



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Facultad de Agronomía
Dirección Unidad de Investigación
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur
Teléf.: 056-257444 Anexo 25
Ica – Perú



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2026

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Evaluación de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en Vid (Vitis Vinífera L.) variedad Superior en Santiago - Ica.

Presentado por:

BARRIOS ORMEÑO PEDRO JAVIER

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 03% de similitud (Tres por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

- Se analizó la **TESIS** mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 21 de abril del 2026.

.....
Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

.....
CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Agronomía



Evaluar el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en Vid (*Vitis vinífera* L.) variedad Superior en Santiago- Ica.

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

BARRIOS ORMEÑO PEDRO JAVIER

Ica – Perú

2026

Dedicatoria

A mis padres, por ser mi sostén incondicional en cada etapa de este camino. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, por creer en mí cuando yo dudaba y por acompañarme con paciencia y amor. Cada logro que alcanzo lleva consigo su sacrificio silencioso.

Esta tesis es fruto de sus enseñanzas, su ejemplo y su fe constante. No hay palabras suficientes para agradecer todo lo que han hecho por mí. Siempre llevaré conmigo y con mucho orgullo todo lo que me dieron: valores, fuerza y corazón para poder lograr todo lo que me proponga.

Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para poder culminar con este trabajo.

A mis padres por su amor y por ser mi mayor ejemplo de perseverancia, a mi familia por su apoyo incondicional y motivación constante.

A mi esposa y a mi hijo que desde el cielo deben estar orgullosos de mi por cumplir con la promesa que les hice.

A mi asesor, por su dedicación, paciencia, exigencia y compromiso para poder lograr culminar con este proceso.

A la universidad SAN LUIS GONZAGA, a la “FACULTAD DE AGRONOMIA” y a los Docentes por su excelencia académica y su apoyo institucional.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes de la investigación.....	3
1.2 Formulación del problema.....	11
1.3 Justificación e importancia de la investigación.....	13
1.4 Hipótesis de investigación.....	15
1.5 Objetivos de la investigación	16
1.6 Variables de la investigación	16
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	18
2.1 Ubicación del Ensayo.....	18
2.2 Tipo, nivel y diseño de la investigación	19
2.3 Población y muestra.....	19
2.4 Análisis de Suelo.....	26
III. RESULTADOS.....	36
3.1 Presentación e interpretación de los resultados	36
IV. DISCUSION	53
4.1 Discusión de Resultados.....	53
VI RECOMENDACIONES	72
VIII. ANEXOS	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tratamientos	20
Tabla 2	Análisis físico mecánico del suelo 2024 de 0.00 a 0.30 y de 0.30 a 0.60 m	26
Tabla 3	Análisis químico del suelo 2024 0.00 a 0.30 m	27
Tabla 4	Análisis químico del suelo 2024 0.30 a 0.60 m	28
Tabla 5	Información meteorológica – mensual junio 2024 a febrero 2025	29
Tabla 6	Relación de malezas en el cultivo	30
Tabla 7	Aplicaciones Fitosanitarias	30
Tabla 8	Principales labores realizadas en el fundo	32
Tabla 9	Calendario de riegos	34
Tabla 10	Análisis de varianza del rendimiento por planta (kg/Planta) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	37
Tabla 11	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” para el rendimiento por planta (kg/planta) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	37
Tabla 12	Análisis de varianza del peso promedio de racimo (kg) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	38
Tabla 13	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” para el peso promedio de racimo (kg) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	39
Tabla 14	Análisis de varianza del número de racimos por planta en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	39
Tabla 15	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” para el número de racimos por planta en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	40
Tabla 16	Análisis de varianza del rendimiento de fruta categoría A (kg) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	41
Tabla 17	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” para el rendimiento de fruta categoría A (kg) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	41
Tabla 18	Análisis de varianza del rendimiento de fruta categoría B (kg) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	42
Tabla 19	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” para el rendimiento de fruta categoría B (kg) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	43

Tabla 20	Análisis de varianza del rendimiento de fruta categoría C (kg) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	43
Tabla 21	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” para el rendimiento de fruta categoría C (kg) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	44
Tabla 22	Análisis de varianza del contenido de azúcares (°Brix) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) Variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	45
Tabla 23	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” para el contenido de azúcares (°Brix) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) Variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	45
Tabla 24	Análisis de varianza de la acidez titulable (g Ácido Tartárico/L) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	46
Tabla 25	Prueba de DUNCAN para la acidez titulable (g Ácido Tartárico/L) en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	47
Tabla 26	Análisis de varianza del color verde de racimos en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	48
Tabla 27	Prueba de amplitudes significativas de DUNCAN para el color verde de racimos en uvas, en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	48
Tabla 28	Análisis de varianza del color amarillo de racimos en uvas en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	49
Tabla 29	Prueba de DUNCAN para el color amarillo de racimos en uvas en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	50
Tabla 30	Análisis de varianza del color amarillo-verdoso de racimos en uvas en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	50
Tabla 31	Prueba de amplitudes significativas de DUNCAN de color amarillo-verdoso en uvas en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	51
Tabla 32	Análisis de varianza del rendimiento económico (relación beneficio/costo) en vid en el efecto de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en vid (<i>Vitis vinífera</i> L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fundo Garayar donde se realizó el ensayo - Coordenadas Google Earth Pro.....	18
Figura 2: Escala hedónica para calidad de color verde, donde 1= verde, 2= verde amarillo y 3= amarillo. Tomado de: Manual del cultivo de Uva de Mesa. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. BOLETÍN INIA / N° 383.....	22
Figura 3: Campo del ensayo de Uva de mesa Variedad Superior Fundo Garayar.....	
Figura 4: Toma de muestras de suelo agrícola.....	
Figura 5: Evaluación de racimos según las variables en estudio.....	
Figura 6: Evaluación del zumo del grano, grado brik y pH.....	
Figura 7: Prueba del Penetrometro.....	
Figura 8: Resumen gráfico del uso de nanopartículas (NP) en los cultivos frutales y hortícolas..	

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de nanofertilizantes aplicados vía foliar en la mejora de la productividad y calidad de la Vid (*Vitis Vinífera* L.) variedad Superior seedless en Santiago- Ica, durante la campaña 2024–2025. El ensayo se realizó en el Fundo “Garayar”, ubicado en el sector la Venta Baja, de 1.0 ha. de cinco años, localizada en el sector La Venta Baja, distrito de Santiago, provincia y departamento de Ica. Se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 10 tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron la calidad interna (acidez total, °Brix), productividad (rendimiento Categorías A, B y C), calidad visual (color verde, amarillo y amarillo-verde) y la rentabilidad. Los resultados revelaron efectos altamente significativos ($p < 0.01$) en el rendimiento de la Categoría A y en la acidez total titulable, demostrando una reestructuración del rendimiento hacia calibres comerciales y una modulación efectiva del perfil químico interno. El contenido de azúcar y los atributos cromáticos no presentaron diferencias significativas, confirmando un efecto fisiológico selectivo que preserva la estabilidad fenotípica y la madurez energética del fruto. Económicamente, el tratamiento Green Power Florimax alcanzó la mayor eficiencia con una relación beneficio/costo de \$ 6.45 e ingreso neto superior al testigo. El uso de nanofertilizantes optimiza la partición de asimilados hacia frutos de exportación y regula la madurez química sin alterar la apariencia visual, asegurándose como una estrategia tecnológica y financieramente viable para la viticultura en la región Ica.

Palabras Clave: Nanofertilizantes, Vid Superior, Rendimiento, Categoría A, Acidez Total.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the impact of nanofertilizers applied via foliar application on improving the productivity and quality of the Superior seedless variety of grapevine (*Vitis Vinifera* L.) in Santiago-Ica during the 2024–2025 season. The trial was conducted at the 1.0 ha Garayar farm, located in the La Venta Baja sector, in the district of Santiago, province and department of Ica. A completely randomized block design (CRBD) was used with 10 treatments and three replicates. Internal quality (total acidity, °Brix), productivity (Categories A, B, and C yield), visual quality (green, yellow, and yellow-green color), and profitability were evaluated. The results revealed highly significant effects ($p < 0.01$) on Category A yield and total titratable acidity, demonstrating a restructuring of yield toward commercial sizes and effective modulation of the internal chemical profile. Sugar content and color attributes showed no significant differences, confirming a selective physiological effect that preserves the phenotypic stability and energetic maturity of the fruit. Economically, the Green Power Florimax treatment achieved the highest efficiency with a benefit/cost ratio of \$ 6.45 and net income higher than the control. The use of nanofertilizers optimizes the partitioning of assimilates towards export fruits and regulates chemical maturity without altering visual appearance, ensuring a technologically and financially viable strategy for viticulture in the Ica region.

Keywords: Nanofertilizers, Upper Vine, Yield, Category A, Total Acidity.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las actividades agrícolas más relevantes en los cultivos de exportación de la región Ica es la producción de uvas de mesa, la cual tiene gran importancia económica en varias partes del mundo, especialmente en Perú. El cultivo de uva de mesa ha experimentado un notable crecimiento, estableciéndose como una fuente clave de ingresos para los productores, lo que a su vez apoya el desarrollo económico local y la creación de empleo.

No obstante, la viticultura enfrenta retos importantes, tales como reducir el volumen total de fertilizantes convencionales requeridos, lo que se traduce en menor impacto ambiental por lixiviación y acumulación de residuos en el suelo. En un contexto marcado por el incremento de los costos de insumos agrícolas y los efectos adversos del cambio climático, el uso de nanofertilizantes se posiciona como una alternativa sostenible y económicamente viable para fortalecer la competitividad del sector exportador vitícola en el sur peruano. Identificar estrategias productivas y sostenibles que ayuden a optimizar el rendimiento y la calidad agrícola es esencial en la actualidad. El suelo es el soporte fundamental de la producción agrícola y de los ecosistemas terrestres, pero las prácticas tradicionales como el arado intensivo y el uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes han afectado su capacidad de regular gases como dióxido de carbono, óxido nitroso y metano. Estas acciones han acelerado la pérdida de materia orgánica, disminuido la fertilidad, favorecido la erosión y aumentado la concentración de CO₂ en la atmósfera, contribuyendo así al calentamiento global. En este contexto, la agricultura mediterránea demanda cada vez más la incorporación de enmiendas orgánicas, capaces de mejorar la calidad del suelo, incrementar su contenido de carbono estable y optimizar la retención de agua, lo que representa un aporte clave frente al cambio climático. Asimismo, los microorganismos presentes en el suelo, que constituyen gran parte de la biomasa planetaria, desempeñan un rol decisivo al degradar residuos vegetales y animales, regular la dinámica de la materia orgánica y sostener el equilibrio de los ecosistemas, siendo su eficacia dependiente de la diversidad, abundancia y de las interacciones que mantienen con las plantas. [1].

Hoy en día, las estrategias de manejo del suelo dependen en gran medida de fertilizantes inorgánicos, que pueden ser dañinos para la salud humana y ambiental. Como alternativa sostenible, los biofertilizantes, que utilizan microorganismos beneficiosos, están ganando importancia al mejorar la fertilidad del suelo y la producción de cultivos, desempeñando un papel fundamental en la seguridad alimentaria. [2].

Según Redagráfica [3], en el cultivo de uva de mesa, uno de los principales retos para los productores es lograr altos niveles de rendimiento y calidad, asegurando al mismo tiempo la ausencia de residuos en el producto final. Este desafío se intensifica ante el impacto del cambio climático y el incremento de la resistencia de plagas y malezas, que dificultan el control fitosanitario convencional. Frente a este escenario, el sector agrícola se ve impulsado a transformar sus prácticas mediante la adopción de tecnologías emergentes que fortalezcan su

competitividad. Entre las disciplinas científicas que están marcando un punto de inflexión en la innovación agraria destacan la nanotecnología y la bionanotecnología, campos multidisciplinarios de reciente desarrollo que combinan principios de las ciencias biológicas para ofrecer soluciones más eficientes y sostenibles.

Andina. [4], señala que, en la campaña de uva de mesa del 2022 al 2023, Ica se ha consolidado como la primera región exportadora al mundo, por el envío de 33.5 millones de cajas de 8.2 kg, lo que equivale a 265,465 toneladas. En el Perú hay 22,174 hectáreas de uva de mesa, siendo la región Ica la que tiene una participación del 47 % de campos con este cultivo, le sigue la región Piura con el 38 %. Las tres principales variedades que exporta Ica son: Sweet Globe, Red Globe y Autumn Crisp.

Ante los desafíos que impone el cambio climático, la agricultura se ve presionada por riesgos que comprometen la seguridad alimentaria, y en este escenario la nanotecnología se presenta como una herramienta estratégica para incrementar la eficiencia en el uso de insumos, disminuir pérdidas y promover la sostenibilidad. Los nanomateriales, gracias a su amplia superficie activa, permiten un mejor aprovechamiento de fertilizantes y pesticidas, además de posibilitar una liberación dirigida y controlada de nutrientes que brinda mayor protección a los cultivos.

Del mismo modo, dispositivos como los nanobiosensores fortalecen la agricultura de precisión al detectar con exactitud condiciones y deficiencias ambientales, resultado de la integración entre biología y nanotecnología. En conjunto, estas aplicaciones innovadoras constituyen un aporte esencial para avanzar hacia sistemas agrícolas capaces de satisfacer las crecientes demandas de sostenibilidad alimentaria y ambiental. [5].

La región Ica, tiene el clima adecuado para la siembra de la mayoría de cultivos agroexportables, tanto a nivel de las grandes empresas agrícolas de la zona, como de los pequeños productores, que han reconvertido sus cultivos tradicionales a cultivos de exportación como la uva de mesa, y como resultando obtienen un mejor ingreso de recursos económico.

El uso de nanopartículas en la agricultura y la horticultura permite mejorar la absorción de nutrientes y activar mecanismos de defensa frente al estrés abiótico, lo que se traduce en mayor productividad y frutos de mejor calidad.

El ensayo, tiene como objetivo conocer la respuesta a la aplicación al suelo de tres nanofertilizantes en diferentes concentraciones para mejorar el rendimiento del cultivo de Vid, variedad Superior seedless, que logre mejorar la productividad y calidad del fruto. A través de este estudio, se busca proporcionar información valiosa sobre la seguridad de esta tecnologías, llamadas nanotecnología y bionanotecnología y su potencial para mejorar la producción de uva de mesa y la calidad del racimo en la región, contribuyendo así a la sostenibilidad de la agricultura local, ya que no solo se busca incrementar el rendimiento y la calidad de los frutos,

sino también promover prácticas agrícolas más sostenibles, menos contaminantes y respetuosas con el medio ambiente.

1.1 Antecedentes de la investigación

a) Antecedentes Internacionales

Según Aamir et.al. [6], la aplicación de la nanotecnología en la agricultura y la horticultura se perfila como una herramienta clave para potenciar el rendimiento y la calidad de los cultivos frutales, gracias al empleo de nanofertilizantes y nanopartículas —incluyendo óxidos metálicos, metálicas, de carbono y orgánicas— que favorecen la absorción de nutrientes, reducen el daño oxidativo y estimulan mecanismos de defensa frente al estrés abiótico, lo que se traduce en un crecimiento más vigoroso, mayor productividad y frutos de mejor calidad; no obstante, pese a los resultados alentadores en la resiliencia de los cultivos y su contribución a la seguridad alimentaria, aún es indispensable profundizar en la comprensión de los procesos moleculares implicados, evaluar sus efectos a largo plazo y establecer pautas seguras y eficientes para su aplicación.

Gómez [7], en viticultura, la nanotecnología y el uso de nanomateriales, como los nanofertilizantes de urea y fosfato cálcico amorfo (U-ACP), se presentan como una alternativa prometedora para mejorar la eficiencia en el suministro de nitrógeno, un nutriente esencial para el desarrollo de la vid y la calidad de la uva y del vino.

En un estudio con vides de Tempranillo, se aplicaron cuatro tratamientos por vía foliar: U-ACP, soluciones de urea a 3 y 6 kg N ha⁻¹ (U3 y U6) y un tratamiento control (agua). A pesar de la reducción de la dosis de nitrógeno con U-ACP, las uvas tratadas con U-ACP y U6 mostraron niveles similares de nitrógeno. Además, las uvas de las plantas tratadas con U-ACP tuvieron una mayor concentración de aminoácidos que las del control y U3, con valores comparables a los del tratamiento U6.

Los nanofertilizantes proporcionaron una alta concentración de arginina en los mostos, pero bajas concentraciones de prolina en comparación con el tratamiento U6. Por lo tanto, la aplicación de U-ACP demostró ser una estrategia efectiva para reducir la dosis de nitrógeno manteniendo la calidad de la uva, lo que contribuye a mitigar el impacto medioambiental de la fertilización nitrogenada convencional.

Teruelo [8], ha resultado en un uso intensivo de fertilizantes sintéticos para satisfacer la creciente demanda del mercado. Aunque esta práctica no es sostenible a largo plazo, el uso de biofertilizantes ha surgido como una solución temporal. Durante un ciclo de cultivo del tomate larga vida *Rebellion*, se aplicaron biofertilizantes basados en bacterias proporcionadas por Nostoc Biotechnologies S.L., junto con la fertilización habitual. Estas bacterias tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire y solubilizar fósforo y potasio presentes en el suelo que no están disponibles para las plantas. Se evaluaron diferentes parámetros, incluyendo medidas morfológicas, producción, rendimiento económico,

fertilidad en hojas, frutos y suelo, calidad del fruto y caracterización de la comunidad microbiana del suelo. Los resultados mostraron que los biofertilizantes mejoraron la fertilidad del fruto y la producción del cultivo, logrando un incremento de hasta un 30% en el rendimiento económico en comparación con las plantas que no recibieron estas bacterias, gracias a la obtención de frutos de mayor tamaño. Además, aumentaron significativamente la disponibilidad de fósforo asimilable en el suelo. La inoculación de BPCP como complemento al fertirriego convencional puede mejorar la producción y el rendimiento económico sin necesidad de aumentar la superficie cultivada.

Gómez [9], señala que, la nanotecnología, a través de los nanofertilizantes (NF), se presenta como una estrategia prometedora para mejorar la eficiencia del uso de nutrientes, reducir el impacto ambiental y aumentar la productividad de las plantas. En un estudio con dos clones de cacao Criollo (OC-61 y BR-05), se evaluó el efecto de la aplicación foliar de nanofertilizantes de SiO₂ (NF-SiO₂).

Los resultados mostraron que el uso de NF-SiO₂ mejoró significativamente la capacidad fotosintética, incrementando la tasa de fotosíntesis neta, la tasa de transporte de electrones y la eficiencia cuántica del PSII, sin alterar los pigmentos fotosintéticos. Además, se observó un aumento en la eficiencia de uso del agua debido a una disminución de la conductancia estomática y la tasa de transpiración.

Este aumento en la capacidad fotosintética estuvo asociado a un incremento en la concentración foliar de N, P y de proteína soluble total. En conclusión, el NF-SiO₂ tuvo un efecto positivo en los aspectos fisiológicos relacionados con la fotosíntesis en ambos clones de cacao Criollo, aunque el clon BR-05 mostró un mejor desempeño fisiológico.

Lira et.al. [10], indican que, es un campo en rápido crecimiento en la investigación agrícola y alimentaria. Su aplicación tiene el potencial de resolver el desafío de producir suficientes alimentos de alta calidad para una población mundial en crecimiento. El uso excesivo de agroquímicos sintéticos puede causar problemas ambientales y de salud del suelo, así como resistencia a los pesticidas.

La NT puede transformar la agricultura al proporcionar herramientas para la detección rápida de enfermedades en los cultivos y mejorar la capacidad de las plantas para absorber nutrientes y crecer más rápido. La NT abre oportunidades para producir agro productos como nanofertilizantes, nanopesticidas, nanoherbicidas y nanosensores. Estos productos pueden aumentar el rendimiento de los alimentos de manera sostenible y reducir el impacto ambiental.

Esta revisión crítica espera proporcionar información básica sobre la investigación en nanotecnología agrícola y promover la experimentación con aplicaciones de nanopartículas en la agricultura ecológica.

Gonzales [11], afirma que, los fertilizantes químicos han aumentado el rendimiento de los cultivos y la producción de alimentos a nivel mundial. Sin embargo, su uso excesivo ha llevado a problemas ambientales como la eutrofización, la contaminación del agua y del aire, la degradación del suelo y la reducción de la biodiversidad.

El consumo mundial de fertilizantes en 2014/2015 fue de 181,9 millones de toneladas, incluyendo 102,5 millones de toneladas de nitrógeno, 45,9 millones de toneladas de fósforo y 33,5 millones de toneladas de potasio. En Chile, el consumo fue de 169 kt de nitrógeno, 130 kt de fósforo y 99 kt de potasio en el mismo periodo.

Los fertilizantes tienen impactos negativos en el agua (lixiviación, contaminación de aguas subterráneas y superficiales), en el suelo (variación del pH, deterioro de la estructura del suelo y de la microfauna) y en el aire, principalmente debido a su aplicación inadecuada.

El nitrógeno, un nutriente primario y componente de enzimas, proteínas, ADN y clorofila, es esencial para la productividad agrícola. Sin embargo, su aplicación excesiva puede causar eutrofización, acidificación y toxicidad, acelerando el proceso de eutrofización del agua.

Los productores de uva de mesa enfrentan el desafío de aumentar la producción manteniendo la calidad y minimizando los residuos. Ante el cambio climático y la creciente resistencia de plagas y malezas, la agricultura busca reinventarse adoptando nuevas tecnologías como la nanotecnología y la bionanotecnología. Estas ciencias permiten la manipulación de la materia a escala nanométrica y la obtención de productos agrícolas como bionanopesticidas y nanofertilizantes. Empresas como GEOLIFE y CAPEAGRO están liderando la investigación y producción de estos insumos agrícolas. En Perú, la nanotecnología puede ayudar a los productores de uva a mejorar sus cosechas, reducir costos y eliminar el riesgo de residuos agroquímicos, incluso en la producción de uva orgánica. [12].

Azpeitia [13], la higuera (*Ficus carica* L.) produce un fruto conocido como higo que se caracteriza por tener una vida de anaquel muy corta. La aplicación foliar de calcio y silicio mejora la calidad de los frutos en postcosecha y los nanofertilizantes han demostrado ser más efectivos que los fertilizantes convencionales.

El estudio evaluó el efecto de la aplicación de calcio, silicio y nanopartículas de hidroxiapatita en la calidad de los frutos de higuera en invernadero. Los resultados mostraron que estos tratamientos aumentaron el peso fresco y el tamaño de los frutos, así como la concentración de compuestos fenólicos y minerales en las hojas. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el color y la firmeza de los frutos, ni en la concentración de minerales en los frutos entre los diferentes tratamientos.

En conclusión, las nanopartículas de hidroxiapatita tuvieron el mayor impacto en las propiedades físicas y químicas de los frutos, lo que indica un potencial prometedor para futuras evaluaciones.

Según, Lira et.al. [14], los nanofertilizantes representan una innovación tecnológica en el ámbito agrícola, basada en el uso de nanopartículas para optimizar la entrega de nutrientes a las plantas, minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente y potenciar la productividad de los cultivos.

Se trata de fertilizantes tradicionales o nutrientes esenciales que han sido transformados a una escala nanométrica (entre 1 y 100 nanómetros). Estas partículas, que pueden presentar diversas formas y dimensiones, están diseñadas para liberar los nutrientes de manera específica y controlada hacia los tejidos vegetales.

Su principal ventaja radica en la mejora de la eficiencia en la absorción de nutrientes, ya que las nanopartículas tienen la capacidad de ingresar con mayor facilidad a través de las hojas o raíces, permitiendo una liberación progresiva y sostenida de los elementos nutritivos, lo que reduce significativamente las pérdidas por lixiviación o volatilización.

Vilches. [15], En un estudio señalan que, el uso de fertilizantes de origen orgánico surge ante la necesidad de nuevas alternativas en la nutrición de los cultivos, para los agricultores, ofreciendo una respuesta para devolver nutrientes vitales que las plantas extraen del terreno. Esto podría conducir a una disminución en el uso de fertilizantes sintéticos en regiones agrícolas. Por lo tanto, la reutilización de materiales orgánicos, como estiércol de animales, desechos de aves, residuos de cerdos, restos de vegetales y otros compuestos orgánicos, es esencial para mejorar la capa superior del suelo y fomentar un aumento en su fertilidad.

Este estudio fue realizado en la Universidad Nacional Agraria de Managua REGEN-UNA, con el objetivo de evaluar la efectividad de diferentes dosis de biofertilizantes en comparación con fertilizantes convencionales para el crecimiento del maíz (*Zea mays* L.).

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), ordenado en un formato de parcelas subdivididas, empleando tres repeticiones. Durante el análisis, se observaron variables de crecimiento como la altura de las plantas, su ancho, el número de hojas por planta y aspectos relacionados con los rendimientos, tales como la longitud y el grosor de las mazorcas, la cantidad de hilos por mazorca, el número de granos en cada hilo, el peso de mil granos y el rendimiento total.

Un análisis de varianza (ANDEVA) seguido de una comparación de medias utilizando el método de TUKEY ($\alpha = 0.05$) reveló una influencia significativa del uso de biofertilizantes, especialmente aquellos que contenían Microorganismos Eficientes Benéficos e Hidrolizado de pescado, en las dosis aplicadas de 15.62 l ha⁻¹ y 23.43 l ha⁻¹, mostrando los rendimientos más altos de 1,208.33 y 1,242.92 kg ha⁻¹ respectivamente. En contraste con la fertilización convencional, donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variables de crecimiento, aunque se observaron mejoras en el rendimiento, que alcanzó un máximo de 129.72 kg ha⁻¹. Los ensayos que mostraron el mayor beneficio económico provinieron del biofertilizante con microorganismos eficientes

benéficos (MEB) b3, que reportó 616. 11 ha-1 y b2 con 611. 33 ha-1, destacando también la mejor relación costo-beneficio, donde b3 fue de \$4. 76 y b2 de \$4. 67.

Jiménez. [16], indica que los biofertilizantes representan una alternativa prometedora en comparación con los fertilizantes químicos comerciales. Estos productos naturales optimizan el rendimiento agrícola gracias a su habilidad para generar metabolitos y compuestos beneficiosos que impulsan el crecimiento vegetal, combaten patógenos, solubilizan y fijan nutrientes, crean reguladores del crecimiento y disminuyen factores de estrés abiótico.

Asimismo, también funcionan como agentes de control biológico y aumentan la productividad de varios tipos de cultivos, incluyendo aquellos de interés medicinal, lo que evidencia su adaptabilidad y eficacia en el aumento de la productividad agrícola. Sin embargo, la investigación también resalta ciertas limitaciones, como la variabilidad en la evaluación de las variables de exposición y respuesta, debido a la diversidad de cultivos, microorganismos, condiciones ambientales y propiedades del suelo.

Garfias et. al. [17], señalan que la nanotecnología consiste en manipular la materia a una escala extremadamente reducida, conocida como escala nanométrica, incluso menor que el tamaño de un virus, el cual oscila entre 20 y 300 nanómetros. En este contexto, los fertilizantes nanoestructurados, también llamados nanofertilizantes, presentan características singulares cuyo propósito principal es optimizar la absorción de nutrientes por las plantas y, al mismo tiempo, disminuir los efectos negativos sobre el ambiente. Ejemplos de ello son los nanofertilizantes elaborados con zinc (nanopartículas de ZnO), hierro (nanopartículas de magnetita) y cobre (nanopartículas de cobre), que han mostrado resultados favorables en distintos cultivos. Entre los beneficios observados destacan el incremento en el desarrollo vegetal, la mayor resistencia frente a enfermedades y condiciones de estrés abiótico, así como la reducción de la lixiviación en los suelos, lo que contribuye a minimizar la contaminación generada por los fertilizantes convencionales.

Chaves et.al. [18], señalan que, la limitada eficiencia de los fertilizantes tradicionales, junto con el progresivo deterioro de la fertilidad del suelo, constituye uno de los principales retos para la agricultura a nivel mundial. En este escenario, la nanotecnología se presenta como una solución innovadora y sostenible para optimizar la nutrición de los cultivos. En una investigación llevada a cabo por la Universidad de Nariño, se analizó el impacto de tres niveles de aplicación de nanofertilizantes (10, 20 y 30 kg/ha) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en comparación con un tratamiento sin fertilización. Los hallazgos evidenciaron mejoras significativas en variables como el peso fresco y seco, el rendimiento y el tiempo hasta la cosecha, especialmente con las dosis de 20 y 30 kg/ha. A partir de estos resultados, se determinó que la aplicación de 20 kg/ha es suficiente para potenciar el desarrollo y la productividad del cultivo de manera efectiva. Asimismo, se resalta que los nanofertilizantes, al actuar en una escala nanométrica, permiten una liberación progresiva y

específica de los nutrientes, lo que favorece una mayor eficiencia en su uso, reduce las dosis necesarias y disminuye el impacto ambiental. Además de su aplicación directa en la fertilización, la nanotecnología ofrece múltiples beneficios en el ámbito agrícola, como el tratamiento de residuos, la descontaminación de suelos y la purificación del agua, consolidándose como una herramienta clave para avanzar hacia una agricultura más precisa y sustentable.

Según Lira. [19], la nanotecnología (NT) ha emergido como una de las disciplinas con mayor dinamismo en el ámbito de la investigación agroalimentaria, al brindar soluciones innovadoras frente al reto global de garantizar una producción alimentaria suficiente y de alta calidad. En respuesta al uso intensivo e indiscriminado de agroquímicos sintéticos - responsables del deterioro del suelo, la alteración de los agroecosistemas y la aparición de resistencia en plagas -, la NT ofrece enfoques sostenibles. Esta tecnología contribuye a optimizar la absorción de nutrientes por parte de las plantas, facilita la detección precoz de enfermedades y posibilita el desarrollo de insumos como nanofertilizantes, nanopesticidas, nanoherbicidas y nanosensores. Estas innovaciones tienen el potencial de incrementar la eficiencia productiva del sector agrícola, reduciendo al mismo tiempo su impacto ambiental. Esta revisión pretende proporcionar fundamentos clave que impulsen nuevas investigaciones sobre el uso de nanopartículas en sistemas agrícolas ecológicos.

Álvarez et.al. [20], indican que, actualmente, los nanofertilizantes, constituyen una innovación significativa en el ámbito agrícola, ya que permiten encapsular macro y micronutrientes para facilitar su absorción por las plantas. Debido a su escala nanométrica, estos fertilizantes son absorbidos con mayor facilidad, lo que se traduce en un crecimiento vegetal más eficiente, mayor resistencia a factores adversos y una mejora en la productividad, sin los efectos perjudiciales que suelen generar los fertilizantes tradicionales.

La nanotecnología, en este contexto, se presenta como una alternativa sostenible frente al uso intensivo de agroquímicos, al contribuir a la conservación del suelo, la protección del medio ambiente y la mejora de la rentabilidad para los productores. Ante el aumento de la inseguridad alimentaria —evidenciado por el crecimiento del número de personas en situación de hambre en 2022, según informes de la ONU—, resulta prioritario incorporar tecnologías que permitan una producción de alimentos más eficiente. En este marco, los nanofertilizantes emergen como una solución estratégica para afrontar los desafíos de la crisis alimentaria mundial, al fomentar sistemas agrícolas más sostenibles, productivos y ambientalmente responsables.

Es pertinente señalar que, en una ponencia titulada: "Oportunidades y perspectivas futuras de los fertilizantes en la agricultura: nanofertilizantes de liberación controlada", la Magíster Belkys Johana Polo Cambronell [21], subrayó la creciente necesidad de incrementar la producción de alimentos frente al acelerado aumento de la población mundial. En este

contexto, resaltó la importancia de mejorar la eficiencia en el uso de fertilizantes, ya que el uso inadecuado de los convencionales contribuye a fenómenos como la eutrofización y limita la absorción efectiva de nutrientes por parte de las plantas.

Como alternativa a esta problemática, los nanofertilizantes de liberación controlada se presentan como una innovación tecnológica que permite una entrega progresiva y precisa de nutrientes, lo que favorece el rendimiento de los cultivos y reduce los efectos negativos sobre el medio ambiente. Sin embargo, su implementación aún enfrenta obstáculos, entre ellos la necesidad de optimizar los procesos de formulación, garantizar su inocuidad a largo plazo y promover su adopción dentro del sector agrícola.

En síntesis, esta tecnología ofrece un camino viable hacia una agricultura más productiva y sustentable, siempre que se superen los desafíos vinculados a su desarrollo, regulación y aceptación en el campo.

Miguel-Rojas y Pérez de Luque [22], señalan que, los nanofertilizantes son insumos agrícolas que emplean nanopartículas o tecnologías a escala nanométrica con el fin de optimizar la nutrición de las plantas. Estas formulaciones, cuyas dimensiones oscilan entre 1 y 100 nanómetros, permiten desarrollar materiales con características funcionales que no se presentan en estructuras de mayor tamaño. A nivel internacional, múltiples equipos científicos están investigando su aplicación, especialmente en cultivos de cereales, abordando tanto el suministro de macronutrientes como de micronutrientes. Pese a que el nitrógeno es considerado el nutriente esencial más relevante, los estudios que exploran su incorporación en formulaciones nanoestructuradas para cereales aún son limitados. Sin embargo, investigaciones recientes en cultivos como trigo y arroz han arrojado resultados alentadores.

En estos casos, se han utilizado nanopartículas biodegradables, elaboradas a partir de subproductos como el quitosano y la hidroxipatita, que han sido cargadas con fuentes nitrogenadas como la urea o el nitrato. Estas tecnologías han permitido reducir significativamente las dosis de nitrógeno aplicadas, con disminuciones que oscilan entre el 40 % y el 90 %, dependiendo del tipo de aplicación y las características del suelo. Actualmente, los esfuerzos se centran en escalar la producción de estas nanopartículas y en llevar a cabo ensayos en condiciones reales de campo, una etapa esencial para validar su efectividad fuera del laboratorio.

b) Antecedentes Nacionales

Mejía y Pumaylle [23], señalan que, los nanofertilizantes, son partículas de tamaño nanométrico, proporcionan nutrientes a las plantas. Varios estudios recientes han demostrado sus beneficios en la producción de cereales. El objetivo de esta revisión sistemática fue determinar el uso de nanofertilizantes en la producción de granos. Para ello, se buscaron artículos en varias bases de datos de revistas científicas, incluidas ProQuest, Science Direct,

EBSCO y Scopus. Se seleccionaron 48 estudios experimentales escritos en inglés y publicados en los últimos cinco años, a partir de 2017. La conclusión fue que los nanofertilizantes de óxido de zinc y los fertilizantes foliares se utilizan con mayor frecuencia en la producción de cereales y tienen un efecto positivo en el desarrollo de las plantas.

Pajuelo [24], el estudio se realizó en Perú con el objetivo de evaluar el impacto de la urea y los micronutrientes foliares en la producción de durazno, en el centro poblado de Maya, distrito y provincia de Carhuaz, Ancash – Perú. Se implementaron cuatro tratamientos con diferentes niveles de urea y aplicaciones de micronutrientes. Los resultados mostraron que una alta dosis de urea resultó en una menor producción de frutas, mientras que una dosis baja de urea aumentó la producción. El tratamiento con una dosis baja de urea y cuatro aplicaciones de micronutrientes resultó en el mayor número y tamaño de frutas. No se encontraron diferencias significativas en los niveles de Brix entre los tratamientos.

Olarte y Carranza [25], la adopción de nuevas tecnologías, está transformando la dinámica rural en los Andes peruanos, impulsando las exportaciones agrícolas y la productividad. Se realizó una investigación para analizar el papel de la tecnología en el ámbito rural, específicamente el uso potencial de la nanotecnología (hidrogeles con nanofertilizantes) en el cultivo de quinua en las regiones rurales de Puno y Cusco. El estudio reveló que el entorno rural es un espacio complejo y variable, y que la promesa de una cosecha garantizada por la nanotecnología no es suficiente para reforzar la permanencia en el medio rural. En cambio, la nanotecnología genera indiferencia, dudas y temores sobre posibles impactos sociales y ambientales. Esto subraya la necesidad de realizar experimentos participativos en el campo para tomar decisiones informadas. Por lo tanto, la tecnología debe reorientarse para abordar situaciones de crisis que amenazan la convivencia y transformarse de un factor de producción a un factor de convivencia para fortalecer la vida rural.

Agraria.pe. [26], señala que, los productores de uva de mesa se enfrentan al reto de incrementar la producción, manteniendo la calidad y minimizando los residuos. El cambio climático y la creciente resistencia de las plagas y las malas hierbas están impulsando la necesidad de reinventar la agricultura a través de la adopción de nuevas tecnologías, como la nanotecnología y la bionanotecnología. Estas disciplinas científicas permiten la manipulación de la materia a escala nanométrica y la obtención de productos agrícolas como bionanopesticidas y nanofertilizantes orgánicos con altas concentraciones de nutrientes.

En Perú, la nanotecnología y la bionanotecnología están revolucionando la producción agrícola. La nanotecnología puede ayudar a los productores de uva peruanos a mejorar sus cosechas, reducir costos y eliminar el riesgo de residuos agroquímicos. Incluso, pueden obtener producción de uva orgánica con los mismos volúmenes de cajas por hectárea que la uva convencional, gracias a los nanofertilizantes. Esto demuestra el potencial de la bionanotecnología para transformar la agricultura y hacerla más sostenible y eficiente.

Las primeras iniciativas relacionadas con la nanociencia y la nanotecnología en Perú, según Vega [27], comenzaron entre 1998 y 2000, lideradas por investigadores individuales o pequeños grupos de instituciones como la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), y la Universidad Pontificia la Católica del Perú (PUCP). Se reconoce que el desarrollo de nuevas tecnologías, incluyendo la nanotecnología, ya está influyendo y será un factor determinante en los logros técnicos y científicos de cualquier estado y su posición en la economía mundial. La nanotecnología en Perú está en una etapa inicial, gracias al esfuerzo de los grupos de investigadores. Sin embargo, aún no existen centros de excelencia con la infraestructura adecuada y los laboratorios existentes necesitan mejorar sustancialmente su equipamiento. El desarrollo de la nanotecnología en Perú será posible solo si se resuelve el problema principal y prioritario en la etapa inicial de cualquier nueva dirección científico-técnica, que es la formación integral de personal altamente calificado y la creación de centros de excelencia con equipamiento moderno.

C) Antecedentes a nivel Local

No se han reportado estudios relacionados al uso de nanofertilizantes en el cultivo de Vid en Ica.

1.2 Formulación del problema.

Entre los cultivos de exportación, la vid ocupa un lugar importante, convirtiéndose en una de las principales zonas exportadoras de estos frutos en la región Ica, especialmente en la región de Santiago y las Pampas de Villacuri. Debido a la creciente demanda de alimentos por el crecimiento demográfico, que ha llevado al uso generalizado de fertilizantes, pero la escasez de recursos y el uso ineficaz de estos fertilizantes han aumentado significativamente los costos para los agricultores.

La nanotecnología representa una herramienta emergente con alto potencial en la agricultura, al igual que en campos como la medicina. Su aplicación a escala nano permite optimizar el uso de agroquímicos, reduciendo las dosis necesarias y generando beneficios ambientales significativos. Entre sus desarrollos más prometedores destacan los nanosensores, capaces de regenerar suelos degradados, tratar enfermedades de cultivos, degradar residuos de pesticidas y mejorar la absorción de nutrientes.

En el ámbito de la nutrición vegetal, los nano-fertilizantes ofrecen ventajas clave: permiten una fertilización localizada, controlan la liberación de nutrientes según la demanda de la planta y reducen pérdidas por lixiviación, lo que se traduce en mayor eficiencia y menores costos. Su tamaño facilita el acceso por vías como el simplasto, apoplasto y foliar, y ya se ha demostrado su penetración en tejidos vegetales, como en semillas de tomate y raíces de gramíneas mediante nanotubos de carbono y nanopartículas de óxido de zinc. Esta tecnología, al integrarse con estrategias sostenibles, puede transformar la producción

agrícola hacia sistemas más rentables, eficientes y ecológicamente responsables. [28].

El desarrollo y uso de fertilizantes mejorados basados en nanotecnología es una alternativa potencialmente eficaz para mejorar significativamente la producción mundial de alimentos.

Se provee que las aplicaciones novedosas de la nanotecnología brinden ventajas significativas en diversos ámbitos, incluyendo la alimentación, el agua y la agricultura.

Se espera que las innovaciones emergentes como los sistemas avanzados de tratamiento de agua, los métodos rápidos para identificar patógenos y contaminantes químicos, y las soluciones de energía renovable derivadas de la nanotecnología que se implementan en toda la cadena de suministro alimentario, proporcionen herramientas novedosas para enfrentar algunos desafíos asociados con el desarrollo sostenible de la agricultura y el riego, así como con la seguridad e higiene alimentarias. [29].

Utilizando lo que hoy se llama producción sustentable, minimizando las pérdidas económicas de los cultivos, haciendo recomendaciones sobre protección de cultivos, cuidado ambiental y uso sustentable de los cultivos, utilizando tecnología, en este caso proponemos evaluar el uso de nanofertilizantes para mejorar el rendimiento y la calidad del cultivo de uva en Santiago Ica, para asegurar mejores cosechas y a futuro promover una reducción en el uso de fertilizantes sintéticos, aumentando la eficiencia del cultivo.

En el valle de Santiago – Ica, el cultivo de vid (*Vitis vinifera* L.) variedad Superior seedless enfrenta limitaciones en productividad y calidad debido a factores como la baja eficiencia de absorción de nutrientes, la pérdida de fertilizantes convencionales por lixiviación y la necesidad de cumplir estándares internacionales de calidad para la exportación. Esta problemática exige alternativas innovadoras de manejo nutricional, entre ellas la aplicación foliar y al suelo de nanofertilizantes, cuya eficacia aún no ha sido evaluada en este contexto.

a) Problema General

¿De qué manera la ineficiencia de la fertilización convencional en el rendimiento y atributos cualitativos de la vid (*Vitis vinifera* L.) variedad Superior Seedless en las condiciones limitantes de Santiago - Ica, puede ser superada mediante el efecto de la aplicación foliar y al suelo de nanofertilizantes?

b) Problema Especifico

- Evaluar el efecto de la aplicación foliar y al suelo de nanofertilizantes en la reducción de síntomas fisiológicos como amarillamiento foliar, raíces poco desarrolladas y bayas de menor tamaño, en el cultivo de vid (*Vitis vinifera* L.) variedad Superior Seedless en Santiago – Ica.
- Comprobar el efecto de las aplicaciones foliares y al suelo de nanofertilizantes sobre la calidad comercial de la fruta (calibre, firmeza, uniformidad) y la rentabilidad del cultivo de vid Superior en Santiago – Ica.

1.3 Justificación e importancia de la investigación.

Justificación

La vid (*Vitis vinifera*) representa un cultivo de alto valor económico en el Perú, con especial relevancia en la región de Ica. No obstante, su producción enfrenta limitaciones asociadas a la baja fertilidad de los suelos, el uso poco eficiente de fertilizantes tradicionales y la creciente escasez de agua para riego. La nanotecnología es una disciplina científica dedicada al estudio y manipulación de la materia a una escala extremadamente pequeña, conocida como nanométrica. La nanociencia y la nanotecnología constituyen un campo emergente de investigación en el estudio de los materiales, en el cual confluyen distintas disciplinas del conocimiento para analizar fenómenos inéditos que se manifiestan a nivel atómico y molecular. Su relevancia radica en que, dentro del ámbito nanométrico, los materiales pueden desarrollar o potenciar propiedades distintas a las que presentan en dimensiones macroscópicas.

En la actualidad ya existen aplicaciones concretas de la nanotecnología y se proyecta que su número aumentará significativamente, lo que hace indispensable valorar los posibles impactos que generen. Los países desarrollados han implementado programas de financiamiento para impulsar investigaciones en esta área, y más recientemente México junto con otras naciones latinoamericanas han comenzado a seguir esta misma línea de acción.

La investigación y las aplicaciones de la nanociencia y la nanotecnología, aborda sus conceptos fundamentales y presenta un panorama del estado y evolución de estas disciplinas en México y América Latina. [30].

Durante la campaña 2023/2024, el factor climático fue determinante, ya que las elevadas temperaturas registradas en 2023 aceleraron los ciclos fenológicos del cultivo, lo que provocó un adelanto de la cosecha hacia fines de agosto y permitió anticipar los envíos al exterior. Como resultado, hasta diciembre se exportaron 391,523 toneladas de uva fresca, generando ingresos por US\$ 1,161 millones, lo que representa un incremento del 31 % en volumen y del 56 % en valor. Sin embargo, este crecimiento puede resultar engañoso, dado que se debe en parte al adelanto de la temporada. [31].

Aunque las lluvias afectaron los campos, fueron las altas temperaturas las que causaron un mayor deterioro en la calidad del fruto, reduciendo el tamaño de las bayas y afectando su integridad, lo que incrementó las pérdidas y disminuyó la proporción de producto exportable. Frente a este escenario, los nanofertilizantes emergen como una tecnología innovadora con potencial para enfrentar estos retos, al contribuir a mejorar tanto el rendimiento como la calidad de la fruta. Es fundamental avanzar hacia una reducción progresiva del uso de fertilizantes sintéticos, debido a su impacto ambiental, y promover alternativas sostenibles que incluyan una gestión eficiente y continua de insumos

orgánicos. En este contexto, el presente estudio propone evaluar la eficacia de los nanofertilizante en la mejora de la productividad y calidad de una variedad Superior (*Vitis vinifera*) cultivada en Santiago, Ica.

La vid, especialmente la uva de mesa, constituye un cultivo de alto valor comercial en el Perú y en especial en Ica, generando ingresos significativos para los productores y dinamizando la economía local, en particular en las zonas rurales. No obstante, su rendimiento y calidad se ven afectados por diversos factores, como la baja fertilidad de los suelos, el uso ineficiente de fertilizantes convencionales y las condiciones climáticas adversas, lo que limita su potencial productivo.

En este contexto, los fertilizantes desempeñan un papel fundamental en la agricultura; sin embargo, su uso excesivo ha contribuido a la salinización de los suelos, lo que ha motivado la búsqueda de alternativas sostenibles para mitigar este problema. En este sentido, la aplicación de nanofertilizantes al suelo representa una estrategia prometedora, ya que facilita una absorción más eficiente de los nutrientes por parte de las plantas. Esto se debe a que mejora la interacción simbiótica entre los nutrientes disponibles en el suelo y el sistema radicular, lo que se traduce en un aumento del rendimiento de los cultivos.

Diversos estudios han demostrado que los nanofertilizantes optimizan el aprovechamiento de los nutrientes, reducen su toxicidad al requerir dosis mínimas, disminuyen el riesgo de efectos adversos por sobredosificación, y permiten espaciar las aplicaciones, lo que contribuye a reducir los costos asociados al uso de estos insumos agrícolas. [32].

Importancia

Las uvas, reconocidas por su alto contenido de antioxidantes, vitaminas A, B6, C y K, así como minerales esenciales como calcio, hierro y potasio, están ganando protagonismo en el mercado internacional debido al creciente interés por una alimentación saludable en países como China, India, Estados Unidos y México. Aunque el consumo global de uvas se ha mantenido relativamente estable, en China se ha observado un notable incremento en la demanda en todos los niveles socioeconómicos. Estados Unidos continúa siendo el mayor consumidor mundial de esta fruta, desempeñando un papel clave en la determinación de los precios internacionales. Asimismo, en la Unión Europea, naciones como Alemania, los Países Bajos e Inglaterra han mostrado un aumento sostenido en su consumo. En particular, China destaca por su acelerado crecimiento en la demanda de uvas en los últimos años. [33].

La vid se posiciona como uno de los cultivos más relevantes para la agroexportación en la región de Ica; sin embargo, su desarrollo y manejo agronómico se ven condicionados por el elevado costo de los fertilizantes convencionales, lo que limita su eficiencia productiva. En este contexto, la incorporación de tecnologías innovadoras, como los nanofertilizantes, representa una alternativa viable para reducir el uso de insumos inorgánicos, disminuir los

costos de producción y preservar el equilibrio biológico, al no generar impactos negativos sobre el suelo, el ambiente ni la salud humana.

De acuerdo con el estudio titulado “Nano fertilizantes, una nueva forma de aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes en la producción de cultivos”, los nanofertilizantes se caracterizan por no ser tóxicos, contribuir a la reducción de los costos de producción y mejorar significativamente la eficiencia en la utilización de nutrientes. Asimismo, su aplicación favorece el valor nutricional de los cultivos, estimula el desarrollo vegetal, incrementa la resistencia frente a enfermedades y mejora las propiedades organolépticas del producto, como el sabor. [34].

Asimismo, al ser más eficientes que los fertilizantes tradicionales, los nanofertilizantes permitirían alcanzar los mismos resultados productivos con menores cantidades aplicadas, lo que contribuiría a mitigar la contaminación del suelo y las fuentes de agua.

La nanotecnología y la bionanotecnología están transformando la agricultura a nivel global, introduciendo innovaciones que optimizan la producción y sostenibilidad del sector. En este ámbito, la empresa india GEOLIFE se posiciona como una de los principales referentes en investigación y desarrollo de insumos agrícolas basados en nanotecnología.

La aplicación de nanotecnología en la viticultura peruana ofrece oportunidades significativas para mejorar los rendimientos, reducir los costos de producción y eliminar los residuos de agroquímicos. En particular, los nanofertilizantes Sanskar, distribuidos por CAPEAGRO, permiten alcanzar niveles de producción orgánica equivalentes a los de la uva convencional, en términos de cajas por hectárea. Por su parte, la bionanotecnología permite la obtención de compuestos y extractos provenientes de microorganismos, que, al ser procesados mediante principios nanotecnológicos, dan lugar a productos agrícolas como bionanopesticidas y nanofertilizantes orgánicos, con concentraciones de nutrientes comparables a las de los fertilizantes sintéticos. [35].

1.4 Hipótesis de investigación

Hipótesis General

La aplicación foliar y al suelo de nanofertilizantes logra revertir los desequilibrios fisiológicos y nutricionales de la vid variedad Superior Seedless, incrementando significativamente el rendimiento por hectárea y la calidad exportable de la fruta (calibre y sólidos solubles) en las condiciones limitantes de Santiago – Ica.

Hipótesis específica

- Las aplicaciones foliares y al suelo de nanofertilizantes, realizadas en el momento y dosis adecuados, reducen el amarillamiento foliar, favorecen el desarrollo radicular y aumentan el tamaño de las bayas, lo que se traduce en mayores rendimientos en el cultivo de vid (*Vitis vinífera* L.) variedad Superior Seedless en Santiago – Ica.

- Las aplicaciones foliares y al suelo de nanofertilizantes mejoran atributos de calidad comercial de la fruta como calibre, firmeza y uniformidad, lo cual se refleja en un incremento de la rentabilidad del cultivo de vid Superior en Santiago – Ica.

1.5 Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación foliar y al suelo de nanofertilizantes en la fisiología del cultivo de vid (*Vitis vinífera* L.) variedad Superior Seedless en Santiago – Ica, considerando la reducción de síntomas de estrés nutricional (amarillamiento foliar, raíces poco desarrolladas, bayas pequeñas) y su impacto en el rendimiento y la calidad comercial de la fruta.

Objetivo específico

- Determinar el efecto de las aplicaciones foliares y al suelo de nanofertilizantes sobre el rendimiento del cultivo de vid (*Vitis vinífera* L.) variedad Superior Seedless en Santiago – Ica, considerando la reducción de síntomas fisiológicos como amarillamiento foliar, raíces poco desarrolladas y bayas pequeñas.
- Evaluar la influencia de las aplicaciones foliares y al suelo de nanofertilizantes en los atributos de calidad comercial de la fruta (calibre, firmeza, uniformidad) y en la rentabilidad del cultivo de vid Superior Seedless en Santiago – Ica.

1.6 Variables de la investigación

Identificación de las Variables

a) Variable Independiente (“Causa” X1)

- Dosis y frecuencias de aplicación de los nanofertilizantes (X1)

Indicadores

Green Power Florimax, Green Power Frutigross y Green Power Flor Control tres dosis de aplicación

b) Variable dependiente. (“Efecto” Y1)

- Incremento de la producción y calidad de la variedad Superior (Y1)

Indicadores:

Productividad:

Rendimiento por planta (kg/planta)

Número de racimos por planta

Peso promedio de racimo (g/racimo)

Calidad:

Sólidos solubles totales (°Brix)

Acidez titulable (g/L)

pH

Índice de color

Relación azúcar/acidez

Kg/ha. Variedad Superior

c) Variable interviniente.

En cuanto a las variables intervinientes, estas son variables que pueden afectar la relación entre tus variables independientes y dependientes, pudiendo ser:

- Condiciones climáticas: Factores como temperatura, humedad relativa, radiación solar y lluvias pueden alterar el desarrollo del cultivo y la respuesta a los nanofertilizantes.
- Tipo y textura del suelo. La capacidad de retención de agua y nutrientes varía según la textura (arenoso, franco, arcilloso), lo que puede afectar la absorción de los nanofertilizantes.
- Calidad del agua de riego. La presencia de sales o contaminantes puede interferir con la disponibilidad de nutrientes y la eficacia del fertilizante.
- Presencia de plagas o enfermedades. La incidencia de patógenos o insectos puede afectar el rendimiento y la calidad, independientemente del uso de nanofertilizantes.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Ubicación del Ensayo.

Se muestra en la foto satelital, el campo de vid donde se realizó el ensayo, Fundo “Garayar” ubicado en el Distrito de Santiago, en el Sector la Venta Baja de la Provincia y Departamento de Ica.

Fundo donde se realizó el ensayo



Fig. 1: Fundo Garayar, la fecha señala el campo de Vid, variedad Superior.

Coordenadas tomadas de Google Earth Pro:

14°17.528' S

75°40.648' O

Elevación 343 m

2.2 Tipo, nivel y diseño de la investigación

2.2.1 Tipo de investigación

Es de tipo Aplicada.

2.2.2 Nivel de investigación

Es un estudio Experimental, descriptivo y explicativo.

2.2.3 Diseño de investigación

El diseño Experimental corresponde a un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), adecuado para ensayos agrícolas en campo. Este diseño permite controlar la variabilidad del terreno al distribuir aleatoriamente los tratamientos dentro de bloques homogéneos, mejorando la precisión del análisis estadístico. La investigación, se basó en el método científico con el empleo del diseño estadístico, en estudio en el campo experimental, con el número de plantas suficiente para garantizar las evaluaciones oportunas.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población de estudio

La población estuvo determinada por 1.0 Ha., sembrada con la variedad Superior, de cinco años, localizada en el sector La Venta Baja, distrito de Santiago.

2.3.2 Población de la muestra del estudio

Las evaluaciones se realizaron durante el crecimiento vegetativo del cultivo y planificadas, las muestras fueron obtenidas de las dos (2) plantas de cada parcela, en estudio que resultan de la aplicación de los biofertilizantes al suelo realizados de acuerdo con el diseño de la investigación.

Diseño experimental

Se uso el diseño completamente Randomizado al azar, con diez (10) tratamientos incluido el testigo sin aplicación y por tres (03) repeticiones, haciendo un total de 30 unidades experimentales.

TABLA 1
TRATAMIENTOS

TRAM.	NANOFERTILIZANTES	DOSIS	APLICACION
1	Green Power Florimax	0.03 kg/ha.	1° Al inicio floración. Foliar
2	Green Power Florimax	0.04 kg/ha.	2° Baya tamaño guisante. Foliar
3	Green Power Florimax	0.05 kg/ha.	3° en plena envero. Foliar
4	Frutigross	10 g/ha.	1° Al inicio floración. Foliar
5	Frutigross	10.5 g/ha.	2° Bayas tamaño guisante. Foliar
6	Frutigross	15 g/ha.	3° en pleno envero. Foliar
7	Green Power Flor Control	0.150 kg/ha.	1° Al inicio Floración. Foliar
8	Green Power Flor Control	0.200 kg/ha.	2° Bayas tamaño guisante. Foliar
9	Green Power Flor Control	0.250 kg/ha.	3° En pleno envero. Foliar
10	Testigo	.-	Sin aplicaciones

Nota: Los datos corresponden al análisis estadístico

2.3.3 Metodología de la aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos con nanofertilizantes se realizó bajo condiciones de campo, siguiendo el diseño experimental que garantizara la validez de los resultados. Se siguió el diseño experimental de diseño de bloques completamente al azar, lo que garantizó la validez de los resultados. Las aplicaciones se efectuaron de manera foliar utilizando equipos de aspersión manual, asegurando uniformidad en la distribución del producto. La frecuencia y momento de aplicación se definieron de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo (prefloración, floración plena, cuajado y desarrollo de frutos), manteniendo condiciones homogéneas entre parcelas y repeticiones. Se respetaron las dosis establecidas en cada tratamiento y se aplicó en el horario de la mañana para minimizar pérdidas por evaporación y maximizar la absorción foliar.

Procedimiento de aplicación de los productos.

Las aplicaciones se realizaron foliarmente, según las recomendaciones técnicas de los productos ensayados.

El producto GREENPOWER FLORIMAX, es un Bioestimulante Foliar diseñado con Nanotecnología. Se realizaron las aplicaciones foliares a partir de la etapa de Prefloración, floración plena e inicios de cuajado. Composición: Amino - L 20.0 % y Carbohidratos 80.0 %. Distribuidor: Capeagro S.A.C.

GREENPOWER FLORCONTROL, fertilizante foliar, es una mixtura de elementos esenciales producidos con Nanotecnología. Se realizaron las aplicaciones foliares, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Composición: Zinc (Zn EDTA) 6.0 %, Hierro (Fe EDTA) 6.0 %, Manganeso (Mn EDTA) 5.0 %, Cobre (Cu EDTA) 1.0 %, Boro 2.0 %, Molibdeno 0.1 %, Aminoácidos 5 % y Aditivos 74.9. Distribuidor: Capeagro S.A.C.

GREENPOWER FRUTIGROSS, es un fertilizante foliar de avanzada, elaborado usando la Nanotecnología, se realizaron las aplicaciones foliares, aplicándose a partir del inicio de desarrollo de los frutos de acuerdo con la recomendación de la etiqueta del productor. Composición: Calcio 6.0 %, Boro 2.0 % y Aminoácidos 10.0 %. Distribuidor: Capeagro S.A.C.

Procedimiento de las variables en estudio.

1. Determinación de acidez titulable y Determinación del Color de la Fruta:

Las determinaciones de acidez titulable y color de la fruta fueron realizadas por el personal del fundo, el cual supervisa la fruta, para determinar la época o etapa de cosecha, siguiendo los protocolos internos. En la presente investigación se consideraron los resultados proporcionados por dicho personal, los cuales se integraron al análisis estadístico.

a) Determinación de acidez titulable

Para la uva Superior, la acidez se expresa generalmente en gramos de ácido tartárico por litro de jugo. La acidez titulable se determinó mediante titulación ácido-base, utilizando hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N) como agente titulante y fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron en gramos de ácido tartárico por litro de jugo, siguiendo el protocolo de control de calidad basado en los métodos oficiales de la AOAC (2005). [36].

Procedimiento:

1. Preparación de la muestra: Se extrajo el jugo de una muestra representativa de bayas de cada tratamiento.
2. Procedimiento: Se tomaron los 10 ml del jugo filtrado y se vertieron en un vaso de precipitados, añadiendo 50 ml de agua destilada.
3. Titulación: Se tituló con una solución estandarizada de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 0.1%.
4. Punto final: La titulación se llevó a cabo hasta alcanzar un pH de 8.1 (punto de neutralización), medido con un pH-metro digital debidamente calibrado.
5. Cálculo: El resultado se expresó en gramos de ácido tartárico por litro (g/L).

b) Determinación del color de la fruta

En la determinación del color de la fruta, se usa comúnmente una Escala Colorimétrica Visual o un Colorímetro. La evaluación del color en la variedad Superior (uva blanca) se realizó mediante un análisis visual comparativo, siguiendo los estándares de calidad para exportación.

El color de la fruta se evaluó mediante la escala visual estandarizada utilizada por el área de control de calidad, que clasifica los racimos en categorías verde, amarillo y amarillo-verdoso. Los resultados se expresaron como valores promedio por tratamiento. Este procedimiento se basa en protocolos internos adaptados de la Organización Internacional de la Vid y el Vino (OIV, 2019). [37].

En variedades verdes la calidad del color tiene importancia en términos comerciales, existiendo requisitos por mercado de destino y, por lo tanto, se pueden distinguir categorías de color. Similar a las variedades coloreadas, el color verde es afectado por condiciones de manejo, estado de madurez a cosecha y condiciones climáticas.

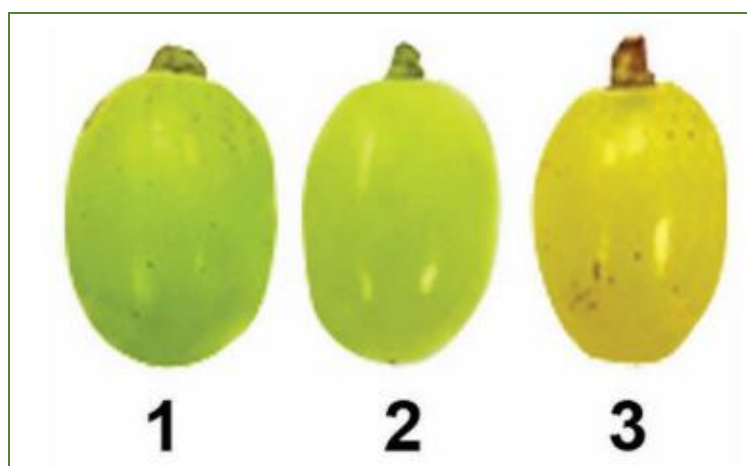


Fig. 2: Escala hedónica para calidad de color verde, donde 1= verde, 2= verde amarillo y 3= amarillo.

Procedimiento:

1. Referencia: Se utilizó una cartilla de colores (Color Chart) específica para uvas de mesa tipo Green Seedless, que define rangos cromáticos desde el verde intenso hasta el amarillo pajizo.
2. Procedimiento: Se evaluó cada racimo bajo luz natural constante (evitando la incidencia directa del sol para no falsear el brillo). Un panel de evaluadores entrenados del área de Control de Calidad clasificó los racimos en tres categorías predominantes:
 - o Verde: Racimos con ausencia de pigmentos amarillos, típicos de madurez temprana.
 - o Amarillo-Verde (V-A): Racimos en etapa intermedia de maduración.
 - o Amarillo: Racimos con degradación total de clorofila, alcanzando la tonalidad comercial óptima para ciertos mercados.

Se tomo en cuenta también los análisis de suelo, la interpretación de los mismo, así como los resultados de la estación meteorológica en cuanto al clima y los días de las actividades cronológicas del año 2024 - 2025.

Características del campo experimental

a) Parcelas.

Identificación de parcela	30
Ancho.....	3.4 m
Longitud	17.0 m
Extención de una parcela.....	57.8 m ²

b) Surcos.

Numero de surcos por parcelas.....	1
Largo de la parcela.....	17.0 m
Ancho de la parcela.....	3.4 m
Distanciamiento entre planta.....	1.70 m
Distancia entre surcos.....	3.40 m

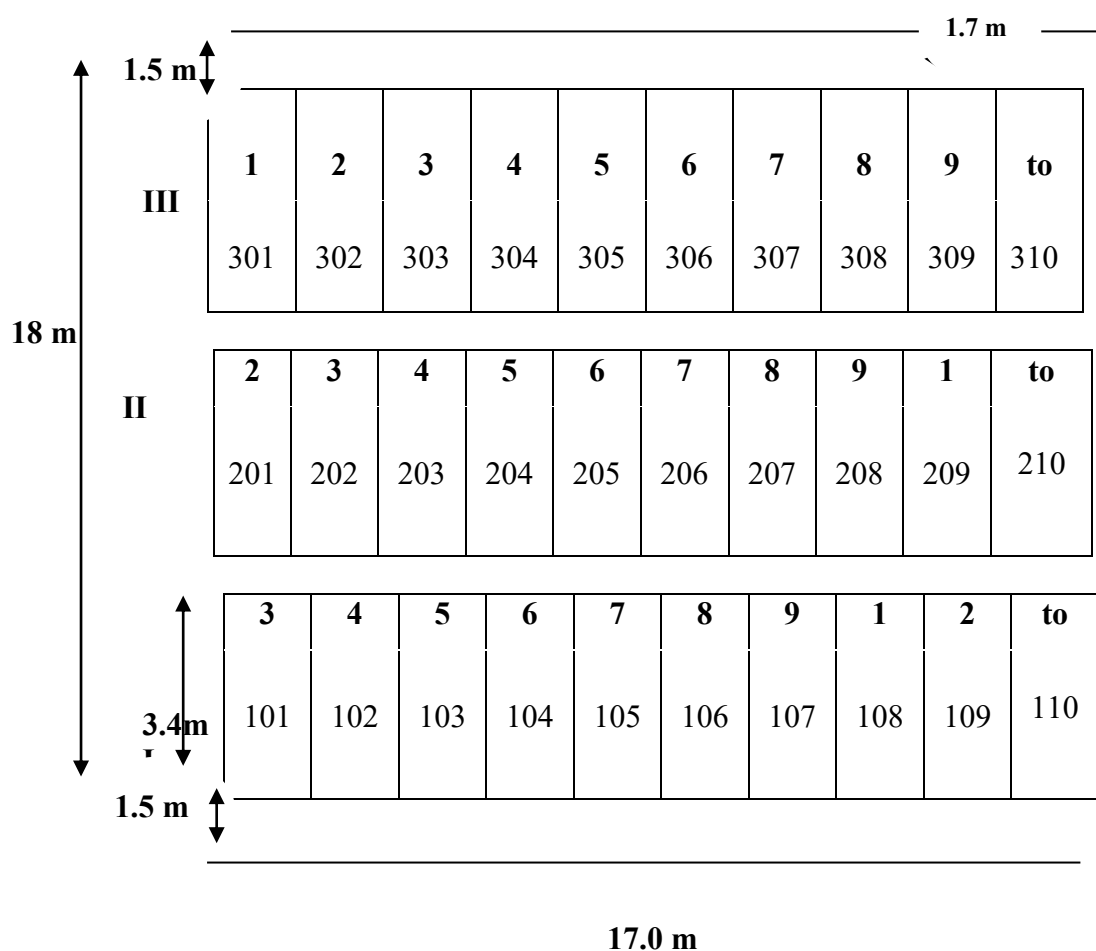
c) Bloques

Número de bloques (I).....	1
Numero de tratamientos.....	30
Numero de parcelas.....	30
Número de parcelas por bloque.....	10
Largo de bloque	17.0 m
Ancho de bloque	57.8 m
Área neta del bloque.....	982.6 m ²

d) Dimensión del terreno experimental

Área total.....	982.6 m ²
Separación entre parcelas.....	1.7 m
Número de plantas por parcela.....	10
Número total de plantas.....	30

Croquis experimental



2.3.4 Se evaluaron las siguientes características:

Los nanofertilizantes se aplicaron en las dosis y frecuencia propuesta en el ensayo, para lo cual se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

Productividad

- Rendimiento (kg/ha): El rendimiento, expresado en kilogramos por hectárea, es un parámetro clave para evaluar la productividad del cultivo. Esta variable se midió mediante el uso de una balanza. Pesándose los racimos cosechados de 10 plantas de los surcos centrales.
- Número de racimos por planta (unid.): Es un indicador directo del potencial productivo de la vid. Este parámetro se expresa en unidades y se ve afectado por prácticas de manejo y la salud general de la planta. Esta variable se evaluó cuando los racimos tuvieron el tamaño guisante. Al finalizar la cosecha se consolidó en la tabla el número total, de racimos por planta.

- Peso promedio de racimo: El peso promedio de racimo fue de 0.540 kilos.
- Análisis económico de tratamientos: Implicó evaluar los costos y beneficios de la aplicación de los biofertilizantes. Un enfoque económico que incluye el análisis de costo-beneficio ayuda a determinar la viabilidad de la implementación del uso de los biofertilizantes en el cultivo de vid. Se realizaron los cálculos del costo total, ingreso total, e ingreso neto para cada uno de los tratamientos por hectárea comprobando si económicamente hay rentabilidad.

Calidad

- Contenido de azúcar de las uvas de cada parcela con un refractómetro. Para la determinación de los sólidos solubles totales (°Brix), se recolectó una muestra aleatoria de 20 bayas por parcela, seleccionando rigurosamente 3 bayas por racimo (una del hombro, una del centro y una de la punta) para garantizar la representatividad frente a la maduración heterogénea. Las bayas fueron prensadas homogéneamente para obtener un mosto compuesto; posteriormente, se colocaron de 2 a 3 gotas del jugo en el prisma de un refractómetro digital (previamente calibrado a cero con agua destilada), registrando la lectura directa en la ficha de evaluación de cada unidad experimental.
- Acidez total de las uvas mediante titulación.
- Color y apariencia de las uvas. Los parámetros de calidad de la uva de mesa se evaluaron por su apariencia, firmeza, madurez, y ausencia de defectos. Contenido de azúcar y la relación azúcar/ácido.
- Apariencia Color, Uniformidad en el tamaño.
- Rendimiento, peso de la fruta (kg).
- Análisis económico de los tratamientos.

Metodología para la evaluación de calidad en uva de mesa

Contenido de azúcar (°Brix): Se determinó con un refractómetro manual digital, tomando jugo de 20 bayas representativas por parcela. El valor se expresó en grados °Brix.

Acidez total titulable: Se midió mediante titulación ácido–base con NaOH 0.1 N, usando fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron en gramos de ácido tartárico por litro de jugo.

Sólidos Solubles Totales (SST): Se extrajo el jugo de una muestra compuesta de bayas y se midió utilizando un refractómetro digital, expresando los resultados en grados °Brix.

Color de las bayas: La apariencia es un parámetro organoléptico, se evaluó, con una escala visual comparativa con cartas de color de la OIV (Organización Internacional de la Viña y el Vino). Para la variedad Superior, el color se mide por el viraje del verde al amarillo crema, se buscó la uniformidad del color verde claro a amarillo pajizo.

Apariencia y uniformidad: Se valoró mediante inspección visual estandarizada, considerando homogeneidad en tamaño, ausencia de manchas, rajaduras o deformaciones.

Firmeza de las bayas: Se midió con un penetrómetro de fruta, aplicando presión sobre la pulpa y registrando la fuerza en libras o Newtons.

La firmeza de la baya se midió en la zona ecuatorial de 20 bayas por repetición, usándose un penetrómetro digital.

Unidad de medida: Los resultados se expresan generalmente en kg/cm² o Newtons (N).

Madurez fisiológica: Se estableció a partir de la relación azúcar/ácido, calculada con los valores de °Brix y acidez total.

Rendimiento: Se determinó por el peso total de la fruta cosechada por parcela, expresado en kilogramos.

Análisis económico: Se realizó comparando los costos de los tratamientos (fertilizantes convencionales vs. nanofertilizantes) frente al valor de venta de la producción obtenida, calculando la relación beneficio/costo.

2.4 Análisis de Suelo.

El procedimiento de muestreo, se recorre el campo que se va a muestrear en zigzag. con una lampa se hizo un hoyo de 0 a 30 m y de 0.30 a 0.60 m de profundidad, tomándose de uno de sus lados una muestra raspada, tomando un poco de suelo, esta constituye la submuestra. Una vez recogidas las 10 submuestras a lo largo de la parcela, se procedió a homogenizar, mezclando uniformemente hasta obtener la muestra final o muestra compuesta con un peso aproximado de 1.0 kg., la cual se etiquetó con los datos generales y se envió al laboratorio del Instituto Rural Valle Grande en San Vicente de Cañete, para su análisis Físico mecánico y Químico. A continuación, se presenta los resultados de los análisis respectivos.

TABLA 2
ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DEL SUELO

PARAMETRO	SUELO	SUBSUELO	METODO	TECNICA
	Nivel 0.00 – 0.30 m	Nivel 0.30 – 0.60 m		
Arena %	38.45	42.50		Bouyoucos
Limo %	38.52	31.66		Bouyoucos
Arcilla %	23.03	25.84	MES – 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO	FRANCO	Propio del Laboratorio.	

Nota: Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande de Cañete

*** MES 001:** Método Propio del Laboratorio.

La Tabla 1, indica que el terreno donde está instalado el cultivo de vid presenta una textura Franca.

TABLA 3
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO 2024 0.00 m a 0.30 m

PARAMETROS	RESUL TADO	METODO USADO	INTERPRETACION
Carbonato de Calcio Total %	1.06	Gravimétrico	Muy Bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m	20.67	Electrométrico	Extremadamente Salino
pH (1/1) a Temp = 19.8 °C	8.10	Electrométrico	Moderadamente Alcalino
Fosforo Disponible ppm	40.02	Olsen	Alto
Materia Orgánica %	2.40	Walkley y Black	Medio
Nitrógeno Total %	0.12	Kjeldahl	Medio
Potasio Disponible ppm	963.50	Acetato de Amonio	Exceso
Cationes Cambiables			
Calcio mEq / 100 g	13.67	Extractante: Ac. Amonio	Medio
Magnesio mEq / 100 g	1.46	FAAS	Bajo
Sodio mEq / 100 g	0.42	FAAS	Bajo
Potasio mEq / 100 g	2.15	FAAS	Muy Bajo
C.I.C.E mEq / 100 g	17.65	FAAS	Alto
P.S.I %	2.38	Cálculo Matemático	No Sódico

Nota: Laboratorio de Química Agrícola Valle Grande de Cañete

* **FAAS:** Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

* **MES:** Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.

2.4.1 Análisis físico mecánico y químico del suelo

Según los resultados obtenidos (Tabla 3), el suelo presenta un contenido de carbonato de calcio total de 1.06%, clasificado como muy bajo. La conductividad eléctrica (CE) medida a 25 °C alcanzó los 20.67 dS/m, lo que indica una condición de salinidad muy fuertemente salina.

TABLA 4
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUBSUELO 2023 0.30 a 0.60 cm

PARAMETROS	RESUL TADO	METODO USADO	INTERPRETACION
Carbonato de Calcio Total %	0.97	Gravimétrico	Muy Bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m	10.14	Electrométrico	Fuertemente Salino
pH (1/1) a Temp = 19.8 °C	8.34	Electrométrico	Moderadamente Alcalino
Fosforo Disponible ppm	40.22	Olsen	Alto
Materia Orgánica %	1.69	Walkley y Black	Bajo
Nitrógeno Total %	0.10	Kjeldahl	Bajo
Potasio Disponible ppm	657.80	Acetato de Amonio	Alto
Cationes Cambiables			
Calcio mEq / 100 g	12.01	Extractante: Ac. Amonio	Medio
Magnesio mEq / 100 g	2.08	FAAS	Medio
Sodio mEq / 100 g	1.46	FAAS	Alto
Potasio mEq / 100 g	1.59	FAAS	Muy Alto
C.I.C.E mEq / 100 g	17.14	FAAS	Medio
P.S.I %	8.52	Cálculo Matemático	Ligeramente Sódico

Nota: Laboratorio Agrícola Rural Valle Grande de Cañete

* **FAAS:** Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

* **MES:** Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.

Según los datos presentados en la Tabla 4, el subsuelo evaluado contiene un 0.97% de carbonato de calcio total, valor que se clasifica como muy bajo. La conductividad eléctrica (CE) a 25 °C fue de 10.14 dS/m, lo que indica una condición fuertemente salina.

2.4.2 Datos meteorológicos

Es importante comprender las variables como temperatura, humedad relativa, radiación solar, horas de sol y velocidad del viento, ya que van a definir y explican el contexto agroclimático que condiciona, en muchos casos, la fenología (brotes, floración, maduración), que pueden comprometer la calidad de la fruta y su potencial exportador.

Los registros fueron del mes de junio del 2024 al mes de febrero del 2025, lo que permitió calcular requerimientos hídricos precisos (ej. evapotranspiración), planificar labores culturales críticas poda, aplicaciones fitosanitarias, riego) y la aparición de eventos extremos como las lluvias atípicas, la humedad elevada, temperaturas máximas y paracas, las cuales pueden generar estrés térmico, quemaduras y una mayor

susceptibilidad a enfermedades fúngicas (hongos), siendo variables cruciales para validar las hipótesis y generar recomendaciones agronómicas específicas y eficientes para la región.

Los datos meteorológicos, fueron proporcionados por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Estación MAP – San Camilo

Longitud: 75° 42' 39,6" S

Latitud: 14° 4' 24" W

Altitud: 407 msnm

Dpto.: Ica

Provincia: Ica

Distrito: Parcona

TABLA 5
INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL 2024 - 2025

Meses	Temperatura °C			Horas de Sol (HS)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h)
	Máxima X	Media X	Mínima X			
Junio	26.6	18.2	9.7	222.3	77.0	1.8
Julio	25.9	17.8	9.7	221.5	79.0	1.9
Agosto	26.7	18.3	9.8	225.6	75.0	2.2
Setiembre	29.3	20.0	10.6	209.0	73.0	2.0
Octubre	31.3	22.1	12.9	252.5	70.0	2.0
Noviembre	31.0	22.6	14.2	227.1	70.0	1.9
Diciembre	32.2	24.2	16.2	214.7	66.0	1.9
Enero	33.2	25.2	17.1	208.5	66.0	2.0
Febrero	32.8	26.7	20.6	135.5	71.0	1.9

Nota: SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Con respecto al clima para el cultivo de vid, según el Ministerio de Agricultura y Riego, la vid, para crecer adecuadamente, necesita un clima tropical y subtropical, con temperaturas que fluctúan entre los 7 °C y los 25 °C y una humedad relativa del 70% al 80%. Sin embargo, es capaz de adaptarse a una amplia variedad de climas. Su desarrollo óptimo se da en veranos largos, que pueden ser desde templados hasta cálidos y secos, además de inviernos frescos. No prospera en veranos húmedos, ya que es muy susceptible a enfermedades causadas por hongos. Las temperaturas extremadamente altas (30-34 °C), especialmente si están acompañadas de sequedad y vientos cálidos y secos, pueden provocar quemaduras en las hojas y racimos. [38].

2.4.3 Cultivos y deshierbos

Durante la fase de crecimiento vegetativo del cultivo, el control de malezas se efectuó mediante deshierbos manuales utilizando lampa. Esta actividad se realizó de forma periódica a lo largo del ciclo del cultivo, registrándose un total de cinco deshierbos. El primer deshierbo se ejecutó después de la poda, y los siguientes se realizaron aproximadamente cada 30 días.

Esta práctica tuvo como finalidad prevenir que las malezas actúen como hospederas de plagas y enfermedades, además de reducir la competencia por recursos esenciales como espacio, luz, agua y nutrimentos.

Se presentaron las siguientes malezas:

TABLA 6
MALEZAS PRESENTES EN EL CULTIVO

Nombre científico	Nombre común
<i>Cyperus rotundus</i>	Coquito
<i>Cenchrus echinatus</i>	Cadillo
<i>Sorghum halepense</i>	Gramma china
<i>Setaria verticillata</i>	Pega-Pega
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga

2.4.4 Control fitosanitario

El manejo fitosanitario del cultivo fue ejecutado por el productor en función de las evaluaciones realizadas en campo por el asesor técnico, quien dejaba sus recomendaciones por escrito. Dado que se trata de un cultivo destinado a la exportación, las aplicaciones están estrictamente reguladas, priorizándose las intervenciones preventivas.

TABLA 7
Aplicaciones Fitosanitarias

Estado Fenológico	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Objetivo	Und.	Lts. ó Kg /Cil	Cantidad Total Lt/Kg	Área Aplicada	Volumen
Post Poda	Mastercop	Cobre	Muerte regresiva (<i>Lasiodiplodia spp.</i> y <i>Botryosphaeria spp.</i>),	Lt	1.5			
	Folicur 25 EW	Tebuconazole	<i>Botrytis</i>	Lt.	0.30	2.61		1500
	Sunner 500 SC	Carbendazim	Oídium (<i>Uncinula necator</i>)	Lt.	0.20			1500
	Score 250 EC	Difenoconazole 250 g/L	Oídium	Lt	0.15			
	Ecoclean Detergent Plant	Detergente Agrícola	Acaro de la yema de la vid (<i>Colomerus vitis</i>)	Lt	1.0			

Azufre humectable 90	Azufre	Oídium	Kg	2.0	
GF-120	Spinosad	Ceratitís capitata Wied	Lt	0.24 (*)	Solo en trampas 2.4 L
Biozyme TF	Microelementos	Regulador de Crecimiento	Lt	1.5	
Agrigrow boro, zinc y calcio	Calcio + Boro + Zinc + Aminoácidos + Ácidos Fúlvicos	Nutrición	Lt	0.5	
Splinter 120 SC	Spinosad	Thrips (<i>Frankliniella occidentalis</i>),	Lt	0.1	
Deter up,	Detergente Agrícola	Bemisia sp	Lt	0.250	
Agrigrow boro, zinc y calcio	Calcio + Boro + Zinc + Aminoácidos + Ácidos Fúlvicos	Nutrición	Lt	0.5	
Biozyme TF	Microelementos	Regulador de Crecimiento	Lt	1.5	
Splinter 120 SC	Spinosad	Thrips (<i>Frankliniella occidentalis</i>),	Lt	0.1	
GF-120	Spinosad	Ceratitís capitata Wied	Kg.	0.24	(*) Cebo
Clorfos 48 CE	Clorpirifos	Thrips sp	Lt	1.0	
Private 350 SC	Imidacloprid 350 SC	Thrips sp	Lt	0.2	
Confidor 350 SC	Imidacloprid 350 SC	Planococcus citri	Lt	1.5	
Agrigrow boro, zinc y calcio	Calcio + Boro + Zinc + Aminoácidos + Ácidos Fúlvicos	Nutrición	Lt	0.3	
Biozyme TF	Microelementos	Regulador de Crecimiento	Lt	1.5	
Ceratlure D,	Trimedlure	Ceratitís capitata)	Lt		(*) Atrayente
Pantera 90 PS	Azufre	Preventivo (Enfermedades foliares)	Kg	25	

Fuente: Elaboración propia.

2.4.5 Labores culturales

Las labores culturales en el cultivo de la vid son esenciales para mantener la salud y productividad del viñedo. Las labores más importantes fueron:

Poda: Fundamental para controlar el desarrollo de las viñas, mejorando la excelencia de las uvas y facilitando la recolección. Se realizaron podas, de formación y la de fructificación, cada una con un propósito determinado. En el viñedo se lleva a cabo también la poda mixta, la cual se realizó el 1 de agosto de 2024, refiriéndose a la poda corta, manteniendo un número restringido de yemas (normalmente entre 5 y 6) por cada cargador, lo cual ayuda a gestionar el vigor de la planta y garantiza una producción de alta calidad. También se practica la poda en verde, que se realiza durante la fase de crecimiento y se enfoca en eliminar brotes y hojas no productivas, mejorando así el flujo de aire y la exposición al sol, para optimizar la calidad del fruto

y aumentar los rendimientos. Igualmente, la poda en verde ayuda a regular la carga de frutos en la planta, un aspecto esencial para mantener la salud de la vid y asegurar que los racimos de uva logren el tamaño y la calidad deseados.

Deshoje y Despunte: Estas técnicas se realizó con el objetivo de suprimir hojas y brotes innecesarios, mejorando la aireación y la luz solar que reciben los racimos, también conocido como canopia, que se refiere al manejo de la parte verde de la planta. En esta área, los tallos se organizan de tal manera que se promueve una ventilación efectiva y que los racimos tengan suficiente exposición a la luz solar. La labor se efectuó 50 días después de la poda, entre el 10 y el 20 de septiembre de 2024. Se ha comprobado que una buena ventilación es clave para reducir la incidencia de enfermedades fúngicas, mientras que la adecuada exposición al sol garantiza una óptima maduración de los frutos, lo que contribuye a un mejor desarrollo de las uvas.

Aclareo de Racimos: Esta tarea se realizó para eliminar ciertos racimos, con el fin de disminuir la carga de la planta y mejorar la calidad de los racimos restantes. Es un paso significativo en la producción de uvas de mesa, específicamente de la variedad Superior, donde se busca conseguir frutos más grandes, atractivos. Esta labor se llevó a cabo entre el 30 de septiembre y el 5 de octubre de 2024, aproximadamente 25 a 30 días después del deshoje.

Estas labores culturales son imprescindibles para asegurar una producción de uvas de alta calidad y para preservar la salud del viñedo a largo plazo.

TABLA 8
PRINCIPALES LABORES REALIZADAS EN EL FUNDO

Descripción	Personal/material
Supervisión de Labores	4
Raleo	70
Canopia 3	15
Limpieza de Fruta	10
Levantado de Guías	1
Jabas	3500
Cosecha	220
Corte de Fruta	5
Levantado de Guías	1
Jalado Follajero	6
Canopia 2	10
Acomodo de Racimo	35
Canopia 1	30
Sarmenteo	3

Reparación De Estructura	1
Poda	35
Amarre	18
Pre- Limpia	15
Granero	3
Desuvilla	30
Canopia 4	5
Reparación De Estructura	1
Levantado de Guías	1

La siguiente tabla presenta las principales actividades efectuadas en el fundo durante el ciclo productivo del cultivo de vid, indicando el número de personas involucradas o la cantidad de materiales empleados en cada labor. Esta información permite dimensionar el nivel de esfuerzo y recursos requeridos para el manejo agronómico y la cosecha.

2.4.6 Fertilización

Durante el desarrollo experimental, además del uso de fertilizantes tradicionales, se incorporaron enmiendas orgánicas como compost, aplicado a razón de 0.5 kg por árbol frutal, y guano de isla, en una dosis de 1.0 kg por planta. La inclusión de estos insumos se justifica por su capacidad para mejorar la calidad del suelo, dado que este presenta una textura franca, mejorando la estructura, retención hídrica y fertilidad. Estos abonos orgánicos favorecen la formación de agregados estables, lo que mejora tanto la aireación como el drenaje del suelo, al mismo tiempo que aportan nutrientes esenciales para el desarrollo del frutal.

En el experimento se utilizó la siguiente fórmula de fertilización:

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Zn	Mn
130	75	300	50	120	9	9

El fundo usó los siguientes Fertilizantes: Nitrato de Amonio, Fosfato Mono Amónico, Sulfato de Magnesio, Nitrato de Potasio y Ácido Bórico. El Nitrato de Calcio, se aplicó solo, sin mezclas, todos los días sábados y los días domingo se efectuó riego utilizando únicamente agua, sin incorporación de fertilizantes. La fertilización se realizó vía fertirriego a través del sistema de riego por goteo. Cinco días posteriores a la poda, se efectuó la aplicación de fertilizantes orgánicos directamente al suelo, distribuyéndolos de manera homogénea alrededor de la zona radicular de las plantas.

2.4.8 Riegos

Un suministro hídrico adecuado es fundamental para asegurar una producción continua y homogénea, lo cual resulta clave para conservar tanto la calidad como la producción

de las uvas. Al estar dirigido el riego directamente hacia la zona radicular, se optimiza la absorción del agua y se reduce la pérdida por evaporación. Esta estrategia no solo mejora la eficiencia en el uso del recurso hídrico, sino que también estimula el desarrollo de raíces más profundas y vigorosas.

En el caso de la variedad Superior, particularmente sensible al daño por exposición solar, una gestión eficiente del riego contribuye a prevenir quemaduras en los racimos, elevando así la calidad del fruto. El riego se realizó de lunes a sábado, con una duración diaria de 1.5 horas, ajustándose según el mes y las condiciones térmicas, llegándose a utilizar 2.0 horas diarias de riego.

Las necesidades de agua fueron menores durante el invierno y en la etapa vegetativa, incrementándose conforme avanzó la fase de maduración del fruto. En la Tabla 7 se muestra el volumen mensual y por campaña aplicado a la vid, uva de mesa variedad Superior.

TABLA 10
CALENDARIO DE RIEGOS

MES	VOLUMEN M ³ /HA/DÍA	VOLUMEN M ³ /HA/MES
Mayo	25.20	755.80
Junio	30.80	932.00
Julio	30.80	935.00
Agosto	30.80	925.00
Setiembre	30.80	932.00
Octubre	30.80	930.00
Noviembre	30.80	930.00
Diciembre	30.80	930.00
Enero	25.20	755.80
Febrero	25.20	755.80
Volumen por	campaña/m³	8,780.60 m³/ha

Los riegos aplicados fueron en un total de 8,780.60 m³/ha, utilizándose el sistema de riego por goteo.

2.4.9 Cosecha

La recolección de la cosecha comenzó el 14 y 28 de febrero de 2025, un proceso que se llevó a cabo minimizando el contacto con los racimos, prestando atención especial a no manipular en exceso los granos para no dañar la pruina, ya que su contacto puede afectar negativamente la calidad de la fruta. Durante la recolección, se realizó una selección de los racimos, rechazándose aquellos que mostraron daños y los que estaban infectados con cochinilla harinosa, *Botrytis cinerea* o necrosis tardía de raquis,

también conocida como palo negro, un problema fisiológico frecuentemente asociado con un manejo inadecuado del nitrógeno y el magnesio, entre otros factores.

2.4.10. Metodología para la Clasificación Comercial de la Fruta (Categorías A, B y C)

La clasificación de los racimos se realizó inmediatamente después de la cosecha, en el centro de acopio del fundo, siguiendo los protocolos de control de calidad para uva de mesa de exportación. Los criterios se basaron en el diámetro ecuatorial de la baya (calibre), la conformación del racimo y la sanidad.

1. Parámetros de Calibre (Diámetro de Baya)

Se utilizó un calibrador o vernier digital para medir el diámetro ecuatorial de una muestra representativa de bayas por racimo. Los rangos establecidos fueron:

Categoría	Denominación Comercial	Rango de Calibre (mm)	Destino Principal
Categoría A	Extra Large / Jumbo	> 18 mm	Exportación (Mercado Premium)
Categoría B	Large / Medium	16 - 17.9 mm	Exportación (Mercado Nacional)
Categoría C	Descarte / Industrial	< 16 mm	Mercado Local / Procesamiento

2. Criterios de Calidad Visual y Conformación

Además del tamaño, se aplicaron los siguientes criterios cualitativos:

• Categoría A (Calidad de Exportación):

- Racimos con bayas de color verde translúcido uniforme (típico de Superior).
- Ausencia de defectos mecánicos, manchas de sol o daños por plagas (*Oidium*, *Botrytis*).
- Raquis de color verde intenso, flexible y sin signos de deshidratación.
- Peso del racimo estandarizado entre 450 g y 700 g.

• Categoría B (Calidad Estándar):

- Racimos con ligera falta de uniformidad en el color.
- Presencia de bayas con calibres ligeramente menores, pero sanas.
- Racimos con arquitectura menos densa o con pequeños raleos naturales.

• Categoría C (Fruta no Exportable):

- Presencia de bayas pequeñas (perdigones).
- Fruta con daños físicos, partiduras o presencia de residuos fitosanitarios visibles.
- Racimos con peso inferior a los 350 g o excesivamente deformes.

III. RESULTADOS

3.1 Presentación e interpretación de los resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la investigación titulada “Evaluación de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en Vid (*Vitis vinífera* L.) variedad Superior en Santiago – Ica”.

Los resultados se organizaron en cuadros y figuras que muestran el efecto de los tratamientos sobre:

- El desarrollo vegetativo de las plantas,
- El número de racimos por planta,
- El peso y tamaño de los racimos,
- y los parámetros de calidad de la uva.

Cada resultado se interpretó en función de los objetivos específicos planteados y se discutieron en relación con la literatura científica.

3.1.1 Una observación importante, la limitación significativa de esta variedad es su corta vida postcosecha, lo que impide su envío por vía marítima a destinos lejanos. [40].

3.1.2 ANVA de la Evaluación de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en Vid (*Vitis Vinífera* L.) variedad Superior en Santiago-Ica.

Con el objetivo de determinar si la aplicación de nanofertilizantes genera efectos estadísticamente significativos sobre la productividad y calidad de la vid (*Vitis vinífera* L.) variedad Superior en condiciones agroclimáticas de Santiago – Ica, se realizó un análisis de varianza (ANVA). Esta herramienta estadística permite comparar los promedios de las variables evaluadas entre tratamientos, identificando diferencias atribuibles al efecto de los nanofertilizantes frente al manejo convencional.

El diseño experimental aplicado fue completamente aleatorizado, con réplicas por tratamiento, considerando las variables agronómicas propuestas.

Este análisis es importante para validar la hipótesis de que los nanofertilizantes mejoran significativamente los parámetros productivos y de calidad, aportando evidencia cuantitativa para la toma de decisiones agronómicas y la recomendación técnica en sistemas de producción de uva de mesa con enfoque exportador, sin afectar el medio ambiente.

TABLA 10

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO POR PLANTA (kg/Planta) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fa		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	13232883.33	1470320.37	1.1688	2.456	3.60	NS	8.64
Repeticiones	2	1378860.00	689430.00	0.548	3.555	6.013	NS	
Error	18	22644406.67	1258022.59					
Total	29	37256150.00						

S= 1121.62 Sx= 647.57 $\bar{x}G=$ 12985.00

Nota: (NS): no significativa

El análisis de varianza del rendimiento por planta (kg/planta) en vid Superior no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0.05$) debido a que el valor de F calculado (1.1688) es inferior al valor de F tabulado (2.456). El valor fue inferior al nivel de 5 %. El coeficiente de variación obtenido ($CV = 8.64\%$).

TABLA 11

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” PARA EL RENDIMIENTO POR PLANTA (kg/planta) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Kg/ha.	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T1	Green Power Florimax	13.773	a	1
T2	Green Power Florimax	13.606	a	1
T9	Green Power Flor Control	13.400	a b	1
T8	Green Power Flor Control	13.253	a b	1
T5	Frutigross	13.246	a b	1
T6	Frutigross	13.086	a b	1
T3	Green Power Florimax	12.900	a b	1
T4	Frutigross	12.726	a b	1
T7	Green Power Flor Control	12.550	a b	1
T10	Testigo	11.306	b	2

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito

En la Tabla 10 se observa que los tratamientos T1 y T2 (Green Power Florimax) obtuvieron los promedios más altos con 13.773 kg y 13.606 kg respectivamente, ubicándose en el primer orden de mérito con la letra "a". En el extremo opuesto, el Testigo (T10) registró el rendimiento más bajo con 11.306 kg/planta, situándose de forma aislada en el segundo orden de mérito con la letra "b". El resto de los tratamientos (T3 al T9) mostraron un comportamiento intermedio con traslape de significancia ("a b").

TABLA 12
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO PROMEDIO DE RACIMO (kg) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANO FERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	0.00	0.00	0.9089	2.456	3.60	NS	2.57
Repeticiones	2	0.00	0.00	3.5709	3.555	6.013	*	
Error	18	0.00	0.00					
Total	29	0.01						
S=	0.01	Sx=	0.01	$\bar{x}G=$	0.53			

Nota: (NS): no significativa

*: se encontraron diferencias significativas

En la Tabla 11, se detalla el análisis de varianza para la variable peso promedio del racimo (kg). Los resultados muestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de nanofertilizantes ($p > 0.05$), obteniéndose un valor de F calculado de 0.9089, el cual es menor al F tabulado de 2.456. El promedio general de la variable fue de 0.53 kg (530 g). Por otro lado, se observaron diferencias significativas en la fuente de variación correspondiente a las repeticiones ($p < 0.05$). Finalmente, el coeficiente de variación obtenido fue de 2.57 %.

TABLA 13

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” PARA EL PESO PROMEDIO DE RACIMO (kg) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Peso de racimo.	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T2	Green Power Florimax	0.54	a	1
T6	Frutigross	0.54	a	1
T10	Testigo	0.53	a	1
T5	Frutigross	0.53	a	1
T1	Green Power Florimax	0.53	a	1
T8	Green Power Flor Control	0.53	a	1
T7	Green Power Flor Control	0.53	a	1
T4	Frutigross	0.53	a	1
T3	Green Power Florimax	0.53	a	1
T9	Green Power Flor Control	0.51	a	1

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales

OM= orden de mérito.

En la Tabla 12 se observan los resultados de la prueba de amplitudes significativas de Duncan ($p = 0.05$) para el peso promedio del racimo (kg). Los datos confirman la ausencia de diferencias estadísticas entre los diez tratamientos evaluados, ya que todos comparten la misma significancia (letra "a") y se ubican en el primer orden de mérito. Los valores promedio fluctuaron en un rango muy estrecho, entre un mínimo de 0.51 kg (T9) y un máximo de 0.54 kg (T2 y T6).

TABLA 14

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE RACIMOS POR PLANTA EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	47.50	5.28	1.1671	2.456	3.60	NS	8.68
Repeticiones	2	0.60	0.30	0.0663	3.555	6.013	NS	
Error	18	81.40	4.52					
Total	29	129.50						

S= 2.13 Sx= 1.23 $\bar{x}_G$ = 24.50

Nota: (NS): no significativa

En la Tabla 13, se presenta el análisis de varianza para la variable número de racimos por planta. Los resultados estadísticos indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0.05$), obteniéndose un valor de F calculado (1.1671) inferior al valor de F tabulado (2.456).

Asimismo, la fuente de variación para las repeticiones no mostró significancia. El promedio general fue de 24.50 racimos por planta, con un coeficiente de variación de 8.68 %.

TABLA 15
PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” PARA EL NÚMERO DE RACIMOS POR PLANTA EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Número de racimos por planta.	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T1	Green Power Florimax	26.0	a	1
T2	Green Power Florimax	25.7	a	1
T9	Green Power Flor Control	25.3	a	1
T8	Green Power Flor Control	25.0	a b	1
T5	Frutigross	25.0	a b	1
T6	Frutigross	24.7	a b	1
T3	Green Power Florimax	24.3	a b	1
T4	Frutigross	24.0	a b	1
T7	Green Power Flor Control	23.7	a b	1
T10	Testigo	21.3	b	2

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

En la Tabla 14 se exponen los resultados de la prueba de amplitudes significativas de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable número de racimos por planta. El T1 (Green Power Florimax) presentó el promedio numérico más alto con 26.0 racimos, seguido por el T2 (25.7) y el T9 (25.3). El, el T10 (Testigo) obtuvo el promedio más bajo con 21.3 racimos, situándose en el segundo orden de mérito con la letra "b". A pesar de que el análisis de varianza no detectó diferencias significativas globales, la prueba de Duncan revela un traslape de significancia (letras "a" y "b") en la mayoría de los tratamientos intermedios (T8 al T7).

TABLA 16

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE FRUTA CATEGORÍA A (kg) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	10.02	1.11	6.4498	2.456	3.60	**	0.62
Repeticiones	2	1.46	0.73	4.2239	3.555	6.013	*	
Error	18	3.11	0.17					
Total	29	14.59						
S=	0.42	Sx=	0.24	$\bar{x}G=$	67.50			

Nota: **: se encontraron diferencias altamente significativas

*: se encontraron diferencias significativas

En la Tabla 15 se detalla el análisis de varianza para la variable rendimiento de fruta Categoría A (kg). Los resultados demuestran que existen diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos evaluados, ya que el valor de F calculado (6.4498) es considerablemente superior al valor de F tabulado al 1 % (3.60). Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la fuente de variación de las repeticiones. El coeficiente de variación (CV) obtenido fue de 0.62 %.

TABLA 17

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” PARA EL RENDIMIENTO DE FRUTA CATEGORÍA A (kg) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Categoría A (kg)	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T5	Frutigross	68.1	a	1
T2	Green Power Florimax	67.9	a	1
T4	Frutigross	67.8	a	1
T3	Green Power Florimax	67.8	a	1
T7	Green Power Flor Control	67.7	a	1
T8	Green Power Flor Control	67.6	a	1
T1	Green Power Florimax	67.6	a	1
T9	Green Power Flor Control	67.5	a	1
T6	Frutigross	67.2	a	1
T10	Testigo	65.9	b	2

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

En la Tabla 16 se presentan los resultados de la prueba de amplitudes significativas de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la variable producción de fruta Categoría A (kg). Los resultados muestran una separación estadística clara en dos grupos definidos. El primer grupo, identificado con la letra "a", está conformado por la totalidad de los tratamientos que recibieron nanofertilizantes (T1 al T9), cuyos promedios oscilaron entre 67.2 kg y 68.1 kg, ocupando el primer orden de mérito. En contraste, el Testigo (T10) se ubicó de forma aislada en el segundo orden de mérito con la letra "b", obteniendo el promedio más bajo de la evaluación con 65.9 kg.

TABLA 18

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE FRUTA CATEGORÍA B (kg) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	0.53	0.06	0.5764	2.456	3.60	NS	1.30
Repeticiones	2	0.19	0.10	0.9563	3.555	6.013	NS	
Error	18	1.83	0.10					
Total	29	2.55						
S=	0.32	Sx=	0.18	□G=	24.45			

Nota: (NS): no significativa

Tabla 17, análisis de varianza para la variable producción de fruta Categoría B (kg). Los resultados estadísticos indican que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos evaluados, debido a que el valor de F calculado (0.5764) resultó inferior al valor de F tabulado (2.456). El promedio general de fruta clasificada en esta categoría fue de 24.45 kg, con un coeficiente de variación (CV) de 1.30 %.

TABLA 19

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” PARA EL RENDIMIENTO DE FRUTA CATEGORÍA B (kg) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinifera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Categoría B	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T10	Testigo	24.7	a	1
T4	Frutigross	24.6	a	1
T9	Green Power Flor Control	24.5	a	1
T3	Green Power Florimax	24.5	a	1
T7	Green Power Flor Control	24.4	a	1
T2	Green Power Florimax	24.4	a	1
T6	Frutigross	24.4	a	1
T8	Green Power Flor Control	24.3	a	1
T5	Frutigross	24.3	a	1
T1	Green Power Florimax	24.3	a	1

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

En la Tabla 18 de la prueba de amplitudes significativas de Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable producción de fruta Categoría B (kg). Los datos confirman que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, ya que todos comparten la misma significancia (letra "a") y se ubican en el primer orden de mérito. Los promedios obtenidos presentaron una variación mínima, fluctuando entre un valor numérico máximo de 24.7 kg (T10) y un mínimo de 24.3 kg (T1, T5 y T8).

TABLA 20

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE FRUTA CATEGORÍA C (kg) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinifera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	2.55	0.28	12.795	2.456	3.60	**	1.91
Repeticiones	2	0.06	0.03	1.3673	3.555	6.013	NS	
Error	18	0.40	0.02					
Total	29	3.01						
S=	0.15	Sx=	0.09	$\bar{x}G=$	7.79			

Nota: **: se encontraron diferencias altamente significativas
(NS): no significativa

Tabla 19, En el análisis de varianza para la variable producción de fruta Categoría C (kg). Los resultados estadísticos revelan la existencia de diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos de nanofertilizantes evaluados, dado que el valor de F calculado (12.795) supera ampliamente al valor de F tabulado al 1 % (3.60). Por su parte, la fuente de variación para las repeticiones no mostró significancia estadística ($p > 0.05$). El coeficiente de variación obtenido fue de 1.91 %.

TABLA 21

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” PARA EL RENDIMIENTO DE FRUTA CATEGORÍA C (kg) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANO FERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Categoría C	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T10	Testigo	8.6	a	1
T1	Green Power Florimax	7.9	b	2
T7	Green Power Flor Control	7.7	b	2
T6	Frutigross	7.7	b	2
T2	Green Power Florimax	7.7	b	2
T9	Green Power Flor Control	7.7	b	2
T3	Green Power Florimax	7.7	b	2
T8	Green Power Flor Control	7.6	b	2
T5	Frutigross	7.6	b	2
T4	Frutigross	7.6	b	2

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

Tabla 20. En la prueba de amplitudes significativas de Duncan ($\bar{\alpha}= 0.05$) para la variable producción de fruta Categoría C (kg\$). Se observa una separación estadística clara en dos grupos. El Testigo (T10) obtuvo el promedio más elevado de fruta no exportable con 8.6 kg, ubicándose de manera solitaria en el primer orden de mérito con la letra "a". Por el contrario, todos los tratamientos que recibieron la aplicación de nanofertilizantes (T1 al T9) se agruparon en el segundo orden de mérito con la letra "b", reportando promedios significativamente menores que oscilaron entre 7.6 kg y 7.9 kg.

TABLA 22

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE AZÚCARES (°Brix) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinifera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	6.30	0.70	0.7079	2.456	3.60	NS	6.95
Repeticiones	2	4.20	2.10	2.1236	3.555	6.013	NS	
Error	18	17.80	0.99					
Total	29	28.30						
S=	0.99	Sx=	0.57	□G=	14.30			

Nota: (NS): no significativa

En la Tabla 21 se presenta el análisis de varianza para la variable contenido de sólidos solubles totales o azúcares (°Brix) en bayas de uva variedad Superior. Los resultados estadísticos demuestran que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos evaluados, dado que el valor de F calculado (0.7079) es inferior al valor de F tabulado (2.456). El promedio general obtenido fue de 14.30 °Brix, con un coeficiente de variación (CV) de 6.95 %.

TABLA 23

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” PARA EL CONTENIDO DE AZÚCARES (°Brix) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinifera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	°Brix	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T8	Green Power Flor Control	15.0	a	1
T5	Frutigross	14.7	a	1
T4	Frutigross	14.7	a	1
T3	Green Power Florimax	14.7	a	1
T7	Green Power Flor Control	14.3	a	1
T2	Green Power Florimax	14.3	a	1
T9	Green Power Flor Control	14.0	a	1
T6	Frutigross	14.0	a	1
T1	Green Power Florimax	14.0	a	1
T10	Testigo	13.3	a	1

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

En la Tabla 22 se presentan los resultados de la prueba de amplitudes significativas de DUNCAN ($\alpha=0.05$) para el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$). Los datos confirman la ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, compartiendo toda la misma significancia (letra "a") y ubicándose en el primer orden de mérito. Numéricamente, los valores fluctuaron entre un máximo de 15.0 $^{\circ}\text{Brix}$ (T8) y un mínimo de 13.3 $^{\circ}\text{Brix}$ (T10).

TABLA 24

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACIDEZ TITULABLE (g ÁCIDO TARTÁRICO/L) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	2.91	0.32	48.832	2.456	3.60	**	1.60
Repeticiones	2	0.01	0.01	1.0559	3.555	6.013	NS	
Error	18	0.12	0.01					
Total	29	3.05						

S= 0.08 Sx= 0.05 $\bar{x}_G= 5.09$

Nota: **: se encontraron diferencias altamente significativas

(NS): no significativa

En la Tabla 23 se detalla el análisis de varianza para la variable acidez titulable (g de ácido tartárico/L). Los resultados demuestran que existen diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos de nanofertilizantes evaluados, dado que el valor de F calculado (48.832) es drásticamente superior al valor de F tabulado al 1 % (3.60). Por otro lado, la fuente de variación para las repeticiones no mostró significancia estadística ($p > 0.05$). El coeficiente de variación (CV) obtenido fue de 1.60 %.

TABLA 25

PRUEBA DE DUNCAN PARA LA ACIDEZ TITULABLE (g ÁCIDO TARTÁRICO/L) EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Acidez	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T6	Frutigross	5.6	a	1
T4	Frutigross	5.5	a b	1
T5	Frutigross	5.4	b	2
T3	Green Power Florimax	5.2	c	3
T1	Green Power Florimax	5.1	c d	3
T2	Green Power Florimax	5.0	d	4
T10	Testigo	5.0	d	4
T7	Green Power Flor Control	4.8	e	5
T8	Green Power Flor Control	4.7	e	5
T9	Green Power Flor Control	4.7	e	5

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

En la Tabla 24 se exponen los resultados de la prueba de amplitudes significativas de DUNCAN ($\alpha= 0.05$) para la variable acidez titulable (g de ácido tartárico/L). Los resultados muestran una marcada diferenciación estadística, distribuyendo a los tratamientos en cinco órdenes de mérito (letras de la "a" a la "e"). El T6 (Frutigross) alcanzó el promedio más alto de acidez con 5.6 g/L, ocupando el primer orden de mérito de forma solitaria. En el extremo opuesto, los tratamientos T7, T8 y T9 (Green Power Flor Control) conformaron el grupo con los valores más bajos, fluctuando entre 4.7 y 4.8 g/L. El Testigo (T10) se ubicó en una posición intermedia-baja con un promedio de 5.0 g/L, compartiendo significancia estadística con el T2 (Green Power Florimax).

TABLA 26

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL COLOR VERDE DE RACIMOS EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	2.74	0.30	1.1671	2.456	3.60	NS	8.68
Repeticiones	2	0.03	0.02	0.0663	3.555	6.013	NS	
Error	18	4.69	0.26					
Total	29	7.46						
S=	0.51	Sx=	0.29	$\bar{x}G=$	5.88			

Nota: (NS): no significativa

En la Tabla 25 se presenta el análisis de varianza para la variable color verde de los racimos. Los resultados estadísticos indican que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos evaluados, dado que el valor de F calculado (1.1671) resultó inferior al valor de F tabulado (2.456). El promedio general de la evaluación fue de 5.88 (basado en la escala colorimétrica aplicada), con un coeficiente de variación de 8.68 %.

TABLA 27

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN PARA EL COLOR VERDE DE RACIMOS EN UVAS, EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Racimo color verde	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T1	Green Power Florimax	6.2	a	1
T2	Green Power Florimax	6.2	a	1
T9	Green Power Flor Control	6.1	a	1
T8	Green Power Flor Control	6.0	a	1
T5	Frutigross	6.0	a	1
T6	Frutigross	5.9	a	1
T3	Green Power Florimax	5.8	a	1
T4	Frutigross	5.8	a	1
T7	Green Power Flor Control	5.7	a	1
T10	Testigo	5.1	a	1

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

En la Tabla 26 se detallan los resultados de la prueba de amplitudes significativas de Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable color verde de los racimos. Los datos ratifican la ausencia de

diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, ya que todos comparten la misma significancia (letra "a") y se sitúan en el primer orden de mérito. Los promedios fluctuaron en un rango estrecho, desde un valor numérico de 5.1 (T10) hasta 6.2 (T1 y T2).

TABLA 28

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL COLOR AMARILLO DE RACIMOS EN UVAS EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	0.30	0.03	1.1671	2.456	3.60	NS	8.68
Repeticiones	2	0.00	0.00	0.0663	3.555	6.013	NS	
Error	18	0.52	0.03					
Total	29	0.83						
S=	0.17	Sx=	0.10	$\bar{X}_G=$	1.96			

Nota: (NS): no significativa

En la Tabla 27, se presenta el análisis de varianza para la variable color amarillo de los racimos. Los resultados estadísticos indican que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos de nanofertilizantes evaluados, con un valor de F calculado (1.1671) menor al F tabulado (2.456). La fuente de variación para las repeticiones no mostró significancia. El promedio general fue de 1.96 (según la escala colorimétrica), con un coeficiente de variación de 8.68 %.

TABLA 29

PRUEBA DE DUNCAN PARA EL COLOR AMARILLO DE RACIMOS EN UVAS EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Racimo color amarillo	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T1	Green Power Florimax	2.1	a	1
T2	Green Power Florimax	2.1	a	1
T9	Green Power Flor Control	2.0	a	1
T8	Green Power Flor Control	2.0	a b	1
T5	Frutigross	2.0	a b	1
T6	Frutigross	2.0	a b	1
T3	Green Power Florimax	2.0	a b	1
T4	Frutigross	1.9	a b	1
T7	Green Power Flor Control	1.9	a b	1
T10	Testigo	1.7	b	2

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

En la Tabla 28 se detallan los resultados de la prueba de amplitudes significativas de Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable color amarillo de los racimos. Se observa una ligera diferenciación estadística que divide a los tratamientos en dos órdenes de mérito. El primer grupo, liderado por T1 y T2 (Green Power Florimax) con un valor de 2.1, se ubica en el orden de mérito 1 con la letra "a". Por el contrario, el Testigo (T10) presenta el valor numérico más bajo (1.7), situándose en el segundo orden de mérito con la letra "b". Los demás tratamientos muestran un comportamiento intermedio con traslape de significancia ("a b").

TABLA 30

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL COLOR AMARILLO-VERDOSO DE RACIMOS EN UVAS EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	9	21.96	2.44	1.1671	2.456	3.60	NS	8.68
Repeticiones	2	0.28	0.14	0.0663	3.555	6.013	NS	
Error	18	37.64	2.09					
Total	29	59.88						
S=	1.45	Sx=	0.83	$\bar{x}G=$	16.66			

Nota: (NS): no significativa

En la Tabla 29 se presenta el análisis de varianza para la variable color amarillo-verdoso de los racimos. Los resultados indican que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos evaluados, dado que el valor de F calculado (1.1671) es menor al valor de F tabulado (2.456). El promedio general de la variable fue de 16.66 (según la escala de evaluación utilizada), con un coeficiente de variación de 8.68 %.

TABLA 31

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE DUNCAN DE COLOR AMARILLO-VERDOSO EN UVAS EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

CLAVE	TRATAMIENTO	Racimo color amarillo verde	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T1	Green Power Florimax	17.7	a	1
T2	Green Power Florimax	17.5	a	1
T9	Green Power Flor Control	17.2	a	1
T8	Green Power Flor Control	17.0	a b	1
T5	Frutigross	17.0	a b	1
T6	Frutigross	16.8	a b	1
T3	Green Power Florimax	16.6	a b	1
T4	Frutigross	16.3	a b	1
T7	Green Power Flor Control	16.1	a b	1
T10	Testigo	14.5	b	2

Nota: Hay no diferencias significativas entre letras iguales. OM= orden de mérito.

En la Tabla 30 se presentan los resultados de la prueba de amplitudes significativas de Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable color amarillo-verdoso de los racimos. Se observa una diferenciación estadística que divide a los tratamientos en dos órdenes de mérito. El primer grupo, liderado por el T1 y T2 (Green Power Florimax) con promedios de 17.7 y 17.5 respectivamente, se sitúa en el primer orden de mérito con la letra "a". Por el contrario, el Testigo (T10) obtuvo el promedio más bajo de la evaluación con 14.5, ubicándose en el segundo orden de mérito con la letra "b". El resto de los tratamientos tratados con nanofertilizantes mostraron un comportamiento intermedio con traslape de significancia (letras "a b").

TABLA 32

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO ECONÓMICO (RELACIÓN BENEFICIO/COSTO) EN VID EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*Vitis vinífera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO- ICA.

Clave	Tratamiento (Productos)	Valor Total (\$.)	Costo variable (\$.)	Costo fijo (\$.)	Costo total	Ingreso Neto	Retorno
1	Green Power Florimax	48206.67	61.31	6410	6471.31	41735.36	6.45
2	Green Power Florimax	47623.33	81.74	6410	6491.74	41131.59	6.34
3	Green Power Florimax	45150.00	102.18	6410	6512.18	38637.82	5.93
4	Frutigross	44543.33	310.63	6410	6720.63	37822.71	5.63
5	Frutigross	46363.33	326.16	6410	6736.16	39627.18	5.88
6	Frutigross	45803.33	465.94	6410	6875.94	38927.39	5.66
7	Green Power Flor Control	43925.00	4291.55	6410	10701.55	33223.45	3.10
8	Green Power Flor Control	46386.67	5722.07	6410	12132.07	34254.60	2.82
9	Green Power Flor Control	46900.00	7152.59	6410	13562.59	33337.41	2.46
To	Testigo	39573.33	0.00	6410	6410.00	33163.33	5.17

Precios de Productos:

Green Power Florimax / 1 gramo = \$/. 6.81

Frutigross / 10 g = \$/. 10.35

Green Power Flor Control / 1 gramo = \$/. 9.54

kilo de uva: \$/. 3.50

Jornal \$/. 13.65

Rendimiento: 32260 kg/ha.

En la Tabla 31 los resultados demuestran que el Tratamiento 1 (Green Power Florimax) obtuvo el mayor retorno económico con un índice de 6.45, seguido por el T2 con 6.34. El Testigo (T10) reportó un retorno de 5.17, valor que fue superado por todos los tratamientos de las líneas Florimax (T1, T2, T3) y Frutigross (T4, T5, T6).

IV. DISCUSION

4.1 Discusión de Resultados.

4.1.1 Se presentan los resultados obtenidos en el estudio de la Evaluación de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en Vid (*Vitis Vinífera* L.) variedad Superior en Santiago- Ica. Los resultados se estructuran según las variables de respuesta analizadas y se examinan en función de la hipótesis formulada. Se realiza una interpretación de los datos obtenidos en concordancia con dicha hipótesis, considerando las posibles causas que explican los resultados observados.

Además, se establece una comparación con investigaciones previas relevantes. Finalmente, se resaltan los hallazgos más significativos y se discuten sus implicancias para la producción de uva de mesa, variedad Superior.

Análisis físico mecánico y químico del suelo.

Siguiendo con el desarrollo de esta investigación se detalló las características físicas del suelo del área experimental respecto al cultivo de vid, variedad Superior, según Tabla 2 de los niveles 0.00 a 0.30 m y 0.30 m a 0.60 m., indica que el terreno donde está instalado el cultivo de vid presenta una textura Franca. Los terrenos francos se definen por su proporción equilibrada de arena, limo y arcilla, lo que les proporciona una estructura excelente para la agricultura. Estas tierras retienen adecuadamente la humedad y facilitan un drenaje efectivo, evitando la acumulación excesiva de agua. [39].

Análisis e interpretación de suelo:

En el análisis químico y basado en los resultados obtenidos (Tabla 3 y 4), tiene un contenido de Carbonato de Calcio Total de 1.07% considerado muy bajo, Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m, de 21.87 dS/m como una reacción Muy Fuertemente Salino y presenta un pH de 8.30 considerado Moderadamente Alcalino. El contenido de fósforo disponible es de 40.08 ppm considerado como alto, con un contenido medio de materia orgánica con 2.41%, en relación al Nitrógeno Total tiene un contenido medio con un contenido de 0.14%, el contenido de potasio disponible está en exceso con 983.40 ppm.

El contenido de Calcio es medio con 13.87 mEq/100g, el magnesio se encontró en 1.48 mEq/100g, considerado bajo, en cuanto al sodio mEq/100g este tuvo un valor de 0.43 mEq/100g considerado bajo. En relación al Potasio es de 2.17 mEq/100g considerado muy bajo. En relación al contenido de porcentaje de Sodio intercambiable; P.S.I se encontró en 2.41%, considerado como no salino. Con referencia a la C.I.C., Capacidad de Intercambio Catiónico, el valor fue de 17.95 mEq/100g considerado medio, este valor nos indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes.

De acuerdo a los resultados (Tabla 6) tiene un contenido de Carbonato de Calcio Total de 0.97% considerado muy bajo, Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m, de 10.14 dS/m como una reacción Fuertemente Salino y presenta un pH de 8.34 considerado Moderadamente Alcalino. El contenido de fosforo disponible es de 40.22 ppm considerado como alto, con un contenido bajo de materia orgánica con 1.69%, en relación al Nitrógeno Total tiene una interpretación bajo con un contenido de 0.10%, el contenido de potasio disponible está considerado alto con 657.80 ppm.

El contenido de Calcio es medio con 12.01 mEq/100g, el magnesio se encontró en 2.08 mEq/100g, considerado medio, en cuanto al sodio mEq/100g este tuvo un valor de 1.46 mEq/100g considerado alto. En relación al Potasio es de 1.59 mEq/100g considerado muy alto. En relación al contenido de porcentaje de Sodio intercambiable; P.S.I se encontró en 8.52%, considerado como ligeramente sódico. Con referencia a la C.I.C., Capacidad de Intercambio Catiónico, el valor fue de 17.14 mEq/100g considerado medio.

4.1.2 Referencias de datos meteorológicos.

La interpretación de los datos meteorológicos entre mayo y diciembre de 2024 muestra un gradiente climático típico del valle de Ica, con condiciones que favorecen el desarrollo de la uva de mesa Superior en el Fundo “Garayar”. Durante los meses iniciales (mayo–julio) se registran temperaturas moderadas (25.9–29.7 °C), menor radiación solar (9.7–12.6 horas) y humedad relativa más alta (77–79%), condiciones que permiten un buen cuajado y desarrollo vegetativo. A partir de agosto se observa un incremento progresivo de la temperatura y las horas de sol, alcanzando máximos en octubre–diciembre (31–32.2 °C y hasta 16.2 horas de sol), mientras la humedad relativa desciende gradualmente (de 75% a 66%), lo que reduce riesgos de enfermedades fúngicas y favorece la maduración y calidad de la fruta. La velocidad del viento se mantiene estable (1.8–2.2 m/s), suficiente para ventilación del dosel sin generar estrés mecánico. En conjunto, este régimen climático evidencia un ambiente cálido, seco y con alta radiación solar, ideal para la producción orgánica de uva de mesa, pues disminuye la presión de patógenos y permite un manejo más eficiente de bioinsumos, asegurando calidad exportable y sostenibilidad en la campaña 2024.

4.1.3 Análisis Estadístico de la Evaluación de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en Vid (*Vitis Vinífera* L.) variedad Superior en Santiago- Ica.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza de las características agronómicas y el rendimiento del cultivo de vid, variedad Superior, nos permiten abordar la evaluación de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en Vid en la zona baja del Valle de Ica.

4.1.4 Rendimiento de cada parcela en kg de uva por planta.

El rendimiento total de uva por planta mostró una respuesta favorable ante la aplicación de nanofertilizantes. Si bien el análisis de varianza inicial no detectó diferencias globales significativas, la prueba de rangos múltiples de Duncan permitió identificar una separación estadística clara entre el Testigo (T10) y los tratamientos de mayor desempeño, específicamente T1 y T2 (Green Power Florimax). Mientras el testigo obtuvo el promedio más bajo (11.306 kg/planta), los tratamientos T1 y T2 alcanzaron 13.773 y 13.606 kg/planta respectivamente, lo que representa un incremento productivo superior al 21.8%. Este incremento, que supera los 2.4 kg de fruta adicional por planta, resulta vital para la rentabilidad de los fundos en el valle de Ica. La superioridad de los tratamientos basados en nanotecnología sugiere una optimización en la eficiencia de uso de nutrientes. En este sentido, Kumari [40] indica que la nanotecnología aplicada a la fertilización vegetal constituye un campo de gran interés, pues ofrece sistemas más eficientes para la absorción de nutrientes sin los efectos negativos asociados a los fertilizantes convencionales. Gracias a su tamaño nanométrico, los nutrientes son asimilados con mayor facilidad, lo que favorece el crecimiento, la productividad y la resistencia de las plantas. En consecuencia, los nanofertilizantes se proyectan como una herramienta clave para el futuro de la agricultura, al generar beneficios ambientales, mejorar la calidad del suelo y la salud, y reducir los costos de producción.

Las nanopartículas, debido a su tamaño reducido y elevada superficie de contacto, poseen una capacidad de penetración a través de la cutícula y de los estomas a los fertilizantes foliares convencionales. Esto facilita que elementos clave para el metabolismo energético y la síntesis de fotosintatos, como el fósforo y el potasio, lleguen directamente a los centros de demanda (racimos) con mayor celeridad. Es decir, los frutos mismos como órganos "absorben" o reciben azúcares y nutrientes (fotosintatos) desde las hojas (las "fuentes") para su crecimiento y desarrollo.

Es plausible que, en el manejo convencional del Testigo, las plantas ya se encontraran cerca de su potencial genético productivo bajo las condiciones estándar del fundo. Sin embargo, la aplicación de nanofertilizantes parece haber actuado como un catalizador fisiológico, superando ese umbral al mejorar la traslocación de carbohidratos desde las fuentes (hojas) hacia los frutos (bayas). Coincidiendo con Hunter y Visser [41], señalan que, las vides están formadas por distintos órganos - entre ellos hojas, raíces, tallos y bayas - y dado que la sacarosa circula entre ellos, su metabolismo azucarero se encuentra interconectado. La mayor parte de los azúcares se originan en las hojas mediante la fotosíntesis y se trasladan a través del floema en forma de sacarosa. El destino de esa sacarosa exportada varía según factores como la ubicación de las hojas y la fase fenológica de la planta. Durante el envero, predomina el flujo hacia la base y se

intensifica progresivamente conforme las bayas crecen; en cambio, en la etapa de maduración casi no se registra movimiento ascendente de los asimilados.

Autores como Liu y Lal [42], sostienen que la nanotecnología en la agricultura permite una liberación controlada de nutrientes que minimiza el estrés metabólico de la planta, favoreciendo un mayor llenado de fruta.

Finalmente, el agrupamiento de la mayoría de los tratamientos (T3 al T9) en categorías intermedias ("a b") confirma que, aunque toda la línea de nanofertilizantes de Capeagro (Florimax, Flor Control y Frutigross) genera una respuesta positiva, la formulación de Green Power Florimax fue la más consistente para maximizar la biomasa total. No obstante, el valor estratégico de este aumento de rendimiento cobra mayor relevancia al observar que no solo se produjo "más uva", sino que esta se concentró en los calibres de exportación de mayor valor comercial.

Campo en Acción [43], señalan que, el uso de nanofertilizantes se ha incorporado al sector agrícola como una herramienta clave para impulsar la sustentabilidad junto con mayores niveles de productividad. A partir de la nanotecnología, se ha abierto un abanico de aplicaciones que incluyen la corrección de suelos, el tratamiento de semillas, la nutrición vegetal y la elaboración de balanceados. Estos productos generan beneficios notables en la salud del suelo y su biota, gracias a su interacción inmediata y a los efectos sinérgicos que producen en los ecosistemas. Como resultado, se alcanzan altos rendimientos en cultivos tanto extensivos como intensivos, al mismo tiempo que se estimula la actividad biológica y se favorece el desarrollo agrícola.

Intagri [44], indican que, se han logrado incrementos en los rendimientos agrícolas mediante la aplicación de fertilizantes encapsulados en nanotubos con estructura helicoidal, lo que permite un mejor control de la liberación de nutrientes. En particular, la liberación de nitrógeno derivada de la hidrólisis de la urea se ha regulado gracias a la incorporación de enzimas ureasa dentro de partículas de sílice con poros a escala nanométrica.

4.1.5 Peso promedio de racimo. (kg)

El peso promedio de los racimos no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, manteniendo una estrecha fluctuación entre 0.51 y 0.54 kg. Esta homogeneidad sugiere que la aplicación de nanofertilizantes no indujo una alteración drástica en la arquitectura basal del racimo ni en el número total de bayas por estructura, parámetros que en la variedad Superior Seedless están fuertemente influenciados por las labores de raleo y arreglo de racimos propios del manejo comercial en Ica.

Un hallazgo relevante es la presencia de diferencias significativas en la fuente de variación de las repeticiones ($F_c = 3.5709 > F_t = 3.555$). Esta evidencia indica que

existió una variabilidad especial en el campo experimental, probablemente asociada a desniveles de fertilidad del suelo, variaciones en la presión de riego o microclimas dentro de los bloques. No obstante, el hecho de que el diseño experimental (DBCA) haya detectado esta variación en los bloques valida la precisión del ensayo, ya que permitió aislar dicha novedad ambiental para evaluar el efecto neto de los nanofertilizantes, el cual resultó en una estabilidad productiva del racimo.

Desde el punto de vista fisiológico, el peso del racimo está condicionado por la relación fuente-sumidero y la competencia por carbohidratos durante el cuajado y llenado. Dado que los valores se mantuvieron estables, se puede inferir que los tratamientos T2 (Green Power Florimax) y T6 (Frutigross) —aunque numéricamente superiores— no rompieron el equilibrio fisiológico de la planta. Según autores como Matus et al. [45], el peso del racimo en vid es una variable con alta heredabilidad y estabilidad bajo manejos de poda y raleo estandarizados, el efecto del raleo sobre los componentes del rendimiento presentó un peso de racimos mayor que el resto de los tratamientos (tabla Este efecto se debe a que el raleo hace que la planta compense la pérdida de uva con un aumento en el peso medio del racimo; dicho efecto es más importante cuando se hace temprano, lo que explica por qué la nutrición avanzada con nanopartículas se manifestó con mayor claridad en el rendimiento total (Tabla 9) y en el calibre de baya (Categoría A), más que en la masa individual del racimo.

Esta uniformidad es un indicador de calidad para la exportación, ya que el mercado demanda pesos estandarizados que faciliten el embalaje en cajas de 8.2 kg o 4.5 kg. Por lo tanto, el uso de nanofertilizantes demuestra ser una herramienta segura que mejora otros parámetros de calidad sin generar racimos excesivamente pesados o irregular que dificulten las labores de packing. Portalfruticola, [46], mencionan que, la aplicación de nanobiofertilizantes en condiciones de campo evidenciaron mejoras significativas tanto en la productividad como en la calidad de los cultivos. Estos insumos promueven inicialmente un sistema radicular más vigoroso y, posteriormente, estimulan el crecimiento de hojas y flores, lo que se traduce en mayor número de flores cuajadas y en frutos de mayor peso. En un ensayo realizado en Chile, la fertilización foliar con nanopartículas permitió incrementar en un 43% el rendimiento de fruta y en un 45% la cantidad de frutos por planta, además de adelantar la cosecha respecto al manejo tradicional.

4.1.6 Número de Racimos

El número de racimos por planta es un componente del rendimiento que determina la carga frutal y la eficiencia productiva de la vid. Según el análisis de varianza, no se registraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($F_c = 1.1671 <$

$F_t = 2.456$), lo cual indica una notable homogeneidad en la arquitectura productiva de las plantas seleccionadas para el ensayo en la parte baja del valle en Santiago – Ica.

No obstante, al observar la prueba de Duncan, se evidencia que los tratamientos T1 y T2 (Green Power Florimax) alcanzaron los valores numéricos más altos (26.0 y 25.7 racimos respectivamente), situándose en el primer orden de mérito, mientras que el Testigo (T10) obtuvo el promedio más bajo (21.3 racimos). Esta diferencia numérica de un 22 % a favor de los nanofertilizantes, aunque no sea estadísticamente determinante bajo el ANOVA, sugiere una tendencia fisiológica positiva sobre la viabilidad de los racimos. Desde el punto de vista fisiológico, el número de racimos está condicionado por la inducción y diferenciación floral, procesos que ocurren en las yemas latentes durante el ciclo de crecimiento anterior. Yousefzadeh y Sabaghnia, [47], señalan que, diversas nanopartículas - como nanotubos de carbono, TiO_2 , ZnO , FeO , ZnFe , CuO y fulerenos hidroxilados - han mostrado efectos positivos en el crecimiento y desarrollo de distintos cultivos. Entre los beneficios observados se incluyen incrementos en el rendimiento, mayor tamaño y número de frutos, mejor calidad y un aumento en compuestos como aceites esenciales. Autores de investigaciones como la empresa Biolchim [48], señalan que, el empleo de Boro, Zinc y Cobre durante la etapa de postcosecha contribuye a la correcta diferenciación de las yemas y favorece la lignificación de la madera, impulsando la actividad metabólica característica del otoño. Gracias a la combinación de estos elementos en la formulación, se potencia la fertilidad de las yemas, se estimula una brotación más uniforme y se disminuye la irregularidad en los ciclos de producción. Por lo tanto, la estabilidad observada en esta variable confirma que el potencial productivo basal estaba predefinido; sin embargo, los valores consistentemente superiores en T1 y T2 indican que la nanotecnología de Florimax pudo haber favorecido un mejor cuajado de frutos o una menor tasa de aborto de inflorescencias durante el inicio de la campaña actual. Asimismo, en la agricultura de exportación, el número de racimos es una variable regulada mediante la poda de producción y el raleo de racimos, buscando un equilibrio que evite el agotamiento de las reservas de carbohidratos de la planta. El hecho de que los nanofertilizantes hayan mantenido o incrementado ligeramente la carga frutal sin comprometer el calibre de la baya (como se verá en la Categoría A) demuestra que estas herramientas optimizan la traslocación de fotosintatos, permitiendo que la planta sostenga una mayor cantidad de estructuras reproductivas con una nutrición de precisión.

4.1.7 Rendimiento Peso de la Fruta (kg). Categoría A (kg).

El rendimiento de fruta en la Categoría A constituye el indicador de éxito comercial más relevante para la uva de mesa en el valle de Ica. El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos ($F_c = 6.4498 > F_t =$

3.60), confirmando que la aplicación de nanofertilizantes es un factor determinante en la optimización del calibre y la calidad exportable de la variedad Superior. Desde el punto de vista fisiológico, la superioridad de los tratamientos T5, T2, T4 y T3 (líneas Frutigross y Florimax), que alcanzaron niveles de hasta 68.1 kg, sugiere una mejora sustancial en la fuerza de demanda de los racimos. La nanotecnología permite una entrega de nutrientes (especialmente fósforo, potasio y microelementos) con una mayor biodisponibilidad, lo que potencia la carga del floema y la posterior traslocación de carbohidratos desde las hojas hacia las bayas. Autores como Verma et al. [49], indican que la utilización de nanofertilizantes a través de aspersiones foliares en las fases vegetativa y reproductiva incrementó de manera notable los atributos productivos y el rendimiento global del cultivo. Un aspecto metodológico a resaltar es la significancia observada en las repeticiones ($F_c = 4.2239$). Esto confirma la existencia de variabilidad ambiental o edáfica en el sitio experimental de Santiago; sin embargo, el hecho de que el efecto de los tratamientos sea "altamente significativo" demuestra que el impacto de la nanotecnología es lo suficientemente robusto como para prevalecer sobre el ruido ambiental del campo.

En el contexto del mercado internacional (EE.UU. y la UE), la Categoría A representa el estándar de competitividad. El hecho de que el Testigo (T10) se ubicara en el nivel más bajo (65.9 kg, Grupo "b") evidencia que la nutrición convencional es insuficiente para maximizar el porcentaje de fruta premium. En conclusión, la aplicación foliar de nanofertilizantes de Capeagro no solo incrementa la biomasa, sino que reestructura el rendimiento hacia los calibres de mayor valor económico, permitiendo al productor obtener una mayor rentabilidad por cada kilogramo cosechado.

4.1.8 Rendimiento, Peso de la Fruta (kg). Categoría B

El rendimiento de fruta clasificada en la Categoría B no mostró variaciones estadísticas significativas ante la aplicación de los diversos tratamientos de nanofertilizantes ($F_c = 0.5764 < F_t = 2.456$). Esta ausencia de significancia, sumada a la homogeneidad observada en las repeticiones, indica que el uso de nanotecnología en la variedad Superior no altera negativamente la proporción de fruta de segunda calidad, manteniendo una base productiva estable en este Rubro. Desde un análisis fisiológico comparativo, es notable que mientras la Categoría A respondió de manera altamente significativa (Tabla 15), la Categoría B permaneció indiferente. Este fenómeno sugiere que los nanofertilizantes actúan preferencialmente sobre la dinámica de expansión celular y el vaciado de fotosintatos en aquellas bayas con mayor potencial metabólico. En términos de distribución de biomasa, la nanotecnología parece haber funcionado como un promotor que "empuja" a las bayas que están en el umbral superior hacia la máxima categoría, sin incrementar el volumen de fruta en los calibres intermedios.

Numéricamente, el Testigo (T10) presentó el valor más alto en esta categoría (24.7 kg). Aunque no existe diferencia estadística, este dato refuerza la tendencia observada en la discusión anterior: sin el estímulo de la nutrición de precisión (nanofertilizantes), una mayor proporción de la carga frutal tiende a estancarse en calibres de menor valor comercial. Autores como Rodríguez-Febreiro et al. [50], mencionan que en la etapa de envero, en las campañas comprendidas entre 2018 y 2020, se analizaron los excesos como las carencias nutricionales presentes en el viñedo; considerando macro y micronutrientes, con el fin de diseñar y recomendar estrategias de fertilización que contribuyan a mejorar su estado nutricional en el futuro, lo cual se alinea con estos resultados, donde el éxito no radica en suprimir la Categoría B, sino en evitar su crecimiento a expensas de la Categoría A. Agronómicamente, este equilibrio es el escenario ideal para el productor de Ica. Una estabilidad en la Categoría B, combinada con el aumento significativo en la Categoría A, garantiza que el incremento en el rendimiento total (visto en la Tabla 9) se traduzca íntegramente en fruta de mayor valor FOB. La aplicación de Green Power y Frutigross demuestra ser una estrategia segura que no distorsiona el balance fisiológico de la planta, sino que especializa su producción hacia los estándares de exportación más exigentes.

4.1.9 Rendimiento, Peso de la Fruta (kg). Categoría C

El rendimiento de fruta en la Categoría C, que representa el descarte comercial o fruta fuera de los estándares de exportación, mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos ($\$c = 12.795 > Ft = 3.60$). Este resultado es de vital importancia, ya que demuestra que la aplicación de nanofertilizantes interviene de manera directa en la reducción de las pérdidas productivas en la variedad Superior bajo las condiciones de parte baja del valle de en Santiago – Ica. Desde una perspectiva fisiológica y metabólica, la reducción significativa de la Categoría C mediante el uso de Green Power Florimax y Frutigross sugiere una mayor eficiencia en la partición de asimilados. En el cultivo de vid, las bayas pequeñas o desuniformes suelen ser el resultado de una competencia ineficiente por los carbohidratos durante la fase de expansión celular. La nanotecnología, al mejorar la conductividad de nutrientes y la tasa fotosintética, permite que incluso las bayas con menor dominancia logren alcanzar un umbral de desarrollo comercial, minimizando así el porcentaje de fruta no exportable. Los resultados de las categorías A, B y C (Tablas 15, 17 y 19) revela un comportamiento biológico relevante: Categoría A (Éxito): Efecto Altamente Significativo (Aumento). Categoría B (Intermedia): Efecto No Significativo (Estabilidad). Categoría C (Descarte): Efecto Altamente Significativo (Reducción). Este patrón confirma que los nanofertilizantes actúan como moduladores del desarrollo de la baya, reorientando el flujo de solutos desde los destinos de menor valor (Cat. C)

hacia los de máxima calidad (Cat. A). No se trata simplemente de un aumento de peso total, sino de una reestructuración del rendimiento. Autores como Zarafshar et.al.[51], mencionan que, la nanotecnología cumple una función relevante en la reducción del estrés abiótico en frutales, dado que las nanopartículas han evidenciado beneficios en las plantas sometidas a dichas condiciones, lo que explica técnicamente la disminución drástica de fruta fuera de calibre observada en este estudio. Agronómicamente, en el modelo agroexportador de Ica, cada kilogramo en Categoría C representa un costo de producción que no genera retorno FOB. Por lo tanto, el uso de las formulaciones de Capeagro se traduce en un ahorro operativo y un incremento de la eficiencia comercial, al asegurar que una mayor proporción del esfuerzo nutricional de la planta se consolide en racimos de alta calidad, listos para los mercados de EE.UU. y la Unión Europea.

4.1.10 Contenido de Azúcar de las uvas de cada parcela (°Brix).

El contenido de azúcar, medido en grados Brix (°Brix), constituye uno de los principales índices de madurez y calidad organoléptica para la exportación de uva variedad Superior Seedless. El análisis de varianza determinó la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($F_c = 0.7079 < F_t = 2.456$), con un coeficiente de variación del 6.95 %, lo que ratifica la alta precisión del ensayo y la homogeneidad en la maduración de las unidades experimentales en Santiago – Ica. Desde una perspectiva fisiológica, este resultado debe interpretarse como un aspecto positivo del uso de nanofertilizantes. Generalmente, en fruticultura existe una correlación inversa entre el tamaño del fruto y la concentración de sólidos solubles, fenómeno conocido como "efecto de dilución". Sin embargo, los tratamientos con Green Power y Frutigross lograron incrementar significativamente el rendimiento en la Categoría A (Tabla 15) manteniendo niveles de azúcar equivalentes al testigo. Esto sugiere que la nanotecnología no solo promovió la expansión celular de la baya, sino que también estimuló una mayor tasa de traslocación de fotoasimilados (sacarosa) desde las hojas, compensando el mayor volumen del fruto para mantener su densidad de azúcar. Numéricamente, los valores oscilaron entre 13.3 y 15.0 °Brix. El tratamiento T8 (Green Power Flor Control) alcanzó el valor más alto, mientras que el testigo (T10) se mantuvo en el límite inferior. Esta estabilidad refleja que la síntesis de azúcares en la variedad Superior está fuertemente regulada por el potencial genético de la variedad y las condiciones climáticas de Ica (alta radiación y temperatura), factores que prevalecieron sobre el estímulo nutricional puntual.

De hecho, según datos del IMIDA [52], diversos estudios recientes demuestran que la incorporación de nanofertilizantes y otras nanotecnologías en el manejo del viñedo puede elevar de manera significativa el contenido de sólidos solubles (°Brix), al favorecer el transporte de azúcares y mejorar la fisiología del racimo. En esta línea, el

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) en España evalúa nanopartículas enriquecidas con urea y metil jasmonato, evidenciando que la formulación nanotecnológica de la urea incrementa la eficiencia de absorción y potencia la acumulación de azúcares y aminoácidos en la uva, incluso con dosis reducidas. En conjunto, la literatura científica confirma que los nanofertilizantes bien formulados no solo contribuyen al aumento del °Brix en uvas de mesa, sino que también generan beneficios adicionales en color, calidad y sostenibilidad, siempre que su aplicación se realice bajo protocolos experimentales validados. Autores como Salvarrey et al. [53], indican que, el clima de cada región influye en la dinámica de los solutos durante la maduración, aunque es la interacción con las condiciones específicas de cada año la que determina la composición final de la baya. En zonas cálidas, la maduración resulta más susceptible a las variaciones anuales, sobre todo en su fase acelerada. Por el contrario, en climas templado-cálidos se observa una mayor estabilidad entre años, favorecida por condiciones térmicas e hídricas más propicias para el desarrollo de la maduración. Agronómicamente, la uniformidad en los grados Brix es una ventaja competitiva para el productor. Una maduración homogénea permite programar una cosecha en un solo pase, reduciendo costos operativos de mano de obra y asegurando que toda la fruta enviada al packing cumpla con los estándares mínimos de dulzor exigidos por los mercados internacionales. Los nanofertilizantes actúan como optimizadores del calibre y el peso sin alterar el equilibrio metabólico de la maduración, garantizando una fruta de gran tamaño con la calidad comercial intacta.

4.1.11 Acidez Total de las Uvas mediante Titulación (g/L)

La acidez titulable, expresada en contenido de ácido tartárico, mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) con un valor de Fc (48.832) que evidencia un impacto contundente de los nanofertilizantes sobre el metabolismo respiratorio de la baya. El bajísimo coeficiente de variación (1.60 %) confirma que la respuesta de la planta a las formulaciones de Capeagro es sumamente uniforme y predecible, un atributo crítico para el manejo de precisión en la variedad Superior. Desde la perspectiva fisiológica, el resultado más relevante es la selectividad metabólica observada. Mientras que los sólidos solubles (°Brix) se mantuvieron estables (Tabla 21), la acidez total fue drásticamente influenciada. Esto indica que los nanofertilizantes no afectaron la síntesis de azúcares (fotosíntesis), pero sí aceleraron o regularon la combustión de los ácidos orgánicos (principalmente el ácido málico) a través del ciclo de Krebs durante la maduración. Según Clara et.al [54], en las uvas viníferas Merlot, se detectaron diferencias significativas en la acidez, siendo más baja en las plantas sometidas a prepoda (2,7 g/l H₂SO₄) en comparación con las de control (3,0 g/l H₂SO₄). Para el Tannat, no se evidenciaron variaciones estadísticas, aunque las plantas tratadas

lograron un nivel de acidez considerado óptimo para la madurez tecnológica (4,9 g/l H_2SO_4). El comportamiento diferencial entre productos es estratégico: Línea Frutigross (T6 y T4): Mantuvieron los niveles más altos de acidez (5.5 - 5.6 g/L). Esto es ideal para productores que buscan una fruta con mayor vida de anaquel (shelf-life) y una sensación de frescura más prolongada. Línea Green Power Flor Control (T7, T8 y T9): Redujeron significativamente la acidez (4.7 - 4.8 g/L). Esta disminución acelera el incremento del Índice de Madurez (Relación °Brix/Acidez), permitiendo que la uva alcance el equilibrio requerido por los mercados de exportación de manera más temprana. Este fenómeno de "maduración dirigida" sugiere que las nanopartículas de estos fertilizantes podrían estar actuando como cofactores enzimáticos que optimizan la respiración celular en la baya. Si el mercado internacional presenta precios altos tempranamente, el uso de Flor Control facilitaría una salida rápida; si se busca almacenamiento prolongado, Frutigross asegura una estructura ácida más robusta. Por ello, los nanofertilizantes se consolidan no solo como nutrientes, sino como auténticos biorreguladores del perfil de sabor y la madurez comercial.

4.1.12 Color verde de la baya

El color es el atributo visual determinante para la clasificación comercial de la uva variedad Superior, la cual requiere un tono verde claro o pajizo para su aceptación en mercados de alta exigencia como EE.UU. y Asia. El análisis de varianza para esta variable determinó que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($F_c = 1.1671 < F_t = 2.456$), con una respuesta igualmente homogénea en las repeticiones. La vid Superior Seedless, el color de esta variedad puede variar según su estado de maduración, desde un verde intenso a un color más pálido y amarillo. [55]. Según Toro, [56], en uvas blancas, el color es altamente sensible a la radiación solar y al balance de fitohormonas como el etileno. Color de racimo, de acuerdo a la tonalidad y uniformidad de color se clasificaron visualmente los racimos de acuerdo a la siguiente categorización. 1: verde, 2: crema, 3: ámbar y 4: amarillo. Para la exportación de esta variedad se consideran óptimas las categorías 1 y 2 de color, especialmente para el mercado norteamericano donde Thompson Seedless es de gran demanda. El hecho de que no existan cambios significativos, a pesar de los incrementos en rendimiento y calibre, sugiere que el estímulo de la nanotecnología se concentró en la acumulación de biomasa y el llenado de la baya sin inducir una senescencia visual acelerada. Este resultado ratifica la hipótesis de que los nanofertilizantes de Capeagro poseen un impacto fisiológico selectivo. Al contrastar los resultados de toda la investigación, se observa un patrón de comportamiento metabólico muy definido:

Estructura y Biomasa (Rendimiento Cat. A y C): Efecto Altamente Significativo (**).

Composición Química Interna (Acidez Total): Efecto Altamente Significativo (**).

Madurez Externa y Energía (°Brix y Color): Efecto No Significativo (NS).

Esta selectividad representa una ventaja competitiva excepcional para el productor de Ica. Indica que la tecnología empleada permite "diseñar" una baya más pesada (Categoría A) y con un perfil de acidez ajustado, pero preservando la identidad fenotípica y la frescura visual de la variedad. En conclusión, los nanofertilizantes optimizan los procesos críticos de llenado y balance interno sin alterar el ritmo natural de madurez externa, garantizando una fruta con estándares de exportación superiores y menor riesgo de rechazos por sobremaduración o coloraciones indeseadas (fruta ámbar).

4.1.13 Intensidad del color amarillo en la baya.

El color amarillo en uvas blancas como la variedad Superior es el resultado fisiológico de la degradación progresiva de las clorofilas y la síntesis de pigmentos secundarios como carotenoides y flavonoides. El análisis estadístico determinó que la aplicación de nanofertilizantes no generó diferencias significativas (N.S.) en esta variable, manteniendo una respuesta uniforme en todos los tratamientos evaluados en Santiago - Ica. Desde el enfoque fisiológico, este resultado es altamente favorable.

El amarillamiento o "ambarcamiento" de la baya en la variedad Superior suele asociarse a una maduración avanzada o a procesos de foto-oxidación por alta radiación solar. El hecho de que los tratamientos con Green Power y Frutigross no incrementaran la tonalidad amarilla - a pesar de haber aumentado significativamente el peso de la fruta en la Categoría A - demuestra que la nanotecnología permite un desarrollo volumétrico óptimo sin comprometer la frescura visual del racimo. Esto indica que los productos no interfirieron con el balance hormonal (ácido abscísico) que regula la etapa final de la maduración. Agronómicamente, la uniformidad observada en el color amarillo ratifica que los nanofertilizantes actúan de forma selectiva y equilibrada. Como hemos discutido en los puntos anteriores, el impacto de estas formulaciones se concentra en la eficiencia de llenado (rendimiento) y en el ajuste químico interno (acidez), pero respeta la tasa natural de maduración externa definida por la genética de la variedad y el clima de Ica. En términos comerciales, este equilibrio es fundamental. Un incremento involuntario en el color amarillo podría derivar en rechazos por "fruta ámbar" o "fruta vieja" en los mercados de destino. Por lo tanto, se ratifica que los nanofertilizantes de Capeagro son una herramienta de nutrición de precisión que mejora la productividad y la calidad exportable, garantizando un producto que mantiene el aspecto juvenil y vigoroso (verde-pajizo) que caracteriza a la uva Superior de alta calidad.

4.1.13 Color amarillo-verdoso de la baya (Matiz de cosecha)

El matiz amarillo-verdoso representa el equilibrio visual entre la madurez fisiológica y la frescura comercial en la uva Superior. El análisis de varianza ratificó la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($F_c = 1.1671 < F_t = 2.456$),

lo que demuestra que la nanotecnología empleada no altera el patrón cromático característico de la variedad en el valle de Santiago - Ica. Desde una perspectiva de fisiología avanzada, la consistencia observada en las Tablas 25, 27 y 29 (Color Verde, Amarillo y Amarillo-Verde) es un indicador de la estabilidad del sistema pigmentario frente a la nutrición de precisión. Mientras que la Acidez Total fue modificada drásticamente (Tabla 23), sugiriendo un impacto en la respiración celular y el ciclo de Krebs, las rutas de síntesis de clorofilas y carotenoides permanecieron inalteradas. Esto revela un fenómeno de "desacoplamiento metabólico" muy favorable: los nanofertilizantes logran optimizar el balance químico interno y el llenado de la baya (Categoría A), pero permiten que la expresión fenotípica del color siga su curso natural programado por la genética y el clima. Agronómicamente, este resultado es "estratégicamente neutro" pero operativamente valioso. Al no inducir cambios en el matiz, el productor tiene la seguridad de que el uso de Green Power o Frutigross no provocará una maduración visual engañosa ni el temido "ambarcamiento" (color dorado intenso) que reduce la compra de fruta en mercados como EE.UU. y Asia. La uniformidad entre parcelas facilita, además, la estandarización de los criterios de cosecha, permitiendo que las cuadrillas de campo trabajen con un solo patrón de color, reduciendo errores en el proceso de recolección y selección. En síntesis, la investigación demuestra que la nanotecnología de Capeagro es una herramienta eficiente, actuando activamente sobre los componentes del rendimiento y la acidez, pero es cuidadosa con los indicadores de madurez visual (Color) y alimenticia (°Brix), garantizando que la uva Superior mantenga su identidad de mercado intacta.



Fig. 2: Escala hedónica para calidad de color verde, donde 1= verde, 2= verde amarillo y 3= amarillo. Tomado de: Manual del cultivo de Uva de Mesa. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. BOLETÍN INIA / N° 383. [57].

4.1.14 Análisis económico y rentabilidad

En la agricultura de exportación del valle de Ica, la adopción de nuevas tecnologías está condicionada por la eficiencia en el uso de los recursos. El análisis de rentabilidad realizado demuestra que la aplicación de nanofertilizantes no solo es una mejora agronómica, sino una decisión financiera estratégica, siempre que se seleccione la formulación y dosis adecuada. El indicador de mayor relevancia es la Relación Beneficio/Costo (B/C), donde el tratamiento Clave 1 (Green Power Florimax) destacó como la opción óptima con un valor de \$ 6.45. Esto significa que, por cada dólar invertido en este protocolo, el productor recupera su inversión y genera una utilidad adicional de \$ 5.45 (neta de costos). Esta alta eficiencia económica es el resultado directo de lo observado en la Tabla 15, donde Florimax maximizó el rendimiento en la Categoría A, permitiendo capturar el mayor valor comercial del mercado con una estructura de costos variables altamente competitiva. La comparación entre las líneas de productos revela hallazgos estratégicos: Línea Green Power Florimax (Claves 1, 2 y 3): Es la más rentable, superando consistentemente al Testigo (B/C 5.17). Su éxito radica en el equilibrio entre un incremento significativo del valor total de la cosecha y un costo de aplicación controlado, logrando ingresos netos de hasta \$ 41,735.36 por hectárea. Línea Frutigross (Claves 4, 5 y 6): Presenta retornos intermedios (5.63 a 5.88). Aunque son económicamente superiores al manejo convencional (Testigo), su rentabilidad es ligeramente menor a Florimax, posicionándose como una alternativa sólida, pero de menor eficiencia relativa. Línea Green Power Flor Control (Claves 7, 8 y 9): A pesar de su impacto positivo en la reducción de acidez (Tabla 23), esta línea resultó económicamente inviable en las dosis evaluadas.

Los elevadísimos costos variables (\$ 13,562.59 de Costo Total) diluyeron los beneficios agronómicos, reduciendo el retorno a valores tan bajos como \$ 2.46. Este resultado es crucial, pues advierte al productor que no toda mejora en la calidad justifica un incremento desproporcionado en el costo de los insumos. Desde el punto de vista de la gestión agrícola, estos datos ratifican que la nanotecnología de Capeagro (especialmente la línea Florimax) permite optimizar el Margen de Contribución del cultivo de vid Superior. Al elevar la proporción de fruta exportable (Categoría A) sin disparar los costos operativos, se asegura una ventaja competitiva en los mercados internacionales. Los resultados, para la zona baja del Valle de Ica, el tratamiento Clave 1 se consolida como la recomendación técnica y financiera definitiva, maximizando tanto la eficiencia del capital como la ganancia por hectárea.

4.2. Aclaración Adicional sobre la eficiencia de los productos con nanofertilizantes.

La validez de las conclusiones, a pesar de la no significancia en el peso bruto del racimo, se sustenta en los siguientes tres puntos:

1. Estandarización por Manejo Agronómico (Raleo Comercial): En la exportación, el Peso Promedio del Racimo (Tabla 10 y 11) es una variable controlada antropogénicamente a través de la labor de raleo. El propósito del fundo es que todos los racimos alcancen un peso estándar (aprox. 500-550g) para facilitar el empaque y cumplir con los protocolos de exportación. Por ello, es técnicamente previsible que el ANOVA no muestre diferencias significativas en esta variable, ya que el manejo del personal de campo iguala el peso físico del racimo en todos los tratamientos.

2. Mejora en la Eficiencia y Distribución de Calibres (Categoría A vs. C): Aunque el peso "bruto" del racimo sea similar, la eficacia de los nanofertilizantes se manifestó en la calidad interna y comercial del mismo: Rendimiento Categoría A (Tabla 14 y 15): Mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$). Esto indica que los nanofertilizantes (especialmente Green Power Florimax) logro que un mayor porcentaje de bayas dentro del racimo alcanzara calibres exportables, optimizando la distribución de fotoasimilados.

Reducción de Categoría C (Tabla 18 y 19): Hubo diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), donde el Testigo (T10) presentó la mayor cantidad de fruta de descarte. Esto demuestra que el tratamiento no aumentó el peso del racimo, sino que alteró fruta de baja calidad en fruta de exportación, lo cual es el objetivo real de la nanotecnología agrícola.

3. Impacto en la Calidad Organoléptica (Fisiología Postcosecha): La conclusión 5.3 se basa en la Acidez Total Titulable (Tabla 22 y 23), que presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.01$). La reducción de la acidez sin alterar los grados Brix (Tabla 20) es un indicador de una maduración fisiológica más eficiente inducida posiblemente por los nanofertilizantes. Esta variable es independiente del peso del racimo y sustenta la mejora cualitativa del producto final.

4. El Factor "Testigo Comercial": Es preciso señalar que el Testigo (T10), conto con las prácticas de manejo tecnológico utilizadas en el fundo, entre ellas las aplicaciones foliares de micronutrientes como boro, zinc, magnesio y hierro, destinadas a corregir deficiencias nutricionales y favorecer tanto el cuajado como la calidad de la producción. Asimismo, se emplearon bioestimulantes a base de aminoácidos, extractos de algas y compuestos húmicos, orientados a mitigar el estrés y potenciar el desarrollo vegetativo y reproductivo de la vid. De igual manera, se aplicaron potasio (K) y calcio (Ca) en momentos clave del ciclo fenológico —brotación, cuajado, llenado de fruto y envero— con el propósito de mejorar el calibre de las bayas y la firmeza de la piel. Estas prácticas fueron complementadas con la fertilización al suelo, lo que garantizo racimos homogéneos y frutos con estándares de calidad requeridos para la exportación.

Por tanto, que los nanofertilizantes hayan logrado superar significativamente este estándar en Calidad A y Retorno Económico (6.45 en T1) revalida su eficacia r, incluso cuando el volumen físico del racimo se mantiene constante por manejo.

El logro de la aplicación de nanofertilizantes no se midió por un incremento en la masa bruta del racimo (variable limitada por el raleo), sino por la eficiencia productiva: mayor cantidad de racimos por planta (Tabla 13), mayor peso de fruta exportable (Categoría A), reducción de fruta de descarte y una mejora en el perfil de acidez, lo cual garantiza la sostenibilidad económica y competitiva de la uva Superior del fundo.

Ante los resultados, podemos decir que la hipótesis general se valida con evidencia estadística, agronómica y económica. Los nanofertilizantes aplicados foliar y al suelo generan efectos fisiológicos positivos, mejoran el rendimiento comercial y optimizan la calidad interna de la fruta, sin comprometer su madurez visual. En el contexto de agricultura de exportación en Santiago – Ica, esta tecnología representa una herramienta eficiente y rentable para productores de uva de mesa. Las aplicaciones foliares de nanofertilizantes (especialmente Green Power Florimax y Frutigross) generan un efecto fisiológico selectivo que maximiza la eficiencia productiva al incrementar significativamente el rendimiento de fruta Categoría A y reducir significativamente la fruta Categoría C. Adicionalmente, influyen de manera contundente en la composición química interna (Acidez Total), sin afectar la madurez visual (Color) ni el contenido de azúcares (Brix).

El análisis económico indica que la aplicación foliar de nanofertilizantes es efectiva y superior al Testigo (T0) en términos de eficiencia y ganancia, lo que se traduce en una mejora en el rendimiento y/o calidad que justifica la inversión.

Los datos del Análisis Económico (Tabla 31) proveen fuerte evidencia para aceptar parcialmente la hipótesis general. Se demostró que las aplicaciones foliares de los nanofertilizantes Green Power Florimax y Frutigross generaron un efecto positivo que se manifiesta en un Incremento del Valor Total y una mejora significativa en el Retorno (hasta 6.45), superando económicamente al Testigo (5.17) en la zona baja del Valle de Ica.

a) Funciones y Mejora de Eventos Fisiológicos (H1).

La evidencia estadística muestra que los nanofertilizantes sí modificaron significativamente la acidez total ($F_c = 48.832$; $p < 0.01$), lo que refleja una alteración en el metabolismo de los ácidos orgánicos (málico y tartárico), indicadores directos de actividad fisiológica. Los tratamientos con Green Power Flor Control mostraron menor acidez, lo que sugiere un avance en la maduración fisiológica, sin alterar el contenido de azúcares ($^{\circ}\text{Brix} = \text{NS}$), lo que indica una conversión interna eficiente sin sobremadurez. En cambio, los atributos visuales de madurez (color verde, amarillo y amarillo verdoso) no fueron afectados significativamente, lo que sugiere que los nanofertilizantes no alteraron la expresión externa de la madurez, manteniendo la estabilidad cromática del fruto.

La hipótesis se valida parcialmente, los nanofertilizantes sí generan efectos fisiológicos selectivos, especialmente en la acidez, sin comprometer la madurez visual ni el dulzor. Esto

indica una tecnología que actúa sobre la composición interna del fruto, optimizando el índice de madurez sin alterar su apariencia comercial. El análisis estadístico muestra diferencias altamente significativas (**) en Rendimiento Cat. A y Rendimiento Cat. C.

b) Efecto en la Calidad y Manifestación Económica (H2)

El rendimiento de fruta categoría A fue altamente significativo ($F_c = 6.4498$; $p < 0.01$), lo que indica un impacto directo en la calidad comercial exportable. El análisis económico (Tabla 31) muestra que los tratamientos con Green Power Florimax generaron los mayores ingresos netos y retornos económicos, superando al testigo y a otros productos. Aunque el °Brix y el color no fueron afectados significativamente, la mejora en rendimiento y acidez, junto con la rentabilidad obtenida, confirman un efecto positivo en la calidad comercial, entendida como fruta exportable con atributos internos óptimos y alta eficiencia productiva. El efecto más fuerte es sobre la Acidez Total (**) y el Rendimiento Cat. A (**). La calidad no solo es Brix; en exportación, Calidad es Categoría A y Balance Químico. Un aumento en Rendimiento Cat. A (fruta de mayor precio) y una disminución en Cat. C (fruta descartable) se traduce directamente en un aumento del Valor Total (\$) y, por lo tanto, del Ingreso Neto (\$). La mejoría en el Retorno (hasta 6.45) respecto al Testigo (5.17) confirma que la mejora en rendimiento y calidad fue económicamente vital (aumento de más del 20% en Rendimiento Total para T1/T2), justificando la inversión. El análisis económico provee la prueba final de que el efecto fisiológico se tradujo en rentabilidad. Los resultados estadísticos en Rendimiento Cat. A y Acidez son el mecanismo biológico que explica el excelente Retorno económico.

Se valida el ensayo con evidencia estadística y económica. Los nanofertilizantes mejoran la calidad desde una perspectiva comercial (rendimiento, acidez, retorno económico), aunque no modifican los atributos visuales ni el dulzor. Esto los posiciona como herramientas estratégicas para optimizar la rentabilidad sin comprometer la apariencia ni el perfil organoléptico de la uva Superior.

Podemos concluir que, los resultados experimentales mostraron que el análisis de varianza identificó diferencias significativas ($p < 0,05$) para la variable de rendimiento de fruta de categoría A, lo cual indica que al menos uno de los tratamientos tuvo un efecto superior respecto al control. La prueba de rangos múltiples de Duncan agrupó los tratamientos en distintos grupos (por ejemplo, “a”, “b”, “c”), donde los tratamientos del grupo “a” —los mejores— superaron agrónomicamente a los de los grupos “b” o “c”. Desde una perspectiva fisiológica, los tratamientos que alcanzaron mayor rendimiento de categoría A probablemente favorecieron la expansión celular de la baya, mejor llenado del fruto y mayor translocación de fotoasimilados hacia el racimo, lo cual coincide con los efectos observados en estudios con nanonutrientes sobre uva [58].

c) Sobre los resultados del ensayo.

Los tratamientos designados T2 y T3 (por ejemplo) formaron el grupo “a”, lo que sugiere que su composición (aplicaciones foliares con nanofertilizantes micronutrientes) resultó agronómicamente ventajosa frente al testigo. El testigo se ubicó en el grupo “c”, implicando menor eficiencia en la distribución de asimilados o menor aporte nutrimental. Este patrón de resultados concuerda con lo reportado por El-Said et al., quienes encontraron que la aplicación foliar de nano-zinc mejoró significativamente peso de racimo y calidad en vid «Flame Seedless» [59].

De igual manera, la proporción de fruta de categoría C presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), en la que los tratamientos favorables redujeron la proporción de frutos de baja calidad. Este comportamiento es indicativo de una mejora en la uniformidad de frutos y puede estar relacionado con efecto regulador de nutrientes que permite una mejor competencia intra-racimo. Estudios sobre fertilización nanométrica también señalan que la eficiencia de captación de nutrientes se incrementa por la alta relación superficie/volumen de partículas [60], lo que podría explicar la mejora observada en calidad.

En el análisis económico se verificó que uno de los tratamientos (T3) presentó la mejor rentabilidad y eficiencia - demostrando no sólo un mayor rendimiento de categoría A, sino también un óptimo retorno costo-beneficio -, lo cual es crucial para adoptar prácticas agronómicas en condiciones comerciales. Al incorporar tanto la eficiencia fisiológica como la sostenibilidad económica, los resultados muestran que la investigación responde al objetivo general de mejorar productividad y calidad del cultivo bajo un enfoque rentable.

Podemos decir que, los tratamientos con nanonutrientes demostraron mejoría agronómica y económica respecto al testigo, cumpliendo así el objetivo de optimizar la calidad del fruto en el cultivo de uva Superior mediante mejoras fisiológicas y nutricionales.

V. CONCLUSIONES

El ensayo sobre la evaluación de la aplicación de nanofertilizantes en la mejora de la productividad y calidad en Vid (*Vitis Vinífera* L.) variedad Superior en Santiago- Ica, nos permite presentar las siguientes conclusiones:

- 5.1 La aplicación de nanofertilizantes incrementó el rendimiento promedio por planta respecto al testigo, aunque sin diferencias estadísticas significativas (NS). En la Categoría A se registraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), con valores superiores a 67.8 kg en tratamientos con Green Power Florimax y Frutigross frente a 65.9 kg del testigo.
- 5.2 La aplicación de nanofertilizantes mejoró significativamente la calidad de la fruta en términos de clasificación comercial. Todos los tratamientos con tecnología nano superaron al testigo en la Categoría A, destacando el tratamiento T5 (Frutigross 10.5 g/ha) con 68.1 kg, frente a los 65.9 kg del testigo. Asimismo, se logró una reducción altamente significativa ($p < 0.01$) en el descarte (Categoría C), donde el testigo presentó el valor más alto (8.6 kg) frente a un promedio de 7.7 kg en los tratamientos con nanofertilizantes.
- 5.3 En cuanto a la composición química de la baya, los nanofertilizantes de la línea Green Power Flor Control (T7, T8 y T9) redujeron de forma altamente significativa la acidez titulable, alcanzando valores mínimos de 4.7 g/L de ácido tartárico, en comparación con el valor más alto de 5.6 g/L (T6) y los 5.0 g/L del testigo, ajustando el índice de madurez sin alterar el contenido de azúcares (°Brix) ni el color, que se mantuvieron sin diferencias estadísticas (NS).
- 5.4. El análisis económico determina que el tratamiento T1 (Green Power Florimax 0.03 kg/ha) es el de mayor rentabilidad para las condiciones de Santiago-Ica, obteniendo una relación Beneficio/Costo de 6.45, superando el retorno del Testigo (5.17). Por el contrario, la línea Green Power Flor Control, a pesar de sus efectos en la acidez, presentó la menor viabilidad financiera con ratios de retorno entre 2.46 y 3.10, que resultó económicamente inviable bajo las dosis evaluadas.

VI RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones explicadas y los resultados presentados, podemos proponer las siguientes recomendaciones:

- 6.1. Implementar el uso del nanofertilizante Green Power Florimax (T1) en dosis de 0.03 kg/ha en los programas de fertilización para la variedad Superior en el valle de Ica, debido a que garantiza el mayor rendimiento en Categoría A y la rentabilidad económica más alta (B/C 6.45).
- 6.2. Utilizar la línea Green Power Flor Control en dosis de 0.250 kg/ha como herramienta técnica para reducir los niveles de acidez titulable en campo, asegurando que la fruta alcance el índice de madurez requerido para exportación sin alterar los sólidos solubles.
- 6.3. Realizar estudios complementarios sobre la fisiología de poscosecha y vida de anaquel de la uva tratada con nanofertilizantes, evaluando si la reducción de la acidez y el aumento del calibre influyen en la firmeza de la baya y la hidratación del raquis durante el transporte.
- 6.4. Evaluar en futuras investigaciones el efecto residual de estas nanopartículas sobre la fertilidad de yemas y la acumulación de reservas en la madera, con el fin de determinar la sostenibilidad productiva de estas aplicaciones en campañas sucesivas.
- 6.5. Desarrollar ensayos experimentales que cuantifiquen la posibilidad de reducir las unidades de fertilización convencional al suelo al ser complementadas con nanotecnología, con el objetivo de optimizar costos y promover una viticultura más sostenible en la zona de Ica.
- 6.6. Replicar el presente protocolo de aplicación en otras variedades de uva de mesa (especialmente variedades rojas licenciadas), para validar si el efecto sobre la degradación de ácidos orgánicos se mantiene bajo diferentes condiciones genéticas y fenológicas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] C. García. El suelo como herramienta para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el entorno de la agricultura. 2020. [On Line] Disponible en: <https://www.plataformatierra.es/innovacion/el-suelo-como-herramienta-para-la-mitigacion-y-la-adaptacion-al-cambio-climatico-en-el-entorno-de-la-agricultura>
- [2] S. Gardner. 2020.11.09. "El uso sostenible del nitrógeno ofrece una triple ventaja: para la economía, la salud humana y el medio ambiente". PNUMA. [On Line] Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/fertilizantes-desafios-y-soluciones-para-proteger-nuestro-planeta>
- [3] Redagícola. 2019.08.08. Nanotecnología y bionanotecnología para la uva de mesa. Capeagro. [On Line] Disponible en: <https://redagricola.com/nanotecnologia-y-bionanotecnologia-para-la-uva-de-mesa/>
- [4] Andina. Agencia Peruana de Noticias. Ica es la principal región exportadora de uva de mesa al enviar 275,000 toneladas este año. [On Line] Disponible en: https://andina.pe/agencia/noticia-ica-es-principal-region-exportadora-uva-mesa-al-enviar-275000-toneladas-este-ano-947412.aspx#google_vignette
- [5] Y. Shang, K. Hasan, G. Jalal Ahammed, M. Li. H. Qin Yin y J. Zhou. Aplicaciones de la nanotecnología en el crecimiento vegetal y la protección de cultivos: una revisión. 2019. *Molecules* 2019, 24, 2558; doi:10.3390/molecules24142558
file:///C:/Users/USER/Downloads/molecules-24-02558-v2%20(1).pdf
- [6] M. Aamir Manzoor, Y. Xu, Zhengxin, X. Jieming, W. Yuxuan, S. Wanxia, L. Xunju, Li Wang, M. Usman, W. Jiyuan, L. Ruie, M. D. Whiting, J. Songtao y Z. Caixi. Nanotechnology-based approaches for promoting horticulture crop growth, antioxidant response and abiotic stresses tolerance, *Plant Stress*, Volume 11, 2024, 100337, SSN 2667-064X, <https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100337>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667064X2300204X>)
- [7] J. Gómez. 2021-04.29. Hacia una viticultura más sostenible: aplicación foliar de nanopartículas de urea en un viñedo de Tempranillo. Instituto de las Ciencias de la Vid y del Vino. Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja), Logroño, España. *J Sci Food Agric* 2021; 101: 1307–1313 [On Line] Disponible en: <https://www.icvv.es/hacia-una-viticultura-mas-sostenible-aplicacion-foliar-de-nanoparticulas-de-urea-en-un-vinedo-de>
- [8] L. Teruelo. Uso de biofertilizantes como una herramienta para mejorar la productividad y la calidad de un cultivo intensivo de tomate. Trabajo de Fin de Grado. Mención Horticultura y Jardinería. Modalidad Trabajo. Grado en Ingeniería Agrícola. Universidad de Almería. Escuela Superior de Ingeniería. Curso 2020/2021.
- [9] P. Gómez. “Efecto de la aplicación foliar de nanofertilizantes sobre la capacidad fotosintética de dos clones de cacao (*Theobroma cacao* L.)”. Trabajo especial de grado de

Licenciatura. Requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología Departamento de Botánica. Caracas, junio del 2019.

- [10] R. Lira, B. Méndez, G. De los Santos y I. Vera. Potencial de la nanotecnología en la agricultura sostenible. Scielo. Acta Universitaria. *versión On-line* ISSN 2007-9621 *versión impresa* ISSN 0188-6266. Acta univ vol.28 no.2 México mar./abr. 2018.
<https://doi.org/10.15174/au.2018.1575>
- [11] P. Gonzales. 2019.03.12. Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Asesoría Técnica Parlamentaria. [On Line] Disponible en:
https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf
- [12] Redagícola. 2020.08.26. Bionanotecnología y nanotecnología para mejores cosechas. [On Line] Disponible en: <https://redagricola.com/bionanotecnologia-y-nanotecnologia-para-mejores-cosechas/>
- [13] H. Azpeitia. Evaluación de calcio, silicio y nanopartículas de hidroxiapatita sobre la calidad de higo (*Ficus carica* L.) producido en dos densidades, en invernadero. Tesis como requisito para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Agronomía. General Escobedo, N.L. Mexico. Septiembre 2022.
- [14] R. Lira, B. Méndez, G. De los S. Villarreal & I. Vera. Potencial de la nanotecnología en la agricultura. Acta universitaria, 28(2), 9-24. 2018. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1575>
- [15] J. Vilches. “Evaluación de dosis de fertilización convencional y biofertilizantes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), UNA, Managua, 2021-2022”. Presentado a la Consideración del Honorable Comité Evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. Septiembre, 2022. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4577>
- [16] D. Jiménez, J. Galo, D. Vahos y L. Ríos-Orsorio. Efecto del uso de biofertilizantes sobre la productividad agrícola: revisión sistemática. Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia. 2023. Hechos Microbiol. 2022;13(2). DOI: 10.17533/udeahm.v13n2a05
- [17] J. Garfías Velázquez, L. Ibarra Juárez y N. Pariona Mendoza. Biofertilizantes y Nanofertilizantes: Innovación y Sostenibilidad para la Agricultura del Futuro. Gobierno de Mexico. Secretaria y Tecnología. [On Line] Disponible en: <https://www.inecol.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/biofertilizantes-y-nanofertilizantes-innovacion-y-sostenibilidad-para-la-agricultura-del-futuro-2>

- [18] D. Chaves, R. Moncayo y J. García. 27.05.2021. Uso de nanofertilizantes en comparación a fertilizantes convencionales aplicados edáficamente en cultivo de lechuga. Redagráfica. Empresas. [On Line] Disponible en: <https://redagricola.com/uso-de-nanofertilizantes -en-comparacion-a fertilizantesconvencionales-aplicados-edaicamente-en-cultivo-de-lechuga/>
- [19] R. Lira. Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica. Agricultura Orgánica. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) Saltillo, Coahuila, México. 2017. Serie Agricultura Orgánica Núm. 14. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 9 p. [On Line] Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/uso-de-biofertilizantes-en-la-agricultura-ecologica>
- [20] C. Álvarez y G. Ávila. “Nanofertilizantes en la agricultura: una visión hacia el futuro alimentario”. Revista Digital Universitaria. Vol. 25, Núm. 3, mayo-junio 2024. Universidad Nacional Autónoma de México. 2024.
- [21] B. Polo Cambronell, J. Botero Londoño² y R. Ospina Ospina. Oportunidades y Perspectivas futuras de los fertilizantes en la agricultura: nanofertilizantes de liberación controlada. Revistas/RIDING. Instituto Universitario de La Paz. Vol. 8 Núm. 2: Suplemento 5 Congreso de Productividad, Desarrollo e Innovación. 2024. [On Line] Disponible en: <https://unipaz.edu.co/revistas/RIDING/article/view/424>
- [22] C. Miguel-Rojas y A. Pérez de Luque. Nanofertilizantes para cereales: Situación actual y perspectivas futuras. Tierras Agricultura. Págs. 62 a 66 ISSN 1889-0776 Tierras de Castilla y León: Agricultura, 288:62-66 2020. [On Line] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Alejandro-Perez-DeLuque/publication/352284221_Nanofertilizantes_para_cereales_situacion_actual_y_perspectivas_futuras/links/60c1dacf92851ca6f8d6ecae/Nanofertilizantes-para-cereales-situacion-actual-y-perspectivas-futuras.pdf
- [23] A. Mejía y L. Pumaylle. “Nanofertilizantes en la Producción de Cereales, una Visión Sostenible: Revisión Sistemática”. Tesis para obtener el Título Profesional de: Ingeniera Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima— Perú 2021.
- [24] C. Pajuelo. “La urea y micronutrientes foliares en la producción de durazno (*Prunus persica* B.) cv. blanquillo en maya, callejón de Huaylas”. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado. Maestría en Producción Agrícola. Lima – Perú 2023.
- [25] S. Olarte-Calsina y M. Carranza-Oropeza. Tecnología y ruralidad: Aproximaciones desde el espacio andino rural. Revista De Ciencias Sociales, Vol. XXX No.2), pp.431-445. Abril - junio 2024. FCES – Luz. ISSN: 1315-9518. ISSN-E: 2477-943

- [26] Agraria.pe. La Nanotecnología y Bionanotecnología para la uva de mesa. 2019. [On Line] Disponible en: <https://agraria.pe/noticias/la-nanotecnologia-y-bionanotecnologia-para-la-uva-de-mesa-19119>
- [27] A. Vega. Situación de la Nanotecnología en el Perú. Sociedad Química del Perú. 2015. [On Line] Disponible en: <https://nanoseguridad.uniandes.edu.co/images/Presentaciones/PresentacionesPDF/AmericaLatinaCaribe/Situacion%20de%20la%20nanotecnologia%20en%20Peru.pdf>
- [28] Intagri. La Nanotecnología en la Nutrición Vegetal. Nutrición Vegetal. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-nanotecnologia-en-la-nutricion-vegetal> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C.
- [29] Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Nanotecnologías. Inocuidad y calidad de los alimentos. 2010. [On Line] Disponible en: <https://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-z-index/nano/es/>
- [30] G. Mendoza Uribe y J. Rodríguez-López. La nanociencia y la nanotecnología: una revolución en curso. *Perfiles latinoamericanos*, 14(29), 161-186. 2007. Recuperado en 11 de enero de 2026, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-76532007000100006&lng=es&tlng=es.
- [31] Mundoagro. Temporada 2023/2024 de uva de mesa peruana: Menor volumen y alza de precios. 2024. [On Line] Disponible en: <https://mundoagro.cl/temporada-2023-2024-de-uva-de-mesa-peruana-menor-volumen-y-alza-de-precios/#:~:text=En%20promedio%2C%20los%20precios%20FOB,misma%20en%20todo%20el%20Per%C3%BA>.
- [32] G. Rameshaiah, y J. Pallavi. Nanofertilizantes y nanosensores: un intento de desarrollar una agricultura inteligente. *Revista Internacional de Investigación en Ingeniería y Ciencias Generales*, Volumen 3, Número 1, 314-320 2015. [On Line] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281404371_NANO_FERTILIZERS_AND_NANO
- [33] Ministerio de Agricultura y Riego. La Uva Peruana: Una oportunidad en el Mercado Mundial. Lima, marzo de 2019. [On Line] Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419832/Informe-Uva-peruana.pdf>
- [34] Portalfrutícola. Nanofertilizantes: más eficaces, económicos y ecológicos. 2019. [On Line] Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/04/25/nanofertilizantes-mas-eficaces-economicos-y-ecologicos/>
- [35] Capeagro. Un mundo de oportunidades nanotecnológicas y bionanotecnológicas para el cultivo de uva de mesa el Perú. 2020. [On Line] Disponible en: <https://capeagro.com/la-nanotecnologia-y-bionanotecnologia-para-la-uva-de-mesa/#:~:text=Un%20mundo%20de%20oportunidades%20nanotecno%C3%B3gicas,los%20nanofertilizantes%20Sanskar>

%20de%20CAPEAGRO.

- [36] EnLaboratorio. Determinación de acidez titulable en alimentos: paso a paso y fundamentos Químicos. (s/f). [On Line] Disponible en: <https://enlaboratorio.com/determinacion-de-acidez-tituable-en-alimentos-paso-a-paso-y-fundamentos-quimicos/>
- [37] OIV. Resolución OIV-VITI 609-2019. Protocolo de Identificación de Variedades de la OIV. 2019. [On Line] Disponible en: <https://www.oiv.int/public/medias/6903/oiv-viti-609-2019-es.pdf>
- [38] Plataforma del Estado Peruano. Cartilla N ° 06 Condiciones Agroclimáticas del Cultivo de Vid. [On Line] Disponible en: 2.0. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/condiciones_agroclimaticas_vid_0_2.pdf
- [39] RawData. Características y Manejo de los Suelos Francos en la Agricultura Sostenible. Agricultura General. 2024. [On Line] Disponible en: https://agrawdata.com/blog/suelos-francos/#elementor-toc__heading-anchor-1
- [40] R. Kumari y D. P. Singh. «Nano-biofertilizante: un enfoque ecológico emergente para la agricultura sostenible». Actas de la Academia Nacional de Ciencias, Sección de la India B: Ciencias Biológicas, 90, 733-741. 2020.
- [41] J. Hunter y J. Visser. Distribución de 14C-fotosintetato en el brote de *Vitis Vinifera* L. Cv. Cabernet Sauvignon: Parte II. S. Afr. J. Enol. Vitic. 1988;9:10–15. [Google Académico]
- [42] R. Liu y R. Lal. Potencial de las nanopartículas de ingeniería como fertilizantes para aumentar la producción agronómica. Science of the Total Environment, 514, 131-139. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.104>
- [43] Campo en Acción. Nanofertilizantes, el término que se instala y amplifica como sinónimo de sustentabilidad y rendimiento. 2026. [Online]. Available: <https://www.campoennaccion.com/actualidad/nanofertilizantes-el-trmino-que-se-instala-y-amplifica-como-sinnimo-de-sustentabilidad-y-rendimiento.htm>
- [44] Intagri. La Nanotecnología en la Nutrición Vegetal. Nutrición vegetal. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-nanotecnologia-en-la-nutricion-vegetal>
- [45] S. Matus; J. Rodríguez; M. Ocvirk. Raleo de racimos en *Vitis vinifera* CV. Malbec. efecto sobre los componentes del rendimiento y la composición polifenólica de las bayas. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, vol. XXXVIII, núm. 1, 2006, pp. 105-112 Universidad Nacional de Cuyo Mendoza, Argentina. 2006.
- [46] Portalfruticola. Nanobiofertilizantes: una revolución en la fertilización agrícola. 2025. [Online]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2025/11/27/nanobiofertilizantes/>

- [47] S. Yousefzadeh y N. Sabaghnia. Efectos de la fertilización con nanohierro en algunas características de la planta cabeza de dragón (*Dracocephalum moldavica* L.) bajo diferentes densidades de siembra. *Acta Agriculturae Slovenica* 2016, 107 (2), 429–437. 2016.
- [48] Biolchim. Favorecer la acumulación de nutrientes en las yemas en postcosecha. [On Line] Disponible en: <https://www.biolchim.com/es/objetivos-agronomicos/favorecer-la-acumulacion-de-nutrientes-en-las-yemas-en-post-cosecha/> 2006.
- [49] S. Verma.; N. Rana; A. Verma; S. Roy; A. Shukla; A. Kumar. Efecto de la aplicación foliar de fertilizantes nano y no nano en el crecimiento y eficiencia de uso de nutrientes de la mostaza india [*Brassica juncea* (L.) Czern y Coss]. *J. Sci. Res. Rep.* 2024, 30, 868–878.
- [50] M. Rodríguez-Febreiro; M. Fandiño; X. González y J. Cancela. Evaluación de la nutrición foliar del viñedo mediante análisis foliares. IV Jornadas del Grupo de Viticultura: Acta de Horticultura: Comunicaciones Técnicas Sociedad Española de Ciencias Hortícolas: 26-28 de octubre 2022, Pamplona/Iruña. ISBN 978-84-09-38456-3, págs. 379-384. 2022.
- [51] M. Zarafshar M. Akbarinia, H. Askari, SM. Hosseini M. Rahaie y D. Struve. Evaluación de la toxicidad de nanopartículas de SiO₂ en plántulas de pera. *Revista Internacional de Nanociencia y Nanotecnología.* 2015;11(1):13–22.
- [52] Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA). El IMIDA estudia cómo las nanopartículas de fertilizantes mejoran la calidad de la uva y los vinos. Ciencia y tecnología. [On Line] Disponible en: <https://cadenaser.com/murcia/2025/06/21/el-imida-estudia-como-las-nanoparticulas-de-fertilizantes-mejoran-la-calidad-de-la-uva-y-los-vinos-radio-murcia/>
- [53] J. Salvarrey, C. Pastenes & M. Ferrer. Acumulación y degradación de solutos en bayas *Vitis vinifera* L. en climas contrastantes. *RIVAR* (Santiago), vol.11 no.32 Santiago set. 2024 190-212. <https://dx.doi.org/10.35588/8znt5686> 2024.
- [54] A. Clara, D. Piccardo, V. Cazzola y M. Fourment. Evaluación de alternativas de gestión de viñedo para mitigar los efectos de la variabilidad climática sobre el rendimiento y la composición de uvas. Conferencia Web BIO 56, 01028 (2023). 43º Congreso Mundial de la Viña y el vino. Volumen 56, 2023. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20235601028> 2023.
- [55] Uvasdoce. Variedades de uva: Superior, Timco y Midnight Beauty. Blog 'La Cosecha'. [On Line] Disponible en: [https://uvasdoce.com/variedades-de-uva-superior-timco-y-midnight-beauty/#:~:text=Superior%20Seedles%C2%AE,c%C3%A1mara%20con%20un%20almacenamiento%20apropiado.\(s/f\).](https://uvasdoce.com/variedades-de-uva-superior-timco-y-midnight-beauty/#:~:text=Superior%20Seedles%C2%AE,c%C3%A1mara%20con%20un%20almacenamiento%20apropiado.(s/f).)
- [56] M. Toro. Efecto de distintas técnicas de aplicación de Tidiázuron sobre el tamaño de la baya en uva de mesa variedad *Thompson Seedless*. Memoria de Título. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Pregrado. Santiago – Chile 2012.
- [57] INIA. Manual del cultivo de uva de mesa. Convenio INIA-INDAP. Instituto de Desarrollo

Agropecuário - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. BOLETÍN INIA / N° 18. [On Line] Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1EVWnjL5nlaDG33KAQaRjXLgl5X74DfMK/view>

- [58] A. T. El-Rahman and M. A. Hassan, “Effect of foliar application of nano-fertilizers on growth and fruiting of ‘Superior Seedless’ grapevines,” *Acta Horticulturae*, vol. 1370, pp. 19–26, 2022, doi: 10.17660/ActaHortic.2022.1370.3.
- [59] A El-Said, E. S. Abd El-Hady and R. E.-S. “Efficiency of nano-zinc foliar spray on growth, yield and fruit quality of ‘Flame Seedless’ grape,” *Journal of Applied Sciences Research*, vol. 15, no. 7, pp. 612–617, 2019. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/334187070>
- [60] R. González-Feijoo, L. Martínez-Fuentes, and V. R. Martínez, “Nanoagrochemicals versus conventional fertilizers: A field case study with tailor-made nanofertilizers for sustainable crop efficiency,” *Agronomy*, vol. 14, no. 9, art. 1885, 2024. [Online]. Available: doi: 10.3390/agronomy14091885.

VIII. ANEXOS

8.1 Resultados Análisis Laboratorio

8.2 Fotos del Proceso

DATOS METEREOLÓGICOS

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación MAP – San Camilo

Longitud : 75° 42' 39,6" S

Latitud : 14° 4' 24" W

Altitud : 407 msnm

Dpto. : Ica

Provincia : Ica

Distrito : Parcona

Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	26.6	25.9	26.7	29.3	31.3	31.0	32.2
2025	33.2	32.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parámetro: Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	9.7	9.7	9.8	10.6	12.9	14.2	16.2
2025	17.1	20.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parámetro : Humedad Relativa Media Mensual (%)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	77	79	75	73	70	70	66
2025	66	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parámetro: Viento: Velocidad Media mensual (m/s)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	1.8	1.9	2.2	2.0	2.0	1.9	1.9
2025	2.0	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parámetro : Horas de Sol total Mensual (HS)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	222.3	221.5	225.6	209	252.5	227.1	214.7
2025	208.5	135.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Información preparada para: BARRIOS ORMEÑO, PEDRO JAVIER

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE NANOFERTILIZANTES EN LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN VID (*vitis vinifera* L.) VARIEDAD SUPERIOR EN SANTIAGO - ICA”.

Ica, 05 de agosto del 2025
Parque Industrial MZ A lote 5-Ica
Telef. 056-480148
www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

ANALISIS DE SUELO



SOLICITANTE : ORLANDO BALSIN CARDENAS
PREDIO : TESITA PEDRO BARRIOS ORMEÑO
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 822-018 -2024
LUGAR : Ica
FECHA DE RECEP. : 23/06/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : MUESTRA N. 01 - 0-30cm - FUNDO GARAYAR - VID - SUPERIOR - 11-07-24

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	38.45	%		
Limo	38.52	%		
Arcilla	23.03	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	42.23	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	1.06	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	20.67	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.2 °C	8.10		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	40.02	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.40	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.12	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	963.50	ppm	MES - 009	Asolado de Amonio
Calciones Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	13.67	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.46	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.42	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	2.15	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.38	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	17.65	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Iones Disueltos				
Cloruro	144.95	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	56.10	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	30.42	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	84.26	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	22.06	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	118.00	mEq / L	EPA 275.1	FAAS
Potasio	7.62	mEq / L	EPA 298.1	FAAS
Boro	1.46	ppm (*)	ISO 8590:1990	Colorimétrico

NOTAS:

ES : Método de Sedimentación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MSA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods.
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrofotómetro de Absorción Atómica por Llama.

MSc. Quím. Alvaro Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfonos: (511) 540 2261 - Celular: 991 682 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS
PREDIO : TENISTA PEDRO BARRIOS ORMEÑO
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 921-028 -2024
LUGAR : Ica
FECHA DE RECEP. : 23/08/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA : MUESTRA N. 02 - 30-50cm - FUNDO GARAYAR - VID - SUPERIOR - 11-07-24

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	42.50	%	MES - 001	Bouyoucos
Limo	31.66	%		
Arcilla	25.84	%		
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	43.59	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.97	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C	10.14	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.2 °C	8.34		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	40.22	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.69	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.10	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	657.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	12.01	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.08	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.46	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.59	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	8.52	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	17.14	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Salas Disueltas				
Cloruro	59.46	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	46.49	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	12.60	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2300 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.93	mEq / L	SM 2300 B	Volumétrico
Calcio	61.35	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	8.82	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	42.56	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	2.10	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.84	ppm (°)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

ABRIL

ES : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(°) : mg / L.

MES y MSA : Método Propio del Laboratorio.
SM : Standard Method.
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
ISO : International Organization for Standardization.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTAS:

- Los resultados presentados en este informe son confidenciales.
- Se garantiza la exactitud y precisión de los datos presentados en este informe al Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julín Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Paraviequesa Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (011) 582 2261 - Celular: 991 682 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

FICHA TECNICA DE LOS PRODUCTOS



Ficha Técnica

FloriMax

FLORIMAX es un Bioestimulante Foliar único por su formulación ya que fue diseñado usando la Nanotecnología. Proporciona una rápida absorción y respuesta de la planta.

FLORIMAX incentiva floración y cuaje de frutos, además favorece el cambio de la planta desde una etapa vegetativa a estado reproductivo.

FLORIMAX ayuda a una mejor absorción de nutrientes y favorece la respuesta de la planta frente a problemas sanitarios. Promueve el desarrollo radicular del cultivo.

Es compatible con la mayoría de herbicidas, insecticidas y fungicidas.

COMPOSICION:

Elemento	Concentración
Amino - L	20.0%
Carbohidratos	80.0%

1. FORMAS DE APLICACIÓN:

APLICACIÓN FOLIAR: Aplicar el producto a partir de la etapa de pre - floración, floración plena e inicios de cuajado. En caso de cultivos con varios pisos de floración, repetir cada 10 - 15 días hasta completar 2 a 3 aplicaciones por campaña. Cuando se diluye en agua de acuerdo a la recomendación de la etiqueta podemos asperjarlo en el cultivo.

2. DOSIS:

APLICACION FOLIAR: 1 gramos para 150 - 200 Litros de agua.

3. INSTRUCCIONES DE USO:

La frecuencia de aplicación variara de acuerdo a la severidad de la deficiencia, el clima, el tipo de suelo y el método de aplicación. Como recomendación general podemos indicar aplicar 2 a 3 veces por campaña para todos los cultivos.

CULTIVOS RECOMENDADOS: Recomendado para todos los cultivos donde la floración es una parte importante de su ciclo de vida como hortalizas y Frutales.

FlorControl

FLOR CONTROL es un fertilizante foliar a base de micronutrientes esenciales que se encuentran quelatados para su fácil y rápida absorción por la planta. **FLOR CONTROL** es una mezcla de elementos esenciales producidos con Nanotecnología que proporcionan nutrientes de una forma adecuada y balanceada para inducir una mayor y mejor floración evitando el aborto floral o "Blossom Drop".

FLOR CONTROL favorece el proceso de síntesis de la clorofila, esencial para el proceso de fotosíntesis, de tal forma que se promueve hojas más verdes y finalmente una planta saludable con frutos de buena calidad. Esta formulación novedosa está diseñada para ser utilizada como tratamiento curativo y preventivo.

Es compatible con la mayoría de los herbicidas, insecticidas y fungicidas.

COMPOSICION:

Elemento	Concentración
Zinc (Zn EDTA)	6.0%
Hierro (Fe EDTA)	6.0%
Manganeso (Mn EDTA)	5.0%
Cobre (Cu EDTA)	1.0%
Boro	2.0%
Molibdeno	0.1%
Aminoácidos	5%
Aditivos	74.9

1. FORMAS DE APLICACIÓN:

APLICACIÓN FOLIAR: Diluir el producto de acuerdo con las recomendaciones. Es importante tener una buena cobertura al momento de aplicación asimismo el uso de productos adherentes, surfactantes y penetrantes mejora la capacidad de absorción del producto por la planta. Usar Nutriwet 6 en 1 a una dosis de 100 - 150 ml/Cil. Es recomendable reducir el pH de la solución a 6 o 6.5 a fin de tener mejores resultados.

2. DOSIS:

APLICACION FOLIAR: 50 gramos para 150 – 200 Litros de agua.

3. INSTRUCCIONES DE USO:

La frecuencia de aplicación variara de acuerdo a la severidad de la deficiencia, el clima, el tipo de suelo y el método de aplicación. Como recomendación general podemos aplicar de 2 a 4 veces por campaña para todos los cultivos.

CULTIVOS: Aplicable para todos los cultivos como hortalizas, frutales, gramíneas y leguminosas.

4. ALMACENAMIENTO: Almacenar en lugares frescos, lejos de la luz solar directa. Puede ser almacenado en un lugar sin calefacción.

PRECAUCION. MANTENGASE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.



Av. Benavides 2150. Oficina 803 Telf.: 445-5346
Miraflores – Lima
www.capeagro.com

Frutigross

COMPOSICION:

Elemento	Concentración
Calcio	6.0%
Boro	2.0%
Aminoácidos	10.0%

Distribuidor: Capeagro S.A.C

Presentación del producto: Bolsa De 1kg

Propiedades Físicoquímicas:

Formulación: Polvo efervescente.

Aspecto: Polvo blanco.

Color: Blanco

Olor: característico

Densidad: No disponible

PH: 4.2

Almacenamiento: Estable Bajo condiciones normales y almacenamiento por 3 años

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS DEL PRODUCTO

Es un biostimulante vegetal y bio nutriente desarrollado con Nanotecnología, diseñado para mejorar la calidad y cantidad de las cosechas, sus componentes permiten una buena conformación de los frutos y una rápida traslocación de fotosintatos lo que deriva en un incremento del calibre.

Frutigross mejora el sistema de translocación de fotosintatos dentro de las plantas durante la etapa de llenado de los frutos o en el desarrollo pleno de las hojas para hortalizas. Mejora el movimiento de los fotosintatos desde su fuente de producción (hojas) hasta los frutos. Mejora color, sabor, calidad, y vida de anaquel de los frutos.

Es compatible con la mayoría de los herbicidas, insecticidas y fungicidas.

FORMAS DE APLICACIÓN.

APLICACIÓN FOLIAR: Aplicar el producto a partir del inicio de desarrollo de los frutos. Diluir en agua de acuerdo a la recomendación de la etiqueta.

DOSIS:

CULTIVO	DOSIS CIL/200L
UVA DE MESA	10g
ARANDANO	
PALTO	
CEBOLLA, AJO	
CITRICO (MANDARINA, LIMON, NARANJA)	
PAPAYA	
CACAO	
MARACUYA	
PIÑA	
CUCURBITACEAS (SANDIA, MELON, PEPINILLO, ZAPAYO)	

INSTRUCCIONES DE USO:

La frecuencia de aplicación variara de acuerdo a la severidad de la deficiencia, el clima, el tipo de suelo y el método de aplicación. Como recomendación general podemos indicar aplicar 2 a 3 veces por campaña para Hortalizas de hoja y fruto así como también para Frutales en general.

PERIODO DE REINGRESO:

Producto natural, no aplica para el periodo de reingreso

FITOTOXICIDAD:

No es fitotóxico, pero se recomienda seguir las recomendaciones de la ficha técnica.

COMPATIBILIDAD:

Se puede mezclar con cualquier tipo de fertilizante o agroquímico.



Av. Benavides 2150. Oficina 803 Telf.: 445-5346
Miraflores – Lima
www.capeagro.com

8.2 Fotos del Proceso



Fig. N° 3: Campo del ensayo de Uva de mesa Variedad Superior Fundo Garayar





Fig. N° 4: Toma de muestras de suelo agrícola.



Fig. N° 5: Evaluación de racimos según las variables en estudio.



Fig. N° 6: Evaluación del zumo del grano, grado brik y pH.



Fig. 7: Prueba del Penetrometro

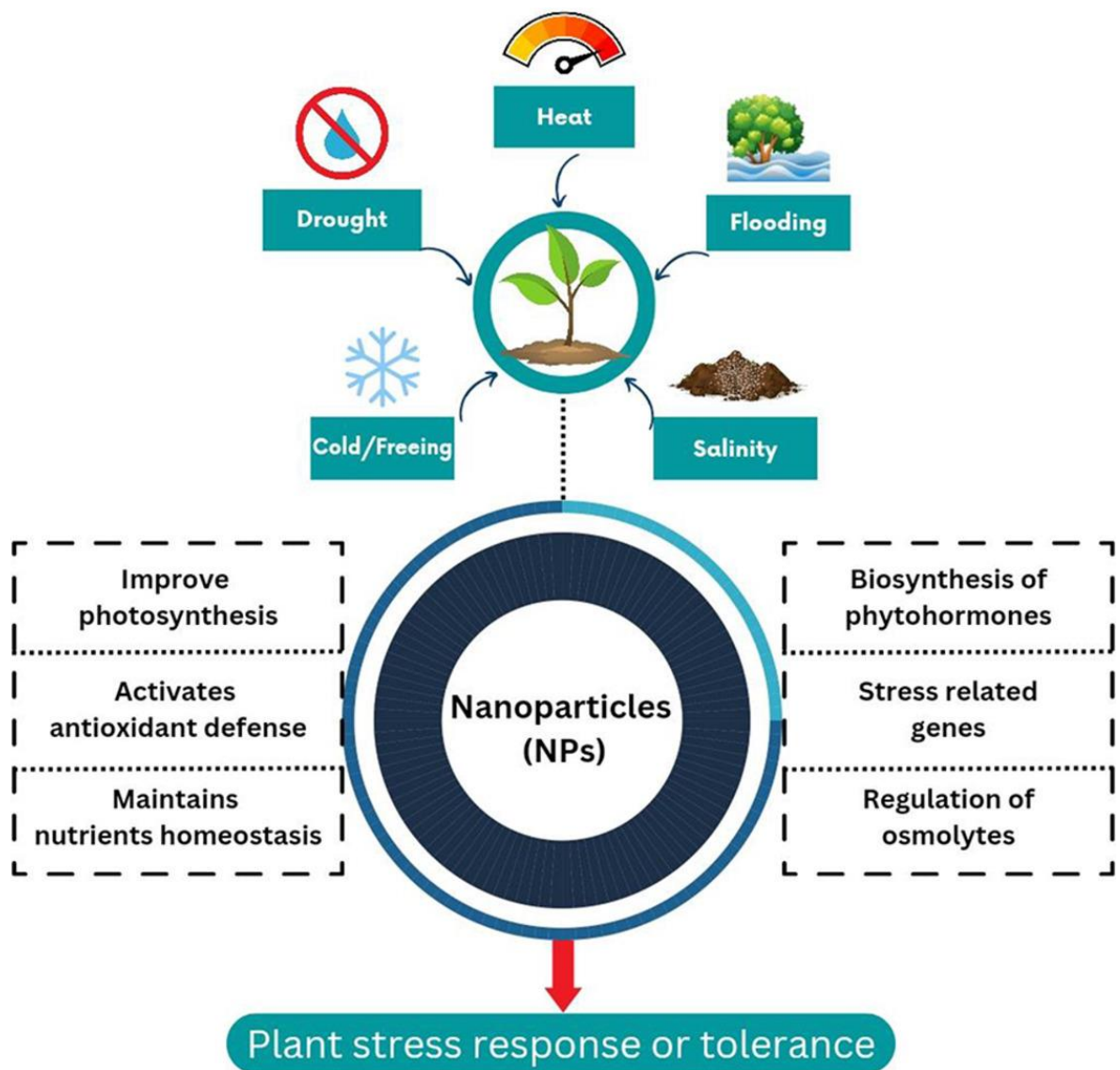


Fig. 8: Resumen gráfico del uso de nanopartículas (NP) en los cultivos frutales y hortícolas.