

VERMICOMPOST Y SUSTANCIAS HÚMICAS EN LA PRODUCCIÓN DE FRESA CV. SAN ANDREAS EN SUELOS BAJOS EN MATERIA ORGÁNICA

Dante De la Borda-Medina¹, Guido Sarmiento-Sarmiento¹, Luis Lipa-Mamani¹, María A. Cahuana-Parada¹, Víctor Pacheco-Sánchez¹ y Laydy Mena-Chacón¹

RESUMEN

La creciente demanda de frutas saludables impulsa el desarrollo de tecnologías sostenibles que aseguren alimentos inocuos. En este contexto, la aplicación de abonos orgánicos constituye una alternativa viable para suelos bajos en materia orgánica. Se evaluó el efecto de tres dosis de vermicompost ($0, 90, 180 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$) y sustancias húmicas ($0, 50 \text{ y } 100 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$) sobre el rendimiento, calidad del fruto, y propiedades edáficas en el cultivo de fresa cv. San Andreas. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3×3 . La combinación de $180 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$ de vermicompost y $50 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$ de sustancias húmicas generó el mayor rendimiento ($216,68 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$), con 90 % de frutos de calidad extra. Respecto a la calidad del suelo, incrementó el contenido de materia orgánica, nitrógeno total y CIC. Se demuestra que el uso combinado o individual de insumos orgánicos, mejora la productividad y sostenibilidad del cultivo de fresa en suelos bajos en materia orgánica.

Palabras clave adicionales: Agricultura orgánica, calidad organoléptica, rendimiento

ABSTRACT

Vermicompost and humic substances in the production of strawberries cv. San Andreas in soils low in organic matter

The growing demand for healthy fruits is driving the development of sustainable technologies to ensure food safety. In this context, the application of organic amendments represents a viable alternative for soils low in organic matter. It was evaluated the effect of three doses of vermicompost ($0, 90, 180 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$) and humic substances ($0, 50, \text{ y } 100 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$) on yield, fruit quality, and soil properties of strawberry (cv. San Andreas) production. A randomized complete block design with a 3×3 factorial arrangement was used. The combination of $180 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$ of vermicompost and $50 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$ of humic substances resulted in the highest yield ($216.68 \text{ g}\cdot\text{planta}^{-1}$), with 90 % of the fruits classified as extra quality. Regarding soil quality, the organic matter content total nitrogen, and cation exchange capacity, increased. It has been demonstrated that the combined or individual application of organic inputs enhances the productivity and sustainability of strawberry cultivation in soils low in organic matter.

Additional keywords: Organic agriculture, organoleptic quality, yield

Editor Asociado. Dra. Georgina Vargas-Simón.

INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional ha generado preocupación debido al uso excesivo de fertilizantes químicos, que no solo incrementa los costos de producción, sino que también afecta la salud humana y el medio ambiente (Shehata *et al.*, 2011; Saygi, 2022). Por su parte, la tendencia global hacia una alimentación saludable impulsa la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, entre las que destaca el abonamiento orgánico como estrategia para mejorar la calidad e inocuidad de los alimentos (Romero *et al.*, 2022). El uso de vermicompost y sustancias húmicas en

cultivos hortícolas ha demostrado mejorar el crecimiento y rendimiento de las plantas debido a su aporte de materia orgánica y al efecto positivo en la actividad microbiana del suelo (Yogesh *et al.*, 2021; Saygi, 2022). El vermicompost libera nutrientes de manera progresiva, favoreciendo la asimilación por los cultivos (Yanan *et al.*, 2018), mientras que las sustancias húmicas mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incrementando la retención de humedad y la disponibilidad de micronutrientes (Neri *et al.*, 2002).

Estudios han demostrado resultados prometedores en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). Yanan *et al.* (2018) encontraron

Recibido: Mayo 23, 2025

Aceptado: Diciembre 4, 2025

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Agronomía, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Arequipa, Perú. e-mail: ddelaborda@unsa.edu.pe; gsarmientos@unsa.edu.pe; llipa@unsa.edu.pe; mcahuapan@unsa.edu.pe; vpachecos@unsa.edu.pe; lmenach@unsa.edu.pe (autor de correspondencia).

que la aplicación de vermicompost mejoró significativamente el crecimiento de las plantas, aumentando la biomasa, altura, área foliar y peso de los frutos. Además, se observó un incremento en la tasa fotosintética y en la actividad microbiana del suelo. Kilic *et al.* (2021) reportaron que la combinación de vermicompost y ácidos húmicos aumentó el rendimiento por planta y la calidad de los frutos, obteniendo mayores concentraciones de sólidos solubles totales y mejores características organolépticas. De manera similar, Kazemi (2014) señaló que el uso de ácidos húmicos y nitrato potásico favoreció la acumulación de azúcares y vitamina C en los frutos.

En la Irrigación Majes, el cultivo de fresa ha adquirido relevancia económica en los últimos años. Sin embargo, la escasa materia orgánica en los suelos áridos limita su desarrollo óptimo, y el desconocimiento sobre el abonamiento orgánico dificulta la selección adecuada de fuentes y concentraciones de materia orgánica. En este contexto, la aplicación de vermicompost y sustancias húmicas se presenta como una alternativa viable para mejorar el rendimiento y la

calidad de los frutos. Por tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de vermicompost y sustancias húmicas en el rendimiento y calidad de fresa cv. San Andreas en suelos bajos en materia orgánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características edafoclimáticas. El estudio se realizó en la Irrigación Majes, provincia Caylloma, región Arequipa, Perú (16.316903° S, 72.235514° O, 1404 m.s.n.m.). Durante el ensayo, la temperatura media osciló entre 18,1 y 19,7 °C, con mínimas de 8,1 a 14,2 °C y máximas de 25,5 a 29,1 °C; la humedad relativa varió entre 73,5 y 46,6 %. Se realizó un análisis del suelo, previo a la aplicación de tratamientos (Cuadro 1), siguiendo la metodología descrita por Bazán (2017). De acuerdo con el análisis, el nivel de materia orgánica (MO) es insuficiente para un buen desarrollo del cultivo de fresa (Arancon *et al.*, 2006; Kilic *et al.*, 2021) razón por la cual se realizaron aplicaciones de vermicompost y ácidos húmicos, que son el motivo de la presente investigación.

Cuadro 1. Caracterización del suelo, previo a la instalación de los tratamientos.

| Determinación | Resultado | Metodología | Niveles referenciales* |
|------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------------------|
| Textura | Arena franca | Triángulo textural | - |
| Arena (%) | 78,0 | Hidrómetro | - |
| Limo (%) | 13,8 | Hidrómetro | - |
| Arcilla (%) | 8,2 | Hidrómetro | - |
| MO (%) | 1,69 | Walkley-Black | 0–2 (B); 2–4(M); >4 (A) |
| N total (%) | 0,08 | Factor conversión | 0–0,1 (B); 0,1–0,2 (M); >0,2 (A) |
| P (ppm) | 48,03 | Olsen modificado | 0–7 (B); 7–14 (M); > 14 (A) |
| K (ppm) | 399,97 | Fotometría | 0–300(B);300–600 (M);>600 (A) |
| pH | 7,60 | Potenciómetro | 5–7 (LA); 7 (N), 7–8 (Lac) |
| C.E. ($dS \cdot m^{-1}$) | 0,97 | Conductivímetro | 0–2 (B); 2- 4(M); >4 (A) |
| CIC ($cmol \cdot kg^{-1}$) | 10,099 | Suma bases cambiables | 0–5 (B); 5- 10 (M); > 10 (A) |
| Ca ($cmol \cdot kg^{-1}$) | 7,2 | Fotometría | - |
| Mg ($cmol \cdot kg^{-1}$) | 2,0 | Fotometría | - |
| Na ($cmol \cdot kg^{-1}$) | 0,217 | Fotometría | - |
| K ($cmol \cdot kg^{-1}$) | 0,682 | Fotometría | - |

* Niveles de referencia de acuerdo con Arancon *et al.* (2006); Bazán (2017); y Kilic *et al.* (2021).

Abonos orgánicos. El vermicompost se obtuvo de una empresa local y su composición físico-química fue: MO 40-42 %; N 1,5 a 2,0 %; P_2O_5 1 a 2 %; K_2O 1 a 1,5 %; Ca 2,5 a 3,5 %; Mg 1 a 1,5 %; Na 0,5 a 0,8 %; micronutrientes (ppm): Fe 988; Mn 433; B 92; Zn 124; y, Cu 137 ppm;

pH 7,8; CE 1 a 2 dS/m; C/N 10 a 12; y, humedad 20 a 30 %. Las sustancias húmicas granuladas presentaron un mínimo de 80 % de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial $3 \times$

3 (vermicompost: 0, 90, 180 g/planta; sustancias húmicas: 0, 50, 100 g/planta), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, conformando un total de 27 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por 20 plantas.

Manejo agronómico. La investigación se instaló en un campo de fresa de dos años de producción con manejo convencional. El marco de plantación fue de 30 cm entre plantas y 60 cm entre filas ($55.556 \text{ plantas} \cdot \text{ha}^{-1}$). La incorporación de vermicompost y sustancias húmicas se realizó a cinco días de realizada la poda de uniformización de las plantas de fresa. Ambos abonos orgánicos se aplicaron en una sola oportunidad, en la base de cada planta, de acuerdo con la dosis de cada tratamiento.

La primera eliminación de malezas y aporque se realizaron manualmente a 30 días de la poda de uniformización; posteriormente, se hicieron cada 15 días hasta la cosecha. El riego se realizó vía sistema por goteo con una dosificación de una hora diaria. A fin de potencializar el rendimiento de fresa en condiciones de la investigación, se optó por aplicar fertilización complementaria vía riego en niveles de 111-18-128 unidades de N-P-K, fraccionados en ocho oportunidades por mes. La recolección de frutos fue manual, siguiendo el criterio del desarrollo de una parte del color rojo

característico de la variedad San Andreas (Dutra *et al.*, 2025).

Evaluaciones.

Índice de clorofila en hojas. Se determinó a los 75 días después de la aplicación de los tratamientos, mediante lecturas directas con un medidor de clorofila (Minolta-SPAD 502, Osaka, Japón) en cinco plantas por unidad experimental.

Rendimiento de frutos y calidad comercial. Las evaluaciones se realizaron en muestras compuestas de 10 frutos por unidad experimental. Las variables evaluadas fueron peso (g), diámetro ecuatorial (mm), materia seca (%), sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable (AT, % ácido cítrico), y pH.

Rendimiento. Se determinó mediante la recolección manual de frutos durante el primer periodo productivo luego de la poda de uniformización. Los datos se expresan como el cociente promedio entre la producción de frutos por unidad experimental (g) y el número de plantas evaluadas para obtener el rendimiento promedio de frutos en g/planta.

Calidad comercial. Las fresas se clasificaron en extra, primera y segunda (Cuadro 2), de acuerdo con los parámetros de la NTP 011:011 (INACAL, 2019).

Cuadro 2. Clasificación de la fresa según NTP 011:011 (INACAL, 2019).

| Factores de calidad | Categorías | | |
|---------------------------------|---|---|---|
| | Extra | Primera | Segunda |
| Diámetro ecuatorial mínimo (mm) | 38 | 26 | 20 |
| Tolerancia de tamaño | Se permite 10 % de frutas de rango inmediato superior e inferior al indicado. | Se permite 10 % de frutas de rango inmediato superior e inferior al indicado. | Se permite 10 % de frutas de rango inmediato superior e inferior al indicado. |
| Sanidad | No se toleran frutas con indicios de pudrición. | Se tolera 1 % de frutas con indicios de pudrición. | Se tolera 2 % de frutas con indicios de pudrición. |
| Daños serios: | Se tolera hasta 3 % en peso o número de frutos con magulladuras ligeras. | Se tolera hasta 5 % en peso o número de frutos con magulladuras ligeras. | Se tolera hasta 10 % en peso o número de frutos con magulladuras ligeras. |
| 1) Indicios de pudrición | | | |
| Daños leves: | | | |
| 1) Heridas cicatrizadas | | | |
| Tolerancia acumulativa | 10 % | 15 % | 20 % |

Caracterización del suelo. Se evaluó el contenido de MO, N total, P disponible, K total, pH, salinidad y CIC del suelo. Al final de la cosecha, se tomaron tres muestras compuestas de suelo (1 kg cada una), obtenidas a partir de

submuestras colectadas en la hilera de plantación de fresa, cerca del cuello de la planta sin afectar las raíces, a una profundidad de 0-20 cm. Los análisis se hicieron por duplicado, siguiendo los procedimientos descritos por Bazán (2017).

Análisis estadístico. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de una vía. Para verificar las diferencias estadísticas significativas a nivel de efectos principales e interacciones, se realizó la prueba de significación múltiple de Tukey. Adicionalmente, se efectuó un análisis de correlación entre las variables mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Todas las pruebas se hicieron con un nivel de confianza del 95 % ($p \leq 0,05$). Los cálculos fueron realizados con el programa estadístico RStudio versión 4.4.1, basado en lenguaje de programación R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante señalar que los efectos observados en todas las variables de respuesta evaluadas (rendimiento, parámetros de calidad de fruto, contenido de clorofila y propiedades químicas del suelo) reflejan la interacción entre la fertilización química basal y la materia orgánica aplicada en forma de vermicompost y sustancias húmicas. En todos los tratamientos se aplicó la misma fertilización química basal, mientras que las dosis de vermicompost y sustancias húmicas variaron según el diseño experimental.

Índice de clorofila. El análisis estadístico mostró que el índice de clorofila no fue afectado significativamente por la interacción de ambas fuentes de abonamiento ($p=0,0565$; Figura 1). En cuanto a los efectos principales, la aplicación de vermicompost en una dosis de $180 \text{ g} \cdot \text{planta}^{-1}$, alcanzó el valor más alto (46,37 SPAD), superando significativamente a los tratamientos con dosis menores. Asimismo, la aplicación de $50 \text{ g} \cdot \text{planta}^{-1}$ de sustancias húmicas, incrementó de manera significativa el índice de clorofila (46,67 SPAD), en comparación con las dosis de $100 \text{ g} \cdot \text{planta}^{-1}$ y el control sin aplicación.

El aumento del índice SPAD reflejó una mejora en la capacidad fotosintética, atribuida probablemente a la mayor disponibilidad de nitrógeno mineralizado durante la descomposición de los aportes orgánicos (Kilic *et al.*, 2021). Esto coincide con lo propuesto por Tagliavini *et al.* (2005) y Aali *et al.* (2024), quienes destacan la influencia directa del abonamiento nitrogenado sobre la biosíntesis de clorofila. La mejora observada puede interpretarse como un indicador de mayor eficiencia fisiológica, con implicancias directas en la producción de biomasa y en la

formación de estructuras reproductivas. Esto se atribuye, principalmente, a la liberación progresiva de nitrógeno durante los procesos de mineralización y humificación del vermicompost, y a la capacidad de las sustancias húmicas para mejorar la disponibilidad y la movilidad de nutrientes en el suelo (Peña *et al.*, 2004; Yanan *et al.*, 2018). La combinación de ambos insumos pudo haber optimizado la absorción de nitrógeno y, en consecuencia, favorecer la biosíntesis de clorofila.

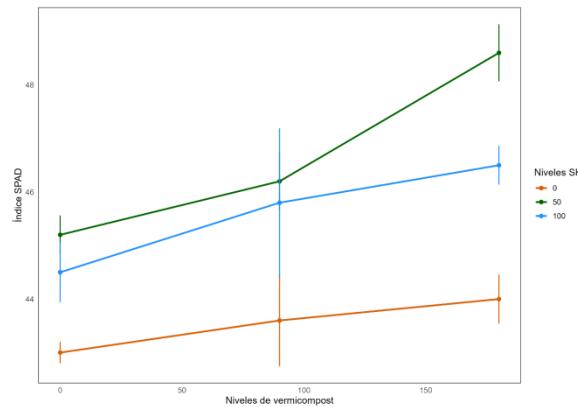


Figura 1. Gráfico de interacción de las variables vermicompost (V) y sustancias húmicas (SH) sobre el índice SPAD. Barras representan la desviación estándar.

Se identificó una correlación positiva altamente significativa entre el índice de clorofila y el rendimiento de frutos del cultivar San Andreas, con un coeficiente de correlación de $r = 0,93$ (Figura 2). Este resultado respalda la hipótesis de que una mayor concentración de clorofila, como indicador indirecto de eficiencia fotosintética (Aali *et al.*, 2024), y se asocia directamente con una mayor producción de biomasa y rendimiento de frutos.

Calidad del fruto. La calidad del fruto de fresa, evaluada mediante el peso, diámetro, contenido de materia seca, SST, AT, y pH, fue significativamente influenciada por la aplicación de vermicompost y sustancias húmicas, tanto de a nivel de efectos principales como en interacción (Cuadro 3).

La aplicación de $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de vermicompost y $50 \text{ g} \cdot \text{planta}^{-1}$ de sustancias húmicas mejoró de forma significativa el desarrollo físico del fruto (peso y diámetro). La combinación de ambos insumos produjo los frutos con mayor peso (30,5 g) y diámetro (44,50 mm) (Cuadro 3), superando con amplitud los valores reportados para la

variedad San Andreas, por Oliva *et al.* (2018) (14,58 g y 14,83 mm). Este tamaño se reflejó en el elevado porcentaje de frutos de calibre A, altamente demandado en el mercado. Este incremento puede atribuirse a una sinergia entre los efectos nutricionales y bioestimulantes de ambos insumos, que favorecen la absorción de nutrientes, el crecimiento radicular y la acumulación de biomasa en los frutos (Aali *et al.*, 2024; Dutra *et al.*, 2025). El vermicompost mejora la estructura y fertilidad del suelo, mientras que las sustancias húmicas estimulan procesos fisiológicos como la síntesis de fitohormonas y la fotosíntesis, promoviendo la expansión celular y el desarrollo del fruto (Kilic *et al.*, 2021). Las correlaciones observadas entre el peso y el rendimiento total ($r=0,98$), y entre el diámetro y el rendimiento ($r=0,94$; Figura 2), refuerzan su importancia como indicadores clave de la calidad comercial.

En cuanto al contenido de materia seca, la combinación de 180 g·planta⁻¹ de vermicompost y 50 g·planta⁻¹ de sustancias húmicas también registró el valor más alto (12,2 %), significativamente superior al testigo y a estudios cuyos valores oscilaron entre 7,6 % y 9,66 % (Mena *et al.*, 2017; Sarmiento *et al.*, 2019). Este parámetro, altamente correlacionado con el rendimiento ($r=0,91$; $r^2=0,83$; Figura 2), refleja la acumulación de carbohidratos, proteínas y compuestos estructurales en el fruto, y está asociado a una mayor eficiencia fotosintética y mejor adaptación a condiciones de estrés (Shehata *et al.*, 2011; Saygi, 2022). La elevada materia seca en los tratamientos con vermicompost y sustancias húmicas, podría deberse a la liberación progresiva de nutrientes y al estímulo de rutas metabólicas secundarias, impulsadas por la actividad microbiana del suelo y la bioactividad de los compuestos orgánicos aplicados (Arancon *et al.*, 2006; Aali *et al.*, 2024).

Con respecto a los parámetros organolépticos, la mayor concentración de sólidos solubles totales se obtuvo también en el tratamiento con 180 g·planta⁻¹ de vermicompost y 50 g·planta⁻¹ de sustancias húmicas (8,6 °Brix), mientras que la AT fue menor en los tratamientos con insumos orgánicos, siendo observado el valor más alto en el testigo (0,92 %). Esta combinación no solo mejora el contenido de azúcares -principalmente glucosa y fructosa, responsables del sabor dulce-, sino que también reduce la acidez del fruto (Kazemi, 2014), mejorando el perfil sensorial. La

relación SST/AT, indicador clave de dulzor, alcanzó su valor máximo (15,64) con 180 g·planta⁻¹ de vermicompost y 50 g·planta⁻¹ de sustancias húmicas, evidenciando un equilibrio entre dulzor y acidez, deseable para la aceptación del consumidor y los estándares del mercado. Estos valores superan los de Oliva *et al.* (2018) quienes encontraron relaciones SST/AT entre 11,7 y 12,4; mientras que Mena *et al.* (2017), encontraron una relación de 2,01 en un sistema completamente orgánico

El pH es un indicador de la calidad gustativa del fruto, y los resultados de la presente investigación sugieren que el uso conjunto de vermicompost y sustancias húmicas favorece un pH menos ácido (Cuadro 3), lo que puede contribuir a un mejor sabor del fruto. Estos valores son consistentes con otros estudios. Saygi (2022) reportó un pH de 3,95 en fresa cv. Albién con vermicompost, y 3,56 con gallinaza. Por su parte, Mena *et al.* (2017) obtuvieron un pH de 3,76 con abonamiento orgánico en la cv. Selva, y Kilic *et al.* (2022) informaron valores de pH de 3,55 (ácidos húmicos y fulvicos), 3,63 (vermicompost), y 3,65 (estiércol).

La aplicación conjunta de vermicompost y sustancias húmicas incrementó significativamente la calidad organoléptica de los frutos de fresa cv. San Andreas (Cuadro 3). Esta mejora puede explicarse por una interacción sinérgica entre mecanismos nutricionales, fisiológicos y microbiológicos, que favorecen el desarrollo estructural y funcional del fruto (Sehahata *et al.*, 2011; Mena *et al.*, 2017; Aali *et al.*, 2024).

Rendimiento y calidad comercial. La interacción vermicompost y sustancias húmicas mostró efectos importantes en el rendimiento de los frutos. La combinación de 180 g·planta⁻¹ de vermicompost y 50 g·planta⁻¹ de sustancias húmicas produjo el mayor rendimiento, 216,68 g planta⁻¹, siendo estadísticamente superior a todas las demás combinaciones. En términos de calidad comercial, esta interacción resultó en un rendimiento de 195,01 g·planta⁻¹ en frutos de calidad extra, representando el 90 % del rendimiento total, seguido de un 8 % de frutos de primera calidad y un 2 % de segunda calidad. En contraste, el testigo sin aplicación de materia orgánica alcanzó solo un 5 % de frutos de calidad extra, con un 30 % de frutos de segunda calidad y un 65 % de tercera calidad (Cuadro 4).

Cuadro 3. Principales características físicas y organolépticas de fresa cv. San Andreas bajo tratamientos de vermicompost (V) y sustancias húmicas (SH).

| Tratamientos | | Características físicas y organolépticas | | | | | |
|--------------|-----|--|------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------|
| V | SH | Peso fruto (g) | Diámetro de fruto (mm) | MS ¹ fruto (%) | SST ² (°Brix) | Acidez titulable (% ac. cítrico) | pH |
| 0 | 0 | 18,2 ± 0,35 e | 25,0 ± 0,45 g | 8,5 ± 0,29 e | 6,1 ± 0,27 e | 0,92 ± 0,01 a | 3,00 ± 0,08c |
| 0 | 50 | 24,8 ± 0,35 c | 33,5 ± 0,45 d | 10,3 ± 0,29 bcd | 7,0 ± 0,27 bcde | 0,78 ± 0,01 cd | 3,30 ± 0,08 abc |
| 0 | 100 | 24,2 ± 0,35 c | 30,4 ± 0,45 e | 10,0 ± 0,29 bcd | 6,6 ± 0,27 cde | 0,84 ± 0,01 bc | 3,25 ± 0,08 bc |
| 90 | 0 | 20,3 ± 0,35 d | 27,5 ± 0,45 f | 9,1 ± 0,29 de | 6,3 ± 0,27 de | 0,88 ± 0,01 ab | 3,15 ± 0,08 bc |
| 90 | 50 | 25,8 ± 0,35 bc | 40,6 ± 0,45 b | 11,0 ± 0,29 abc | 7,8 ± 0,27 abc | 0,71 ± 0,01 de | 3,38 ± 0,08 abc |
| 90 | 100 | 25,0 ± 0,35 bc | 38,3 ± 0,45 c | 10,6 ± 0,29 bc | 7,6 ± 0,27 abcd | 0,75 ± 0,01 de | 3,32 ± 0,08 abc |
| 180 | 0 | 21,6 ± 0,35 d | 28,1 ± 0,45 f | 9,6 ± 0,29 cde | 6,5 ± 0,27 cde | 0,85 ± 0,01 abc | 3,20 ± 0,08 bc |
| 180 | 50 | 30,5 ± 0,35 a | 44,5 ± 0,45 a | 12,2 ± 0,29 a | 8,6 ± 0,27a | 0,55 ± 0,01 f | 3,65 ± 0,08 a |
| 180 | 100 | 26,6 ± 0,35 b | 41,2 ± 0,45b | 11,3 ± 0,29 ab | 8,2 ± 0,27 ab | 0,68 ± 0,01 e | 3,40 ± 0,08ab |
| CV | | 2,51 | 2,26 | 4,9 | 6,43 | 3,13 | 4,11 |
| p V | | <0,0001 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | <0,0001 | 0,0076 |
| p SH | | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0004 |
| p V*SH | | 0,0004 | <0,0001 | 0,6652 | 0,1889 | 0,0003 | 0,5815 |

¹MS materia seca. ²SST sólidos solubles totales. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, según prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

La aplicación de abonos orgánicos, como el vermicompost, mejora la fertilidad del suelo a nivel físico, químico y biológico, lo que tiene un impacto indirecto positivo sobre el rendimiento de las plantas (Arancon *et al.*, 2006). Por su parte, las sustancias húmicas estimulan el metabolismo de las plantas, promoviendo una mayor respiración, actividad enzimática y síntesis proteica, actuando como bioestimulantes que aceleran los procesos bioquímicos clave para el crecimiento (Peña *et al.*, 2004; Veobides *et al.*, 2018).

Los resultados en esta investigación se encuentran dentro del rango de lo reportado en otros estudios, aunque en muchos casos, los rendimientos fueron superiores. Oliva *et al.* (2018) reportaron un rendimiento entre 967,83 y 978,31 g·planta⁻¹ en fresa cv. San Andreas bajo diferentes distanciamientos de siembra. Yanan *et al.* (2018), al evaluar el impacto de diferentes niveles de vermicompost, obtuvieron rendimientos que variaron entre 28 y 95 g·planta⁻¹. Asimismo,

Saygi (2022) reportó 408 g·planta⁻¹ en fresa cv. Albión con la aplicación de vermicompost, mientras que Kilic *et al.* (2022) encontraron un rendimiento de 190,61 g·planta⁻¹ con vermicompost en fresa cv. Albión. Finalmente, Mena *et al.* (2017), al emplear una fórmula de abonamiento completamente orgánica, alcanzó un rendimiento de 192 g·planta⁻¹ en fresa cv. Selva, con un 6,94 % de frutos de calidad extra.

Las correlaciones indican relaciones directamente proporcionales, altas y significativas entre los parámetros de calidad y el rendimiento (Figura 2). De estas relaciones, resaltan el peso y el diámetro del fruto, y AT. Asimismo, el índice de clorofila (asociada a la capacidad fotosintética de la planta), y la MO (relacionada con la riqueza microbiológica del suelo y la disponibilidad de N), mostraron relaciones positivas altamente significativas (Figura 2), que evidencian la importancia de la interacción suelo-planta sobre el rendimiento del cultivo.

Cuadro 4. Calidad comercial de frutos de fresa cv. San Andreas con aplicación de vermicompost (V) y sustancias húmicas (SH).

| Tratamientos | Rendimiento (g·planta ⁻¹) | | Calidad comercial ¹ | | | | | |
|---------------|--|-----------------|--------------------------------|----|------------------------|----|------------------------|----|
| | | | Extra | | Primera | | Segunda | |
| | V | SH | g·planta ⁻¹ | % | g·planta ⁻¹ | % | g·planta ⁻¹ | % |
| 0 | 0 | 130,21 ± 0,35 i | 6,51 | 5 | 39,06 | 30 | 84,64 | 65 |
| 0 | 50 | 180,24 ± 0,35 e | 126,17 | 70 | 36,05 | 20 | 18,02 | 10 |
| 0 | 100 | 166,30 ± 0,35 f | 74,84 | 45 | 58,21 | 35 | 33,26 | 20 |
| 90 | 0 | 151,95 ± 0,35 h | 24,31 | 16 | 68,38 | 45 | 59,26 | 39 |
| 90 | 50 | 185,45 ± 0,35 c | 152,07 | 82 | 22,25 | 12 | 11,13 | 6 |
| 90 | 100 | 182,36 ± 0,35 d | 145,89 | 80 | 23,71 | 13 | 12,77 | 7 |
| 180 | 0 | 155,28 ± 0,35 g | 45,03 | 29 | 62,11 | 40 | 48,14 | 31 |
| 180 | 50 | 216,68 ± 0,35 a | 195,01 | 90 | 17,33 | 8 | 4,33 | 2 |
| 180 | 100 | 190,32 ± 0,35 b | 161,77 | 85 | 19,03 | 10 | 9,52 | 5 |
| CV | | 0,35 | | | | | | |
| <i>p</i> V | | <0,0001 | | | | | | |
| <i>p</i> SH | | <0,0001 | | | | | | |
| <i>p</i> V*SH | | <0,0001 | | | | | | |

¹Calidad comercial de acuerdo con lo establecido en la NTP 011:011 (INACAL, 2019). Letras distintas entre tratamientos indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, según prueba de comparación múltiple de Tukey (*p*≤0,05).

Evaluaciones en el suelo. En los suelos de las zonas áridas, es común encontrar niveles deficientes de MO y N, debido a la limitada edafización, los que, en condiciones de escasez de precipitaciones, experimentan una formación incipiente (Quiroga y Bono, 2012). En este estudio no se registraron efectos significativos

debidos a la interacción de los factores en estudio, es decir, el vermicompost y las sustancias húmicas (Cuadro 5). A nivel de efectos principales del factor vermicompost, se observa que existen diferencias significativas en los parámetros edáficos evaluados. En cuanto al efecto principal de las sustancias húmicas, no se detectaron

diferencias significativas, con excepción de la CE, donde se evidencian diferencias entre los niveles utilizados (Cuadro 5).

La incorporación de vermicompost al suelo aumenta principalmente la materia orgánica, lo que favorece la formación de agregados, la estabilidad estructural, el complejo de intercambio catiónico, la retención de humedad y la actividad microbiana, lo que contribuye a la mejora global de la calidad del suelo (Shehata *et al.*, 2011; Yanan, 2018). Por su parte, las sustancias húmicas mejoran las características físico-químicas y

biológicas del suelo, contribuyendo significativamente a la fertilidad, estimulan la transferencia de micronutrientes a las plantas, favorecen el desarrollo de la microflora del suelo, y aumentan la capacidad de retención de humedad, la temperatura del suelo, y la CIC (Tagliavini *et al.*, 2005; Veobides *et al.*, 2018). También actúan como agentes quelantes, mejorando la solubilización de nutrientes minerales y proporcionando carbohidratos a los microorganismos del suelo (Peña *et al.*, 2004).

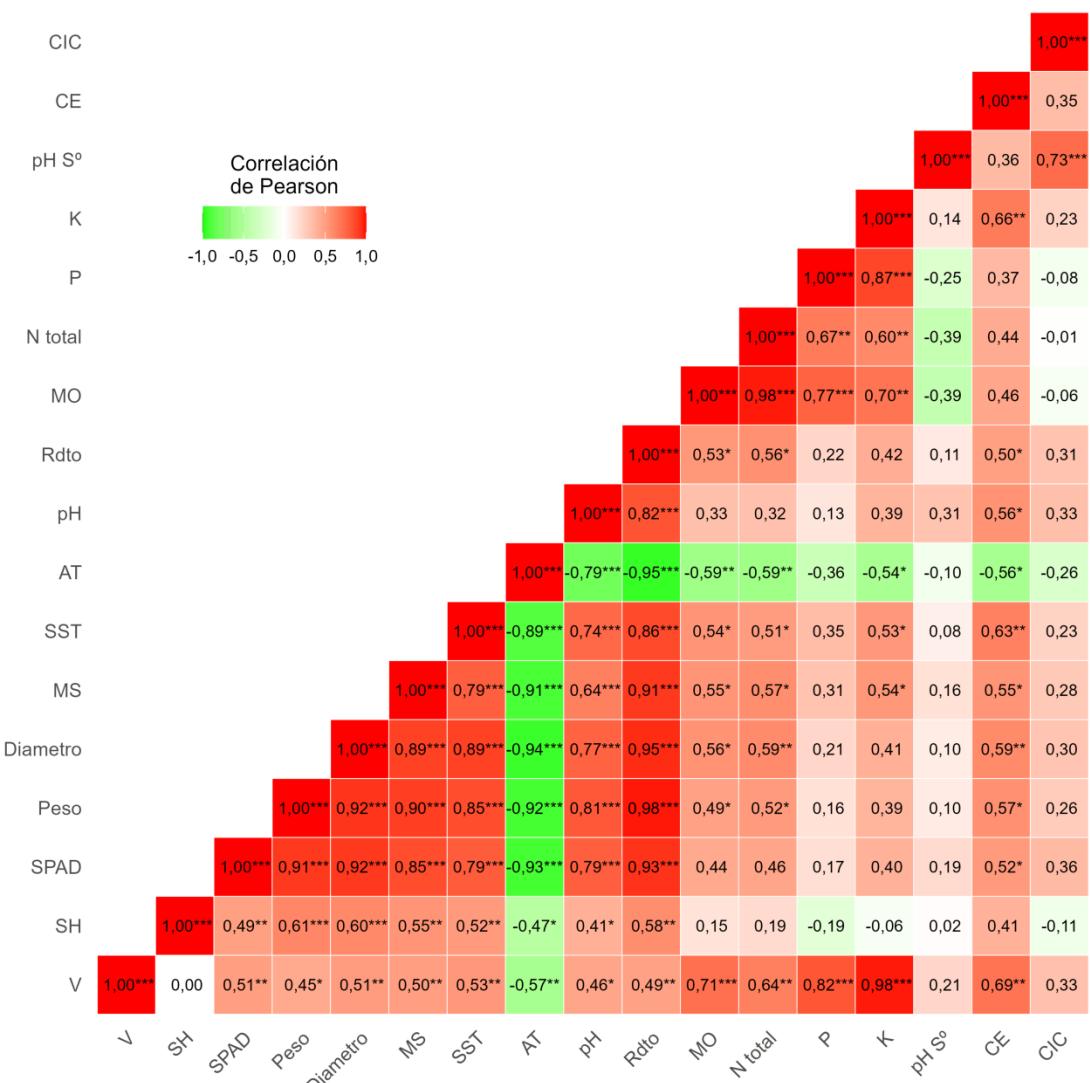


Figura 2. Análisis de correlación de Pearson entre las variables de estudio. V: vermicompost; SH: sustancias húmicas; MS: materia seca; SST: sólidos solubles totales; AT: acidez titulable; Rdto: rendimiento comercial; MO: materia orgánica; N: nitrógeno; P: fósforo; K: potasio; pH S°: pH del suelo; CE: conductividad eléctrica; CIC: capacidad de intercambio catiónico. ***: $p \leq 0,001$; **: $p \leq 0,01$; *: $p \leq 0,05$.

Los resultados de este estudio difieren de los reportados por otros autores. Mena *et al.* (2017), al aplicar abonamiento totalmente orgánico, reportaron un 5 % de MO, un pH de 6,79, una CE de 1,1 dS·m⁻¹, 69.43 ppm de P y 276 ppm de K. Por su parte, Sarmiento *et al.* (2019), al estudiar la incorporación del abono orgánico conocido como bocashi en la Irrigación Majes, encontraron valores de MO del 1,36 %, pH entre 7,45 y 7,64, y CE entre 0,34 y 0,87 dS·m⁻¹. Respecto a las correlaciones entre los parámetros edáficos y el rendimiento comercial (Figura 2), la MO, N total y CE del suelo mostraron una relación positiva y significativa con la variable rendimiento comercial, indicando que estos parámetros tienen una alta incidencia y se deben de controlar durante el manejo del cultivo a fin de favorecer un buen desarrollo y la producción de frutos.

En cuanto al contenido de materia seca, la combinación de 180 g·planta⁻¹ de vermicompost y 50 g·planta⁻¹ de sustancias húmicas también registró el valor más alto (12,2 %), significativamente superior al testigo y a estudios cuyos valores oscilaron entre 7,6 % y 9,66 % (Mena *et al.*, 2017; Sarmiento *et al.*, 2019). Este parámetro, altamente correlacionado con el rendimiento ($r=0,91$; $r^2=0,83$; Figura 2), refleja la acumulación de carbohidratos, proteínas y compuestos estructurales en el fruto, y está asociado a una mayor eficiencia fotosintética y mejor adaptación a condiciones de estrés (Shehata *et al.*, 2011; Saygi, 2022). La elevada materia seca en los tratamientos con vermicompost y sustancias húmicas, podría deberse a la liberación progresiva de nutrientes y al estímulo de rutas metabólicas secundarias, impulsadas por la actividad microbiana del suelo y la bioactividad de los compuestos orgánicos aplicados (Arancon *et al.*, 2006; Aali *et al.*, 2024).

Respecto a los parámetros organolépticos, la mayor concentración de sólidos solubles totales se obtuvo también en el tratamiento con 180 g/planta de vermicompost y 50 g·planta⁻¹ de sustancias húmicas (8,6 °Brix), mientras que la AT fue menor en los tratamientos con insumos orgánicos, siendo observado el valor más alto en el testigo (0,92 %). Esta combinación no solo mejora el contenido de azúcares -principalmente glucosa y fructosa, responsables del sabor dulce-, sino que también reduce la acidez del fruto (Kazemi, 2014), mejorando el perfil sensorial. La relación

SST/AT, indicador clave de dulzor, alcanzó su valor máximo (15,64) con 180 g/planta de vermicompost y 50 g·planta⁻¹ de sustancias húmicas, evidenciando un equilibrio entre dulzor y acidez, deseable para la aceptación del consumidor y los estándares del mercado. Estos valores superan los de Oliva *et al.* (2018) quienes encontraron relaciones SST/AT entre 11,7 y 12,4; mientras que Mena *et al.* (2017), encontraron una relación de 2,01 en un sistema completamente orgánico.

El pH es un indicador de la calidad gustativa del fruto, y los resultados de la presente investigación sugieren que el uso conjunto de vermicompost y sustancias húmicas favorece un pH menos ácido (Cuadro 3), lo que puede contribuir a un mejor sabor del fruto. Estos valores son consistentes con otros estudios. Saygi (2022) reportó un pH de 3,95 en fresa cv. Albión con vermicompost, y 3,56 con gallinaza. Por su parte, Mena *et al.* (2017) obtuvieron un pH de 3,76 con abonamiento orgánico en la cv. Selva, y Kilic *et al.* (2022) informaron valores de pH de 3,55 (ácidos húmicos y fulvicos), 3,63 (vermicompost), y 3,65 (estiércol).

La aplicación conjunta de vermicompost y sustancias húmicas incrementó significativamente la calidad organoléptica de los frutos de fresa cv. San Andreas (Cuadro 3). Esta mejora puede explicarse por una interacción sinérgica entre mecanismos nutricionales, fisiológicos y microbiológicos, que favorecen el desarrollo estructural y funcional del fruto (Sehahata *et al.*, 2011; Mena *et al.*, 2017; Aali *et al.*, 2024).

Rendimiento y calidad comercial. La interacción vermicompost y sustancias húmicas mostró efectos importantes en el rendimiento de los frutos. La combinación de 180 g·planta⁻¹ de vermicompost y 50 g·planta⁻¹ de sustancias húmicas produjo el mayor rendimiento, 216,68 g·planta⁻¹, siendo estadísticamente superior a todas las demás combinaciones. En términos de calidad comercial, esta interacción resultó en un rendimiento de 195,01 g·planta⁻¹ en frutos de calidad extra, representando el 90 % del rendimiento total, seguido de un 8 % de frutos de primera calidad y un 2 % de segunda calidad. En contraste, el testigo sin aplicación de materia orgánica alcanzó solo un 5 % de frutos de calidad extra, con un 30 % de frutos de segunda calidad y un 65 % de tercera calidad (Cuadro 4).

La aplicación de abonos orgánicos, como el vermicompost, mejora la fertilidad del suelo a nivel físico, químico y biológico, lo que tiene un impacto indirecto positivo sobre el rendimiento de las plantas (Arancon *et al.*, 2006). Por su parte, las sustancias húmicas estimulan el metabolismo de las plantas, promoviendo una mayor respiración, actividad enzimática y síntesis proteica, actuando como bioestimulantes que aceleran los procesos bioquímicos clave para el crecimiento (Peña *et al.*, 2004; Veobides *et al.*, 2018).

Los resultados en esta investigación se encuentran dentro del rango de lo reportado en otros estudios, aunque en muchos casos, los rendimientos fueron superiores. Oliva *et al.* (2018) reportaron un rendimiento entre 967,83 y 978,31 g·planta⁻¹ en fresa cv. San Andreas bajo diferentes distanciamientos de siembra. Yanan *et al.* (2018), al evaluar el impacto de diferentes niveles de vermicompost, obtuvieron rendimientos que variaron entre 28 y 95 g·planta⁻¹. Asimismo, Saygi (2022) reportó 408 g·planta⁻¹ en fresa cv. Albión con la aplicación de vermicompost, mientras que Kilic *et al.* (2022) encontraron un rendimiento de 190,61 g·planta⁻¹ con vermicompost en fresa cv. Albión. Finalmente, Mena *et al.* (2017), al emplear una fórmula de abonamiento completamente orgánica, alcanzó un rendimiento de 192 g·planta⁻¹ en fresa cv. Selva, con un 6,94 % de frutos de calidad extra.

Las correlaciones indican relaciones directamente proporcionales, altas y significativas entre los parámetros de calidad y el rendimiento (Figura 2). De estas relaciones, resaltan el peso y el diámetro del fruto, y AT. Asimismo, el índice de clorofila (asociada a la capacidad fotosintética de la planta), y la MO (relacionada con la riqueza microbiológica del suelo y la disponibilidad de N), mostraron relaciones positivas altamente significativas (Figura 2), que evidencian la importancia de la interacción suelo-planta sobre el rendimiento del cultivo.

Evaluaciones en el suelo. En los suelos de las zonas áridas, es común encontrar niveles deficientes de MO y N, debido a la limitada edafización, los que, en condiciones de escasez de precipitaciones, experimentan una formación incipiente (Quiroga y Bono, 2012). En este

estudio no se registraron efectos significativos debidos a la interacción de los factores en estudio. A nivel de efectos principales del factor vermicompost, se observa que existen diferencias significativas en los parámetros edáficos evaluados. En cuanto al efecto principal de las sustancias húmicas, no se detectaron diferencias significativas, con excepción de la CE, donde se evidencian diferencias entre los niveles utilizados (Cuadro 5).

La incorporación de vermicompost al suelo aumenta principalmente la materia orgánica, lo que favorece la formación de agregados, la estabilidad estructural, el complejo de intercambio catiónico, la retención de humedad y la actividad microbiana, lo que contribuye a la mejora global de la calidad del suelo (Shehata *et al.*, 2011; Yanan, 2018). Por su parte, las sustancias húmicas mejoran las características físico-químicas y biológicas del suelo, contribuyendo significativamente a la fertilidad, estimulan la transferencia de micronutrientes a las plantas, favorecen el desarrollo de la microflora del suelo, y aumentan la capacidad de retención de humedad, la temperatura del suelo, y la CIC (Tagliavini *et al.*, 2005; Veobides *et al.*, 2018). También actúan como agentes quelantes, mejorando la solubilización de nutrientes minerales y proporcionando carbohidratos a los microorganismos del suelo (Peña *et al.*, 2004).

Los resultados de este estudio difieren de los reportados por otros autores. Mena *et al.* (2017), al aplicar abonamiento totalmente orgánico, reportaron un 5 % de MO, un pH de 6,79, una CE de 1,1 dS m⁻¹, 69.43 ppm de P y 276 ppm de K. Por su parte, Sarmiento *et al.* (2019), al estudiar la incorporación del abono orgánico conocido como bocashi en la Irrigación Majes, encontraron valores de MO del 1,36 %, pH entre 7,45 y 7,64, y CE entre 0,34 y 0,87 dS m⁻¹. Respecto a las correlaciones entre los parámetros edáficos y el rendimiento comercial (Figura 2), la MO, N total y CE del suelo mostraron una relación positiva y significativa con la variable rendimiento comercial, indicando que estos parámetros tienen una alta incidencia y se deben de controlar durante el manejo del cultivo a fin de favorecer un buen desarrollo y la producción de frutos.

Cuadro 5. Respuesta a nivel de efectos principales de vermicompost y sustancias húmicas sobre las propiedades químicas del suelo en el cultivo de fresa cv. San Andreas con aplicación de vermicompost (V) y sustancias húmicas (SH).

| Tratamientos | | Propiedades químicas del suelo | | | | | | |
|--------------|-----|--------------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|---------------|------------------------|---|
| V | SH | MO ¹ (%) | N (%) | P (mg·kg ⁻¹) | K (mg·kg ⁻¹) | pH | CE ² (dS m) | CIC ³ (cmol kg ⁻¹) |
| 0 | - | 1,73 ± 0,14 b | 0,09 ± 0,01b | 56,76 ± 6,81 b | 503,71 ± 29,11 a | 7,58 ± 0,22 a | 2,35 ± 0,08 b | 9,09 ± 0,81 a |
| 90 | - | 2,16 ± 0,14 ab | 0,11 ± 0,01 ab | 84,48 ± 6,81 a | 814,52 ± 29,11 b | 7,63 ± 0,22 a | 2,63 ± 0,08 b | 10,80 ± 0,81 a |
| 180 | - | 2,37 ± 0,14 a | 0,12 ± 0,01 a | 103,77 ± 6,81 a | 1103,24 ± 29,11 c | 7,79 ± 0,22 a | 2,98 ± 0,08 a | 10,48 ± 0,81 a |
| - | 0 | 1,99 ± 0,14 a | 0,10 ± 0,01 a | 89,29 ± 6,81 a | 831,19 ± 29,11 a | 7,66 ± 0,22 a | 2,51 ± 0,08 b | 10,05 ± 0,81 a |
| - | 50 | 2,16 ± 0,14 a | 0,11 ± 0,01 a | 77,57 ± 6,81 a | 793,69 ± 29,11 a | 7,66 ± 0,22 a | 2,58 ± 0,08 ab | 10,75 ± 0,81 a |
| - | 100 | 2,12 ± 0,14 a | 0,11 ± 0,01 a | 78,15 ± 6,81 a | 796,60 ± 29,11 a | 7,67 ± 0,22 a | 2,88 ± 0,08 a | 9,58 ± 0,81 a |
| CV | | 15,95 | 15,71 | 20,43 | 8,83 | 6,94 | 7,44 | 19,61 |
| p V | | 0,0246 | 0,0375 | 0,0029 | <0,0001 | 0,7900 | 0,0012 | 0,3304 |
| p SH | | 0,6463 | 0,4805 | 0,4260 | 0,6149 | 0,9987 | 0,0217 | 0,6068 |
| p V*SH | | 0,9868 | 0,8668 | 0,9836 | 0,9887 | 0,9990 | 0,0744 | 0,8509 |

¹MO materia orgánica. ²CE conductividad eléctrica. ³CIC capacidad de intercambio catiónico. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, según prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

La aplicación de vermicompost mejoró significativamente el contenido de materia orgánica y nitrógeno total en el suelo, favoreciendo su fertilidad química. Asimismo, elevó de manera significativa las concentraciones de fósforo y potasio, reflejando un aporte directo de nutrientes al suelo. Las sustancias húmicas no generaron cambios significativos en los parámetros químicos evaluados (MO, N, P, K, pH, CE y CIC), lo que sugiere un efecto limitado bajo las condiciones del presente estudio. Se recomienda el uso de vermicompost como una enmienda orgánica eficaz para mejorar las propiedades del suelo y aumentar el rendimiento de fresa cv. San Andreas.

LITERATURA CITADA

1. Aali, N., N. Alemzadeh y S. Morteza. 2024. Development of sustainable strawberry production in closed cultivation systems: Effects of bagasse biochar on morphological and physiological attributes, yield and autotoxic changes. *Journal of Environmental Management* 371: 123100.
2. Arancon, N., C. Edwards y P. Bierman. 2006. Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology* 97(6): 831-840.
3. Bazán, T.R. 2017. Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://n9.cl/xyp21>
4. Dutra, J., J. Nolibos, P. Silva y R. Peil. 2025. Dynamics of nitrogen, phosphorus, and potassium extraction by two strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) grown in substrate. *Horticultura Argentina* 44(113): 32-41. <https://n9.cl/b9lmw7>
5. INACAL. 2019. Norma Técnica Peruana para fresas frescas-NTP 011:011. INACAL. Lima, Perú. 12 p. <https://n9.cl/vx9r>
6. Kazemi, M. 2014. The impact of foliar humic acid sprays on reproductive biology and fruit quality of strawberry. *Thai Journal of Agricultural Science* 47(4): 221-225. <https://n9.cl/l5qfa>
7. Kilic, N., N. Turemis y H. Dasgan. 2021. The effect of fertilizers on crop yield, fruit quality and plant nutrition of organically grown strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Applied Ecology and Environmental Research* 19(3): 2201-2211.
8. Mena, L., J. Sarmiento y P. Camargo. 2017. Impacto del abonamiento integral en el rendimiento y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica. *Scientia Agropecuaria* 8(4): 357-366.
9. Nakielska, M., A.K. Berbeć, A. Madej y B. Feledyn-Szewczyk. 2024. Microbial fertilizing products impact on productivity y profitability of organic strawberry cultivars. *Horticulturae* 10(10): 1112.
10. Neri, D., E. Lodolini, G. Savini, P. Sabbatini, G. Bonanomi y F. Zucconi. 2002. Foliar application of humic acids on strawberry (cv onda). *Acta Horticulturae* 594: 297-302.
11. Oliva, M., J. Oliva y C. Trauco. 2018. Determinación de parámetros fisicoquímicos y productividad de cinco variedades de fresa (*Fragaria* spp.) cultivadas bajo sistema de acolchado en Molinopampa, Amazonas. *Revista de Investigación Agroproducción Sustentable* 2(3): 30-38.
12. Olivera, J. 2012. Cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). In: MINAGRI (ed.). *Manual Técnico de Cultivos Andinos*. INIA. Perú.
13. Peña, E., J. Havel y J. Patocka. 2004. Humic substances-compounds of still unknown structure: Applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *Journal of Applied Biomedicine* 3(1): 13-24.
14. Pergola, M., A. Maffia, G. Carlucci, A. Persiani, A.M. Palese, M. Zaccardelli, G. Altieri y G. Celano. 2023. An environmental y economic analysis of strawberry production in southern Italy. *Agriculture* 13(9): 1705.
15. Quiroga, A. y A. Bono. 2012. Manual de fertilidad y evaluación de suelos. INTA. Argentina.
16. Romero, R., J. Leos, G. Torres y M. Zavala. 2022. Viabilidad económica de la

- implementación de buenas prácticas agrícolas en la producción de cebolla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 19(1): 1-10.
17. Sarmiento, G., M. Amézquita y L. Mena. 2019. Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria* 10(1): 55-61.
18. Saygi, H. 2022. Effects of organic fertilizer application on strawberry (*Fragaria vesca* L.) cultivation. *Agronomy* 12: 1233.
19. Shehata, S., A. Gharib, M. Mohamed, A. El-Mogy, K. Gawad y A. Emad. 2011. Influence of compost, amino y humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(11): 2304-2308. <https://n9.cl/93h67>
20. Taco, D., L. Mena y L. Zegarra. 2024. Comportamiento agronómico y rentabilidad de híbridos de *Capsicum annuum* L. cv. Ancho San Luis cultivados en campo abierto en Perú. *Chilean Journal of Agricultural y Animal Sciences (ex Agro-Ciencia)* 40(1): 23-32.
21. Tagliavini, M., E. Baldi, M. Antonelli, G. Sorrenti, G. Baruzzi y W. Faedi. 2005. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria × ananassa* Duch.) grown in soil and soilless culture. *European Journal of Agronomy* 23(1): 15-25.
22. Veobides, H., F. Guridi y V. Vázquez. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales* 39(4): 102-109. <https://n9.cl/iitm>
23. Yanan, Z., Z. Junxiang, Z. Rui, D. Hongyan y Z. Zhihong. 2018. Application of vermicompost improves strawberry growth y quality through increased photosynthesis rate, free radical scavenging and soil enzymatic activity. *Scientia Horticulturae* 233: 132-140.
24. Yogesh, K., P. Negi, U. Shweta y A. Mishra. 2021. Enhancement in yield and nutritive qualities of strawberry fruits by the application of organic manures and biofertilizers. *Scientia Horticulturae* 283: 110038.

