando al fruto el 10% referente a la hoja; las aplicaciones de  $^{45}\text{Ca}$  al fruto se asimiló y quedó en este sin moverse, no hubo diferencia estadística con el testigo en cuanto a la concentración de calcio en fruto, es así pues que el calcio llega a tejidos maduros y no se redistribuye a otros órganos.

Oliveira et al. (2022) investigando la “*Producción y calidad de tomate Uva dulce en respuesta a la fertilización cálcica foliar*”. Con el objetivo de determinar la eficiencia del calcio aplicado como fertilizante foliar comercial para una fruta de calidad y producción mejorada en Sweet Grape en invernadero, en solución a dos dosis de solución nutritiva de calcio: 1.5 y 3 mmol L<sup>-1</sup>. El experimento se diseñó en bloques al azar, se probaron dos dosis de Ca de: 3

mmol L<sup>-1</sup>-suficiente y 1.5 mmol L<sup>-1</sup>-deficiente cada tratamiento con cuatro repeticiones, como fuentes de calcio se usaron el cloruro de calcio con 26% de Ca y acetato de calcio con 18% de Ca; 100% solubles en agua; la frecuencia fue cada 15 días iniciando desde que la planta está en flor (22 Días Después del Trasplante) y culminando a los 112 DDT; las plantas en el experimento recibieron 0.3 g L<sup>-1</sup> de las dos fuentes de calcio y 50 ml de solución por cada aplicación; las aplicaciones foliares se realizaron por las mañanas separando con plástico a las plantas que no están en tratamiento. Los resultados indicaron que; las aplicaciones foliares con cloruro de calcio y acetato de calcio quincenales en 0.3 g L de concentración, subió en las hojas y frutos el contenido de calcio, sin importar la cantidad de calcio presente en la solución nutritiva, se observa un incremento en la producción y firmeza de los tomates de la variedad Uva Dulce; por otra parte, las aplicaciones foliares de cloruro de calcio y acetato de calcio a 0.3g L no es capaz de aumentar la producción y firmeza de los frutos en las plantas que reciben una cantidad insuficiente de Ca en la solución nutritiva, hasta alcanzar el mismo nivel de producción y firmeza que presentan las plantas que reciben una cantidad óptima de calcio en la solución nutritiva.

### **2.1.2. Nacionales**

Valdivia (2023) en su investigación en la “*Aplicación foliar de tres diferentes dosis de carboxyCa en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) hidropónica var. Batavia en sistema recirculante (NFT) en el fundo la Banda Huasacache*”. Con el objetivo fundamental de identificar la cantidad óptima de calcio (CarboxyCa) en el cultivo hidropónico de lechuga en la var. Batavia. Para este fin, se utilizó el diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones comprendiendo el: T0 el testigo, T1 con 10 ml de CarboxyCa, T2 con 20 ml y T3 con 30 ml. Los aspectos examinados comprendieron la cantidad de hojas, grosor de tallo, altura de la planta, peso en estado fresco, cantidad de materia seca y el contenido nutricional. Los resultados indicaron que el T03 sobresalió en todos los parámetros evaluados a dosis alta incluido el contenido de calcio que fue de 685 mg.kg<sup>-1</sup>.



## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Uva (*Vitis vinifera* L.)

#### A. Origen e historia

La vid es uno de los cultivos más antiguos que existen en la historia, en la biblia es muy mencionada (Angulo, 2018).

Cruz (2015) refiere que, el origen de la vid está en regiones sur cercanas al Mar Caspio y Negro. Sin embargo (Bejarano, 2021) indica que, la vid fue encontrada en dos épocas Eoceno y Plioceno donde se encontraron variedades por distintos lugares como es el caso de Norte América, Europa y Japón que se aclimataron y surge el grupo Eurasiático Occidental.

Con la llegada de los españoles a América central empezaron a sembrar y producir vid y obtener sus bebidas como el vino, los resultados fueron tan buenos que el rey Felipe II tuvo que prohibir la producción puesto que era competencia con la metrópoli (Cruz, 2015).

#### B. Taxonomía

Según Gomez (2013) la clasificación taxonómica de la uva es la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Rhamnales
Familia	: Vitaceae
Género	: <i>Vitis</i>
Especie	: <i>Vitis vinifera</i> L.

#### C. Características e importancia

##### Características

Para Aliaga (2014) la vid es un arbusto trepador, las ramas se fijan por medio de zarcillos opuestos a las hojas. En el tipo de raíces se diferencian las adventicias que se encargan de elaborar la sabia y las verdaderas para la elaboración de alimento, las

raíces normalmente llegan a crecer hasta los 60 cm, pero la mayor actividad se concentra en los 30 cm, cumplen funciones de balance de carbohidratos, abastecen de agua y nutrientes a la planta por último transmiten señales del suelo (Innovak, 2020).

El tallo o tronco se caracteriza por presentar curvas y ser leñoso (Palma, 2006). Las ramas cuando aún son tiernas se conocen como pámpanos y sarmientos cuando toma consistencia de madera de aquí nacen las yemas que tienen característica algodonosa (Bejarano, 2021).

Las hojas son alternas y lobuladas (Arias, 2017).

La flor es formada por los pedicelos, el conjunto de flores constituyen al racimo sostenidos del raquis (Quispe, 2020). El fruto de la vid es una baya, su forma, color y tamaño depende de la variedad (Arias, 2017). Chang (2021) manifiesta que el fruto está formado por las semillas, mesocarpio y el epicarpio u hollejo.

### **Importancia**

La vid en Perú ha tomado mucha importancia en los productores situándose en el tercer puesto a nivel mundial en productividad (Gestión, 2017).

El Perú actualmente es el primer exportador de uvas en el mundo, las uvas blancas sin pepa son las más pedidas le sigue las uvas rojas sin pepa (La República, 2023).

León (2016) refiere que la uva de mesa es muy codiciada hoy en día por sus características en la baya, que le dan los flavonoides, antocianinas y taninos.

Artés (2011) citado por León (2016) presenta la composición nutricional al consumir 100g de uva:

**Tabla 1***Composición nutricional de la baya de vid.*

<b>Componentes</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad por porción de 100g</b>
Agua	G	83.6
Proteínas	G	0.5
Lípidos	G	0.25
Carbohidratos	G	15.2
Fibra	G	0.4
Minerales	G	0.45
Sodio	Mg	1
Potasio	Mg	180
Magnesio	Mg	12
Calcio	Mg	16
Hierro	Ug	500
Fósforo	Mg	25
Vitamina B1	Ug	42
Vitamina B2	Ug	23
Nicotinamida	Ug	0.22
Vitamina B6	Ug	70
Biotina	Ug	2
Ácido fólico	Ug	43
Kaempferol	-	Trazas
Quercetina	Mg	1.4
Miricetina	Mg	0.45

*Nota:* contenido nutricional de la uva en gramos miligramos y micras (Artés, 2011).

### **2.2.2. Fenología del cultivo de vid**

Según Gil (2007) las etapas fenológicas de la vid las describe y las presenta así:

- **Desarrollo de la yema**

Para llegar al brote pasa por estadios como son; yema hinchada y yema algodonosa que dependen del clima ambiental, para esta etapa favorece días cortos, noches largas y temperaturas bajas; la yema es un pequeño brote inicial, ya sea con

o sin flores, que se halla en una forma compacta y protegida por escamas; se categorizan en yemas axilares, alternas, terminal o laterales, compuestas y yema vegetativa.

- **Brotos**

Un brote se compone de una región meristemática en la punta, responsable de nuevas células, junto con una zona subapical que se caracteriza por el alargamiento de las células; se caracterizan en brotes sarmientos, monopodiales indeterminados, preformados y brotes normales.

- **Desarrollo de hojas**

Para esta etapa se puede diferenciar la primera hoja separada de la yema, se inician en el ápice semanalmente con 145 grados en relación con la hoja anterior siguiendo un patrón espiralado llegando a tener hasta seis hojas diferenciadas; una hoja demora entre tres y cinco semanas en desarrollarse completamente.

- **Emergencia inflorescencia**

Se diferencia el inicio de la inflorescencia alargándose con las flores contactadas para dar origen a una inflorescencia completamente desarrollada con las flores separadas.

- **Floración**

Para la etapa de floración es un proceso muy acelerado inicia con la caída de las primeras caliptras pasando al 25% en floración inicial, 50% en plena flor y el 80% de caliptras caídas al final de la floración para luego pasar a la cuaja de fruto.

- **Desarrollo de frutos**

En bayas de cuatro a seis milímetros los racimos empiezan a colgar, en calibre siete a diez milímetros racimos completamente colgados el contacto entre bayas ha iniciado.

- **Maduración de bayas o envero**

Conocida comúnmente como envero al inicio de la maduración de bayas, se da este nombre al cambio de color ocurridas en las bayas del racimo en uvas tintas y color ámbar en uvas blancas; la característica principal es que la baya pierde dureza

e inicia a ablandarse para madurar; la maduración se alcanza cuando el nivel de azúcar aumenta en las bayas.

- **Senectud de Brotes**

Después de cosechar los racimos se deja descansar al campo por días y en este proceso existe una caída del 50% de hojas hasta que la planta se queda sin hojas.

### **2.2.3. Fertilización en Vid**

Fertilizar es entregar a la planta los nutrientes necesarios para que la aproveche, la entrega de fertilizantes tiene que ser eficiente puesto que un exceso genera pérdida de fertilizante, el incremento de sustancias inorgánicas en el agua, volatilización de gases y costos innecesario; a su vez, poca fertilización genera pérdidas en la producción ( Serrano et al., 2009).

#### **A. Macronutrientes**

##### **Nitrógeno**

El nitrógeno desempeña un papel fundamental en la composición de la clorofila (Palma, 2006). Kovácik y Hedbavny (2014) manifiestan que el N está a cargo de las reacciones químicas para el funcionamiento, crecimiento y rendimiento. Asimismo Oliveira et al. (2019) refieren que el nitrógeno foliar por su movilidad tiene la capacidad de trasladarse en cantidades más significativas a otros órganos temporales de desarrollo, como los brotes y racimos.

La falta de nitrógeno hace que los brotes se vean de color rosa, las hojas maduras cloróticas, finas y con poco desarrollo; y el exceso de nitrógeno en algunas variedades de uvas blancas no es beneficioso (Aliaga, 2014).

##### **Fósforo**

Para Sierra (2001) es un elemento primordial influye en el crecimiento inicial de los tejidos vegetales, particularmente en el desarrollo de las raíces, su absorción es como  $H_2PO_4^-$ ; participa en la división celular, captación de energía, forma parte del ATP y ADP, forma parte de los fosfolípidos y ácidos nucleicos en la membrana celular (Ciotta et al., 2018).

Una deficiencia de Fósforo presenta hojas de color violáceo, reducción en cantidad de racimos, acelera la pinta en bayas de vid no favorece para algunas variedades como la *Thompson seedless* (Sierra, 2001).

### **Potasio**

Según Aliaga (2014) refiere que el potasio desempeña roles fundamentales que tiene impacto directo en su calidad y cantidad de las bayas de vid; sus roles esenciales son el de estimular la producción de proteínas, facilitar el transporte, almacenamiento de sustancias asimiladas (carbohidratos) desde las hojas hasta el fruto; prolonga y mejora los periodos de asimilación, contribuyendo a una fruta de calidad; contribuye a las síntesis de pigmentos, como el caroteno.

Además regula la apertura y cierre de los estomas encargadas de controlar el intercambio gaseoso en las hojas, encargado de las reacciones enzimáticas que son parte de rutas metabólicas cruciales (Ciotta et al., 2020).

Para Gaspar (2012) el potasio es antagónico con el magnesio, lo que llevará a bajar la fotosíntesis y el azúcar en vid; también menciona que las deficiencias de potasio se presenta como una clorosis en la planta.

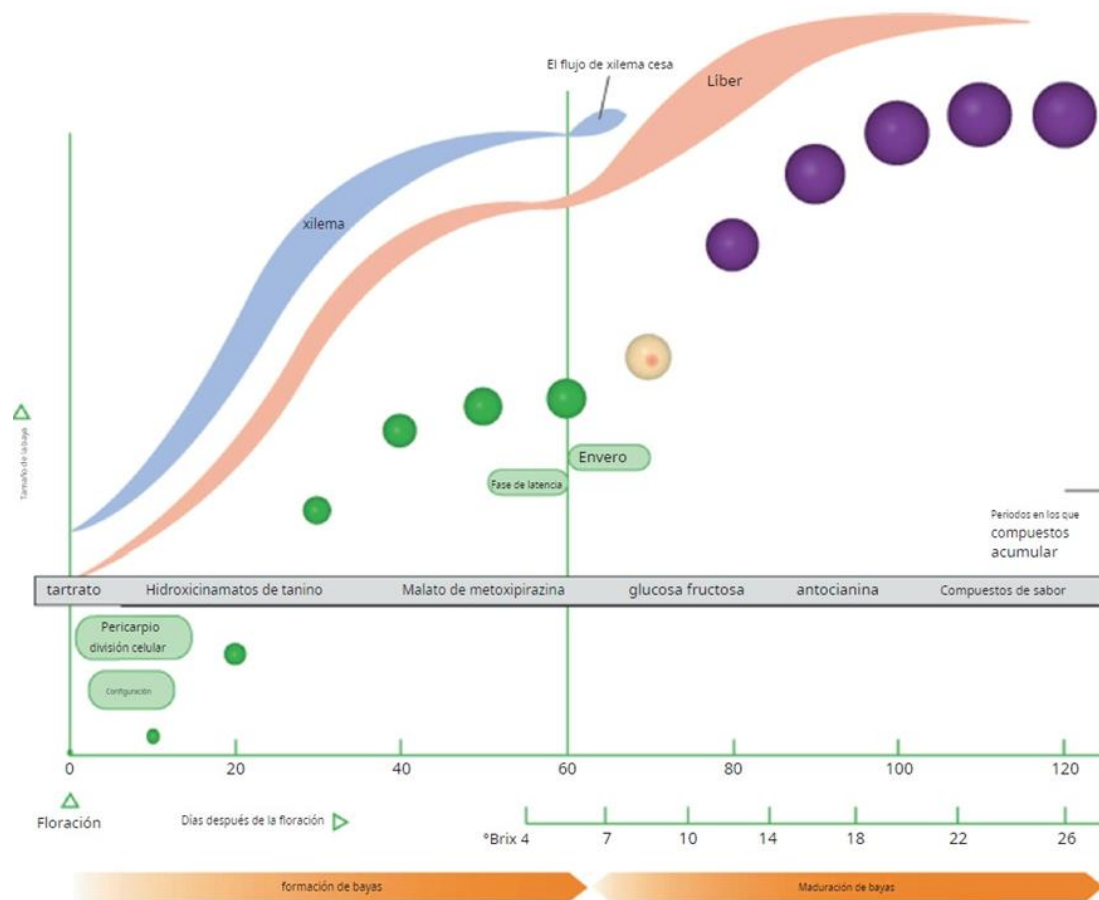
### **Calcio**

Las plantas absorben el calcio por las puntas blancas de las raíces (Keller, 2010).

Para Gil y Pszczólkowski (2007) mencionan que, el calcio se mueve por vía xilema por la corriente transpiratoria llegando a las hojas y muy limitado al fruto.

**Figura 1**

*Representación de los flujos en las etapas fenológicas que aún puede haber ingreso de calcio desde el suelo, dado que vía floema es inmóvil.*



*Nota:* Keller (2010).

El calcio es responsable de la cuaja en frutos de vid, provisiona de agua a la baya (Nistor et al., 2022). Para Ciotta et al. (2020) entrega firmeza a la pared celular, influye en la defensa de las plantas. Además regula la fosforilación, la división celular; tiene respuestas a estímulos ambientales, la regulación de la apertura y cierre de estomas en las plantas (Mclaughlin y Wimmer 1999).

La eficiencia de calcio se ve afectado por condiciones de pH menor a 5 debido a la toxicidad del aluminio soluble, así como por la excesiva presencia de potasio, magnesio o sales en el suelo (Keller, 2010).

Las deficiencias en bayas de vid se muestra con partiduras (Sierra, 2001). Los trastornos que ocasiona es el deterioro de la membrana y pared celular (Garde et al., 2023). Para Nistor et al. (2022) la deficiencia se manifiesta como bayas deshidratadas y retarda la madurez de la misma. En hojas la carencia de calcio se muestra con los

bordes necróticos que va creciendo hasta el peciolo (Peña y Gonzáles, 2015). El calcio debido a la creciente demanda de conservar la calidad de los productos frescos, el calcio se ha empleado de manera efectiva como un aditivo postcosecha para prolongar la vida útil de las frutas (Martins et al., 2020).

### **Magnesio**

Este elemento es parte de la clorofila (Ciotta et al. 2020). El magnesio es un nutriente crucial para la activación de enzimas encargadas en los procesos fotosíntesis, respiración y síntesis de ADN y ARN (Merwad et al., 2023).

La carencia de este elemento ocasiona hojas cloróticas en los bordes que crece hacia adentro (Gil y Pszczolkowski, 2007). Origina el palo negro (Palma, 2006). La carencia de magnesio tiene un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de la planta debido a su estrecha relación con la fotosíntesis (Merwad et al., 2023).

## **B. Micronutrientes**

### **Hierro**

El Fe junto con el Mn importantes en la síntesis de clorofila, elemento fundamental para la asimilación del nitrógeno y fósforo en la planta (Gaspar, 2012).

Las deficiencias de hierro afectan la respiración, la síntesis de proteínas con acumulación de potasio, afecta la descarga de alimentos de las hojas al floema por tanto existe más oxidación y se activa el sistema antioxidante (Romero, 2015). Como consecuencia la uva tarda en madurar y en la industria del vino pierde su calidad (Zarco et al., 2007).

### **Manganeso**

Es un activador enzimático principalmente de clorofila y las reacciones de óxido-reducción en los tejidos (metabolismo de auxinas) (Gil y Pszczolkowski, 2007).

La deficiencia se muestra con nevaduras cloróticas en las hojas (Coutinho et al., 2020).



## **Boro**

El boro cumple función importante en la pared celular y en las membranas participa en el transporte de azúcares (Dameto et al., 2023). Por otra parte, en la flor ayuda a la germinación del grano de polen y desarrollo del tubo polínico (Sierra, 2001).

El boro por ser poco móvil muestra síntomas de deficiencia muy parecido al del calcio, los ápices de los órganos como; hojas, flores y frutos presentan necrosis (Malavé y Carrero, 2007).

## **Zinc**

El zinc es el encargado de activar las enzimas para la síntesis de ADN y ARN (Amezcuca y Lara, 2017). Participa en la fosforilación de la glucosa para la síntesis de almidón, importante para la fecundación, activa las proteínas para que ocurra la fotosíntesis (Coutinho et al. 2020).

Las deficiencias de zinc se muestran con necrosis en el ápice de la raíz (Broadley et al., 2007). Las plantas son achatadas al igual que sus hojas con poco desarrollo, los síntomas que se presentan en las hojas son con manchas amarillas volviéndose posteriormente necróticas; así mismo un exceso reemplaza al Fe y Mg, también restringe la deficiencia de P, Mg, Mn en la planta (Amezcuca y Lara, 2017).

## **Cobre**

Peña y Gonzáles (2015) indican que, es componente de diversas proteínas como la lacasa, polifenol oxidasa, entre otras; su contribución del Cu se extiende a la fotosíntesis, la lignificación, el metabolismo de la pared celular; su deficiencia se observa con hojas nuevas enrolladas, clorosis, con flacidez de peciolo y tallos.

## **Molibdeno**

Participa en la fijación de Nitrógeno, en la transformación de nitrato a amonio y metabolismo de carbohidratos (Peña y Gonzáles 2015). Por lo tanto, los signos visuales de este elemento se asemejan a los que se observan en el nitrógeno, lo que resulta una disminución del desarrollo y producción de las plantas (Oliveira et al. 2020).

#### **2.2.4. Fertilización foliar**

Método de aplicación que permite que los nutrientes sean absorbidos de manera casi inmediata a través de las estomas en las hojas, mejorando la eficiencia del fertilizante; además, la fertilización foliar es especialmente útil cuando las raíces no pueden absorber nutrientes de manera óptima debido a condiciones desfavorables del suelo (INPOFOS, 2017). La fertilización foliar actúa como un complemento a la fertilización tradicional en el suelo, sin reemplazarla, proporcionando un soporte adicional de nutrientes que favorece el crecimiento de las plantas; esta técnica aprovecha la ventaja de una absorción rápida y específica en el follaje para optimizar el desarrollo vegetal (Trinidad y Aguilar 2000).

Para Casavilca (2019) la fertilización foliar comprende tres procesos fundamentales para asegurar que los nutrientes lleguen óptimamente a toda la planta: primero, la penetración, donde los nutrientes ingresan a través de la epidermis de la hoja y llegan al mesófilo; luego, la asimilación, en la cual los nutrientes se mueven desde el mesófilo al interior de las células; y finalmente, el transporte, que permite el desplazamiento de los nutrientes desde la zona tratada hacia otras áreas de la planta; estos procesos resaltan también la movilidad de los nutrientes en el sistema vegetal:

**Tabla 2**

*Movilidad de los nutrientes.*

<b>Elemento</b>	<b>En la planta</b>
Nitrógeno	Móvil
Fósforo	Móvil
Potasio	Móvil
Calcio	Inmóvil
Magnesio	Móvil
Zinc	Movilidad variable
Manganeso	Inmóvil
Boro	Inmóvil
Cobre	Poco móvil
Hierro	Movilidad variable

Para Trinidad y Aguilar (2000), la eficiencia de la fertilización foliar en las plantas depende de varios factores propios de la planta como variedad, fenología los cuales influyen en la capacidad de absorción y respuesta a nutrientes. Por otro lado, señalan que, las condiciones climáticas también afectan la eficiencia; como la

radiación solar, temperatura y humedad pueden modificar la absorción de los nutrientes aplicados

### **2.2.5. Fertilizantes foliares**

Los fertilizantes foliares utilizados en la investigación son:

#### **A. Fertilizante foliar 1**

Calcio (CaO)	: 141.1 g/L
Boro (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	: 9.5 g/L
Ácidos ECCA Carboxy (5%)	: 28.6 g/L

Es un bioestimulante, formulado con los ácidos ECCA Carboxy aromáticos actúan sinérgicamente con el calcio y boro para fortalecer las estructuras celulares de los frutos para evitar rajaduras, mejora la firmeza y vida útil, ayuda a reducir la susceptibilidad a enfermedades postcosecha como Blossom end Rot, Tip Burn, Bitter Pit, además mejora sus características organolépticas; su presentación es líquida, diseñado para ser aplicada por sistema vía foliar, la dosis para vid es de 2 a 3 L/ha (Innovak Global, s. f.).

#### **B. Fertilizante foliar 2**

Calcio (CaO)	: 150 g/L
Ácidos carboxílicos	: 190 g/L
Aminoácidos	: 12.5 g/L

Es un fertilizante a base de calcio, formulados para asegurar una disponibilidad adecuada de este nutriente especialmente en suelos donde la cantidad de calcio es limitado, mejora la firmeza y calidad de los frutos. Previene alteraciones fisiológicas que pueden surgir debido a deficiencias de calcio, prolonga la vida útil de la fruta y ayuda a factores que ocasiona estrés en la planta. Su presentación es líquida, su formulación concentrado soluble (SL) solución con estándares de pureza y claridad, se usa en aplicaciones agrícolas donde se requiere una dispersión uniforme y eficaz del ingrediente activo en agua (Berrocal y Muñoz 2023), dosis 2 a 6 L/ha, las aplicaciones desde flor hasta antes de cosecha (Aris Industrial, s.f.).

#### **C. Fertilizante foliar 3**

Calcio (CaO)	: 43.16 %
Calcio (CaO)	: 43.16 % p/p
Magnesio (MgO)	: 60 % p/p

Hierro (Fe)	: 0.29 % p/p
Silicio (SiO <sub>2</sub> )	: 4.37% p/p

Es un fertilizante que combina la pureza y beneficios de la calcita natural con la eficiencia de elementos secundarios y micronutrientes, promoviendo el crecimiento, calidad de las cosechas y fortaleciendo la resistencia a enfermedades en las plantas. Se puede usar por sistema de riego y vía foliar a una dosis de 1.5 a 2 Kg/ha, su formulación es polvo soluble (Alteo, s. f.).

#### **D. Fertilizante foliar 4**

Calcio (CaO) : 500 g/L

Fertilizante foliar a base de calcio, para mejorar la productividad mediante estímulos de crecimiento, fortifica las paredes celulares. Además, su composición está libre de nitratos y cloruros. La dosis para vid es de 1 a 2 L/ha iniciado con aplicaciones una vez que el fruto ha cuajado, su formulación es suspensión concentrada (Aris Industrial, s. f.).

### **2.3. Definición de términos básicos.**

#### **Fertilización foliar**

Aplicación de nutrientes, bioestimulantes, hormonas vegetales, directamente a las hojas el cual contribuirá a optimizar la distribución de nutrientes a lo largo del crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que, a su vez, resultaría en un aumento en el rendimiento, calidad del cultivo (Merwad et al. 2023).

#### **Antagonismo**

Se refiere a una relación entre nutrientes en el suelo que compiten entre sí por la absorción de las plantas; estos nutrientes se consideran antagonistas cuando la disponibilidad o el exceso de uno de ellos puede inhibir la absorción del otro, ejemplo; el calcio y magnesio, el calcio con el manganeso, fósforo, zinc, boro, hierro y potasio (Casierra y Vargas 2015).

#### **Sinergismo**

Se define como una interacción positiva o cooperativa entre varios nutrientes o componentes del suelo, que, cuando se encuentra en combinaciones específicas, tienen el potencial de mejorar la capacidad de las plantas para absorber y aprovechar los nutrientes de manera más efectiva (Casierra y Vargas, 2015).

**Calcio ligado**

El calcio ligado se refiere al calcio que está asociado y adherido a las paredes celulares, este calcio no está libre en forma iónica en el jugo celular, sino que forma parte integral de la estructura de las células vegetales; nos indica calidad, apariencia y vida postcosecha de la fruta (AGQ Labs, 2017).

**Calcio total**

El Calcio, desempeñando roles estructurales fundamentales en las membranas y paredes celulares, proporcionando firmeza a la fruta. Dentro del contenido total de Calcio, es notable su fracción ligada, la cual está específicamente asociada a los pectatos presentes en las paredes celulares (AGQ Labs, 2020).

**Materia seca**

Indicador crucial de su contenido nutricional, se refiere al porcentaje de peso que queda cuando se elimina toda el agua presente en las bayas, en las bayas de vid está compuesta por azúcares, ácidos orgánicos, polifenoles y otros metabolitos secundarios (Conde et al., 2007).

# CAPÍTULO III

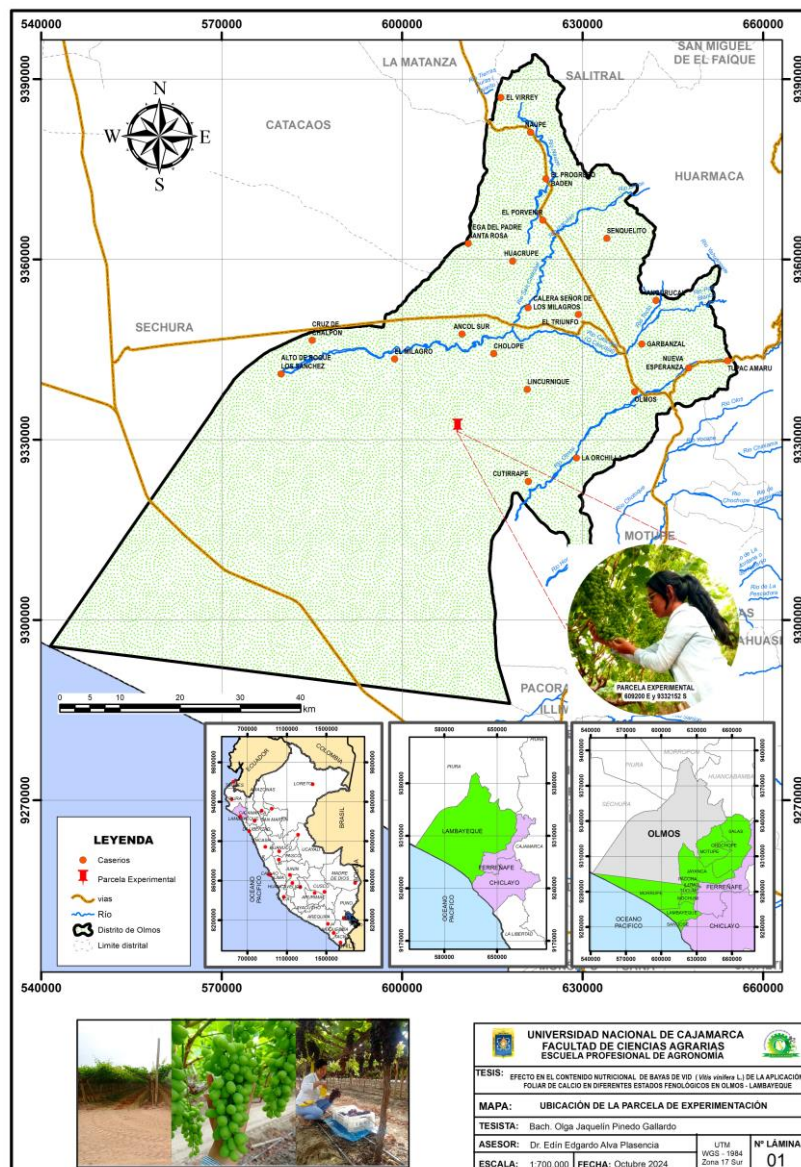
## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación

La investigación se realizó en el proyecto Olmos, distrito de Olmos, región Lambayeque, ubicada geográficamente a 6°02'30" de latitud sur y 80°00'45" W de longitud, a una altitud de 575 msnm; donde se registra temperatura mínima de 15.9°C y una máxima de 35.9°C, la precipitación máxima promedio es de 17.6 mm anual acumulada y una humedad relativa mínima 63% y máxima de 82%.

Figura 2

Ubicación del área de investigación.



## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Insumos**

**Fertilizante 1:** (Calcio (CaO) 141.1 g/L; Boro (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 9.5 g/L; Ácidos ECCA Carboxy (5%) 28.6 g/L).

**Fertilizante 2:** (Calcio (CaO) 150 g/L Ácidos carboxílicos 190 g/L Aminoácidos 12.5 g/L).

**Fertilizante 3:** (Calcio (CaO) 43.16 % p/p Magnesio (MgO) 60 % p/p Hierro (Fe) 0.29 % p/p Silicio (SiO<sub>2</sub>) 4.37% p/p).

**Fertilizante 4:** (Calcio (CaO) 500 g/L).

### **3.2.2. Materiales de campo**

Cámara fotográfica

Cintas de plástico

Palana

Balde

Bolsas herméticas

Bolsas de papel

Cinta métrica

Micas

Tijera

GPS

Lápiz

Papel bond

Marcador indeleble

Libreta de apuntes

Probeta

### **3.2.3. Equipos**

Maquinaria de aplicación

Medidor portátil de nutrientes

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Diseño experimental

El diseño estadístico que se empleó para determinar el efecto en el contenido de calcio en bayas de vid (*Vitis vinifera* L.) de la aplicación foliar de calcio en diferentes estados fenológicos en Olmos, Lambayeque fue el Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA) simple con tres repeticiones, seis tratamientos (T1-T6) y un grupo control (T0) por repetición, cuyo modelo estadístico es:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Son las observaciones obtenidas la  $j$ -ésima vez que se repite el experimento, con el tratamiento  $i$ -ésimo.

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del tratamiento  $i$

$B_j$  = Efecto del Bloqueo  $j$

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental que se presenta al efectuar la  $j$ -ésima observación del  $i$ -ésimo tratamiento.

#### A. Unidad experimental (tratamiento):

Largo : 100 m

Ancho : 7 m

Área : 700 m<sup>2</sup>

Numero de plantas : 186

#### B. Bloque:

Largo : 100 m

Ancho : 49 m

Área : 4900 m<sup>2</sup>

Numero de plantas : 1 302

#### C. Campo experimental total:

Largo : 100 m

Ancho : 147 m

Superficie : 2.2 ha

Número de plantas : 3 906



### 3.3.2. Arreglo de tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar de productos a base de calcio, realizados en cuatro etapas específicas del desarrollo fenológico de la vid: durante la floración, cuaja, cuando las bayas alcanzaron los 4 mm y los 8 mm. La asignación de estos tratamientos se llevó a cabo de manera aleatoria, siguiendo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

Es importante señalar que, a todos los tratamientos, incluido el de control, se les aplicaron dosis constantes y uniformes de NPK para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo.

**Tabla 3**

*Tratamientos estudiados.*

N°	Tratamiento	Producto	Dosis	Momento de aplicación			
				Flor	Cuaja	Baya 4 mm	Baya 8 mm
1	T0	S/A	S/A				
2	T1	Calcio (CaO) 141.1 g/L	1.05 L.ha-1	X			
		Boro (B203) 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy (5%) 28.6 g/L					
3	T2	Calcio (CaO) 141.1 g/L	1.06 L.ha-1	X			
		Boro (B203) 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy (5%) 28.6 g/L					
4	T3	Calcio (CaO) 41.16 % p/p	1 L.ha-1		X	X	
		Magnesio (MgO) 60% p/p Hierro (Fe) 0.29% p/p Silicio (SiO2) 4.37%					
5	T4	Calcio (CaO) 141.1 g/L	2 L.ha-1	X			
		Boro (B203) 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy (5%) 28.6 g/L					
6	T5	Calcio (CaO) 41.16 % p/p	1 L.ha-1		X	X	X
		Magnesio (MgO) 60% p/p Hierro (Fe) 0.29% p/p Silicio (SiO2) 4.37%					
7	T6	Calcio (CaO) 150 g/L	1.06 L.ha-1	X			
		Ácidos carboxílicos 190 g/L Aminoácidos 12.50 g/L					
		Calcio (CaO) 500 g/L	0.8L.ha-1		X	X	
		Calcio (CaO) 150 g/L	1.06 L.ha-1	X			
		Ácidos carboxílicos 190 g/L Aminoácidos 12.50 g/L					
		Calcio (CaO) 500 g/L	0.8L.ha-1		X	X	X

*Nota:* Productos utilizados de acuerdo a la etapa fenológica para cada tratamiento

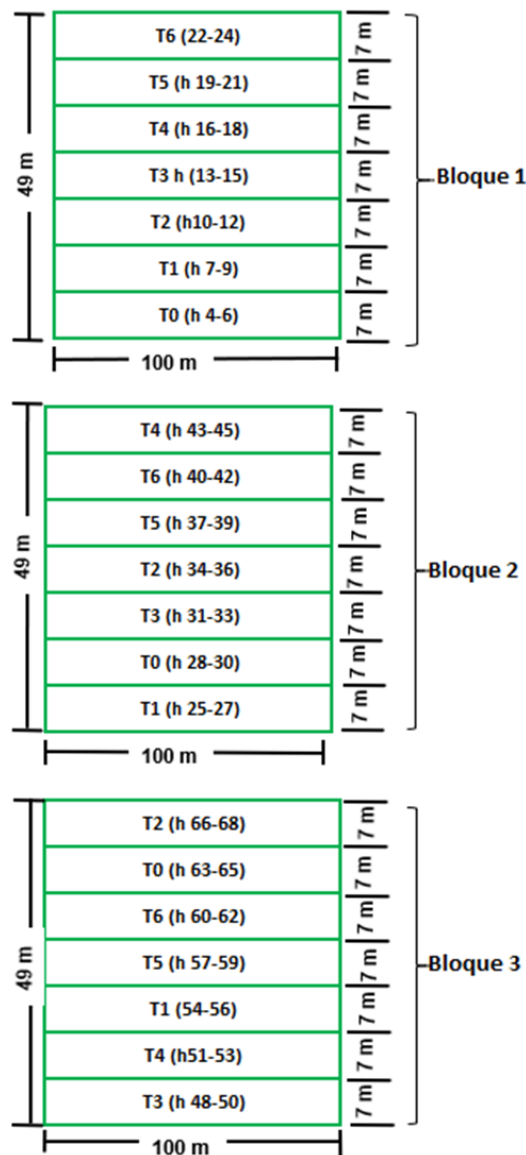
### Distribución de tratamientos

Cada tratamiento se estructuró en tres hileras, con una separación de 3.5 metros entre ellas, sumando un total de 7 metros de ancho, y una distancia de 1.6 metros entre plantas; cada hilera, compuesta por 62 plantas, tenía una longitud de 100 metros; las hileras estaban orientadas de este a oeste y se implementó un sistema de riego por goteo.

Cada bloque comprendió siete tratamientos, lo que resultaba en un total de 21 tratamientos a lo largo de los tres bloques; la disposición de estos tratamientos se realizó según el croquis que se presenta a continuación:

**Figura 3**

*Distribución de tratamientos*



*Nota:* Distribución en campo de los tratamientos en estudio.

### 3.3.3. Metodología

#### A. Análisis de suelo

Las muestras de suelo fueron extraídas del área de investigación en dos momentos clave: durante la poda y después de la cosecha (postcosecha). Se recolectó una muestra representativa de todo el lote experimental utilizando la técnica de muestreo en zigzag; esta técnica implicó tomar 20 submuestras de aproximadamente 200 g cada una, distribuidas en diferentes puntos hasta una profundidad de 50 cm; estas submuestras se colocaron en un balde de plástico para asegurar una muestra homogénea. Se envió al laboratorio una muestra de un kilogramo para el análisis del contenido de calcio en el suelo.

**Tabla 4**

*Resultados del análisis del suelo.*

M.O	N	P	Ca ++	Mg++	K	Na++	B	Fe	Mn	Cu	Zn	CIC	pH	Ce	Fenología
%	mg/kg	mg/kg	meq/100g	meq/100g	meq/100 g	meq/100 g	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	meq/100g		us/cm	
0.44	224	18.5	2.79	0.991	0.42	0.17	0.50	13.1	8.91	0.27	44.4	3.11	7.88	195	Envero
0.34	164	16.2	2.30	1.13	0.4	0.14	0.50	8.39	4.84	0.22	50	2.87	8.05	109	Cosecha

*Nota.* Análisis químico de parámetros y el contenido nutricional del suelo, analizados en el laboratorio de AGQ Labs Perú.

#### B. Análisis de agua

Durante la primera semana de fertilización del cultivo, se tomó una muestra de agua del reservorio con el propósito de analizar el contenido de calcio presente en el agua de riego; este análisis era esencial para verificar si el agua utilizada satisfacía adecuadamente las necesidades nutricionales del cultivo; la muestra, de 200 ml, fue enviada al laboratorio para su análisis, donde se evaluó la concentración de calcio y se comparó con los niveles óptimos requeridos para el crecimiento de las plantas.

**Tabla 5**

*Resultados del análisis de agua.*

Muestra	CONTENIDO														
	pH	CE	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	B	Fe	Mn	Cu	Zn
	ds/m	dS/m	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L
Agua	7.6	0.55	2.67	1.87	1.03	0.16	1.92	0.67	2.4	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05

*Nota.* Análisis químico de parámetros y contenido mineral agua, analizados en el laboratorio de AGQ Labs Perú.

### **C. Señalización en campo**

Una vez diseñada la investigación, se colocaron carteles de identificación y se procedió a distribuir los tratamientos en el terreno utilizando un Diseño Lineal Simple (DLS). Cada tratamiento fue claramente marcado, indicando las hileras que abarcaba. Cada unidad experimental tenía un área de 0.10 hectáreas, lo que resultaba en un total de 2.20 hectáreas por cada repetición.

### **D. Aplicaciones foliares**

Las aplicaciones foliares a los tratamientos fueron llevadas a cabo utilizando maquinaria agrícola; para la preparación y distribución de los productos desde el almacén, el área de sanidad elaboró un instructivo detallando los productos, las cantidades y las áreas específicas de aplicación; posteriormente, se realizó el premezclado de los productos según las especificaciones antes de su aplicación en el campo.

El supervisor de aplicaciones de sanidad transportó los productos a una zona de abastecimiento, donde fueron preparados con las dosis requeridas y el volumen de agua especificado en el instructivo, en este caso, 1000 litros; posteriormente, estos productos fueron cargados en la máquina de aplicación y pulverizados sobre los racimos.

### **E. Momento de aplicaciones**

#### **Primera aplicación**

La fertilización por suelo vía sistema de riego, en lo que se refiere a NPK inició en la semana 29, con el brote de 10 cm de crecimiento hasta la semana 35 que el cultivo estuvo en baya de 8 mm.

Los productos foliares se aplicaron en la semana 32, cuatro semanas después de iniciar la fertilización por sistema de riego con: Calcio (CaO) 141.1 g/L Boro ( $B_2O_3$ ) 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy (5%) 28.6 g/L y Calcio (CaO) 150 g/L Ácidos carboxílicos 190 g/L Aminoácidos 12.5 g/L aplicados en estado de floración.

#### **Segunda aplicación**

Calcio (CaO) 43.16 % p/p Magnesio (MgO) 60 % p/p Hierro (Fe) Silicio ( $SiO_2$ ) 4.37% p/p y Calcio (CaO) 500 g/L, aplicados en estado de cuajado.

### Tercera aplicación

Calcio (CaO) 43.16 % p/p Magnesio (MgO) 60 % p/p Hierro (Fe) Silicio (SiO<sub>2</sub>) 4.37% p/p y Calcio (CaO) 500 g/L, aplicados en estado de baya de 4 mm.

### Cuarta aplicación

Calcio (CaO) 43.16 % p/p Magnesio (MgO) 60 % p/p Hierro (Fe) Silicio (SiO<sub>2</sub>) 4.37% p/p y Calcio (CaO) 500 g/L, y finalmente se aplicó en estado de baya de 8 mm.

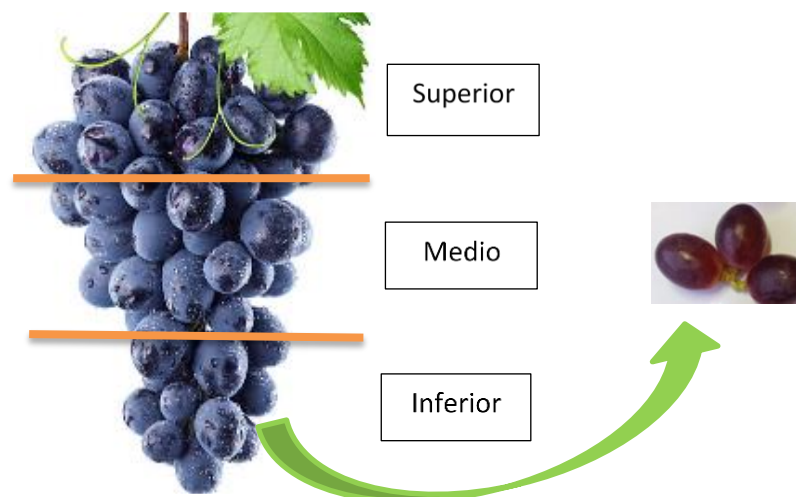
## 3.3.4. Evaluaciones

### A. Recolección de bayas para el análisis de laboratorio

Se dejaron cinco plantas en el borde de cada extremo de la hilera; de una planta, se seleccionó un racimo y se extrajeron tres raquis que contenían de dos a tres bayas cada uno; cada racimo se dividió en tres partes: superior, media e inferior, extrayendo de 2 a 3 bayas de cada división que estaban unidas a un solo raquis; se recolectaron 1 kg de bayas por cada tratamiento, seleccionadas al azar de las plantas en la hilera central, totalizando 21 kg para los 21 tratamientos; las primeras muestras se tomaron cuando las bayas entraron en la fase de envero durante la semana 40, y las segundas y últimas muestras se recolectaron cuando las uvas entraron en la fase de cosecha en la semana 46.

### Figura 4

*División del racimo para el muestreo.*



## **B. Análisis nutricional**

Las muestras recolectadas cuidadosamente fueron enviadas al laboratorio especializado con el propósito de realizar una evaluación exhaustiva; esta evaluación abarcó la medición de la materia seca, así como del contenido total de calcio y su forma ligada en las muestras analizadas; este proceso es fundamental para obtener un entendimiento detallado de cómo estos componentes influyen en la calidad y las características del producto final.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados del análisis de laboratorio para la baya de vid en enero y cosecha.

**Tabla 6**

*Resultados del análisis de laboratorio de la baya de la vid.*

Fase Fenológica	Parámetro	Bloque	Tratamientos							
			T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Envero	Materia seca (%)	BI	7.30	7.54	7.95	6.99	8.40	7.39	6.92	
		BII	7.95	7.37	7.53	7.84	7.91	7.70	7.74	
		BIII	6.78	7.78	7.34	7.37	7.09	6.73	6.96	
	Calcio total (mg/100)	BI	13.40	11.70	16.60	10.90	17.40	11.90	16.40	
		BII	14.10	14.40	15.30	13.70	11.90	12.20	13.80	
		BIII	12.10	17.00	12.40	13.80	14.90	14.60	16.40	
	Calcio ligado (mg/100)	BI	1.40	1.20	1.00	1.50	1.30	1.20	1.30	
		BII	1.20	2.0	1.20	1.20	1.40	1.70	1.20	
		BIII	1.20	1.50	1.20	1.20	1.20	1.10	1.90	
	Cosecha	Materia seca (%)	BI	15.40	17.50	17.10	16.90	18.0	16.50	16.60
			BII	16.50	17.30	16.10	17.30	16.10	16.10	15.10
			BIII	17.90	14.80	16.80	16.90	15.90	17.10	15.90
Calcio total (mg/100)		BI	8.06	9.46	9.64	8.13	8.86	9.21	11.70	
		BII	9.56	10.50	9.15	11.80	6.59	8.83	9.49	
		BIII	10.40	8.35	6.38	7.90	4.79	6.73	8.79	
Calcio ligado (mg/100)		BI	1.80	1.90	1.90	1.40	2.20	1.50	2.30	
		BII	2.10	2.0	2.10	1.80	1.90	1.50	1.70	
		BIII	2.00	1.60	1.60	1.50	1.80	2.00	1.80	

*Nota.* Contenido de materia seca (%), Calcio total (mg/100 smf), Calcio ligado (mg/100 smf) en la fase de enero y cosecha.}

#### 4.2. Resultados en enero

Los datos fueron analizados minuciosamente, y se llevó a cabo la evaluación para determinar si los fertilizantes foliares tuvieron algún efecto positivo o insignificante en el contenido nutricional de calcio ligado y total.

#### 4.2.1. Análisis de materia seca

Según los resultados del análisis de varianza (ANOVA) presentados en la Tabla 6 para la materia seca de uva en envero, muestra que para la fuente repeticiones no se encontró significación, dado que el p-valor fue 0.5852, mayor que al nivel de significación  $\alpha=0.05$ . Para los tratamientos, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas, ya que el p-valor obtenido es 0.5852, valor superior al nivel de significación  $\alpha=0.05$ . Esto indica que la aplicación de los distintos tratamientos de fertilización no generó cambios significativos en el contenido de materia seca de la uva en la etapa de envero, es decir, las medias de materia seca entre los diferentes tratamientos con variaciones en las fuentes de fertilización nitrogenada, fosforada y cálcica, no son estadísticamente diferentes. Por lo tanto, la aplicación de los fertilizantes evaluados no causó efectos significativos sobre la acumulación de materia seca en los frutos de vid.

El coeficiente de variación (CV) para la materia seca fue de 5.43 %, el cual es bajo e indica la variabilidad de la materia seca dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño experimental empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca en envero.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	1.156	2	0.578	3.524	0.0625
Tratamientos	0.792	6	0.132	0.805	0.5852
Error	1.968	12	0.164		
Total	3.916	20			

CV = 5.43 %

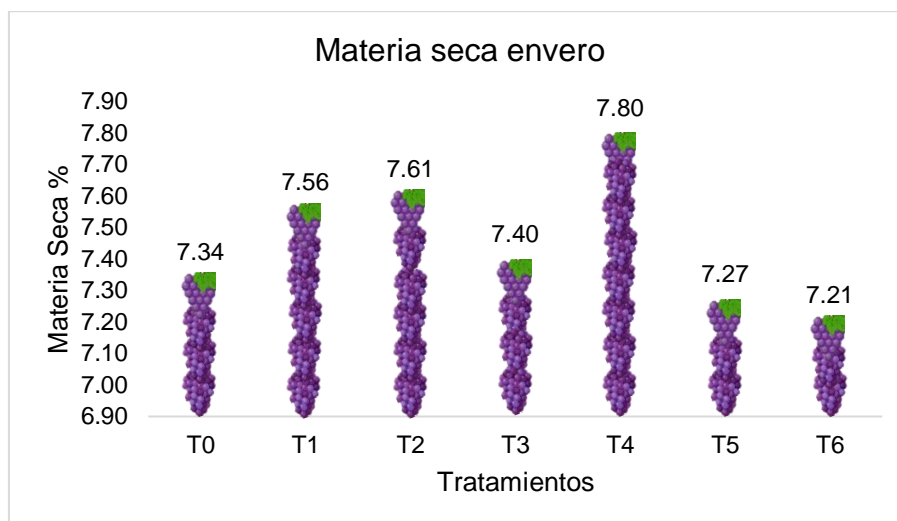
Según los resultados presentados en la Figura 5, numéricamente se observan ciertas diferencias en los valores de materia seca entre los distintos tratamientos evaluados en la uva. Sin embargo, el ANOVA realizado previamente, indicó que estas diferencias numéricas no son estadísticamente significativas. La materia seca osciló entre 7.21 % y 7.80 %, siendo los tratamientos T4 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L, Aminoácidos 12.5 g/L) y T2 (CaO 141.1 g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5g/L ECCA 28.6 g/L) + (2A) CaO 41.16% MgO 60 % Fe 0.29% SiO<sub>2</sub> 4.37%) los que presentaron los valores numéricamente más altos con 7.80 % y 7.61 % respectivamente, mientras que los tratamientos T6 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L Aminoácidos 12.5g/L) + (3A)



CaO 500g/L) y T0 (Testigo) obtuvieron los contenidos más bajos de materia seca con 7.21 % y 7.34 %.

### Figura 5

*Materia seca obtenido en los tratamientos de envero.*



Estudios sobre la acumulación de materia seca en frutos de vid y el impacto de la fertilización. Según Keller (2015) los factores genéticos, ambientales y de manejo agrícola influyen en el proceso de acumulación de materia seca en frutos de vid. Jackson (2008) señala que la capacidad de la vid para regular su crecimiento y mantener una composición química constante en sus frutos, independientemente de la disponibilidad de nutrientes. Ojeda et al. (2002) explican que, durante el envero, la planta prioriza la redistribución de recursos internos. Coombe y McCarthy (2000) sugieren que la variabilidad intrínseca en la acumulación de materia seca podría explicar la falta de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de fertilización, a pesar de observarse algunas diferencias numéricas.

#### **4.2.2. Análisis del calcio total**

Según los resultados del análisis de varianza (ANOVA) presentados en la Tabla 6 para el calcio total de uva en envero, muestra que para la fuente repeticiones no se encontró significación, dado que el p-valor fue 0.7642, mayor que al nivel de significación  $\alpha=0.05$ . Para los tratamientos, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas, ya que el p-valor obtenido es 0.5958, valor mayor al nivel de significación  $\alpha=0.05$ . Esto indica que, la aplicación de distintos manejos de fertilización que incluyen fuentes nitrogenadas, fosforadas y cálcicas, no generó cambios significativos en los niveles de calcio de las uvas en envero, es decir, que las medias de calcio total entre

los tratamientos no presentan diferencias significativas. Estos resultados indican que, las variaciones en el contenido total de calcio pueden atribuirse principalmente a factores aleatorios o variaciones naturales del cultivo.

El coeficiente de variación (CV) para el contenido de calcio total fue de 14.88 %, el cual es regular e indica la variabilidad del calcio dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño experimental empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

**Tabla 8**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el calcio tota en envero.*

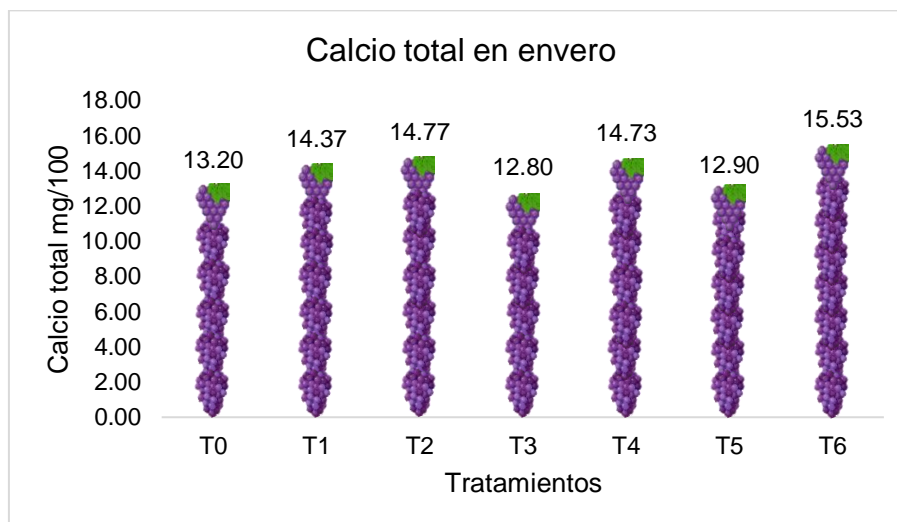
<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	2.403	2	1.201	0.275	0.7642
Tratamientos	20.665	6	3.444	0.788	0.5958
Error	52.424	12	4.369		
Total	75.491	20			

CV = 14.88 %

Según los resultados presentados en la Figura 6, numéricamente se observan ciertas diferencias en los niveles de calcio total entre los distintos tratamientos aplicados al cultivo de uva. Sin embargo, de acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) realizado previamente, estas diferencias numéricas no son significativas. El contenido de calcio varió de 12.80 a 15.53 mg/100g smf. Específicamente, los tratamientos T6 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190 g/L Aminoácidos 12.5g/L + (3A) CaO 500g/L) y T2 (CaO 141.1g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy 28.6g/L + (2A) CaO 41.16% MgO 60 % Fe 0.29% SiO<sub>2</sub> 4.37%) presentan los valores numéricamente más altos de calcio con 15.53 y 14.77 mg/100g smf respectivamente, mientras que los tratamientos T5 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L, Aminoácidos 12.5 g/L + (2A) CaO 150g/L) y T0 (Testigo) registran los contenidos más bajos con 12.90 y 13.20 mg/100g smf.

**Figura 6**

*Calcio total obtenido en los tratamientos de envero.*



La importancia del calcio en las plantas y su comportamiento frente a diferentes tratamientos de fertilización. Marschner (2012) destaca el papel crucial del calcio en la estructura celular y procesos fisiológicos. White y Broadley (2003) señalan su limitada movilidad dentro de la planta. Thor (2019) explica los mecanismos homeostáticos que regulan los niveles de calcio, lo que podría explicar la falta de diferencias significativas entre tratamientos. Mengel y Kirkby (2001) mencionan la posible competencia entre potasio y calcio en la absorción radicular. Taiz y Zeiger (2010) indican que factores ambientales y genéticos pueden influir en la absorción y transporte de calcio. La ausencia de diferencias significativas en el contenido de calcio entre los tratamientos sugiere una efectiva regulación homeostática y posible compensación entre nutrientes, a pesar de las variaciones en la fertilización.

#### **4.2.3. Análisis del calcio ligado**

Según los resultados del análisis de varianza (ANOVA) presentados en la Tabla 8, para el calcio ligado de uva en envero, muestra que para la fuente repeticiones no se encontró significación, dado que el p-valor fue 0.6227, mayor que al nivel de significación  $\alpha=0.05$ . Para los tratamientos, no existen diferencias significativas, ya que el p-valor obtenido para el factor tratamientos es 0.5826, valor mayor al nivel de significación  $\alpha=0.05$ . Esto significa que la aplicación de los diferentes manejos de fertilización no generó cambios significativos en la fracción de calcio ligado en las uvas durante el envero, es decir, las medias de calcio ligado entre los distintos tratamientos con variaciones en las fuentes de nutrientes nitrogenados, fosforados y cálcicos, no son estadísticamente diferentes entre sí. Estos resultados indican que, las variaciones en el

contenido de calcio ligado pueden atribuirse principalmente a factores aleatorios o variaciones naturales del cultivo.

El coeficiente de variación (CV) para el contenido de calcio ligado fue de 20.25 %, el cual es regular e indica la variabilidad del calcio ligado dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño experimental empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el calcio ligado en envero.*

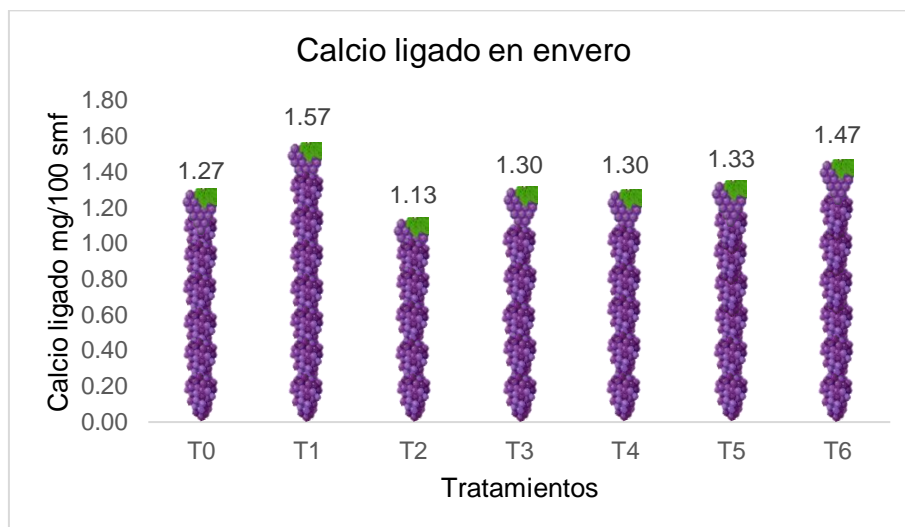
<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	0.072	2	0.036	0.493	0.6227
Tratamientos	0.356	6	0.059	0.809	0.5826
Error	0.881	12	0.073		
Total	1.310	20			

CV = 20.25 %

Según los resultados presentados en Figura 7, al contrastar numéricamente los valores de calcio ligado de los distintos tratamientos con el testigo T0 (Testigo), se observa que no existen diferencias significativas. El testigo T0 registró un valor de 1.27 mg/100g, mientras que los demás tratamientos obtuvieron valores entre 1.13 y 1.57 mg/100g. Las diferencias con respecto al testigo son mínimas, sin superar 0.3 mg/100g. Por lo tanto, al contrastar los resultados de los tratamientos con fertilización adicional de CaO 141.1g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy 28.6g/L, CaO 41.16% MgO 60 % Fe 0.29% SiO<sub>2</sub> 4.37%, CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L, Aminoácidos 12.5 g/L y CaO 500g/L versus el testigo con solo NPK por sistema de riego y ningún foliar, no se observan diferencias relevantes en el contenido de calcio ligado de los frutos de vid en envero.

**Figura 7**

*Calcio ligado en envero obtenido con los tratamientos.*



La ausencia de diferencias significativas en el contenido de calcio ligado en uvas durante el envero, a pesar de los distintos tratamientos de fertilización, se puede atribuir a varios factores. El calcio, esencial para la estabilidad de las paredes celulares y la señalización celular (Marschner, 2012), tiene movilidad limitada una vez depositado en los tejidos (White y Broadley, 2003), lo que lleva a una distribución homogénea en los frutos. Las plantas de vid regulan los niveles de calcio mediante mecanismos homeostáticos, como la absorción selectiva del suelo y la compartimentación en vacuolas (Thor, 2019). Durante el envero, la redistribución de recursos internos es prioritaria sobre la absorción de nutrientes adicionales (Ojeda et al., 2002). Además, la competencia entre nutrientes, como el potasio y el calcio, influye en la absorción equilibrada de este último (Mengel y Kirkby, 2001). Factores ambientales y genéticos también juegan un papel crucial en la absorción y utilización del calcio contribuyendo a una respuesta uniforme en el contenido de calcio ligado entre los tratamientos (Taiz y Zeiger, 2010). El T1 numéricamente es el más alto con 1.57 mg/100 smf, tiene una sola aplicación foliar de: Ácidos ECCA carboxy Calcio y Boro, seguido del T6 con 1.47 mg/100 smf que tiene una aplicación de; Calcio, Ácidos carboxílicos y aminoácidos más tres aplicaciones de Calcio. Para Román y Gutierrez (1998) la importancia de los ácidos carboxílicos es que ayudan al metabolismo del nitrógeno, formación de tejidos vegetales además las aplicaciones en fenología como el amarre y crecimiento de fruto es beneficiosa por que aporta nutrientes esenciales como el calcio.

### 4.3. Resultados en cosecha

#### 4.3.1. Análisis de materia seca

Según los resultados del análisis de varianza (ANOVA) presentados en la Tabla 9, para la materia seca de uva en estado de cosecha, muestra que para la fuente repeticiones no se encontró significación, dado que el p-valor fue 0.6218, mayor que al nivel de significación  $\alpha=0.05$ . Para los tratamientos, no se evidencia diferencias estadísticamente significativas, ya que el p-valor obtenido es 0.8808, valor superior al nivel de significación  $\alpha=0.05$ . Esto indica que la aplicación de los distintos tratamientos de fertilización no generó cambios significativos en el contenido de materia seca de la uva en la etapa de cosecha, es decir, las medias de materia seca entre los diferentes tratamientos con variaciones en las fuentes de fertilización nitrogenada, fosforada y cálcica, no son estadísticamente diferentes. Por lo tanto, la aplicación de los fertilizantes evaluados no causó efectos significativos sobre la acumulación de materia seca en los frutos de vid en estado de cosecha.

El coeficiente de variación (CV) para la materia seca fue de 5.95 %, el cual es bajo e indica la variabilidad de la materia seca dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño experimental empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca en estado de cosecha.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	0.961	2	0.480	0.495	0.6218
Tratamientos	2.190	6	0.365	0.376	0.8808
Error	11.659	12	0.972		
Total	14.810	20			

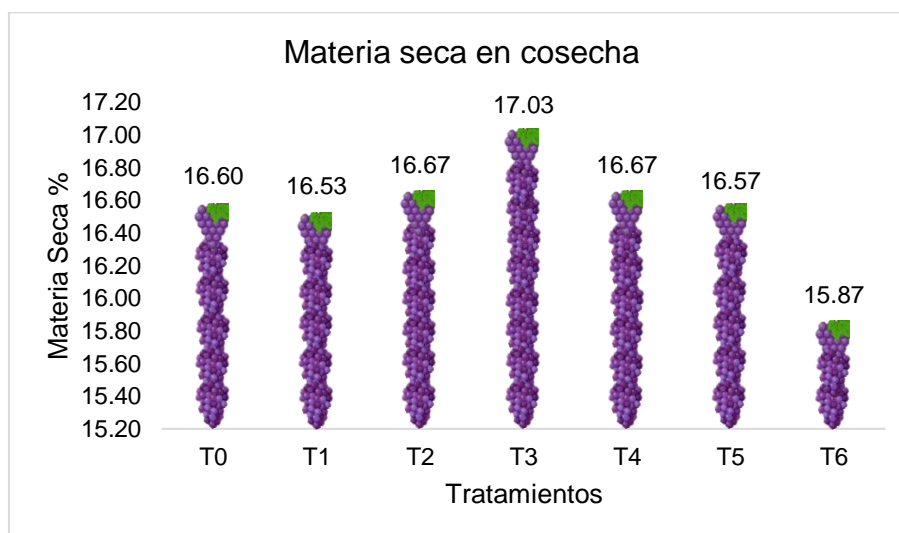
CV = 5.95 %

Según los resultados presentados en la Figura 8, muestran que, a pesar de las diferencias numéricas observadas en los niveles de materia seca entre los distintos tratamientos aplicados al cultivo de uva, el análisis de varianza (ANOVA) no revela diferencias significativas. Al contrastar los tratamientos con el testigo (T0), se evidencia que los valores de materia seca oscilan entre 15.87% y 17.03%. En particular, los

tratamientos T1 (CaO 141.1g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy 28.6g/L), T2 (CaO 141.1g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy 28.6g/L + (2A) CaO 41.16% MgO 60 % Fe 0.29% SiO<sub>2</sub> 4.37%), T3 (CaO 141.1g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy 28.6g/L + (3A) CaO 41.16% MgO 60 % Fe 0.29% SiO<sub>2</sub> 4.37%), T4 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L, Aminoácidos 12.5 g/L), y T5 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L, Aminoácidos 12.5 g/L + (2A) CaO 500g/L) presentan niveles de materia seca cercanos al testigo, con diferencias numéricas que no distan del testigo. Aunque existe fluctuaciones numéricas, la falta de significación estadística en el ANOVA indica que estas diferencias pueden atribuirse a variaciones aleatorias en el experimento o a condiciones propis del cultivo.

**Figura 8**

*Materia seca en cosecha obtenido en los tratamientos.*



#### **4.3.2. Análisis del calcio total**

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el Calcio total de la uva en estado de cosecha muestra que, en primer lugar, al examinar la fuente de variación de las repeticiones, se observa que el valor de significación (p-valor = 0.0582) es mayor al 0.05, lo que indica que no existe diferencias entre las repeticiones respecto al calcio total. Por otro lado, al analizar la fuente de variación de los tratamientos, se observa que el valor de significación (p-valor = 0.1795) es mayor al 0.05, lo cual indica que las medias del calcio total obtenido con cada tratamiento no se diferencian entre sí, y que las diferencias observadas podrían deberse a fluctuaciones naturales o aleatorias en lugar de ser el resultado de los tratamientos aplicados.

El coeficiente de variación (CV) para el contenido de calcio total fue de 15.87 %, el cual es regular e indica la variabilidad del calcio dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño experimental empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el calcio total en cosecha.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	14.112	2	7.056	3.639	0.0582
Tratamientos	21.072	6	3.512	1.811	0.1795
Error	23.269	12	1.939		
Total	58.454	20			

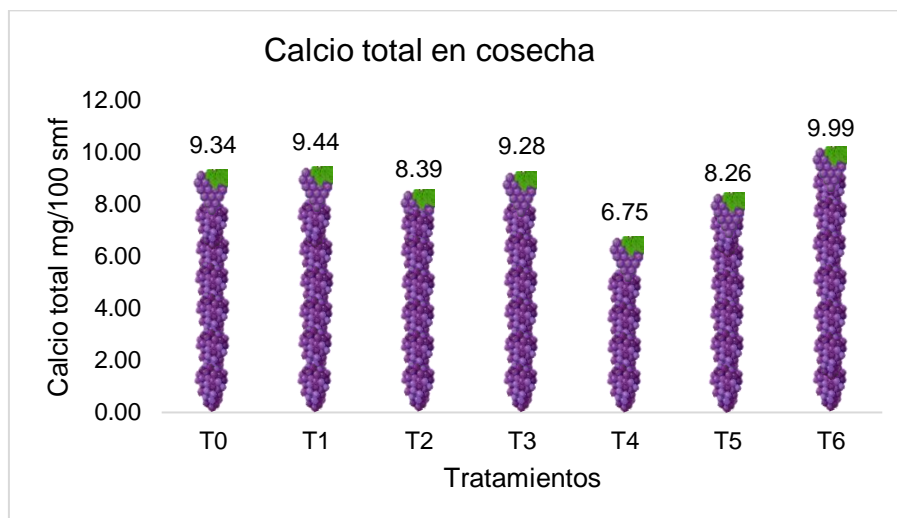
CV = 15.87 %

Según los resultados presentados en la Figura 9, al contrastar numéricamente los valores de calcio total de los distintos tratamientos con el testigo T0 en la etapa de cosecha, se observa que no existen diferencias significativas. El testigo T0 registró un valor de 9.34 mg/100g smf mientras que los demás tratamientos obtuvieron valores entre 6.75 y 9.99 mg/100g smf. Las variaciones respecto al testigo no superan los 3 mg/100g smf. Además, previamente el análisis de varianza (ANOVA) indicó que estas diferencias numéricas entre tratamientos no son estadísticamente significativas. Por lo tanto, al contrastar los tratamientos de fertilización adicional versus el testigo con solo NPK por sistema de riego sin ningún foliar, no se aprecian diferencias relevantes en el contenido total de calcio de los frutos de vid en la etapa de cosecha.



**Figura 9**

*Calcio total en cosecha obtenido con los tratamientos.*



#### **4.3.3. Análisis del calcio ligado**

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el Calcio ligado de la uva en estado de cosecha muestra que, en primer lugar, al examinar la fuente de variación de las repeticiones, se observa que el valor de significación ( $p$ -valor = 0.6584) es mayor al 0.05, lo que indica que no existe diferencias entre las repeticiones respecto al calcio ligado en estado de cosecha. Por otro lado, al analizar la fuente de variación de los tratamientos, se observa que el valor de significación ( $p$ -valor = 0.3880) es mayor al 0.05, lo cual indica que las medias del calcio ligado en estado de cosecha obtenido con cada tratamiento no se diferencian entre sí, y que las diferencias observadas podrían deberse a fluctuaciones naturales o aleatorias en lugar de ser el resultado de los tratamientos aplicados.

El coeficiente de variación (CV) para el contenido de calcio total fue de 13.69 %, el cual es regular e indica la variabilidad del calcio ligado dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño experimental empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

**Tabla 12***Análisis de varianza (ANOVA) para el calcio ligado en cosecha.*

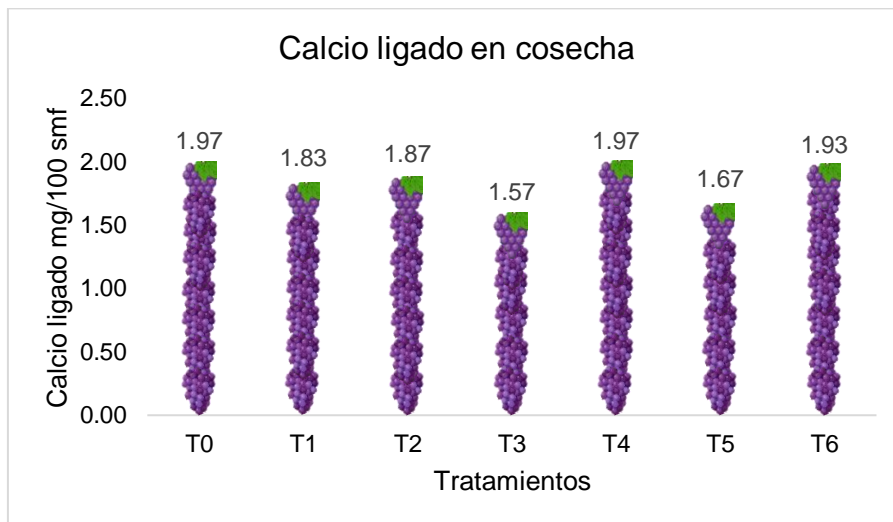
<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Repetición	0.054	2	0.027	0.433	0.6584
Tratamientos	0.436	6	0.073	1.159	0.3880
Error	0.752	12	0.063		
Total	1.243	20			

CV = 13.69 %

Según los resultados presentados en la Figura 10, muestra que, aunque el análisis de varianza (ANOVA) indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en términos de calcio ligado en la uva en estado de cosecha, se observan diferencias numéricas. Los tratamientos T1(CaO 141.1g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy 28.6g/L), T2 (CaO 141.1g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy 28.6g/L + (2A) CaO 41.16% MgO 60 % Fe 0.29% SiO<sub>2</sub> 4.37%), T5 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L, Aminoácidos 12.5 g/L + (2 A) CaO 500g/L) y T6 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L, Aminoácidos 12.5 g/L +(3 A) CaO 500g/L), cuyos resultados fueron 1.83, 1.87, 1.67 y 1.93 mg/100 smf, respectivamente, tienen valores de calcio ligado ligeramente inferiores en comparación con el testigo (T0), cuyo resultado fue de 1.97 mg/100 smf. Por otro lado, los tratamientos T3 (CaO 141.1g/L B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy 28.6g/L + (3A) CaO 41.16% MgO 60 % Fe 0.29% SiO<sub>2</sub> 4.37%) y T4 (CaO 150g/L Ácidos carboxílicos 190g/L, Aminoácidos 12.5 g/L) muestran valores más bajos. Sin embargo, dado que el análisis de varianza no detectó diferencias estadísticamente significativas, estas variaciones podrían atribuirse a fluctuaciones naturales o aleatorias en lugar de ser el resultado de los tratamientos aplicados.

**Figura 10**

*Calcio ligado en cosecha obtenido en los tratamientos.*



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

La aplicación de los productos foliares evaluados; Fertilizante 1 (Calcio (CaO) 141.1 g/L Boro ( $B_2O_3$ ) 9.5 g/L Ácidos ECCA Carboxy (5%)28.5 g/L); fertilizante 2 (Calcio (CaO) 150 g/L Ácidos carboxílicos Aminoácidos 190 g/L), fertilizante 3 (Calcio (CaO) 41.16% p/p Magnesio (MgO) 60% p/p Hierro (Fe) 0.29% p/p Silicio ( $SiO_2$ ) 4.37% p/p), y fertilizante 4 (Calcio (CaO) 500 g/L) no produjo diferencias estadísticamente significativas en la concentración de materia seca, calcio total y calcio ligado en bayas de vid, tanto en la fase de envero como en la cosecha.

Numéricamente el tratamiento T3 maximiza la materia seca en la cosecha con 17.03% de 7.40% en la fase fenológica de envero.

Numéricamente los tratamientos T0 y T4 son los más efectivos para la acumulación de calcio ligado hacia la cosecha, lo que podría tener implicaciones positivas en la calidad del producto, mientras que T5 presenta los niveles más bajos, sugiriendo una menor eficacia en términos de absorción de calcio.

El calcio total numéricamente se mantiene relativamente estable entre tratamientos, el T0 y el T6 destacándose por tener niveles superiores de calcio en ambos momentos de muestreo

#### 5.2. Recomendaciones

Probar aplicaciones foliares en otros estados fenológicos el cual va a permitir identificar si existe absorción de estos productos cálcicos.

Realizar mayor investigación con diversas dosis y fuentes de fertilizantes en calcio aplicadas vía sistema de riego las cuales podrían tener un impacto más significativo.

Probar con dosis más altas de productos a base de calcio a nivel foliar.

En vid realizar aplicaciones de fuentes de calcio vía sistema de riego hasta la fase fenológica envero.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria, A. (2023). *Exportaciones de uva de mesa peruana crecieron 10% en volumen (en línea). Agencia agraria noticias* :4. Disponible en <https://agraria.pe/noticias/provid-peru-cultivo-22-164-hectareas-de-uva-de-mesa-certific-31741>
- Aliaga, F. (2014). *Influencia de dos fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional «palo negro» en Vitis vinifera L. var Italia (en línea). s.l., Universidad Privada Antenor Orrego*. 112 p. Disponible en [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/869/1/REP\\_ING.AG Ron\\_FLAVIO.ALIAGA\\_INFLUENCIA.FERTILIZANTES.FOLIARES.DESEQUILIBRIO.NUTRICIONAL.PALO.NEGRO.VITIS.VINIFERA.L.VAR.ITALIA.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/869/1/REP_ING.AG Ron_FLAVIO.ALIAGA_INFLUENCIA.FERTILIZANTES.FOLIARES.DESEQUILIBRIO.NUTRICIONAL.PALO.NEGRO.VITIS.VINIFERA.L.VAR.ITALIA.pdf)
- Amezcu, C., Lara, M. (2017). *El zinc en las plantas (en línea)*. :28-35. Disponible en [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68\\_3/PDF/zinc\\_plantas.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_3/PDF/zinc_plantas.pdf)
- Angulo, B. A. (2018). *Ocurrencia estacional de las principales plagas del cultivo de vid (Vitis vinifera L.), en el Valle de Cascas - La Libertad*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2597/OCURRENCIA ESTACIONAL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS DEL CULTIVO DE LA VID %28Vitis vinifera%29 EN EL VALLE DE CASCAS - LA LIBERTAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2597/OCURRENCIA%20ESTACIONAL%20DE%20LAS%20PRINCIPALES%20PLAGAS%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LA%20VID%20Vitis%20vinifera%29%20EN%20EL%20VALLE%20DE%20CASCAS%20-%20LA%20LIBERTAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arias, FA. (2017). *Situación y experiencia en el cultivo de uva vinífera (Vitis vinifera L.) en el valle de Ica*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2952/F01-A75-T.pdf?sequence=1>
- Arredondo, G. A. 2020. Estudio sobre la absorción y movimiento de calcio en cerezo, mediante la utilización de 45 ca trazador. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica de Chile]. <https://www.proquest.com/openview/ebdf0f372b2cec3a8419ed8e08e327e7/>

- Bejarano, D. A. (2021). *Identificación de especies del género Meloidogyne para cinco patrones de Vid (Vitis vinifera L.) en Nepeña, Ancash*. [Universidad Nacional del Santa].
- Berrocal, G; Muñoz, K. (2023). *Guía para la realización y presentación de especificaciones de producto terminado de productos plaguicidas de uso sanitario y doméstico*. [https://www.ispch.cl/wp-content/uploads/2023/03/Guia-EPT-de-productos-plaguicidas-v.2\\_0.pdf](https://www.ispch.cl/wp-content/uploads/2023/03/Guia-EPT-de-productos-plaguicidas-v.2_0.pdf)
- Bonomelli, C., Ruiz, R. (2010). Effects of foliar and soil calcium application on yield and quality of table grape Cv. «Thompson seedless». *Journal of Plant Nutrition* :17. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904160903470364>
- Broadley, M., White, P., Hammond, J., Zelko, I., Lux, A. (2007). *Zinc in plants*. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.01996.x>
- Casavilca, G. (2019). Fertilización foliar. <https://www.yara.com.pe/globalassets/rol-de-la-nutricion-foliar.pdf>
- Casierra, F; Vargas, N. (2015). Fisiología del crecimiento y la nutrición en cebolla de bulbo ( *Allium cepa* L . hib . ‘ Yellow Granex ’) en condiciones tropicales. 1 ed. Ramos, B (ed.). Colombia, s.e. 156 p. [https://www.researchgate.net/profile/Fanor-Casierra-Posada/publication/282705953\\_Fisiologia\\_del\\_crecimiento\\_y\\_la\\_nutricion\\_en\\_cebolla\\_de\\_bulbo\\_Allium\\_cepa\\_L\\_hib\\_%27Yellow\\_Granex%27\\_en\\_condiciones\\_tropicales/links/5a9d19ff0f7e9be379686a2c/Fisiologia-del-cr](https://www.researchgate.net/profile/Fanor-Casierra-Posada/publication/282705953_Fisiologia_del_crecimiento_y_la_nutricion_en_cebolla_de_bulbo_Allium_cepa_L_hib_%27Yellow_Granex%27_en_condiciones_tropicales/links/5a9d19ff0f7e9be379686a2c/Fisiologia-del-cr)
- Chang Olivares, E. G. (2021). *Manejo del cultivo de uva de mesa (Vitis vinifera L.) var. sweet globe en Pacanga - Chepén - La Libertad*. [Trabajo de Grado, Universidad Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/ebcb8623-9fc4-46a9-b4fa-2b77021a8109>

- Ciotta, M.N, Ceretta, C. A., Ferreira, P. A., Oliveira, L., Couto, R., Tassianri, A., Marchezan, C., Giroto, E., Conti, L. D., Lourenzi, C. R., Brunetto, G. (2018). Phosphorus fertilization for young grapevines of Chardonnay and Pinot Noir in sandy soil. *IDESIA (Chile) Volumen 36*, N° 1. Disponible en <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v36n1/0718-3429-idesia-36-01-00027.pdf>
- Ciotta, M. N., Ceretta, C. A., Oliveira, L. S., Kulmann, M., Avelar, P., Brunetto, G. (2020). Plant growth and nutritional status of leaves from young grapevines grown in soil subjected to potassium and limestone applications. *IDESIA (Chile) Volumen 38*, N° 2. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v38n2/0718-3429-idesia-38-02-77.pdf>
- Coutinho, A., Pereira, G., Mendes, E., Mello, R. (2020). Foliar sources of boron and manganese in soybean and zinc plants in corn plants complexed with polyols in nutritional status and in production. *IDESIA (Chile) Volumen 38*, N° 3. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v38n3/0718-3429-idesia-38-03-97.pdf>
- Cruz, J. (2015). *Evaluación de la producción y calidad de la uva, en la variedad shiraz (Vitis vinifera L.) sobre diferentes portainjertos*. [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Dameto, L., Cardoso, L., Kryzanowski, F., Moreira, A. (2023). Boron sources and rates on soybean seed physiological quality and root system volume. *Journal of Seed Science*, v.45, e202345019. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v45262849>
- Garde, T; González, M. Ortiz, D. A., Sáenz, I., Marín, S., Murillo, R., Torres, L. L., Pérez, E. P., Fernández, V. (2023). Foliar Applications of Calcium, Silicon and Their Combination: A Tool to Improve Grape Composition and Quality. *Applied Sciences* :15. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13127217>
- Garde, T., Gónzales, M., Ortiz, D., Saéenz, I., Marín, S., Murillo, R., Torres, L., Pérez, E., Fernández, V. (2023). Foliar Applications of Calcium , Silicon and Their Combination : A Tool to Improve Grape Composition and Quality. *Appl. Sci.* 2023 , 13 (12), 7217; <https://doi.org/10.3390/app13127217>



- Gaspar, F. (2012). Fertilización del Cultivo de la Vid. <https://agroestrategias.com/pdf/Cultivos - Fertilizacion de la Vid.pdf>
- Gestión, D. (2017). Perú ocupa el tercer lugar en productividad de uva en el mundo. Lima, s. e. <https://gestion.pe/economia/peru-ocupa-tercer-lugar-productividad-uva-mundo-222930-noticia/?ref=gesr>.
- Gomez, D. J. (2013). *Investigación científica y tecnología de la vinificación de la uva red globe (Vitis vinifera L.)*. [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/4448?show=full>
- INPOFOS. (2017). *La nutrición foliar*. *Informaciones Agronomicas* 25:4-9. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2607C656965830608525801200607C31/\\$FILE/Art 2.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2607C656965830608525801200607C31/$FILE/Art%202.pdf).
- Keller, M. (2010). La ciencia de las vides Anatomía y fisiología. segunda ed. Washington, EE.UU, Elsevier. 522 p. 2010. *The Science of Grapevines Anatomy and Physiology. segunda ed. Washington, EE.UU, Elsevier, vol.01. 522 p*
- Kováčik, J., Hedbavny, J. (2014). Ammonium ions affect metal toxicity in chamomile plants. *Revista Sudafricana de Botánica Volumen 94*, páginas 204-209. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.06.016>
- León, J. C. (2023). Área de uva de mesa certificada creció 2.5% en 2022. Perú, s.e.; 13 ene.:1. <https://agraria.pe/noticias/area-de-uva-de-mesa-certificada-crecio-2-5-en-2022-30512>
- León Castillo, MN. (2016). Efecto de la dosis de irradiación uv-c y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en uva (Vitis vinifera L.) Variedad red globe. [Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2470/1/RE\\_IND.ALI M\\_MARGOT.LEON\\_EFECTO.DE.LA.DOSIS.DE.IRRADIACION UV-CY.TIEMPO.DE.ALMACENAMIENTO\\_DATOS.PDF](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2470/1/RE_IND.ALI_M_MARGOT.LEON_EFECTO.DE.LA.DOSIS.DE.IRRADIACION_UV-CY.TIEMPO.DE.ALMACENAMIENTO_DATOS.PDF)

- Malavé, C., Carrero, P. (2007). Desempeño funcional del boro en las plantas. *Revista UDO Agrícola* 7(1): 1-14.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2550636.pdf>
- Martins, V., Garcia, A., Alinho, A., Costa, P., Lanceros, S., Costa, M., Gerós, H. (2020). Vineyard calcium sprays induce changes in grape berry skin , firmness , cell wall composition and expression of cell wall-related genes. *Plant Physiology and Biochemistry* 150(February):49-55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.02.033>.
- Mclaughlin, S., Wimmer, R. (1999). Calcium physiology and terrestrial ecosystem processes. *New Phytologist*. 1999;142(3):373-417. doi:10.1046/j.1469-8137.1999.00420.x
- Merwad, M., Eisa, R., Saleh, M., Mostafa, E. (2023). Influence of spraying magnesium, silicon and salicylic acid on improving growth, yield and fruit properties of grapevine. *Egypt. J. Chem.* Vol. 66, No. 5 pp. 405 - 412. DOI: 10.21608/ejchem.2022.137785.6067
- Nistor, E., Georgeta, A., Batista, G., Dobrei, A. (2022). Calcium and Potassium Accumulation during the Growing Season in Cabernet Sauvignon and Merlot Grape Varieties. *Plantas*, 11 (12), 1536; <https://doi.org/10.3390/plants11121536>
- Oliveira, R., Pereira, B. C., Garcia, E., Prieto, H. E. (2022). Production and quality of Sweet Grape tomato in response to foliar calcium fertilization. *Revista Ceres* 69(1):48-54. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X202269010007>
- Oliveira, R., Prieto, H. E., Pereira, B. C. (2022). Foliar fertilizers with Ca prolong the firmness of Sweet Grape tomatoes during the post-harvest period. *Revista Brasileirade Ciências Agrarias*:7. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v17i3a2438>
- Oliveira, L., Schwalber, R., De Conti, L., Tassinari, A., Garlet, L. P., Comin, J., Schmitt, D., Borghezán, M., Ambrosini, V., Brunetto, G. (2019). Yield and must composition of ‘ Cabernet Sauvignon ’ grapevines subjected to nitrogen application in soil with high organic matter content. :27-36

- Oliveira, L. D., Pereira, V. J., Pereira, M., Quintao, R., Aguilar, A. (2020). Efecto del molibdeno en el frijol común de invierno (*Phaseolus vulgaris* L.): fertilización foliar y semillas enriquecidas. *IDESIA* (Chile) Volumen 38, N° 3. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v38n3/0718-3429-idesia-38-03-69.pdf>
- Oliveira, R; Prieto, H; Pereira, B; García, E. 2022. Production and quality of Sweet Grape tomato in response to foliar calcium fertilization 1 (en línea). 69:48-54. Disponible en <https://www.scielo.br/j/rceres/a/HmfXZYWw8yrNyVSYmXt97Jz/?format=pdf&lang=en>.
- Palma, J. F. (2006). Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad Uva de Mesa. 1 (ed.). Santiago de Chile, s.e. 136 p. 2006. [http://www.sqmvitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop\\_Kit\\_Grape\\_L-ES.pdf](http://www.sqmvitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Grape_L-ES.pdf)
- Peña, P., Gonzáles, M. (2015). Utilización de medidas de fluorescencia de la clorofila para monitorizar el estado nutricional y estimar el potencial enológico en viñedos afectados por clorosis férrica. [Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/16657/Tesis925-160405.pdf?sequence=1>
- Quispe, M. A. (2020). Evaluación de la concentración y absorción de nutrientes en el cultivo de vid (*Vitis vinifera*) variedad ivory bajo el sistema de conducción Parrón Español. [Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Tesis Grado]. [https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3582/Evaluación de la concentración y absorción de nutrientes en el cultivo de vid %28Vitis vinifera%29 variedad ivory bajo el sistema de conducción parrón español.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3582/Evaluación%20de%20la%20concentración%20y%20absorción%20de%20nutrientes%20en%20el%20cultivo%20de%20vid%20Vitis%20vinifera%20variedad%20ivory%20bajo%20el%20sistema%20de%20conducción%20parrón%20español.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramos, C., Pomares, F. (2010). Guía Práctica de la Fertilización Racional de los Cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino :181-192. [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01\\_FERTILIZACIÓN\(BAJA\)\\_tcm30-57890.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACIÓN(BAJA)_tcm30-57890.pdf)
- Román, L., Gutierrez, M. (1998). Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de Melón (en línea). *Terra Latinoamericana* 16(1):49-54. Disponible en

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57316106>.

Romero, I. (2015). Análisis de limbo y pecíolo para el diagnóstico nutricional de la vid (*Vitis vinifera* L.), cv. Tempranillo. s.l., Universidad de La Rioja. 195 p

Shi, H., Zhou, W hua., Xu, Y yu., He, X e., He, F yin., Wang, Y. (2023). Effect of calcium spray at flowering combined with post-harvest 1-MCP treatment on the preservation of grapes. *Heliyon* 9 (2023) e19918. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19918>

Sierra, C. (2001). Fertilización en vides de mesa. 74 ed. INIA, (Instituto de Investigación Agropecuaria) (ed.). Chile, s.e. 57 p. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6826/NR29095.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Trinidad, S., Aguilar, D. (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317309.pdf>

Valdivia, D. (2023). Aplicación foliar de tres diferentes dosis de carboxy Ca en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica var. Batavia en sistema recirculante (NFT) en el fundo la Banda Huasacache. s.l., Universidad Católica de Santa María. 131 p

Zarco, P., Martín, P., Gonzáles, M., Berjón, A. (2007). Using hyperspectral remote sensing to map grape quality in 'Tempranillo' vineyards affected by iron deficiency chlorosis. *Plants* 2022, 11, 1536. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.5073/vitis.2007.46.7-14>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Muestreo de suelo*



### Anexo 2

*Localización de carteles*



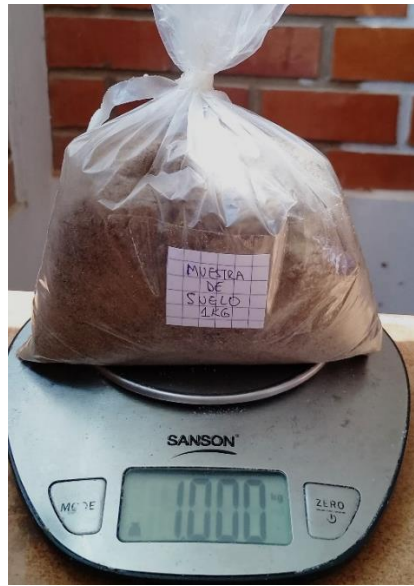
### Anexo 3

*Sectorización de los tratamientos*



### Anexo 3

*Muestra de suelo.*



### Anexo 4

*Muestra de agua del reservorio.*



### Anexo 5

*Aplicaciones foliares*



**Anexo 6**

*Primera aplicación foliar en floración.*



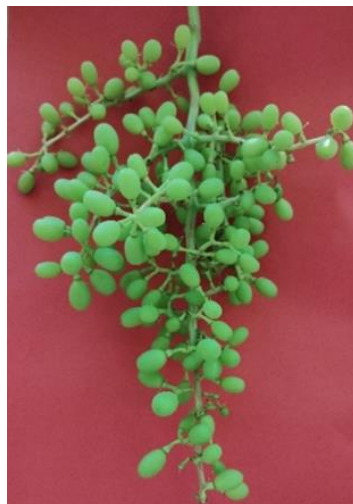
**Anexo 7**

*Aplicaciones en cuaja.*



**Anexo 8**

*Aplicaciones a bayas de 4 mm y 8 mm.*





**Anexo 9**

*Recolección de bayas en envero para el envío a laboratorio.*



**Anexo 10**

*Recolección de bayas en cosecha para el envío a laboratorio.*



**Anexo 11**

*Muestras para laboratorio.*





## Anexo 11

### Análisis de muestra de suelo en poda

#### FERTILIDAD FÍSICA

Parámetro	Resultado
Clase Textural	Areno Franca
Arcilla	7 %
Limo	5 %
Arena	88,0 %

#### Riesgo de Compactación



Método	PNT
Densitometría	PE-2127
Densitometría	PE-2127
Densitometría	PE-2127
Densitometría	PE-2127

#### FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Materia Orgánica	0,44	%		1,20		2,00		Combustión	PE-2129
Nitrógeno Total	224	mg/kg		1 000		1 500			PEC-034
Fósforo Disponible Olsen	18,5	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PE-2125
Caliza Activa	1	% CaCO <sub>3</sub>		2		4		Oxalato Amonico 0.:	PEC-014
Calcio Disponible	2,79	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Magnesio Disponible	0,991	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Potasio Disponible	0,42	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Sodio Disponible	0,17	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	195	µS/cm a 20 °C							PE-2128
pH (Extracto 1/1)	7,88	Unidades de pH							PE-2128
Suma de Bases Disponibles	4,38	meq/100 g							PEC-020

## Anexo 11

### Análisis de muestra de suelo postcosecha.

#### FERTILIDAD FÍSICA

Parámetro	Resultado
Clase Textural	Arenosa
Arcilla	6 %
Limo	3 %
Arena	91,0 %

#### Riesgo de Compactación



Método	PNT
Densitometría	PE-2127
Densitometría	PE-2127
Densitometría	PE-2127
Densitometría	PE-2127

#### FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Materia Orgánica	0,3401	%		1,2000		2,0000		Combustión	PE-2129
Nitrógeno Total	164	mg/kg		1 000		1 500			PEC-034
Fósforo Disponible Olsen	16,2	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PE-2125
Caliza Activa	1	% CaCO <sub>3</sub>		2		4		Oxalato Amonico 0.:	PEC-014
Calcio Disponible	2,30	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Magnesio Disponible	1,13	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Potasio Disponible	0,40	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Sodio Disponible	0,14	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	109	µS/cm a 20 °C							PE-2128
pH (Extracto 1/1)	8,05	Unidades de pH							PE-2128
Suma de Bases Disponibles	3,97	meq/100 g							PEC-020

### Anexo 13

*Análisis de muestra de agua.*

- AGUA	pH	CE	HCO3	Cl-	SO4--	NO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	B	Fe	Mn	Cu	Zn
		dS/m a 25 °C	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
03/08/2023	7,60	0,55	2,67	1,87	1,03	<0,16	1,92	0,67	2,40	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05