



**Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Agrarias**

**INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
TESINA DE GRADO**

**Efecto de la aplicación de bioinsumos líquidos y compost  
sobre la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin  
en maceta.**

**Tesista: María Paula Sansoni**

**Mendoza, Argentina  
2023**

**Efecto de la aplicación de bioinsumos líquidos y compost  
sobre la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin  
en maceta.**

**Tesista**

María Paula Sansoni

[paulasansoni98@gmail.com](mailto:paulasansoni98@gmail.com)

**Director**

Ing. Iván Funes Pinter

[ifunespinter@fca.uncu.edu.ar](mailto:ifunespinter@fca.uncu.edu.ar) / [ifunes.pinter@inta.gob.ar](mailto:ifunes.pinter@inta.gob.ar)

**Codirector**

Ing. Gustavo Aliquo

[aliquo.gustavo@inta.gob.ar](mailto:aliquo.gustavo@inta.gob.ar)

**Comisión evaluadora**

Dra. Inés Pilar Hugalde

[hugalde.ines@inta.gov.ar](mailto:hugalde.ines@inta.gov.ar)

MSc. Gabriel Enrique Pisi

[pisi.gabriel@inta.gob.ar](mailto:pisi.gabriel@inta.gob.ar)

Dr. Ernesto Martín Uliarte

[uliarte.ernesto@inta.gob.ar](mailto:uliarte.ernesto@inta.gob.ar)

## RESUMEN

La vid (*Vitis vinífera*) tiene la capacidad de adaptarse a climas secos y a suelos pedregosos con bajo contenido nutricional. Estas características han permitido a esta industria transformarse en una de las principales actividades económicas de la región de Cuyo, posicionando a Mendoza como líder a nivel nacional e internacional. En este contexto ambiental, las altas concentraciones de agroquímicos utilizados en la vitivinicultura constituyen una de las principales fuentes de contaminación del medio ambiente poniendo en riesgo los recursos genéticos de nuestro planeta, la salud nuestros ecosistemas y del hombre.

En respuesta a esta problemática, se llevó a cabo este estudio, donde se evaluó el efecto de bioinsumos líquidos y compost, sobre la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. El objetivo general fue evaluar el efecto de bioinsumos líquidos (biol, té de compost aireado, té de compost no aireado y mezcla de té aireado y no aireado) y compost en la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Para cumplirlo, se buscó (1) evaluar el efecto de la aplicación de bioinsumos líquidos en la fisiología de crecimiento y de fotosíntesis de plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. (2) evaluar el efecto de la aplicación de compost como sustrato en la fisiología de crecimiento y de fotosíntesis de plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas y (3) determinar la combinación de bioinsumos líquidos con compost que produzca mayor mejora fisiológica (crecimiento y fotosintéticas) en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. El ensayo se realizó en un invernadero de la EEA INTA de Mendoza, mediante un diseño factorial en bloques completos al azar. Se aplicaron 6 productos: control (C); biol (B); té de compost aireado (A); té de compost no aireado (N), la mezcla del té aireado y no aireado (M); fertilizante convencional (F) en forma de riego y foliar, en 2 sustratos diferentes: sustrato comercial y compost.

Los resultados obtenidos demostraron que en las variables fisiológicas, largo de brote, área foliar, número de hojas, peso seco, peso fresco, contenido hídrico y concentración de clorofila en peso seco obtuvieron características superiores en las combinaciones que implicaron compost. El área foliar específica y el pH, demostraron que el compost como sustrato posee características superiores al sustrato comercial. Por otro lado, las variables Fv/Fm, concentración de clorofila en peso fresco, concentración de carotenoides en peso fresco y seco, no mostraron diferencias significativas en ningún factor ni en la interacción de ambos. En el Índice de clorofila y la CE la combinaciones con mejores resultados implicaron sustrato comercial. Y finalmente el Plabs indicó una mejoría fisiológica en el sustrato comercial en comparación con el compost. No se logró determinar una combinación (producto y sustrato) idónea que produzca una mejoría fisiológica debido a la variabilidad de los resultados. Sin embargo, hubo dos tratamientos que se destacaron, el SB diluido al 5% fue el producto que mejor fisiología fotosintética presentó en sustrato comercial, mientras que CC presentó mejores resultados en términos de crecimiento (biomasa) en compost. Es importante destacar que en ninguna variable los tratamientos con fertilizante convencional (F) se diferenciaron significativamente del resto de los productos, lo que sugiere la potencialidad de estos, como alternativas sostenibles en la producción vitivinícola local.

Es importante continuar con estudios para profundizar los efectos y frecuencias de las dosis de bioinsumos líquidos y compost para el cultivo de *Vitis vinífera* variedad Chenin. La industria vitivinícola en Mendoza tiene la oportunidad de liderar la transición hacia prácticas agrícolas más sustentables y, al hacerlo, contribuir a la conservación del medio ambiente y la mitigación del cambio climático.

## ABSTRACT

The grapevine (*Vitis vinifera*) has the ability to adapt to dry climates and stony soils with low nutritional content. These characteristics have enabled this industry to become one of the main economic activities in the Cuyo region, positioning Mendoza as a national and international leader. In this environmental context, high agrochemical concentrations used in viticulture are one main source of environmental pollution, endangering genetic resources worldwide, and ecosystem and human health.

Considering the aforementioned, this study evaluated the effect of liquid bioinputs and compost on *Vitis vinifera* var Chenin potted plants. The general objective was to evaluate the effect of liquid bioinputs (biol, aerated compost tea, non-aerated compost tea and mixture of aerated and non-aerated tea) and compost on *Vitis vinifera* var Chenin potted plants. Firstly, we (1) evaluated the effect of liquid bioinputs on *Vitis vinifera* var Chenin potted plants considering growth and photosynthesis. (2) evaluated compost as a substrate on *Vitis vinifera* var Chenin potted plants considering growth and photosynthesis and (3) determined the combination of liquid bioinputs and compost producing the greatest improvement on *Vitis vinifera* var Chenin plants in pots. The trial was conducted in a greenhouse of the EEA INTA of Mendoza, using a randomized complete block factorial design. Six products were applied: control (C); biol (B); aerated compost tea (A); non-aerated compost tea (N), the mixture of aerated and non-aerated tea (M); conventional fertilizer (F) in the form of irrigation and foliar, on two different substrates: commercial substrate and compost.

The results obtained showed how shoot length, leaf area, number of leaves, dry weight, fresh weight, water content and chlorophyll concentration in dry weight resulted best in combinations involving compost. Specific leaf area and pH showed compost substrate had superior characteristics than commercial substrate. On the other hand, the variables Fv/Fm, chlorophyll concentration in fresh weight, carotenoid concentration in fresh and dry weight, showed no significant differences. Considering Chlorophyll index and EC, the best combinations involved commercial substrate. Finally, Plabs indicated a physiological improvement in the commercial substrate compared to compost. An ideal combination (product and substrate) could not be identified due to high result variability of the results. However, there were two treatments that stood out; SB diluted at 5% was the product that presented the best photosynthetic physiology in commercial substrate, while CC presented better results in terms of growth (biomass) in compost. Noteworthy is that for no variable did the treatments with conventional fertilizer (F) differ significantly from the rest of the products, suggesting their potential as sustainable alternatives in local wine production.

Further studies should deepen the effects and doses frequencies of liquid bioinputs and compost for *Vitis vinifera* Chenin var. The wine industry in Mendoza lead a transition towards more sustainable agricultural practices, while contributing to environmental conservation and climate change mitigation.

## AGRADECIMIENTOS

En este momento culmine de mi carrera académica, me siento profundamente agradecida de todas las personas que han sido parte de este gran viaje que hoy se termina.

En primer lugar, quiero expresar mi inmensa gratitud a mis padres, quienes desde el principio me brindaron un apoyo y contención inquebrantable. Su amor y confianza fueron grandes motores que me impulsaron a seguir adelante en momentos de desafío.

A mis hermanos, quienes siempre han sido un ejemplo a seguir, que a pesar de que se encuentren lejos de aquí, siempre estuvieron presentes de alguna u otra manera, los quiero mucho.

A mis amigos/as, quienes no solo compartimos exámenes, horas de cursado juntos/as, sino viajes, risas, nervios y alegrías. Sin ellos, no hubiera podido transitar la carrera como lo hice, fueron un pilar fundamental al que siempre estoy agradecida.

A Santi, que siempre me comprendió y me alentó a seguir. Gracias por compartir este momento conmigo.

A mi director de tesis, Iván, quien siempre estuvo presente, en cada momento al que lo contactaba, él respondía al minuto, sea la hora o día que sea. Desde el primer día que pise el INTA tuvo muy buena predisposición. Gracias por ayudarme en esos momentos donde no sabía cómo seguir, y por hacer posible este momento.

A mi codirector Gustavo e Inés quienes desempeñaron un papel esencial en la clarificación y contextualización de los resultados. Sus experiencias en la materia fueron una brújula confiable que me guió a lo largo de este proceso. A Fede por cumplir un rol fundamental en el inicio de mi tesis y por compartir su sabiduría, enriqueciendo mi camino académico y personal.

A Eva Maure por brindarme apoyo técnico en los análisis estadísticos. Gracias por tu predisposición.

A la EEA INTA Mendoza, por permitirme realizar esta investigación poniendo a disposición los recursos.

Gracias a la Cátedra de Química agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias por brindarnos instrumentos de medición esenciales para mi investigación.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Universidad Nacional de Cuyo por proporcionarme una base sólida de conocimientos y oportunidades de aprendizaje. Me enorgullece poder formar parte de esta institución que me hizo sentir como en casa.

A los profesores que fueron pasando a lo largo de este camino depositando en mí sus saberes.

¡Gracias!

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. HIPÓTESIS.....	5
1.2.OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
2.1. ELABORACIÓN DE ESTACAS Y MACETAS.....	5
2.2. PREPARACIÓN DE BIOINSUMOS.....	5
2.2.1. COMPOST.....	5
2.2.2. BIOINSUMOS LÍQUIDOS .....	6
2.3. PRODUCTOS CONVENCIONALES .....	7
2.3.1. SUSTRATO COMERCIAL .....	7
2.3.2. FERTILIZANTE CONVENCIONAL.....	7
2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	7
2.4.1 APLICACIONES DE LOS PRODUCTOS.....	9
2.5. VARIABLES FISIOLÓGICAS DE CRECIMIENTO .....	9
2.6.VARIABLES FISIOLÓGICAS FOTOSINTÉTICAS .....	11
2.6.5. ANÁLISIS DE SUSTRATO: pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUSTRATO .....	12
2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	13
3. RESULTADOS .....	13
3.1 VARIABLES DE RESPUESTA FISIOLÓGICA (DE CRECIMIENTO).....	13
3.1.1 LARGO DE BROTE Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO.....	13
3.1.2 ÁREA FOLIAR.....	15
3.1.3 ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA .....	16
3.1.4 NÚMERO DE HOJAS .....	17
3.1.6. PESO SECO.....	18
3.1.7. CONTENIDO HÍDRICO .....	19
3.2. VARIABLES FISIOLÓGICAS FOTOSINTÉTICAS.....	20
3.2.1. RENDIMIENTO FOTOSINTÉTICO E ÍNDICE DE RENDIMIENTO .....	20
3.2.2 ÍNDICE DE CLOROFILA.....	21
3.2.3 CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA Y CAROTENOIDES.....	22
3.3 ANÁLISIS DEL SUSTRATO .....	23
3.3.1 pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUSTRATO .....	23
3.4 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PCA).....	24
4. DISCUSIÓN.....	26
5. CONCLUSIÓN.....	30

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

**Figura 1:** Disposición de las macetas en el invernáculo. Se especifica el tratamiento que recibió cada maceta con dos letras y el número que acompaña cada tratamiento corresponde al bloque. CA: compost y té de compost aireado; CB: compost y biol; CC: compost y control; CF: compost y fertilizante convencional; CM: compost y mezcla; CN: compost y té de compost no aireado; SA: sustrato comercial y té de compost aireado; SB: sustrato comercial y biol; SC: sustrato comercial y control; SF: sustrato comercial y fertilizante convencional; SM: sustrato comercial y mezcla; SN: sustrato comercial y té de compost no aireado. .... 8

**Figura 2:** Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable largo de brote en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional..... 14

**Figura 3:** La imagen A corresponde a las plantas en sustrato comercial y la imagen B sustrato compost. Azul: control (C), Amarillo: té de compost Aireado (A), Naranja: té de compost no aireado (N), Rojo: mezcla de té de compost aireado y no aireado (M), Rosa: fertilizante convencional (F); Verde: biol (B)..... 14

**Figura 4:** Velocidad de crecimiento de cada tratamiento, desde la semana 1 a la semana 12 del ensayo, en función del largo de brote. CA: compost y té de compost aireado; CB: compost y biol; CC: compost y control; CF: compost y fertilizante convencional; CM: compost y mezcla; CN: compost y té de compost no aireado; SA: sustrato comercial y té de compost aireado; SB: sustrato comercial y biol; SC: sustrato comercial y control; SF: sustrato comercial y fertilizante convencional; SM: sustrato comercial y mezcla; SN: sustrato comercial y té de compost no aireado..... 15

**Figura 5:** Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable área foliar en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional..... 16

**Figura 6:** Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable área foliar específica en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional..... 16

**Figura 7:** Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable número de hojas en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional..... 17

**Figura 8:** Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable peso fresco en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional..... 18

**Figura 9:** Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable peso seco en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional..... 19

**Figura 10:** Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable contenido hídrico en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional..... 20

<b>Figura 11:</b> Resultados del ANOVA (LDS Fisher, $p < 0,05$ ) de la Índice de rendimiento (Plabs) en cada tratamiento aplicado en plantas de Vitis vinífera variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.....	21
<b>Figura 12:</b> Resultados del ANOVA (LDS Fisher, $p < 0,05$ ) de la Índice de clorofila en cada tratamiento aplicado en plantas de Vitis vinífera variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.....	22
<b>Figura 13:</b> Resultados del prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ) de la Concentración de clorofila (peso seco) en cada tratamiento aplicado en plantas de Vitis vinífera variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.....	23
<b>Figura 14:</b> Resultados del Análisis de Componentes Principales (PCA) representado mediante un Biplot. Se presentan todos los tratamientos implicados en el estudio, cada medida incluyendo pH y conductividad eléctrica del sustrato (CE). CA: compost y té de compost aireado; CB: compost y biol; CC: compost y control; CF: compost y fertilizante convencional; CM: compost y mezcla; CN: compost y té de compost no aireado; SA: sustrato comercial y té de compost aireado; SB: sustrato comercial y biol; SC: sustrato comercial y control; SF: sustrato comercial y fertilizante convencional; SM: sustrato comercial y mezcla; SN: sustrato comercial y té de compost no aireado.....	25
<b>Tabla 1:</b> Factores definidos (producto y sustrato), con cada uno de sus niveles y la unidad experimental del ensayo.....	8
<b>Tabla 2:</b> Resultados obtenidos de mediciones de pH y conductividad eléctrica en el sustrato para cada tratamiento aplicado en planas de Vitis vinífera variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.....	28

# 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la denominada "Revolución Verde" ha impulsado el uso intensivo de agroquímicos en la producción agrícola, incluyendo fertilizantes, insecticidas y herbicidas (Mamani y Filippone, 2018). Estos productos, se utilizan para preservar o incrementar la fertilidad del suelo, mejorar el rendimiento de los cultivos, prevenir pérdidas por plagas, garantizar calidad en las cosechas e incluso mejorar la apariencia estética del producto. Sin embargo, los agroquímicos poseen desventajas, ya que en muchos casos eliminan a especies beneficiosas, como polinizadores y enemigos naturales de las plagas, lo que aumenta las posibilidades de desarrollo de resistencia de estas últimas a los plaguicidas (Cooper y Dobson, 2007).

El efecto de la aplicación de agroquímicos sobre el terreno sembrado, se expande hacia el aire y con mayor perjuicio en aguas subterráneas, ríos y lagos, así como los alimentos cultivados en terrenos donde se han utilizado (Avalos, 2009). De esta manera constituyen una de las principales fuentes de contaminación del medio ambiente poniendo en riesgo la salud del hombre y de los recursos genéticos de nuestro planeta (Rifkin, 2011).

Por otro lado, la agroindustria genera un gran volumen de residuos durante todo el proceso productivo. La incorrecta disposición final de los mismos puede resultar en la contaminación de los ecosistemas y representar un riesgo para la salud humana y animal. Afortunadamente, muchos de estos residuos agroindustriales son de origen orgánico y pueden ser aprovechados de manera beneficiosa. (Muhlack et al., 2018).

La industria vitivinícola es una de las principales actividades económicas de la región de Cuyo, la cual, con los años ha logrado posicionarse a la provincia de Mendoza como líder, tanto en el mercado interno de Argentina como en su calidad de exportador al mundo. Además, concentra el 70% de la producción de vid a nivel nacional, cuyo principal destino es la vinificación, y sólo el 1,3% de la superficie total corresponde a variedades aptas para consumo en fresco o pasas (INV, 2019).

La vid (*Vitis vinífera* L.) es una de las plantas perennes más antiguas cultivadas y bien adaptadas a climas secos, de pocas exigencias edáficas, por lo que se la suelen reservar los terrenos menos productivos: pedregosos, pendientes, a veces pobres en nutrientes (Cara, 2009). Estas características favorecen el desarrollo de dicho cultivo en la provincia de Mendoza, transformándola en uno de los cultivos más importantes en la región de Cuyo.

Existe actualmente un cambio en las preferencias de los consumidores, tanto en el mercado interno como externo, que se inclinan cada vez más hacia la producción orgánica. Este cambio de preferencias también se refleja en la industria vitivinícola de la provincia, donde los productos derivados de la uva orgánica están experimentando un crecimiento notable y se están volviendo cada vez más populares (Jindo et al., 2022).

En este sentido, la agricultura orgánica se trata de un enfoque holístico de la agricultura pues considera la profunda interrelación entre la producción y el ambiente. La agricultura orgánica promueve la protección de los suelos y los cultivos a través de prácticas tales como el reciclado de nutrientes y de materia orgánica (usando compost y coberturas de suelo), las rotaciones de cultivo y el no uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos (Cáceres, 2003). En la actualidad, la producción orgánica busca combinar prácticas ancestrales con tecnologías

modernas y se fundamenta en un manejo integral de los recursos naturales por parte del hombre, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos (IICA, 2015).

Actualmente existe un interés creciente por parte de distintos sectores (especialmente productivos y científicos) en cuanto al origen de los alimentos y la manera de producirlos. Estos interrogantes están atravesados por el concepto de sostenibilidad, que en esencia es la búsqueda del equilibrio entre las esferas socioeconómicas, ecológicas-ambientales y socioculturales (Hernandez, 2021).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas señalan la creciente demanda de productos agrícolas más sostenibles desde el punto de vista ecológico (Jindo et al., 2022). Surge, por lo tanto, la necesidad de contar, por un lado, con sistemas de producción sustentables que respondan a las actuales demandas medioambientales, y por otro, la utilización de productos provenientes de sistemas de tratamientos de grandes volúmenes de residuos (Funes Pinter et al., 2019).

La situación mencionada con anterioridad brinda un mercado importante para los insumos de origen biológico. El mercado de los alimentos está requiriendo insumos que no impacten negativamente en el ambiente, para ser usados en la agricultura, con el fin de que esta actividad sea más sustentable (IICA, 2015).

Por lo tanto, el uso de bioinsumos (biofertilizantes, bioestimuladores o bioplaguicidas) localmente desarrollados, presenta una alternativa valiosa a la problemática presentada (Funes Pinter et al., 2019). Estos pueden reducir las necesidades de fertilizantes sintéticos, pesticidas y fungicidas de un cultivo, así como incrementar el crecimiento de las plantas tras su aplicación en las difíciles condiciones asociadas al calentamiento global (Jindo et al., 2022).

Los bioinsumos son productos de calidad que pueden generar valor agregado y comercialización más justa (Mamani y Filippone, 2018). La elaboración de muchos de ellos se realiza a partir de desechos orgánicos de la agroindustria, por lo que se reutilizan para generar nuevos productos, disminuyendo el impacto de la actividad, cerrando el ciclo de materiales, lo cual convierte este tipo de prácticas en una actividad sostenible (Hernández, 2021).

Estos productos actuales de origen orgánico tienen sus orígenes en aquellos que se desarrollaron a lo largo de la historia a partir de la observación empírica de los procesos y efectos que tenían dichos productos. Pueden ser clasificados desde distintos puntos de vista. Así, por ejemplo, en cuanto a su origen, pueden ser bioinsumos vegetales o microbianos; y en cuanto a su efecto sobre la planta, pueden ser clasificados en dos grandes grupos: biofertilizantes y biopesticidas. Asimismo, en estas categorías pueden identificarse subcategorías, como, por ejemplo, dentro de biofertilizantes se distinguen los de crecimiento, inoculantes microbianos, bioestabilizadores, incluyendo también en este grupo a los abonos orgánicos, humus y guano (Mamani y Filippone, 2018). Al principio, estas tecnologías se usaron principalmente en la agricultura orgánica, y más tarde se adoptaron tanto en sistemas convencionales como integrados.

Según Lozada (2017), los bioinsumos tienen la capacidad de incrementar las funciones metabólicas y fisiológicas de las plantas. Estos productos promueven el desarrollo de la raíz, tallo, hojas, flores y frutos, mejoran la fotosíntesis y protegen contra los daños causados por factores climáticos. Además, contribuyen a mejorar el estado nutricional de las plantas y

mantienen un equilibrio hormonal, lo cual favorece la síntesis biológica de auxinas, giberelinas y citoquininas.

Para (Bolaños, 2018) los bioinsumos ofrecen una variedad de beneficios que incluyen el aumento de la velocidad de crecimiento, el incremento del rendimiento, la promoción de un mayor desarrollo radicular y el aumento de la materia orgánica del suelo. Además, mejoran la calidad del producto cosechado, reducen el estrés de las plantas y proporcionan una mayor resistencia a plagas y enfermedades, entre otros beneficios.

Entre los bioinsumos que pueden utilizarse como sustrato se encuentra el compost (C), abono orgánico sólido que consiste en un proceso biológico donde existe una transformación higiénica de los residuos orgánicos en un material homogéneo y disponible para las plantas, que se produce en condiciones aeróbicas, es decir, en presencia de oxígeno y con una humedad y temperatura adecuada (Azim et al., 2018). Una vez madurado, puede utilizarse para aplicación en forma directa como sustrato para plantas o para la confección de té.

El té de compost es un bioinsumo líquido cuyos ingredientes son compost y agua (Céspedes, 2019). Puede someterse a procesos de aireación denominado como té de compost aireado (A), el cual es un extracto acuoso de compost, extraído sin calor, con alta concentración de oxígeno disuelto, que permite el desarrollo de microorganismos. Por otro lado, el té de compost no aireado (N) consiste en un extracto acuoso, con o sin sustratos agregados, pero sin ser sometido a procesos de aireación (Mac Donnell, 2018).

Tanto A como N son capaces de extraer nutrientes solubles y microorganismos benéficos que sirven como fertilizante o pesticidas para las plantas (Kim et al., 2015). Los organismos presentes en los té son aquellos que ya se encontraban en el compost. Por lo tanto, la calidad del mismo está dada por la calidad del compost que se utilice (Hernández, 2021)

Como último bioinsumo líquido se destaca, el biol (B) considerado como abono orgánico líquido que resulta del proceso de fermentación y descomposición de materiales orgánicos, que activan los microorganismos benéficos del suelo (Chiriboga et al., 2015). El tiempo de descomposición y fermentación para la obtención de B se encuentra en relación con el clima. En climas fríos ocurre entre 75 a 90 días, mientras que en climas cálidos entre 30 a 45 días (INIA, 2008).

Según Lalangui (2022), la aplicación de bioinsumos radiculares es de vital importancia en los cultivos, ya que constituye un factor fundamental para asegurar un buen desarrollo de la plantación y óptimo rendimiento de las cosechas. Entre sus conclusiones se destaca que el suministro de estos productos de origen orgánico en el cultivo de ají mejora las características agronómicas como mayor altura de planta, diámetro del tallo, número de frutos y rendimiento.

Por otro lado, la aplicación foliar, según Acosta Maza (2013), se refiere a la aplicación de una solución nutritiva directamente sobre el follaje de las plantas. Esta técnica complementa la fertilización del suelo o corrige deficiencias específicas durante el desarrollo del cultivo. Es más eficiente que la fertilización del suelo y permite suministrar cualquier nutriente necesario para lograr un rendimiento óptimo. La aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para proporcionar Ca, Mg y S, y los micronutrientes Zn, Fe, Cu, Mn, B y Mb. Además, complementa los requerimientos de N, P y K durante los períodos críticos de crecimiento del cultivo.

En estudios realizados por Funes Pinter, et al., (2019) se analizó el efecto del compost como sustrato y el efecto de bioinsumos líquidos (té de compost y biol) como bioinsumos (biofertilizantes y biocontroladores) en plantas de lechuga en maceta. Los resultados obtenidos fueron que el compost mezcla superó al sustrato comercial fertilizado, presentando mejores condiciones para el crecimiento de lechugas. Las plantas tratadas con biol presentaron valores de biomasa similares a los de un fertilizante comercial, y todos los productos controlaron el crecimiento del patógeno *B. cinerea*. Los resultados indican que estos productos presentan una gran potencialidad para ser utilizados en cultivos.

Por otro lado, Hernández, (2021) evaluó diferentes bioinsumos tales como el té de compost aireado (A), té de compost no aireado (N), mezcla (M) de ambos en una proporción de 1:1 y biol (B) diluido al 10%, para el control biológico de *Botrytis cinerea* en ensayos *in vitro* e *in vivo* en racimos de vid. Los resultados arrojados permitieron concluir que el método de aplicación más conveniente es de forma preventiva, y que es el que mejor controló al patógeno. En el ensayo *in vivo* midió la incidencia y severidad de la podredumbre gris causada por *B. cinerea* en racimos de vid cultivar Cabernet Sauvignon en condiciones de laboratorio. Allí observó que tanto A y M aplicados en forma preventiva disminuyeron la severidad de la enfermedad comportándose de manera similar al producto químico utilizado.

Según la revisión bibliográfica llevada a cabo por Mac Donnell, (2018) la diversidad de microorganismos beneficiosos presentes en el té de compost, así como la presencia de ácidos húmicos, aminoácidos, hormonas naturales y nutrientes como nitrógeno y carbono, tienen un impacto positivo en el crecimiento y la salud de las plantas. Además, este autor, menciona que el compost incrementa la porosidad del suelo, la densidad y aumenta la incorporación de nutrientes por las plantas. El aumento en la estructura del suelo permite la llegada de más oxígeno a las raíces previniendo la producción de toxinas y mejorando la salud de las plantas. También se mejora la retención de agua del suelo eficientizando su consumo. La descomposición de restos vegetales y toxinas se incrementa por el aporte de microorganismos benéficos.

En un estudio realizado por Rivera Contreras (2019), se analizó el uso de biol en un cultivo de ajo (*Allium sativum L.*) para incrementar su rendimiento. El mismo concluye que el biol tiene una gran actividad biológica, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que son un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados, ayudando a incrementar rendimientos en cultivos de ajo.

Por otro lado, Carhuancho (2012) afirma que el biol contiene precursores hormonales como ácido indol acético, giberelinas y vitaminas, que incrementan el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Experiencias en campo, han demostrado que hay mayor respuesta en la aplicación del biol en suelos con baja fertilidad. El biol se realiza de forma artesanal y su contenido nutricional depende del material fermentado anaeróbicamente.

Considerando todo este marco teórico, el presente trabajo, propone evaluar los efectos de la aplicación de bioinsumos líquidos y compost como sustrato en plantas de vid variedad Chenin en macetas, debido a la necesidad de encaminar y transformar una de las industrias principales de la región con una predominante producción convencional, a una producción sustentable que responda a las demandas humanas y medioambientales actuales.

## 1.1. HIPÓTESIS

La aplicación de bioinsumos líquidos y compost mejora la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas.

## 1.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de bioinsumos líquidos (biol, té de compost aireado, té de compost no aireado y mezcla de té de compost aireado y no aireado) y compost en la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas.

## 1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto de la aplicación de bioinsumos líquidos y compost en la fisiología de crecimiento de plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas.

Evaluar el efecto de la aplicación de bioinsumos líquidos y compost en la fisiología de fotosíntesis de plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas.

Determinar la combinación de bioinsumos líquidos con el sustrato compost que produzca mayor mejora fisiológica (crecimiento y fotosintéticas) en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas.

# 2. MATERIALES Y MÉTODOS

## 2.1. ELABORACIÓN DE ESTACAS Y MACETAS

El ensayo se realizó en la EEA Mendoza del Instituto Nacional de Tecnológica Agropecuaria (INTA), ubicada en Mayor Drummond, Luján de Cuyo. Las estacas de *Vitis vinífera*, variedad Chenin se seleccionaron de un cuartel ubicado dentro de la institución. Las estacas binodales tuvieron renovación del corte basal, cortando de manera diagonal por debajo de la primera yema y por encima de la segunda. Posteriormente, los extremos inferiores de las estacas fueron embebidos en la auxina Ácido Indolbutírico (IBA) a 1000ppm (hormona de enraizamiento, Leonardo Rivera, 2014) y colocadas en cama caliente durante 15-20 días hasta lograr el enraizamiento (Sanchez et al., 1998).

Durante el enraizamiento, se prepararon las 84 macetas de 5 L, de las cuales 42 se prepararon con sustrato comercial Cocomix marca Ing. Carluccio y 42 con sustrato compost, en una proporción 2:1 de compost con arena (tierra de embanque) proveniente del mismo predio del INTA. El compost utilizado fue adquirido en la empresa DERVINSa, con orígenes en derivados vínicos.

## 2.2. PREPARACIÓN DE BIOINSUMOS

### 2.2.1. COMPOST

El compost que se utilizó en las macetas fue producido en DERVISA (derivados vínicos), y el mismo fue transportado a la EEA Mendoza, INTA. Por otro lado, el compost que se utilizó para preparar los té, se elaboró previo al inicio del ensayo, mediante pilas volteadas en la EEA

Mendoza, INTA. Para ello se utilizó una mezcla de orujo agotado, guano de cabra, hojas y alfalfa, en una proporción en volumen de 1:1:3:0,5, respectivamente (Funes et al., 2019).

## 2.2.2. BIOINSUMOS LÍQUIDOS

### 2.2.2.1. BIOL

Para la preparación del biol (B), se siguió el procedimiento establecido por la FAO (2013), la cual propone utilizar 10 kg de material vegetal, en principio seleccionando especies con alto contenido de N, 60 L de guano fresco, 3 kg cenizas de madera, 4 kg de bentonita, 500 g cáscara de huevo, 3 kg ceniza de hueso, 5 L leche vacuna, y agua libre de cloro hasta un volumen final de 180 L. El preparado se llevó a cabo en tachos aceituneros de 200 L, con tapa a rosca, el cual poseía un tubo de escape de gases. Se dejó fermentar durante 3 meses y para su utilización se diluyó al 5% (Aguado et al., 2023) tanto en la aplicación foliar como en forma de riego. Todos los materiales necesarios fueron provistos por el INTA EEA Mendoza.

Es importante destacar que durante el proceso de fermentación anaeróbica de B se fueron tomando datos de conductividad eléctrica (CE) y pH para tener un registro de la evolución y poder determinar el momento más adecuado para su aplicación. Se recomienda un pH de 7 (Peñañiel et al., 2015) y una CE que no supere los 3dS/m (Castro et al., 2022).

### 2.2.2.2. TE DE COMPOST AIREADO Y NO AIREADO

El té de compost Aireado (A) y té de compost No Aireado (N) se obtuvo a partir de una suspensión de compost en agua en una proporción de 1:3 (v:v) según Marín et al., (2013). El compost que se utilizó fue el proveniente de pilas del INTA mencionado anteriormente. Se utilizaron tachos de 10L para su preparación. Para el caso de A, el compost se dejó durante 48 horas con aireadores que permiten sostener una concentración adecuada de oxígeno. En cambio, N se mantuvo durante 10 días fermentando, sin la utilización de aireadores. Cada dos días, fue necesario mezclar este último, de manera muy suave con una varilla para homogeneizar (Hernández, 2021).

Una vez finalizado el proceso, se procedió al filtrado de los mismos, donde el líquido obtenido, fue almacenado en bidones y luego se diluyó al 50% para su posterior aplicación radicular. La aplicación foliar se realizó sin dilución (Kim et al., 2015). Es importante destacar que, durante el ensayo, la preparación de A y N se llevó a cabo de manera reiterada, a diferencia de B que se preparó una sola vez debido a su gran volumen y tiempo de preparación.

### 2.2.2.3. MEZCLA DE TE DE COMPOST AIREADO Y NO AIREADO

Una vez preparado A y N, es posible proceder con la preparación de M que constituye un bioinsumo más en el ensayo. Su preparación se llevó a cabo mediante una relación 1:1 (v:v) de A y N ya establecidos y filtrados (Hernández, 2021). En el momento de la aplicación en riego esta mezcla se diluyó al 50% con agua y fue almacenada en bidones correspondientes, así como en la aplicación foliar, en la que no se realizó dilución. Su preparación se realizó reiteradamente durante todo el ensayo.

Todos estos productos aplicados fueron complementados con riegos extras de 200 mL de agua para todas las plantas por igual. Esto permitió mantener el sustrato con suficiente humedad durante todo el ensayo para evitar estrés hídrico. Es importante destacar, que el

origen del agua utilizada en el transcurso del ensayo fue de pozo, por lo tanto, se asume que no posee concentraciones de cloro que afecten a los microorganismos presentes en los bioinsumos.

## 2.3. PRODUCTOS CONVENCIONALES

### 2.3.1. SUSTRATO COMERCIAL

Se utilizó el producto Coco mix (Ing. Carluccio & Asociados, Bs. As.) para rellenar las macetas correspondientes al sustrato comercial. Este es un sustrato que combina las cualidades de la turba Sphagnum con las de fibra de coco y perlita. Las macetas se llenaron 100% de su volumen con este producto.

### 2.3.2. FERTILIZANTE CONVENCIONAL

Tal como lo especifica el fabricante, se aplicó el total de la dosis al inicio del ensayo, en simultáneo con la primera aplicación de los bioinsumos en estudio. La dosis final por planta para todo el ciclo fue:

- Hidrocomplex 14 g
- Nitrógeno N 12%,
- Fósforo P 4,8%,
- Potasio K 15%
- Magnesio Mg 1,5%
- Hierro Fe 0,2%
- Calcio Ca 3%
- Azufre S 8%

## 2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental constó de un diseño factorial con bloques completos al azar, donde el primer factor "Sustrato", contó con dos niveles: compost y sustrato comercial. El segundo factor, "Producto" con 6 niveles, el agua que actúa como el Control (C); Fertilizante convencional (F); Té de compost Aireado (A); Té de compost No Aireado (N); Biol (B); y la mezcla de Té Aireado y Te No Aireado (M) (**Tabla 1**).

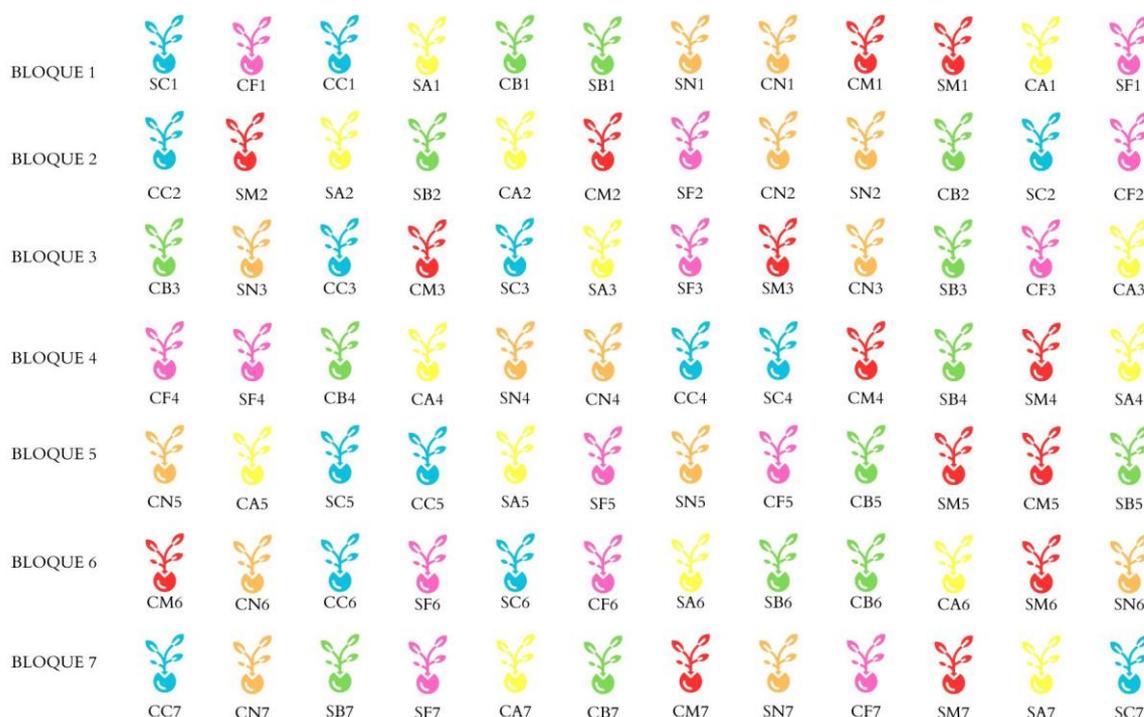
*Tabla 1: Factores definidos (producto y sustrato), con cada uno de sus niveles y la unidad experimental del ensayo.*

Factores	
Producto	Sustrato
C: Control (agua)	S: Sustrato comercial
F: Fertilizante convencional	C:Compost
B: Biol	
A: Té de compost Aireado	

N: Té de compost No Aireado	
M: Mezcla	
<b>Unidad experimental</b>	
Planta de <i>Vitis vinífera</i> variedad Chenin en maceta.	

Como se nombró anteriormente, la combinación de un producto con un sustrato lo denominamos tratamiento, siendo el arreglo factorial  $6 \times 2 = 12$  tratamientos. Se realizaron 7 repeticiones de cada uno (7 bloques), por lo tanto, se necesitó un total de 84 plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin enraizadas y ubicadas dentro del invernadero en la EEA del INTA Mendoza.

En base a la orientación del invernáculo y la luminosidad se bloqueó en sentido perpendicular al recorrido del sol (**Figura 1**) con el objetivo de eliminar la influencia de condiciones climáticas específicas dadas dentro del invernadero. Además, cada bloque definido, posee únicamente estacas provenientes de la misma planta madre de *Vitis vinífera* variedad Chenin logrando así reducir la variabilidad dentro de los bloques.



**Figura 1:** Disposición de las macetas en el invernáculo. Se especifica el tratamiento que recibió cada maceta con dos letras y el número que acompaña cada tratamiento corresponde al bloque. CA: compost y té de compost aireado; CB: compost y biol; CC: compost y control; CF: compost y fertilizante convencional; CM: compost y mezcla; CN: compost y té de compost no aireado; SA: sustrato comercial y té de compost aireado; SB: sustrato comercial y biol; SC: sustrato comercial y control; SF: sustrato comercial y fertilizante convencional; SM: sustrato comercial y mezcla; SN: sustrato comercial y té de compost no aireado.

## 2.4.1 APLICACIONES DE LOS PRODUCTOS

Las aplicaciones de los bioinsumos se realizaron durante el periodo activo de la vid hasta el periodo de cosecha. La primera aplicación (13/12/22), tanto foliar como en riego, se realizó 25 días posteriores al trasplante de las estacas a la maceta y la última aplicación foliar se realizó en la semana 8, mientras que en forma de riego finalizó en la semana 12 (17/03/23).

Las mismas se llevaron a cabo de manera simultánea para cada tratamiento, con una frecuencia de 3 veces por semana. Dos de ellas se realizaron en forma de riego mientras que la restante consistió en aplicación foliar. En ambos tipos de aplicaciones, siempre se respetó el mismo producto en cada planta y la misma cantidad. En los siguientes párrafos se explican ambos tipos de aplicaciones de manera más detallada.

El suministro en forma de riego consistió en 200 mL de los bioinsumos en todas las plantas, donde la variación en concentración depende del producto a aplicar. En el caso de C, se utilizó solo agua de pozo; mientras que en F, se realizó la fertilización por única vez al inicio del ensayo, y luego sus aplicaciones consistieron únicamente en 200 mL de agua de pozo; B se diluyó al 5%; A diluido al 50% con agua de pozo, lo mismo se aplica para N; finalmente para la M también se aplicó 200mL que consiste en un 50% de agua de pozo, un 25% de A y un 25% de N.

Por otro lado, se realizaron aplicaciones foliares, la cual, se llevó a cabo mediante rociadores, donde se aplicó en ambas caras de cada hoja de manera homogénea para cada planta en estudio. El producto utilizado de manera foliar en cada planta, fue el mismo que en la aplicación en forma de riego. Por lo tanto, cada planta recibió siempre el mismo producto, en diferentes formas. El criterio para determinar la cantidad aplicada fue detectar gotas pequeñas que cubrieran de manera homogénea toda la superficie de la hoja (en ambos lados), aumentando la retención y evitando llegar al punto de escurrimiento (García Gaytán, 2013). La aplicación foliar de C y F se basó solamente en agua de pozo, mientras que para el B se aplicó diluido de igual forma que en el riego. El A, N, y M se aplicaron de forma pura sin dilución.

## 2.5. VARIABLES FISIOLÓGICAS DE CRECIMIENTO (RESPUESTA FISIOLÓGICA)

### 2.5.1. LARGO DE BROTE Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Luego de 15 días posteriores al primer suministro de los bioinsumos, se comenzó con las mediciones de largo de brote para asegurar un correcto establecimiento de las plantas. Se midió desde el inicio del brote hasta la yema apical de cada individuo una vez por semana durante todo el ensayo (Sanclemente y Peña, 2008). Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de la planta, se utilizó la medición al finalizar el ensayo.

En el caso de la variable velocidad de crecimiento, se utilizaron las mediciones de largo de brote de la semana 1,4,8 y 12 para analizar la evolución en el tiempo del crecimiento de las plantas de vid en macetas (Trelles Zapata, 2015). Las curvas de velocidad se realizaron mediante el Software Estadístico Excel versión 17.0 2019.

### 2.5.2. ÁREA FOLIAR

El área foliar se determinó mediante el análisis de una regresión, donde en primer lugar, se podaron 4 brotes de individuos de *Vitis vinifera* variedad Chenin, provenientes de un cuartel

ubicado en el INTA (Sanclemente y Peña, 2008). Se midió largo y ancho de cada hoja para determinar su área, la cual fue calculada mediante dos metodologías. En primer lugar, se utilizó el Software ImageJ versión 1.8.0 que calcula a través de una imagen el área foliar. En segundo lugar, se utilizó el método de los 3 discos. Este último, se basa en la extracción de 3 discos de la lámina foliar de cada hoja, sumando un área total de 2,335 cm<sup>2</sup> y permite calcular el área foliar mediante el peso total de la hoja, el peso de los 3 discos y su área total (Pire y Valenzuela, 1995).

$$\text{Área Foliar} = \frac{\text{Peso Lámina Total} \times \text{Área del Disco}}{\text{Peso Promedio de los Discos}}$$

Se realizaron regresiones lineales y exponenciales mediante el software estadístico Excel versión 17.0 2019. Se llevaron a cabo distintas combinaciones entre el largo de nervadura (cm) y entre este último con el ancho de hoja (cm) utilizando los datos de área arrojados por ambos métodos mencionados anteriormente. Se validó aquella ecuación con mayor R<sup>2</sup>.

Posteriormente se midió el largo (sin ser cosechadas) de las correspondientes 84 plantas en estudio. Estos datos obtenidos se plasmaron en la ecuación seleccionada, permitiendo determinar el área foliar total de cada planta de vid.

### 2.5.3. AREA FOLIAR ESPECÍFICA

El área foliar específica (AFE) se calculó para determinar la relación existente entre el tejido foliar fresco (AF) y el peso seco del mismo (PS, Nafarrete Hecht, 2017). Por lo tanto, una vez que se disponía de los datos de AF y PS se realizó el siguiente cálculo:

$$AFE (cm^2 g^{-1}) = \frac{AF (cm^2)}{PS (g)}$$

### 2.5.4. NÚMERO DE HOJAS

Se contabilizó el número de hojas para cada planta presente en el ensayo. La misma se realizó en simultáneo con la medición de largo de hoja para determinar la variable de área foliar detallada en el ítem anterior.

### 2.5.5. PESO FRESCO

En primer lugar, se cosecharon todos los brotes (plantas) implicadas en el ensayo. Luego, se procedió a contabilizar el peso fresco de cada uno, utilizando una balanza digital.

### 2.5.6. PESO SECO

Todos los brotes cosechados y etiquetados, se introdujeron a una estufa durante 48 hs a 70°C hasta obtener peso seco constante (Reséndiz-Melgar et al., 2010) . Posteriormente, se registró el peso seco de cada brote, mediante la misma balanza digital utilizada en la determinación de la variable peso fresco.

### 2.5.7. CONTENIDO HÍDRICO

Con los datos obtenidos en la variable peso fresco y peso seco, se puede obtener el contenido hídrico (CH) de las plantas en estudio. Se calcula como la diferencia entre el peso fresco (PF) y seco (PS), mediante la siguiente fórmula:

$$(CH) (g) = PF (g) - PS (g)$$

## 2.6.VARIABLES FISIOLÓGICAS FOTOSINTÉTICAS

### 2.6.1 RENDIMIENTO FOTOSINTÉTICO E ÍNDICE DE RENDIMIENTO

Los datos de rendimiento fotosintético e índice de rendimiento se obtuvieron mediante el instrumento Pocket Pea Hansatech (Hansatech Instruments Ltd., King's Lynn, Norfolk, England). Se tomaron muestras de la quinta hoja de cada planta, contabilizando desde el ápice. El equipo mencionado brinda diversos datos, entre ellos se encuentra el rendimiento fotosintético (Fv/Fm) de la planta, que indica el estado del fotosistema II (PSII) y puede interpretarse como una estimación de la eficiencia cuántica máxima de la actividad fotoquímica del PSII cuando todos los centros de reacción del PSII estas abiertos (Jimenez-Suancha et al., 2015). Valores menores a 0,85 se traduce en una reducción de la eficiencia fotoquímica del PSII y una perturbación o daños en el aparato fotosintético, es decir, un sometimiento a algún tipo de estrés ya sea biótico o abiótico (Hansatech Instruments Ltd.). Por otro lado, mide el índice de rendimiento o índice potencial fotosintético (Pabs) que puede expresar la capacidad de resistencia al estrés Funes et al., (2022). Previo a la determinación, las hojas fueron aclimatadas por 30 min de oscuridad con pinzas de exclusión de luz para asegurar que todos los centros de reacción estuvieran abiertos (González et al., 2008).

### 2.6.2 ÍNDICE DE CLOROFILA

El índice de contenido de clorofila (ICC), en base a estudios realizados por Funes et al., (2022) se determinó mediante la utilización de un medidor de clorofila (Clorofilio, Cavadevices, Argentina). El mismo hace uso de la absorbancia de luz visible e infrarroja en dos longitudes de onda muy características (660 nm y 940nm). El instrumento calcula el ICC en base a la luz transmitida.

$$\text{Índice de contenido de clorofila} = \frac{\% \text{ Transmitancia en } 940 \text{ nm}}{\% \text{ Transmitancia en } 660 \text{ nm}}$$

$$\text{Transmitancia (\%)} = 100 - \text{Absorbancia (\%)}$$

El contenido absoluto de clorofila por unidad de área se computó en el software de descarga de datos del equipo. Se registró el índice de clorofila de las 84 plantas en estudio.

### 2.6.3. CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA Y CAROTENOIDES PESO FRESCO

Los pigmentos fotosintéticos fueron determinados a partir de la metodología establecida por Funes Pinter et al.,(2023) donde se utilizó 1 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) cada 4 discos extraídos de la quinta hoja tomada desde el ápice de cada planta en estudio. Cada muestra se pesó y se colocó en micro tubos de plástico (Eppendorf) para pruebas centrifugas. Posteriormente, cada una de ellas se colocó en baño maría durante 40 minutos a 70°C.

Finalizado este tiempo, se enfriaron a temperatura ambiente para luego colocarlas en una centrífuga durante 5 minutos a 6000 rpm.

Finalizada la centrifugación, se colocaron en una placa de lectura para luego introducirla dentro del espectrómetro (Cary50 UV-vis Varian Inc., Palo Alto, CA, USA, detector PbSmart NIR). Una vez obtenidas las tablas de las longitudes de onda se procedió a determinar clorofila A, B y carotenoides utilizando las longitudes de onda de 665 nm, 649 nm y 480 nm por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Clorofila A } (\mu\text{g mL}^{-1}) = 12,19x A_{665} - 3,45 x A_{649}$$

$$\text{Clorofila B } (\mu\text{g mL}^{-1}) = 21,99 x A_{649} - 5,32 x A_{665}$$

$$\text{Clorofila total } (\mu\text{g mL}^{-1}) = \text{Clorofila A} + \text{Clorofila B}$$

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{g mL}^{-1}) = \frac{1000 x A_{480} - 2,14 x \text{clorofila A} - 70,16 x \text{clorofila B}}{220}$$

Luego, las variables de clorofila total y carotenoides en  $\mu\text{g mL}^{-1}$  se expresaron en  $\mu\text{ mg}^{-1}$  mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Clorofila total } (\mu\text{g mg}^{-1}) = \frac{\text{Clorofila total } (\mu\text{g mL}^{-1})}{\text{Peso de la muestra } (\text{mg})}$$

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{g mg}^{-1}) = \frac{\text{Carotenoides } (\mu\text{g mL}^{-1})}{\text{Peso de la muestra } (\text{mg})}$$

#### 2.6.4. CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA Y CAROTENOIDES PESO SECO

Los valores obtenidos en el ítem anterior de concentración de clorofila y carotenoides en peso fresco, se expresaron en peso seco, utilizando el porcentaje expresado en gramos de peso seco con respecto al peso fresco de la planta. El valor se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Clorofila total peso seco } (\mu\text{g mg}^{-1}) = \frac{\text{Clorofila total peso fresco } (\mu\text{g mg}^{-1})}{\text{Peso seco } (\text{mg})}$$

$$\text{Carotenoides total peso seco } (\mu\text{g mg}^{-1}) = \frac{\text{Carotenoides total peso fresco } (\mu\text{g mg}^{-1})}{\text{Peso seco } (\text{mg})}$$

#### 2.6.5. ANÁLISIS DE SUSTRATO: pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUSTRATO

Se realizó una suspensión en 1:5 (v:v) de sustrato extraído de las 84 macetas y agua de pozo. Posteriormente se agitó durante 10 minutos para lograr una correcta homogeneización. Luego se filtró y se determinó el pH y conductividad eléctrica (CE) para cada muestra (HACH Pocket Pro Multi 2).

## 2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con comparación de medias, mediante un diseño factorial en bloques completos al azar. Esto permitió estudiar los efectos principales de cada factor y de su combinación.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

$\mu$ : Efecto de la media general.

$\beta_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo bloque.

$\tau_j$ : Efecto del  $j$ -ésimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$ = valor aleatorio, error experimental.

$Y_{ij}$  = Observación en la unidad experimental.

En todos los casos se utilizó el test LDS Fisher con un nivel de significancia menor de 0,05. Previamente a este análisis, se comprobaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Cuando los mismos no lograron cumplirse, se llevó a cabo el test de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). Se utilizó el Software InfoStat versión estudiantil 2017, para llevar a cabo los análisis estadísticos pertinentes. Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para identificar las variables que aportan en mayor medida al análisis e ilustrar la relación entre las mismas.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 VARIABLES DE CRECIMIENTO (RESPUESTA FISIOLÓGICA)

#### 3.1.1 LARGO DE BROTE Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Los resultados respecto a la variable largo de brote sugieren que sí hay diferencias significativas en la combinación del factor producto con el factor sustrato ( $p=0,0001$ ). Es importante destacar, que el bloqueo tuvo un efecto significativo en la variable largo de brote ( $p=0,0050$ ) lo que implica que la variabilidad controlada por el factor bloque tuvo un impacto en las diferencias observadas entre los tratamientos.

En cuanto a la combinación del sustrato compost con los productos, no se observaron diferencias significativas entre CA, CF y CC, siendo este último el que registró el mayor crecimiento ( $100,36 \pm 12,12$  cm). Los demás tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos y presentaron valores menores a CC y CF.

La interacción producto y sustrato comercial con mayor crecimiento fue SB ( $47,31 \pm 8,20$  cm), y al igual que los demás tratamientos no difirió significativamente de SF. Con respecto a SC sí mostró diferencias significativas con SB y SF pero no difirió con los demás productos (**Figura 2**). Si bien, el efecto en el largo de brote es debido a la combinación de los productos aplicados con el sustrato, se puede observar una tendencia del compost, a aumentar la

variable mencionada. En la figura 3, se puede observar el largo de brote en la imagen tomada antes de que las plantas sean cosechadas.

### Largo de brote en plantas de *Vitis vinífera*

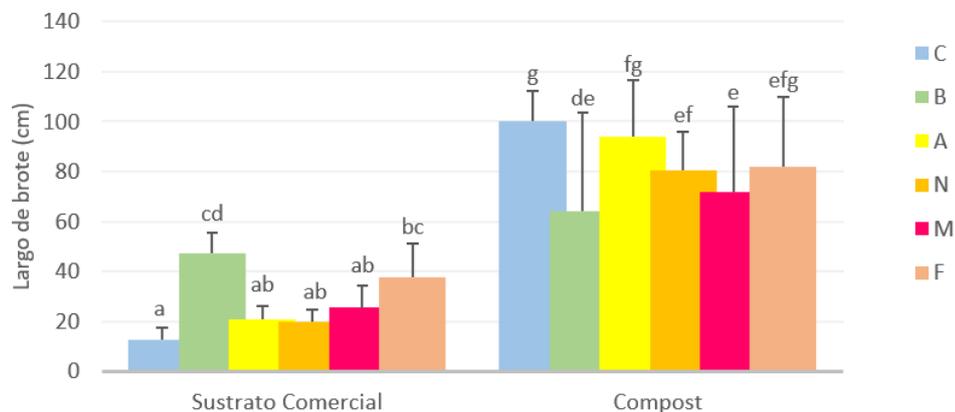


Figura 2: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable largo de brote en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

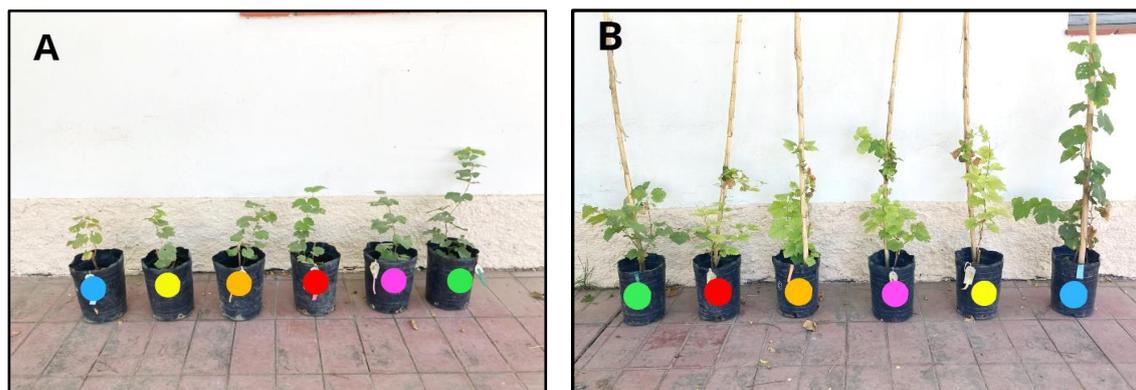


Figura 3: La imagen A corresponde a las plantas en sustrato comercial y la imagen B sustrato compost. Azul: control (C), Amarillo: té de compost Aireado (A), Naranja: té de compost no aireado (N), Rojo: mezcla de té de compost aireado y no aireado (M), Rosa: fertilizante convencional (F); Verde: biol (B).

En cuanto a la velocidad de crecimiento, los resultados estadísticos demostraron que en la semana 1,4,8 y 12 hay un efecto significativo en la combinación de los productos aplicados y el sustrato utilizado ya que los valores de  $p$  son menores a 0,05 en todas las semanas. En la **Figura 4**, se utilizó la media de cada tratamiento para cada semana y se graficó en términos de velocidad de crecimiento. Por lo tanto, se observa un aumento de la misma entre la semana 8 y 12 del ensayo excepto en los tratamientos SC, SN, SM y SF. Los mayores valores registrados corresponden a los tratamientos CC, CA, CF y CN. Por otro lado, entre la semana 4 a 8 se registro un detenimiento en el crecimiento para algunos tratamientos como SC, SA, SM, SN, SF.

## Velocidad de crecimiento (largo de brote) en plantas de *Vitis vinífera*

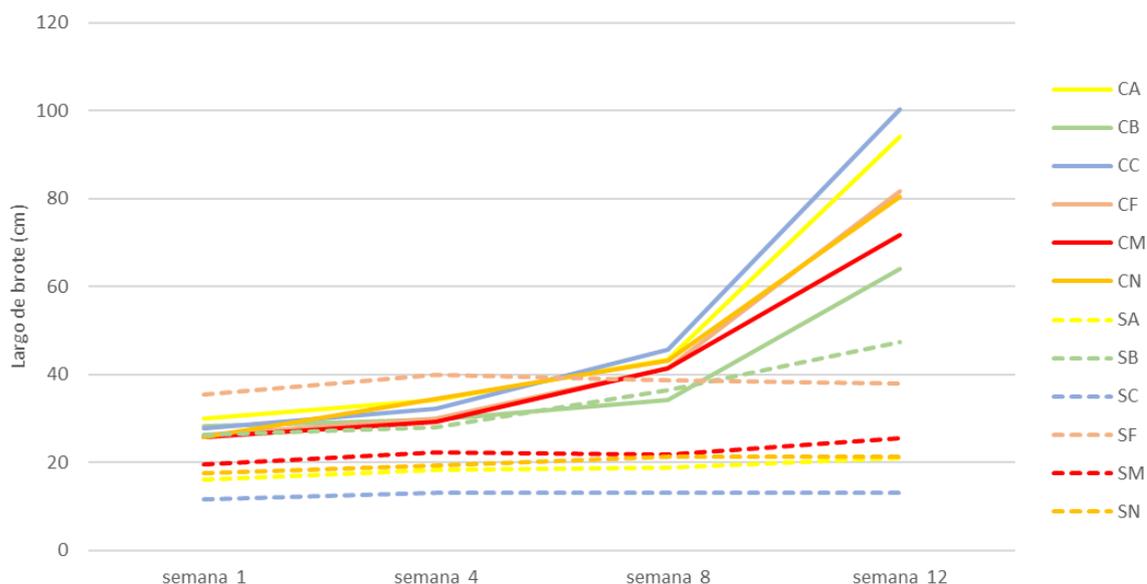


Figura 4: Velocidad de crecimiento de cada tratamiento, desde la semana 1 a la semana 12 del ensayo, en función del largo de brote. CA: compost y té de compost aireado; CB: compost y biol; CC: compost y control; CF: compost y fertilizante convencional; CM: compost y mezcla; CN: compost y té de compost no aireado; SA: sustrato comercial y té de compost aireado; SB: sustrato comercial y biol; SC: sustrato comercial y control; SF: sustrato comercial y fertilizante convencional; SM: sustrato comercial y mezcla; SN: sustrato comercial y té de compost no aireado.

### 3.1.2 ÁREA FOLIAR

La ecuación con mayor  $R^2$ , corresponde a la combinación largo de nervadura (cm) y área foliar ( $\text{cm}^2$ ) obtenida a través de la metodología de los 3 discos. Cabe destacar que la ecuación seleccionada es de carácter exponencial y se ajusta específica y únicamente al cálculo de área foliar para la variedad Chenin de *Vitis vinífera*.

$$y = 5,6029e^{0,3137x} \quad R^2 = 0,9157$$

Esta ecuación seleccionada, permitió obtener datos de área foliar para cada tratamiento, que luego al analizarlos estadísticamente, se concluyó que si existen diferencias significativas en la combinación entre el factor producto y el factor sustrato ( $p=0,0003$ ). Para la combinación de compost con los productos aplicados, se destaca que CC ( $1182,92 \pm 216,78 \text{ cm}^2$ ) registró el valor más alto de área foliar y no difirió significativamente de CF ( $989,13 \pm 338,91 \text{ cm}^2$ ). Los demás tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí y registraron menores valores con respecto a los dos tratamientos mencionados (**Figura 5**).

Con respecto a la interacción sustrato comercial y productos aplicados, SB fue el tratamiento con mayor área foliar ( $625,84 \pm 95,26 \text{ cm}^2$ ), pero no difirió significativamente de SF ( $437,95 \pm 130,2 \text{ cm}^2$ ). Los demás tratamientos no difirieron significativamente entre sí y presentaron valores menores con respecto a los dos tratamientos mencionados anteriormente.

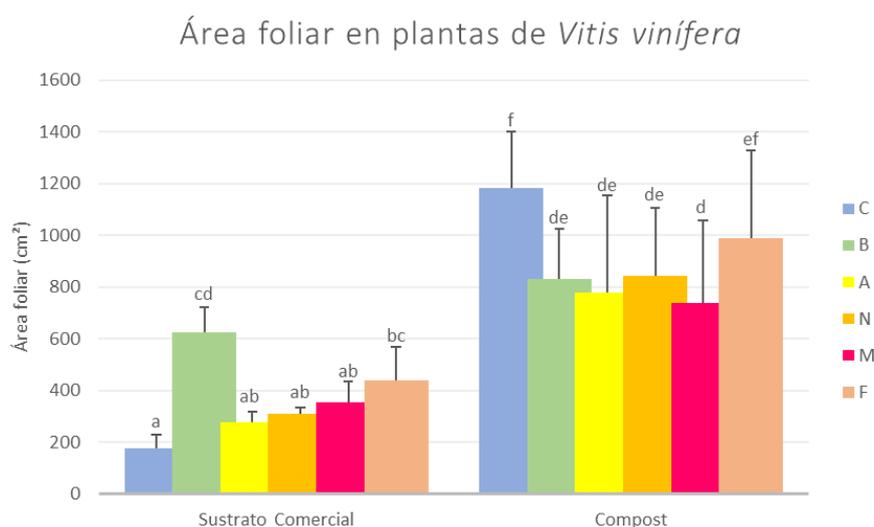


Figura 5: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable área foliar en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.1.3 ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA

Los resultados obtenidos, demostraron que no hay diferencias significativas entre los productos aplicados ( $p=0,8243$ ) y en la combinación entre productos y sustratos ( $p=0,9013$ ). Si difieren significativamente entre sí los sustratos utilizados ( $p=0,0070$ ) y el bloqueo realizado ( $p=0,0373$ ). En la figura 6, se puede observar esta falta de diferimiento entre los productos aplicados en ambos sustratos. Sin embargo, hay un aumento de área foliar específica en el sustrato compost, ya que fue significativamente mayor al sustrato comercial.

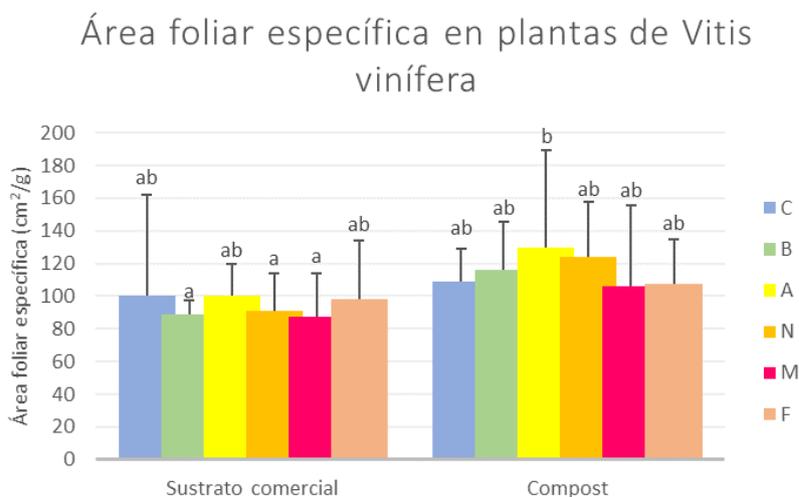


Figura 6: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable área foliar específica en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.1.4 NÚMERO DE HOJAS

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico, demostraron que existe diferencias significativas en la combinación entre el factor sustrato y el factor producto ( $p= 0,0124$ ). Sin embargo, a pesar de que el efecto se debe a la interacción de ambos factores, se observa un efecto individual del factor sustrato, donde el compost incrementó el número de hojas.

En cuanto a la combinación de compost con los productos aplicados, se encontraron diferencias significativas entre CM ( $46,57 \pm 8,73$ ) con CC, CN, CB y CF, siendo este último el que presentó menor cantidad de hojas. Por otro lado, CA ( $43,86 \pm 9,77$ ) fue significativamente mayor a CF y CB aunque no difirió significativamente de CM. A pesar de que hay un efecto de interacción entre el factor producto y sustrato, se observa en la figura 7, que el compost ayuda a incrementar el número de hojas. La combinación sustrato comercial y productos demostró que SB ( $19,29 \pm 2,56$ ) es significativamente mayor a C ( $7,86 \pm 0,90$ ). No hubo diferencias significativas entre los demás tratamientos.

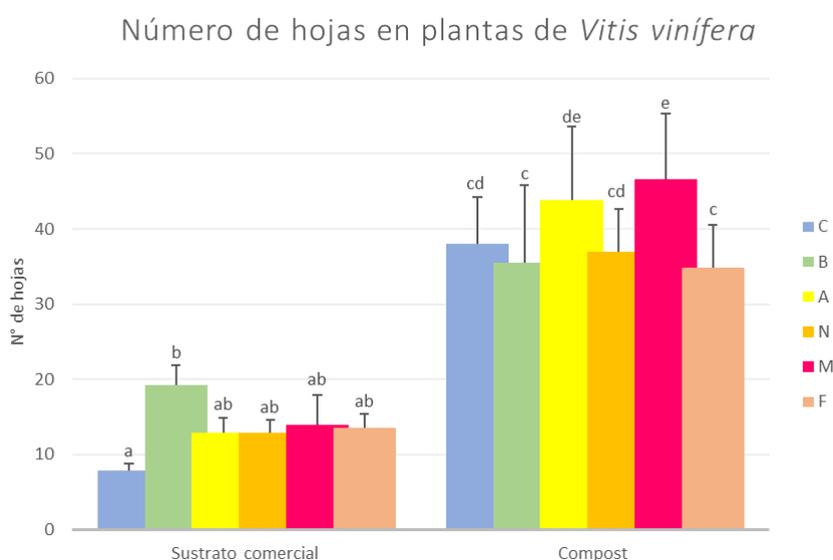


Figura 7: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable número de hojas en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.1.5 PESO FRESCO

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en la combinación del factor producto y el factor sustrato ( $p = < 0,0001$ ). Si bien hubo un efecto en la interacción entre sustrato y producto, se observó mayor peso fresco debido al efecto individual que aporta el sustrato compost.

En cuanto a la combinación de compost con los productos aplicados, todos los tratamientos mostraron valores menores en comparación con CC ( $27,40 \pm 6,47$ ). El mismo no mostró diferencias significativas con CF ( $24,32 \pm 7,45$ ). Los demás tratamientos no mostraron diferencias significativas entre sí (**Figura 8**). En el caso del la combinación del sustrato

comercial con los productos, SB ( $14,53 \pm 2,96$ ) se diferenci6 significativamente de SF ( $8,93 \pm 3,29$ ), de SC ( $4,36 \pm 2,83$ ) y de los dem6s tratamientos.

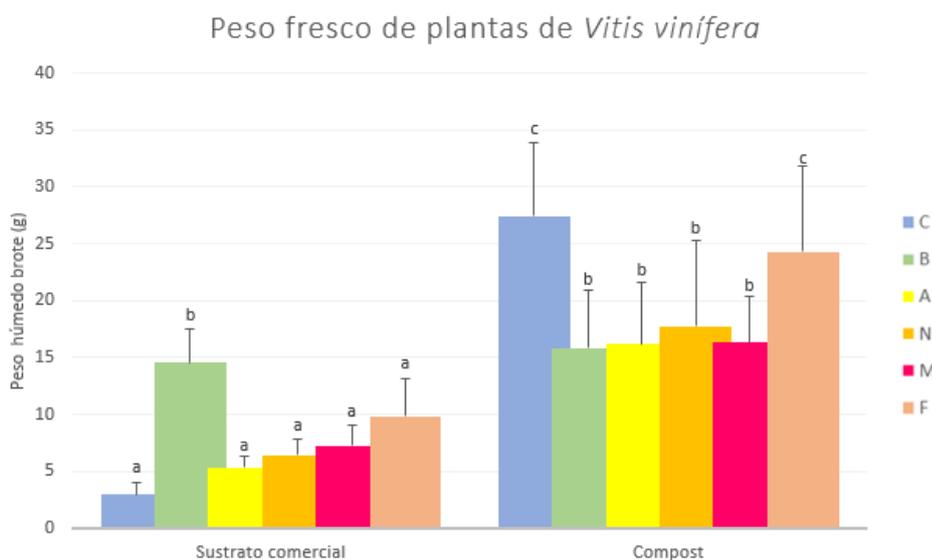


Figura 8: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable peso fresco en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinifera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: t6 de compost aireado; N: t6 de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.1.6. PESO SECO

Para la variable peso seco, se observan diferencias significativas en la combinaci6n del factor producto y el factor sustrato ( $p = 0,0014$ ). A pesar que este efecto se debe a la interacci6n de ambos factores mencionados, se observa un incremento de peso seco debido al efecto individual del sustrato compost.

En la interacci6n compost y productos, CC present6 el valor m6s alto ( $11,09 \pm 2,36$  g) sin diferenciarse significativamente de CF ( $9,07 \pm 2,60$  g). Este 6ltimo no present6 diferencias significativas con CM, CN y BC. Por otro lado, CA, tampoco difiri6 significativamente de estos tres tratamientos mencionados, registrando el menor valor de peso seco que implica compost ( $6,01 \pm 1,27$  g, **Figura 9**).

Con respecto a los tratamientos que implican sustrato comercial, SA ( $2,82 \pm 0,61$  g) fue el 6nico tratamiento que present6 menor valor en comparaci6n con SC ( $3,05 \pm 3,12$  g), aunque ambos no difieren entre s6. El tratamiento SB present6 mayor peso seco ( $7,11 \pm 1,26$  g) y se diferenci6 significativamente de SC y de SF. No se observaron diferencias significativas entre los dem6s tratamientos.

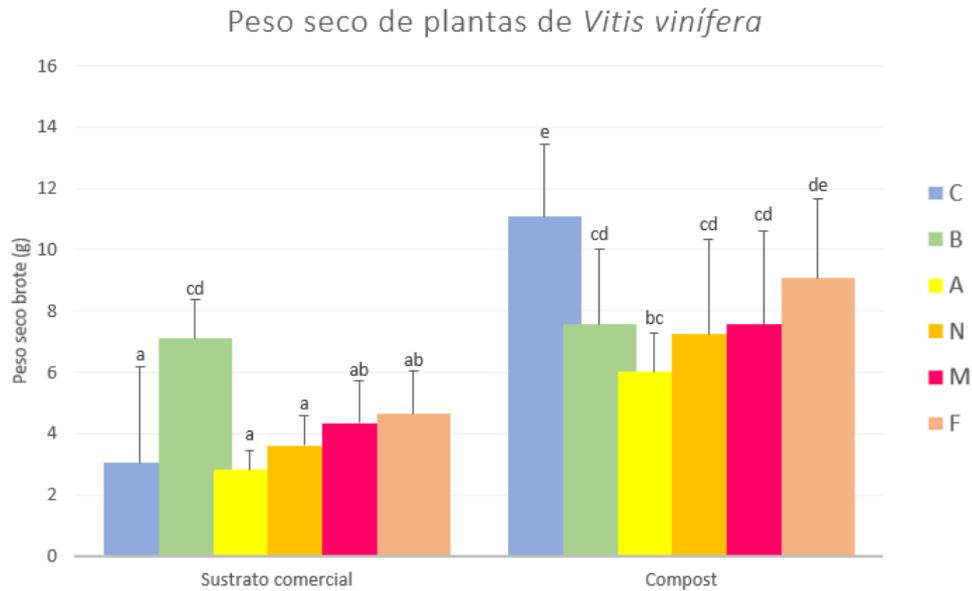


Figura 9: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable peso seco en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinifera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.1.7. CONTENIDO HÍDRICO

Los datos arrojados en el análisis estadístico, muestran que sí hay diferencias significativas en la combinación entre el factor producto y el factor sustrato ( $p < 0,0001$ ). A pesar de que el efecto se debe a la interacción de ambos factores, se observó un incremento de contenido hídrico debido al efecto individual del factor sustrato, siendo mayor en sustrato compost.

En el sustrato compost, se puede observar que no hay diferencias significativas entre CC y CF donde ambos tratamientos registraron los contenidos más altos de humedad ( $16,31 \pm 5,05$  y  $15,25 \pm 5,11$  g respectivamente). En cuanto a CM, CA, CN y CB no mostraron diferencias significativas entre ellos.

Todos los tratamientos implicados con sustrato comercial, registraron valores más altos en contenido hídrico en comparación con SC ( $1,31 \pm 1,24$  g). Con respecto a SB registró el valor más elevado ( $7,42 \pm 1,81$  g) diferenciándose significativamente de los demás, a excepción de SF ( $4,29 \pm 1,93$  g) que no presentaron diferencias significativas entre sí (**Figura 10**).

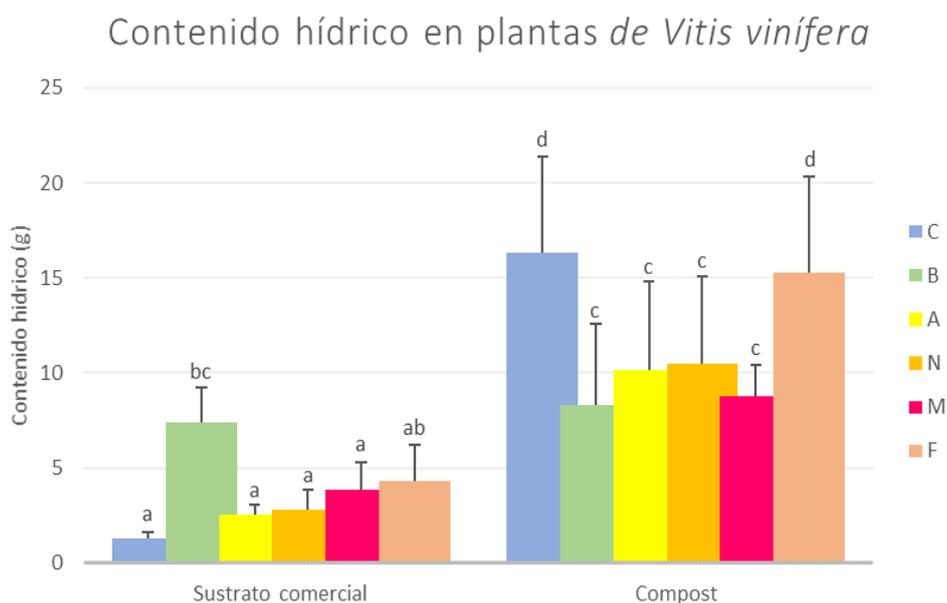


Figura 10: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la variable contenido hídrico en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.2. VARIABLES FISIOLÓGICAS FOTOSINTÉTICAS

#### 3.2.1. RENDIMIENTO FOTOSINTÉTICO E ÍNDICE DE RENDIMIENTO

En cuanto a la variable de rendimiento fotosintético, no se observaron diferencias significativas entre los productos aplicados ( $p=0,8536$ ); entre los sustratos utilizados ( $p=0,0557$ ) y en la combinación de ambos factores ( $p=0,1010$ ). Tampoco el factor bloque mostró diferencias significativas ( $p=0,6323$ ).

Los resultados obtenidos en cuanto al índice de rendimiento o capacidad de resistencia al estrés, mostraron que los productos aplicados no difirieron significativamente ( $p=0,2128$ ), al igual que el bloque ( $p=0,9976$ ) y a la combinación producto y sustrato ( $p=0,0544$ ). Pero sí se observaron diferencias significativas en el sustrato utilizado ( $p < 0,0001$ ). Según la figura 11, el sustrato compost registró de manera significativa índices más bajos en comparación con el sustrato comercial.

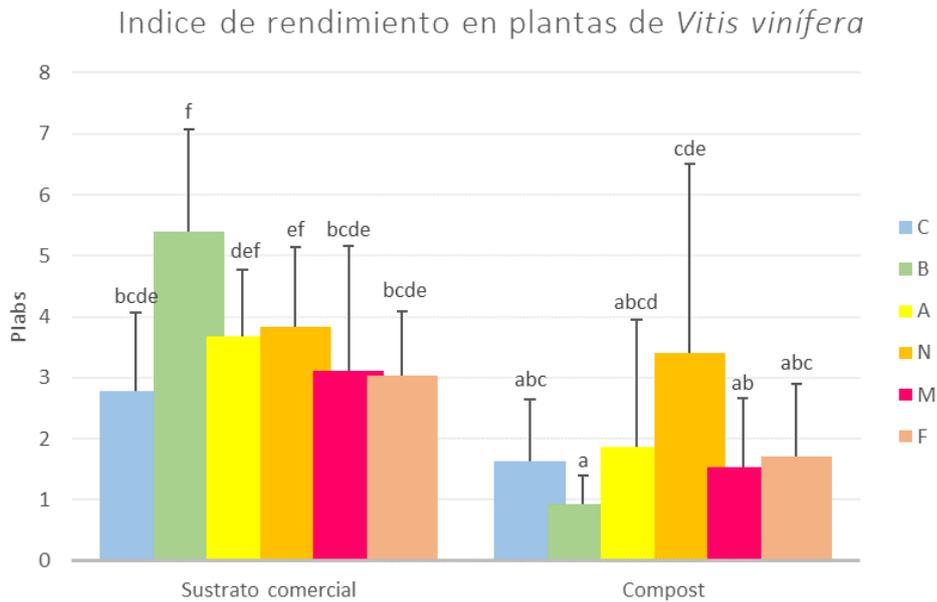


Figura 11: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la Índice de rendimiento (Plabs) en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.2.2 ÍNDICE DE CLOROFILA

Según los resultados estadísticos obtenidos, la combinación entre el factor producto y el factor sustrato mostró diferencias significativas ( $p=0,0006$  respectivamente). Por lo tanto, las diferencias producidas se deben meramente al efecto de la interacción del producto con el sustrato. Sin embargo, se observa una influencia dada por el efecto del factor sustrato, donde el sustrato comercial incrementa el índice de clorofila.

En relación al sustrato comercial, todos los tratamientos reflejaron mejor índice en comparación al SC ( $28,30 \pm 3,76$ ). En cuanto a SF ( $31,67 \pm 3,94$ ) no difirió significativamente de ningún producto a excepción de SB que presenta el índice más alto ( $39,93 \pm 4,47$ ). Además, este último, presenta diferencias significativas con SC.

En el sustrato compost, CB ( $16,98 \pm 3,76$ ) y CM ( $17,64 \pm 5,73$ ) registraron los valores más bajos y se diferenciaron significativamente de CC y CF. Este último, registró el mayor índice ( $31,67 \pm 3,94$ ) entre los tratamientos (**Figura 12**) y no se diferenció de CC, CA y CN.

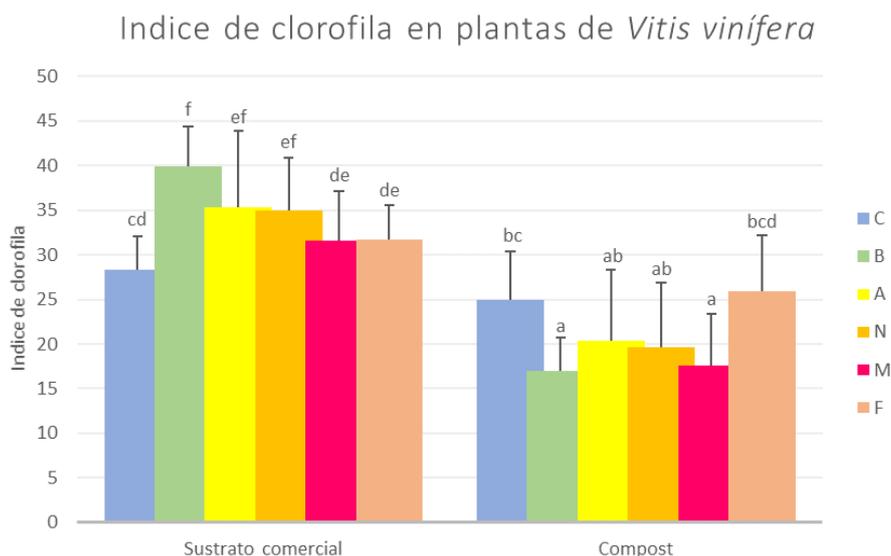


Figura 12: Resultados del ANOVA (LDS Fisher,  $p < 0,05$ ) de la Índice de clorofila en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.2.3 CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA Y CAROTENOIDES

#### 3.2.3.1 CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA EN PESO FRESCO

Según los resultados estadísticos obtenidos, no se observan diferencias significativas entre los productos aplicados ( $p = 0,0825$ ), entre los sustratos utilizados ( $p = 0,7393$ ) y en la combinación de ambos factores ( $p = 0,5289$ ). Por otro lado, el factor bloque tampoco muestra diferencias significativas ( $p = 0,4492$ ).

#### 3.2.3.2 CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA EN PESO SECO

La combinación entre el factor producto y el factor sustrato utilizado mostró diferencias significativas ( $p = 0,0407$ ) en la prueba de Kruskal Wallis. Se observa que en el sustrato comercial todos los tratamientos presentaron concentraciones más altas en comparación con SC ( $2,50 \pm 0,92 \mu\text{g mg}^{-1}$ ) pero únicamente SB ( $5,62 \pm 1,28 \mu\text{g mg}^{-1}$ ) y SM ( $4,99 \pm 1,94 \mu\text{g mg}^{-1}$ ) se diferenciaron significativamente de SC y no difirieron de SF.

Por otro lado, en el sustrato compost, CB difirió significativamente de CF ( $5,40 \pm 4,89$  y  $7,23 \pm 2,39 \mu\text{g mg}^{-1}$ ) siendo este último el que registró una mayor concentración de clorofila. No se observaron diferencias significativas entre los demás tratamientos (**Figura 13**).

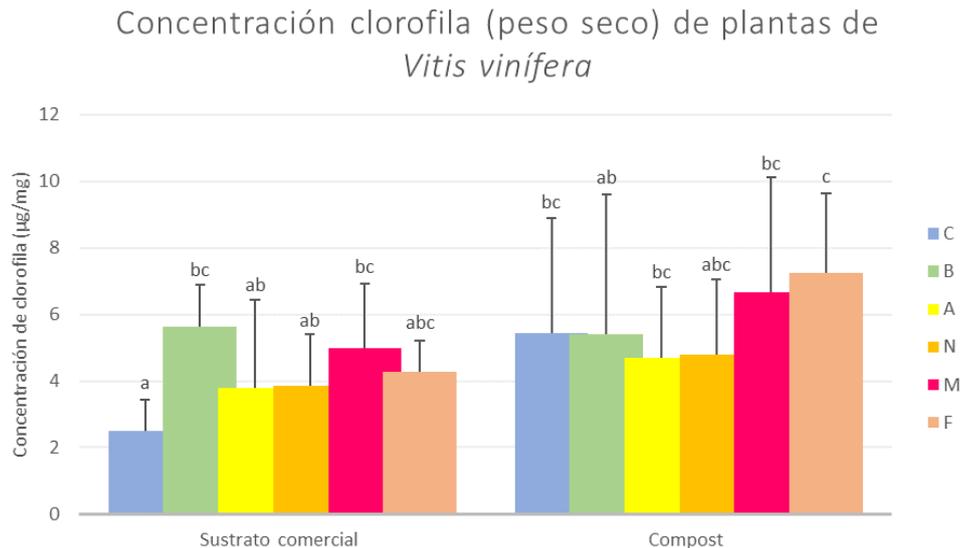


Figura 13: Resultados del prueba de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ) de la Concentración de clorofila (peso seco) en cada tratamiento aplicado en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.

### 3.2.3.3 CONCENTRACIÓN DE CAROTENOIDES EN PESO FRESCO

Los resultados obtenidos, muestran que no se observan diferencias significativas entre los productos aplicados ( $p=0,0606$ ), en los sustratos utilizados ( $p=0,7706$ ) y la combinación de ambos factores ( $p=0,6313$ ). Tampoco hay diferencia significativa en el factor bloque ( $p=0,0588$ ).

### 3.2.3.4 CONCENTRACIÓN DE CAROTENOIDES EN PESO SECO

Mediante la prueba de Kruskal Wallis se determinó que no hay suficiente evidencia estadística en los datos para afirmar que hay diferencias significativas ( $p=0,2350$ ) en la combinación entre los productos aplicados y el sustrato utilizado. Puede observarse en la figura IV que el sustrato compost presentó en general mayores concentraciones de carotenoides en comparación con el sustrato comercial de manera no significativa.

## 3.3 ANÁLISIS DEL SUSTRATO

### 3.3.1 pH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUSTRATO

Los resultados arrojados en el análisis de varianza (ANOVA) en relación al pH demostraron que no hay diferencias significativas tanto en el factor producto como en la combinación entre el factor sustrato y factor producto ( $p=0,3432$  y  $0,7489$ ). Si se observan diferencias significativas entre los sustratos utilizados ( $p < 0,0001$ ), donde el pH presentó valores más altos en el compost en comparación con el sustrato comercial. El factor bloque tampoco se diferenció significativamente ( $p=0,2235$ ).

Con respecto a la conductividad eléctrica del sustrato, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la combinación entre el factor sustrato y producto

( $p=0,0115$ ) realizado por la prueba de Kruskal Wallis. No se observaron diferencias entre los productos aplicados en el sustrato comercial. Mientras que en el compost el B difirió significativamente del A. Los demás productos no mostraron diferencias significativas (**Tabla 2**).

*Tabla 2: Resultados obtenidos de mediciones de pH y conductividad eléctrica en el sustrato para cada tratamiento aplicado en plantas de Vitis vinífera variedad Chenin en macetas. Letras diferentes indican diferencias significativas de medias. C: control; B: biol; A: té de compost aireado; N: té de compost no aireado; M: mezcla, F: fertilizante convencional.*

Sustrato	Producto	pH	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
Compost	C	8,01 $\pm 0,53^e$	407,57 $\pm 215,74^{ab}$
	B	8,11 $\pm 0,40^e$	375,43 $\pm 095,61^a$
	A	7,94 $\pm 0,24^{de}$	560,71 $\pm 130,66^{bcd}$
	N	8,00 $\pm 0,28^e$	476,57 $\pm 141,39^{abc}$
	M	7,91 $\pm 0,22^{cde}$	513,14 $\pm 185,14^{abcd}$
	F	7,73 $\pm 0,14^{bcde}$	411,86 $\pm 173,57^{ab}$
Sustrato Comercial	C	7,39 $\pm 0,19^{ab}$	487,86 $\pm 204,11^{abcd}$
	B	7,37 $\pm 0,26^{ab}$	786,00 $\pm 317,13^d$
	A	7,59 $\pm 0,86^{abcd}$	753,57 $\pm 361,91^{cd}$
	N	7,54 $\pm 0,20^{abc}$	849,29 $\pm 558,48^{cd}$
	M	7,47 $\pm 0,10^{ab}$	748,29 $\pm 329,53^{cd}$
	F	7,26 $\pm 0,29^a$	627,57 $\pm 226,68^{bcd}$

### 3.4 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PCA)

Para el análisis de componentes principales (PCA), se realizó un gráfico Biplot (**Figura 14**) donde las variables que se acercan al centro del gráfico carecen de información relevante, mientras que aquellas que se alejan del mismo tienden a agruparse según características similares y se acercan a los ejes (componentes) que mejor definen sus características. En función del orden de importancia, se observaron las siguientes variables: largo de brote, área foliar, número de hojas, peso fresco, y humedad las cuales hacen parte del componente principal 1, explicando el 69,1% de la variabilidad (más influyente en el análisis). Por otro lado, la componente principal 2 explica un 15.9% de la variabilidad y se observó que los valores más altos estuvieron dados por las variables Fv/Fm y clorofila ps (peso seco). Por lo tanto, un 85% de la variación total entre los tratamientos fue explicada por la CP1 y CP2.

Asimismo, se detectó una distribución similar entre las variables en el espacio bidimensional. Se destaca un agrupamiento de todas las variables de crecimiento hacia la derecha y aquellas que indican un estrés hacia la izquierda. Estas variables indicadoras de estrés son la CE, Fv/Fm, Plabs y se encuentran agrupadas junto con los tratamientos que implican sustrato comercial. En cambio, las demás variables aglomeradas que no indican un estrés, se reúnen junto con los tratamientos que implican sustrato compost.

Por lo tanto, en la **figura 14** se destacan tres agrupamientos principales de tratamientos delimitados mediante una circunferencia verde. Se observa que en los productos con sustrato

comercial, existe un agrupamiento principal, que excluye al tratamiento SB. Luego se destaca otro agrupamiento de todos los tratamientos con compost hacia la derecha. Cabe destacar, que el pH se ubica con todos los tratamientos con sustrato compost, donde se encuentran las variables de crecimiento. Mientras que la CE, como se nombró anteriormente se agrupa con los tratamientos implicados en sustrato comercial, donde se ubican las variables indicadoras de estrés (Fv/Fm, Plabs).

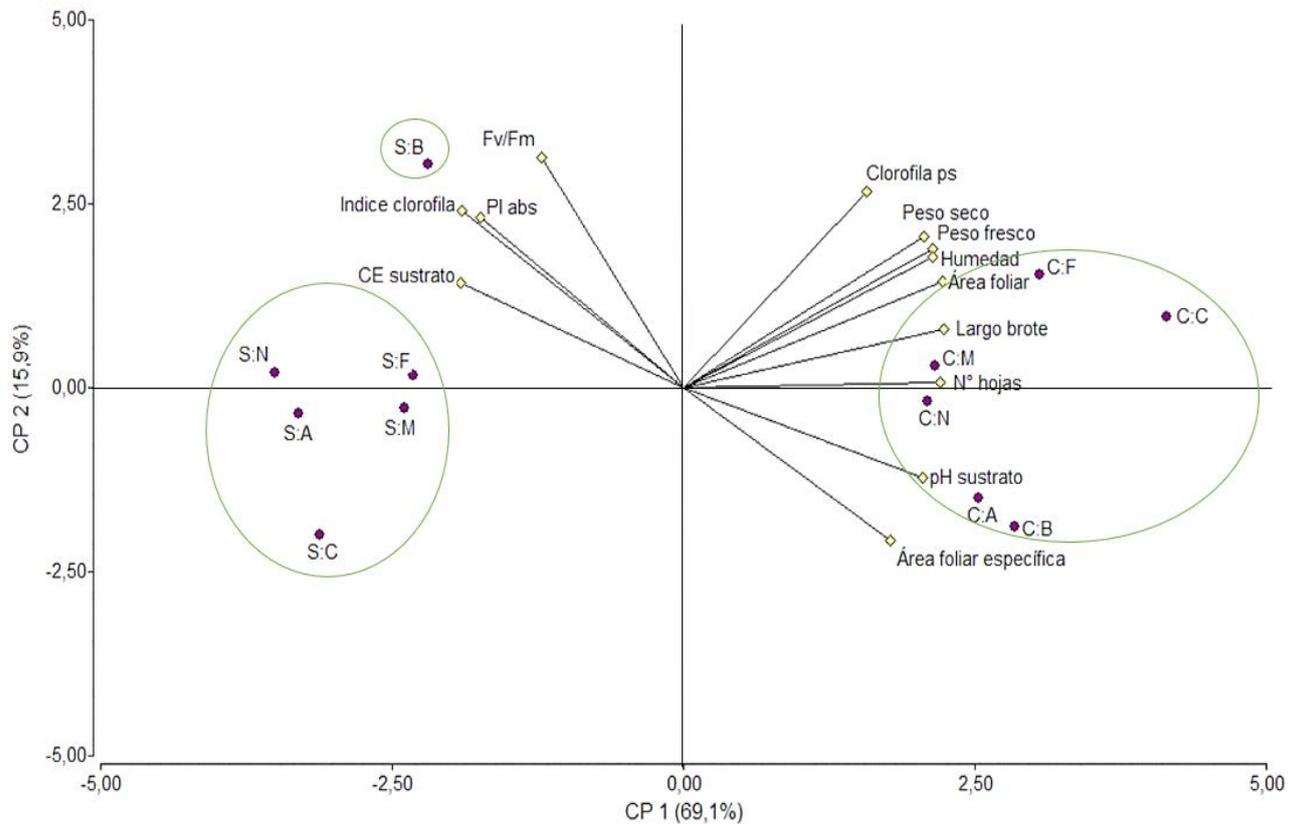


Figura 14: Resultados del Análisis de Componentes Principales (PCA) representado mediante un Biplot. Se presentan todos los tratamientos implicados en el estudio, cada medida incluyendo pH y conductividad eléctrica del sustrato (CE). CA: compost y té de compost aireado; CB: compost y biol; CC: compost y control; CF: compost y fertilizante convencional; CM: compost y mezcla; CN: compost y té de compost no aireado; SA: sustrato comercial y té de compost aireado; SB: sustrato comercial y biol; SC: sustrato comercial y control; SF: sustrato comercial y fertilizante convencional; SM: sustrato comercial y mezcla; SN: sustrato comercial y té de compost no aireado.

## 4. DISCUSIÓN

### Variables fisiológicas de crecimiento

En el presente estudio, se pudo demostrar las diferentes habilidades que tienen los bioinsumos para afectar la fisiología de plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin. Se observó que en las variables de biomasa, el efecto de la interacción entre ambos factores resultó mayor para el compost. Este aumento, se traduce en mayor peso fresco, peso seco, y humedad, lo que concuerda con estudios realizados por Funes Pinter et.al (2019) donde el compost presentó valores de biomasa en lechuga superiores al sustrato comercial incluso con fertilización convencional. Sifatullah et al., (2011) afirmó en su investigación, que el compost puede aumentar la biomasa de cultivos, incrementando la actividad fotosintética, y reduciendo las enfermedades debido a la presencia de bacterias y hongos beneficiosos.

Para las variables de largo de brote, área foliar, número de hojas la combinación entre los productos y el sustrato utilizado, indicaron un efecto significativo. En caso de las interacciones con compost, CC aumentó en mayor medida para el largo de brote y área foliar, sin diferenciarse significativamente de CF, lo que concuerda con Ramos Callisaya (2021) donde su control, que implicaba agua, obtuvo mayor rendimiento en un cultivo de col de Bruselas en comparación con los demás bioinsumos utilizados. Esto sugiere un exceso de conductividad eléctrica (CE) tanto en sustrato como en hojas, traduciéndose en una disminución de largo de brote y área foliar y biomasa en CA, CN, CM y CB. Además, las plantas regadas únicamente con agua al tener mejores resultados, se traduce en que todos los nutrientes fueron tomados del suelo, calificándolo de buena calidad en nutrientes.

En el Análisis de componentes principales (PCA) se ve reflejado lo dicho anteriormente, donde el vector de la CE se encuentra agrupada junto con variables que indican un estrés, lo que se traduce en una relación inversa entre ambas agrupaciones, es decir, si hay un aumento de CE (sales) hay un detenimiento en el crecimiento de las plantas en estudio. Esto concuerda con Bunt (1988), quien afirma que el uso excesivo de sales fertilizantes puede restringir el crecimiento de las plantas, ya sea por estrés hídrico o por toxicidad específica de ciertos iones; ocasionar daños indeseables al follaje (quemaduras); e inclusive la muerte de las plantas.

En cuanto al número de hojas, los tratamientos destacados fueron CM y CA, con los valores más altos registrados sin diferenciarse significativamente entre sí. Además, todos los tratamientos que implicaron compost se diferenciaron significativamente de aquellos tratamientos con sustrato comercial, lo que evidenció que la sinergia entre el compost con los productos aplicados incrementó en mayor medida el número de hojas.

Esto muestra la potencialidad del compost como sustrato, para aumentar esta variable en comparación con el sustrato comercial, lo que concuerda con estudios realizados por Reyes-Paredes et al., (2017) que evaluaron el uso de vermicompost y compost de jacinto de agua en el crecimiento de col morada. Luego de los 60 días, el número de hojas fue superior en plantas fertilizadas con compost, evidenciando que la fertilización orgánica acompañada de un manejo adecuado y condiciones físico químicas del suelo apropiadas, potencia las características genéticas de la especie para incrementar el número de hojas. Por otro lado, D'Eletto et al., (2018) evaluaron el efecto de la incorporación de compost de cama profunda de cerdos en el cultivo de lechuga y observaron que la utilización del mismo, genera un aumento en el número de hojas, además de incrementar el área foliar de las mismas impactando en la productividad del cultivo.

En el caso del área foliar específica (AFE), se observó un efecto individual del factor sustrato, siendo mayor el compost. Estudios realizados por Díaz - Pérez & Camacho-Ferre (2010) informaron de un aumento de AFE, por la presencia de compost en comparación con turba o sustrato habitual de vivero. Además, afirma que menores valores de esta variable, indican que las hojas son más compactas y densas.

La velocidad de crecimiento aumentó en gran medida desde la semana 8 para todos los tratamientos, a excepción de SC, SN, SM y SF. Si bien, este aumento en la tasa de crecimiento se vio en la mayoría de los tratamientos, en CC, CA, CN y CM obtuvieron las tasas más altas. Se destaca que en la semana 8, se dejó de suministrar bioinsumos de manera foliar debido a que se observó un detenimiento en el crecimiento, lo que explica el aumento del mismo luego de esta semana. En estudios mencionados con anterioridad de Ramos Callisaya (2021) se evaluó el efecto de diversos bioinsumos en el rendimiento de un cultivo de col de Bruselas realizando aplicaciones foliares de diversos bioinsumos, donde la frecuencia de suministro fue de 15 días, y a pesar de esta mayor frecuencia, el tratamiento que resaltó mejores resultados en términos de rendimiento fue el Testigo (sin aplicación de bioinsumos). Por lo tanto, es posible que las aplicaciones llevadas a cabo en el presente estudio vía foliar cada 7 días, resultaron excesivas y tóxicas para el caso particular de *Vitis vinífera* variedad Chenin, generando un detenimiento en el crecimiento de las mismas.

El investigador Villalba Toconi (2013) establece diversos factores que afectan a la absorción foliar, de los cuales destaca que la concentración de la solución en la aplicación foliar puede originar concentraciones de sales en la hoja más altas que aquellas encontradas en la solución del suelo. Es por esto que el principal problema en el suministro foliar es la sensibilidad de hojas en altas concentraciones. Como se dijo anteriormente, es probable que esta alta concentración generada en hojas, se haya originado por la elevada frecuencia de aplicación de bioinsumos, lo que provocó mayor acumulación de sales. Además, Molina (2002) sugiere que la calidad del agua utilizada para la dilución de los fertilizantes es de gran importancia ya que tiene influencia en la eficiencia de la aplicación y en la optimización del uso de equipo de dispersión. Por lo tanto, se recomienda estudiar en más detalle la frecuencia de aplicación de las dosis suministradas para cada bioinsumo en el caso particular de *Vitis vinífera* variedad Chenin y la calidad del agua utilizada mediante un análisis químico en laboratorio.

Asimismo, la materia orgánica del compost ayuda a almacenar más humedad mejorando significativamente su fertilidad, además de aportar alimento a microorganismos presentes (FAO, 2002). Por otro lado, la liberación de nutrientes por la transformación del compost en el suelo se adapta a las necesidades de las plantas (Brechelt, 2004). Estas características permitieron aumentar la capacidad de resiliencia frente a la alta acumulación de sales dada hasta la semana 8 por la aplicación foliar y en riego, lo que permitió que luego de la suspensión del suministro foliar, las plantas en compost hayan logrado aumentar la tasa de crecimiento superando al sustrato comercial, es decir, obtuvieron una recuperación más efectiva. Esto concuerda con estudios realizados por Nguyen et al., (2012) donde evaluaron el efecto del compost sobre la disponibilidad de agua y el intercambio gaseoso en tomate durante la sequía y recuperación de las mismas. Sus resultados demostraron que la fotosíntesis y respiración se recuperaron más rápidamente en plantas con compost y además, se registró una recuperación más rápida tras la sequía en plantas con compost. Esto evidencia la capacidad de adaptación a diversas situaciones de estrés que brinda el compost a las plantas.

Es importante destacar que, en el análisis de la CE, el sustrato comercial, mostró mayores conductividades que el compost. Estos hechos contradicen lo dicho anteriormente sobre la CE en compost, aunque estudios realizados por Ansorena et al., (2014) afirman que en sustratos con altas proporciones de compost (materia orgánica) poseen una elevada capacidad de intercambio catiónico como resultado de su alto pH y contenido de humus, lo que implica formas de reserva no disueltas en la solución acuosa del medio de cultivo, las cuales cumplen un rol nutricional muy importante. Estas formas de reservas se pueden encontrar como: óxidos hidratados, sales insolubles o ligadas a la materia orgánica en formas quelatadas como complejos de coordinación, generando valores de CE muy bajos, lo que no corresponde a la disponibilidad para la planta de los mismos. Por lo tanto, es probable que la alta CE en el compost no logró ser registrada, arrojando valores mayores en el sustrato comercial. Es por ello, que se recomienda realizar en otros estudios, análisis de CE que no sean mediante extracción acuosa ya que hay muchos elementos con concentraciones muy próximas al límite de detección de la técnica analítica.

### Variables fisiológicas fotosintéticas

En el PCA, se pudo observar cómo todas las variables de crecimiento se agruparon del lado derecho, mientras que las variables CE, Fv/Fm, Plabs (indicadoras de estrés), se ubicaron del lado izquierdo (**Figura 14**). En el caso del rendimiento fotosintético (Fv/Fm) y concentración de carotenoides en peso fresco y seco, no presentaron diferencias significativas entre el factor producto, sustrato y tampoco en la combinación de ambos factores. Es importante destacar que en el Fv/Fm todos los tratamientos fueron sometidos a algún tipo de factor de estrés biótico o abiótico ya que obtuvieron valores menores a 0,85 lo que se traduce en una reducción de la capacidad de extinción fotoquímica de la energía de las plantas, es decir, una reducción de la eficiencia fotoquímica del PSII, o daño en el aparato fotosintético (Hansatech Instruments Ltd.). En estudios realizados por Meloni et al., (2017) analizaron el efecto del estrés salino en plantas de *Prosopis alba* y los resultados demostraron que el Fv/Fm disminuye a mayores concentraciones salinas. Esto evidenció que el estrés salino produce fotoinhibición. Además, Jimenez-Suanca et al., (2015) también determinaron que si puede existir un daño en el PSII debido a la alta salinidad lo que podría responder a los valores obtenidos en el presente ensayo.

El sustrato comercial no aporta en gran medida nutrientes, es por esto que SC fue el tratamiento que menos efecto de mejora fisiológica presentó. Las demás plantas en este sustrato posiblemente hayan complementado esta falta nutricional con los productos aplicados vía foliar y riego hasta el punto en que se observó un estrés por las elevadas frecuencias de bioinsumos en el suministro foliar. Este estrés en el sustrato comercial demostró de manera significativa ser menor al del sustrato compost (Plabs). A pesar de esto, las plantas en sustrato comercial igualmente detuvieron su crecimiento, su concentración de clorofila en peso seco fue menor, y a diferencia del compost, luego de la suspensión de las aplicaciones foliares (semana 8), no lograron recuperarse. El producto B, según Funes Pinter et al., (2019) aporta en gran medida nutrientes, lo que probablemente permitió una mejora fisiológica en plantas con sustrato comercial y a su vez mayor resistencia frente al estrés por las altas frecuencias de suministro vía foliar de bioinsumos, lo que concuerda con lo dicho por Boten et al., (2014) donde afirma que las sustancias bioactivas del biol, permiten promover el crecimiento y la resistencia al estrés biótico y abiótico, lo que, posiblemente provocó dentro del PCA, su separación del grupo formado por los productos en sustrato comercial. Es

importante destacar que F no se diferenci6 de ning6n producto, lo que demuestra una similitud en el comportamiento de los bioinsumos con el fertilizante convencional. Esto brinda mayores oportunidades de reemplazar F por bioinsumos sustentables.

De igual manera, las plantas en compost, se vieron sometidas a un excesivo suministro de nutrientes. Es probable que la suma del aporte nutricional implicado en el compost junto con las aplicaciones de bioinsumos en forma de riego y foliares haya resultado excesivo. Como se mencion6 anteriormente, la velocidad de crecimiento aument6 de manera repentina 6nicamente en las plantas con compost, luego de suspender las aplicaciones foliares (semana 8, **Figura 3**), lo que evidenci6 su afectaci6n frente al gran aporte nutricional y adem6s se demostr6 la gran capacidad de adaptaci6n y recuperaci6n de las mismas.

Esta situaci6n gener6 que las mediciones del 6ndice de clorofila al realizarse luego de la semana 8, las plantas con compost hab6an crecido de manera repentina, y la quinta hoja desde el 6pice result6 tener menor edad fenol6gica que aquellas plantas con sustrato comercial, que detuvieron su crecimiento y 6sta era mas antigua fenol6gicamente. Esto pudo generar variabilidad en la fenolog6a de la hoja de muestreo, ya que, al tener poca maduraci6n (en compost), no tienen su aparato fotosint6tico completamente desarrollado. Estudios similares demostraron que hojas reci6n formadas presentan valores m6nimos de eficiencia fotosint6tica ( $F_v/F_m$ ) con gran variabilidad entre los resultados, debido a los distintos estados de desarrollo de las hojas (P6rez et al., 2005). Esto explica probablemente, porque las plantas en compost al tener hojas m6s j6venes registraron valores m6s bajos en las variables fisiol6gicas mencionadas.

El aumento del 6ndice de clorofila en sustrato comercial, puede vincularse tambi6n a la disminuci6n del 6rea foliar espec6fica de las respectivas plantas. Seg6n Hugalde et al., (2020) la misma depende de la gen6tica de cada especie y puede verse afectada en funci6n de diversos agentes abi6ticos muy influyentes como en este caso es el sustrato (que mostr6 tener diferencias significativas). El compost seg6n Mac Donell (2018) ayuda a mejorar la estructura del suelo, incrementando la retenci6n de agua en el mismo, lo que posiblemente gener6 en el presente estudio, un aumento en la retenci6n h6drica en hojas de los tratamientos que implicaron compost (Figura 10), generando mayor expansi6n foliar y turgencia de las mismas. Esta situaci6n sugiere una disoluci6n de todos los compuestos de las plantas, en relaci6n al 6rea foliar, resultando en una disminuci6n de los valores fisiol6gicos, independientemente del estado de salud de las plantas.

La concentraci6n de clorofila en peso seco, present6 diferencias significativas en la interacci6n del factor producto y el factor sustrato. Todos los tratamientos con compost demostraron ser mayores, a excepci6n de B que result6 mayor en sustrato comercial, lo que concuerda con lo dicho anteriormente por Funes Pinter et al., (2019) sobre la potencialidad de B para mejorar la fisiolog6a de las plantas y con experiencias realizadas por Carhuacho, (2012) donde la aplicaci6n de B, mostr6 mayores respuestas en suelos con baja fertilidad. Se observa que la concentraci6n de clorofila en peso seco en el PCA, se agrupa junto con las dem6s variables fisiol6gicas, donde se ubican todas las plantas con sustrato compost (que registraron mayor biomasa). Esto concuerda con estudios realizados por Sifatullah et al., (2011) donde el aumento de la biomasa implica un aumento de la actividad fotosint6tica en plantas con compost. Asimismo, el compost a su vez favorece el crecimiento de microorganismos ben6ficos que seg6n Tanya y Leiva et al., (2019) pueden incrementar la capacidad fotosint6tica de los cultivos.

El pH alcalino, favoreció el incremento de la biomasa en las plantas. En el PCA, se observa cómo esta variable se agrupa con las de crecimiento, donde se ven implicadas las plantas con sustrato compost. Estadísticamente, no se observan diferencias significativas entre los productos aplicados, pero sí entre los sustratos utilizados, es decir, el pH se vio afectado únicamente por el factor sustrato, dando valores mayores en el compost. Muchos estudios afirman que el aumento del pH en sustrato, es un factor limitante, ya que algunos nutrientes no se encuentran disponibles (Bárbaro, 2010). Otras investigaciones (Julca-Otiniano et al., 2006) establecen que la mayoría de bacterias y actinomicetos muestran un mejor desarrollo en condiciones de pH neutro o ligeramente alcalino, mientras que los hongos prosperan en un rango de pH más amplio. Además, la materia orgánica, debido a su carga negativa, puede adsorber y retener de manera significativa estos microorganismos. Es probable que el aumento de la actividad biológica, haya mejorado la fertilidad, por lo tanto, de los rendimientos de las plantas que se traduce en una mayor biomasa (Gross y Dominguez, 1992).

Cada producto presenta diversas características, con distintos orígenes, lo que indica su complementariedad y potencialidad de las diversas combinaciones para que aumenten la productividad (Funes Pinter et al., 2023). Es importante revisar en futuras investigaciones, las frecuencias de las aplicaciones en riego y foliar y conocer de manera más específica las cantidades requeridas de bioinsumos a aplicar por cada especie, ya que puede ser muy variable para cada caso.

## 5. CONCLUSIÓN

En el presente estudio, se investigó sobre el efecto que tienen los bioinsumos líquidos y compost, en la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas, mediante la determinación de variables fisiológicas de crecimiento y fotosintéticas. Si bien, hubo variaciones en los resultados obtenidos, en las variables fisiológicas de crecimiento, el compost demostró tener características, como sustrato, superiores al sustrato comercial para de *Vitis vinífera* variedad Chenin, debido a que se obtuvo valores más altos en aquellas combinaciones (producto y sustrato) que implicaban sustrato compost. En el caso del área foliar específica, fue la única variable de crecimiento que la combinación de ambos factores no mostró diferencias significativas, pero el factor sustrato sí difirió significativamente de manera individual, siendo mayor el compost, ya que facilitó un aumento en la retención hídrica de las plantas.

Las variables fotosintéticas (Plabs, Índice de clorofila y Fv/Fm) y además la variable CE, que se ubicaron del lado izquierdo, de manera opuesta a las demás variables fisiológicas en el PCA, pudo deberse a: un menor contenido hídrico y expansión foliar en plantas con sustrato comercial lo que generó mayor concentración de pigmentos o un mayor estado fenológico en las hojas seleccionadas en sustrato comercial (mayor desarrollo de fotosistemas) y además porque indican estrés. Es necesario profundizar sobre estas variables, en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin de manera más específica para determinar qué fue el causante de esta variación.

La hipótesis planteada en este estudio se acepta parcialmente, ya que los bioinsumos líquidos y compost sí mejoraron las variables fisiológicas de crecimiento, debido a un aumento de las variables pertinentes en combinaciones implicadas con bioinsumos y compost. Pero no se vio el mismo comportamiento en algunas variables fisiológicas fotosintéticas, ya que se

observaron valores mayores en sustrato comercial. En cuanto al efecto de la aplicación de bioinsumos líquidos y compost sobre la fisiología en plantas de *Vitis vinífera* variedad Chenin en macetas, no se logró determinar una combinación (bioinsumo y sustrato) ideal que produzca una mejora fisiológica en todas las variables determinadas, debido a la variabilidad de los resultados obtenidos. Sin embargo, en el caso del sustrato comercial, B fue el producto que logró registrar una mejoría fisiológica (crecimiento y fotosintética) en general, debido a su riqueza nutricional.

Por otro lado, en el compost, pudo detectarse que el tratamiento CC presentó mejores resultados en variables fisiológicas de crecimiento, dándole gran impronta al único aporte nutricional que tuvo la planta que fue el sustrato compost, lo que no deja de ser evidencia de la calidad nutricional que puede brindar el compost como sustrato. Es importante destacar que en ninguna variable medida los tratamientos que implicaron F se diferenciaron significativamente del resto, lo que sugiere la potencialidad de los bioinsumos como alternativas sostenibles en la producción vitivinícola actual.

Se recomienda estudiar en mayor profundidad para el caso específico de *Vitis vinífera* variedad Chenin las frecuencias de dosis necesarias de bioinsumos líquidos para sustratos con compost. Si bien, los bioinsumos requieren mayores frecuencias de aplicación (mayor inversión en mano de obra) y un monitoreo constante en comparación con los fertilizantes convencionales, resultan una alternativa para productores, frente a grandes costos económicos que implica la compra de fertilizantes convencionales, además de que brindan beneficios a largo plazo, como la sostenibilidad ambiental y la salud del suelo, que pueden compensar estos costos. Por otro lado, recomienda analizar en detalle la calidad del agua utilizada en el ensayo, así como realizar otro método de medición de CE en sustrato. Por último, es interesante profundizar en la relación que puede existir en el aumento de concentración de carotenoides en plantas con compost posiblemente debido a un estrés salino, ya que como se nombró con anterioridad, las pruebas estadísticas muestran que no hay diferencias significativas entre los productos, sustratos e combinación de ambos en esta variable mencionada.

Los bioinsumos pueden generar no solo beneficios ambientales sino también económicos, debido a que mejoran la calidad del suelo a largo plazo y reducen la dependencia de productos químicos costosos. Esto beneficia a los agricultores al disminuir los costos y al mismo tiempo promover prácticas agrícolas que no impacten negativamente al medio ambiente. Se necesita un enfoque cuidadoso y más investigación para maximizar los beneficios de estas prácticas y garantizar la adaptación efectiva a un entorno en constante cambio. La industria vitivinícola en Mendoza tiene la oportunidad de liderar la transición hacia prácticas agrícolas más sustentables y, al hacerlo, contribuir a la conservación del medio ambiente y la mitigación del cambio climático.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Maza, A. G. (2013). *Aplicación foliar de tres dosis de Calcio y tres dosis de Boro en el cultivo de la fresa (Fragaria X ananassa. Duch) Cultivar Oso Grande, bajo cubierta*[Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
- Aguado, G. D., Uliarte, E. M., & Funes-Pinter, M. I. (2023). Effect of different concentrations of bioslurry on the germination and production of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 76(1), 10149-10156.
- Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, D. (2014). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. *Escuela Agraria Fraisoro*.
- Avalos, C. (2009). El polémico uso de agroquímicos. *Revista Generación*, 134, 10-15.
- Azim, K., Soudi, B., Boukhari, S., Perissol, C., Roussos, S., & Thami Alami, I. (2018). Composting parameters and compost quality: a literature review. *Organic agriculture*, 8(2), 141-158. Doi: 10.1007/s13165-017-0180-z.
- Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., & Morisigue, D. (2010). Utilización de azufre micronizado en la corrección del pH de compost de residuos de poda. *Agriscientia*, 27(2), 125-130.
- Bolaños Vallejo, L. M. (2018). *Efectos de la aplicación de tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares del cultivo de cebada (Hordeum vulgare L.), en el cantón Mira, provincia del Carchi* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo].
- Bonten, L. T. C., Zwart, K. B., Rietra, R. P. J. J., Postma, R., De Haas, M. J. G., & Nysingh, S. L. (2014). *Bio-slurry as fertilizer: is bio-slurry from household digesters a better fertilizer than manure?: a literature review*. Alterra Wageningen University. [Archivo PDF]. Doi: 10.13140/2.1.2811.1040
- Brechelt, A. (2004). Manejo ecológico del suelo. *Fundación Agricultura y Medio Ambiente. Red de acción de Plaguicidas y sus alternativas para América Latina*. [Archivo PDF]
- Bunt, A.C. (1988). Media and mixes for container-grown plants. *Unwin Hyman Ltd., Great Britain*. 309 p.
- Cáceres, D. (2003). Agricultura orgánica versus agricultura industrial: Su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. *Agroalimentaria*, 8(16), 29-39.
- Cara García, J. A. D. (2009). *Características agroclimáticas de la vid (Vitis vinífera L. subsp. vinífera)*. [Archivo PDF]
- Carhuancho León, F. M. (2012). *Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]
- Castro, V. R., Lagarda, J. V., Escalante, M. A., Sañudo, M. B., & Rangel, M. M. (2022). Características química y física de un fertilizante orgánico líquido M3 enriquecido con pulpa de mango. *Química Hoy*, 11(01), 18-23.
- Cecilia Céspedes L. (2019). *Elaboración y uso del té de compost*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Raihuén. [Archivo PDF]
- Chiriboga, H., Gómez, G., Andersen, J.(2015). *Manual Abono orgánico sólido (compost) y líquido (biol): bioinsumo para mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos*. [Archivo PDF] <http://repositorio.iica.int/handle/11324/2648>.
- Cooper, J.; Dobson, H. (2007) The benefits of pesticides to mankind and the environment. *Crop Prot.*, 26 (9), 1337-1348. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.03.022>
- Díaz-Pérez, M. & Camacho-Ferre, F. 2010. Effect of Composts in Substrates on the Growth of Tomato Transplants. *Hort Technology*. 20, 361-367.

- FAO, Food and Agriculture Organization. (2002). *Los fertilizantes y sus uso. Una Guía de Bolsillo para los Oficiales de Extensión*. [Archivo PDF]
- FAO, Food and Agriculture Organization. (2013). *Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana*. [Archivo PDF] <https://www.fao.org/3/i3360s/i3360s.pdf>.
- Funes Pinter, M. I., Fernández, A. S., Hernández, A., Aroca, M., González Gallerano, C., Arias, M. F., ... & Uliarte, E. M. (2019). Elaboración de compost, té de compost y biol para su uso como fertilizantes y controladores de enfermedades en plantas.
- Funes Printes, I., Salomon, M. V., Martín, J. N., Uliarte, E. M., Hidalgo, A. (2022). Effect of bioslurries on tomato *Solanum lycopersicum* L and lettuce *Lactuca sativa* development. *Revista FCA UNCuyo*. 2022. 54(2), 48-60.
- García Gaytan, V. 2013. *Fertilización foliar y su ruta de penetración en la orquídea Cymbidium sp.* [Tesis de grado, Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas de Montecillo].
- Madueño-Molina, A., García-Paredes, J. D., Martínez-Hernández, J., Bugarín-Montoya, R., & Bojórquez-Serrano, J. I. (2011). Salinidad inducida con NaCl y aplicación de fósforo sobre las propiedades bioquímicas de frijolillo (*Rhynchosia minima* L (DC)). *Universidad y ciencia*, 27(1), 43-51.
- González M. S.; Perales, H. V. y Salcedo, A. O. M. (2008). La fluorescencia de la clorofila a como una herramienta en la investigación de efectos tóxicos en el aparato fotosintético de plantas y algas. *Revista Edu. Bio.* 27(4), 119-129.
- Gross, A., & Domínguez, A. (1992). *Abonos guía práctica de la fertilización*. 8va. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 450p.
- Hansatech Instruments Ltd. (2006). *Pocket Pea. Rapid Screening Continuous Excitation Chlorophyll Fluorimeter, King's Lynn, Norfolk, England*. [Archivo PDF]
- Hernandez Provenzado, A. L (2021) Evaluación de diferentes bioinsumos para el control de *Botrytis cinerea* en ensayos in vitro y en racimos de vid. [Tesis de grado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Uncuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/16151>.
- Hugalde, I. P., Agüero, C. B., Barrios-Masias, F. H., Romero, N., Nguyen, A. V., Riaz, S., ... & Vila, H. F. (2020). Modeling vegetative vigour in grapevine: unraveling underlying mechanisms. *Heliyon*, 6(12).
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). *Manual abono orgánico sólido (compost) y líquido. Bioinsumo para mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos*. [Archivo PDF]. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/2648>
- Instituto Nacional de Investigación Agraria (2008). *Producción y uso del biol. Serie N° 2: Tecnologías apropiadas para la conservación in situ de los cultivos nativos*. [Archivo PDF].
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Subgerencia de Estadísticas y Asuntos Técnicos Internacionales. (2019). *Evolución de superficie Mendoza por zona - 2000-2010-2018*. [Archivo PDF].
- J.J Pacheco Lalanguí (2022). *Beneficios de los bioinsumos radiculares aplicados al cultivo de Ají (Capsicum chinense Jacq)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]
- Jimenez-Suanca, S.C., Alvarado, O. H., Balaguera-Lopez, H. E., (2015). Fluorescencia como indicador de estrés en *Helianthus annuus* L. Una revisión. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 1(9), 149-160. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3753>
- Jindo, K., Goron, T. L., Pizarro-Tobías, P., Sánchez-Monedero, M. Á., Audette, Y., Deolu-Ajayi, A. O., ... & Tortosa, G. (2022). Application of biostimulant products and biological

- control agents in sustainable viticulture: A review. *Frontiers in Plant Science*, 13. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.932311>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61.
- Kim, M. J., C. K. Shim, Y. K. Kim, S. J. Hong, J. H. Park, E. J. Han, J. H. Kim, and S. C. Kim. 2015. Effect of aerated compost tea on the growth promotion of lettuce, soybean, and sweet corn in organic cultivation. *The Plant Pathology Journal* 31 (3), 259–68. doi: 10.5423/PPJ.OA.02.2015.0024.
- Leonardo Rivera, M. J. (2014). Evaluación del enraizamiento de cuatro variedades de olivo (*Olea europea* L.) con el uso de ácido indolbutírico en invernadero INPREX–Tacna 2012. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1714>
- Limaymanta Carhuallanqui, E. (2018). *Efecto del estrés abiótico post-cosecha en la síntesis de glucosinolatos, actividad mirosinasa y carotenoides en mashua (Tropaeolum tuberosum)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina] <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3570>
- Lozada Martínez, C. P. (2017). *Evaluación de tres bioestimulantes para el incremento de masa radicular y productividad en un cultivo establecido de fresa (Fragaria x ananassa)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24873>
- Mac Donnell, M. T. (2018). *Producción, aplicación y beneficios de los extractos acuosos del compostaje ("té de compost")*. [Disertación doctoral, Universidad Nacional del Litoral].
- Mamani de Marchese, A., & Filippone, M. P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista agronómica del noroeste argentino*, 38(1), 9-21.
- Marin, F., M. Santos, F. Dianez, F. Carretero, F. J. Gea, J. A. Yau, & Navarro M., J. (2013). Characters of compost teas from different sources and their suppressive effect on fungal phytopathogens. *World journal of Microbiology & Biotechnology* 29 (8), 1371–82. Doi: 10.1007/s11274-013-1300-x.
- Meloni, D. A., Silva, D. M., Ledesma, R., & Bolzón, G. I. (2017). Nutrición mineral y fotosíntesis en plántulas de algarrobo blanco, *Prosopis alba* (Fabaceae), en estrés salino. *UNED Research Journal*, 9(2).
- Molina, E. A. (2002). *Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Cálculo de disoluciones y calidad del agua*. Universidad de Costa Rica. [Archivo pdf]
- Muhlack R. A.; Potumarthi R.; Jeffery D. W. (2018). Sustainable wineries through waste valorisation: A review of grape marc utilization for value-added products. *Waste Management*, 72, 99-118. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.011> .
- Nafarrete Hecht, A. C., (2017). *Índice de área foliar (IAF) y su modelación con Lidar un bosque tropical seco de Yucatan*. [Tesis de posgrado en Ciencias Biológicas, Centro de investigación científica de Yucatan, A. C.].
- Nguyen, T. T., Fuentes, S., & Marschner, P. (2012). Effects of compost on water availability and gas exchange in tomato during drought and recovery. *Plant, Soil and Environment*, 58(11), 495-502.
- Peñafiel, W., & Ticona, D. (2015). Elementos nutricionales en la producción de fertilizante biol con diferentes tipos de insumos y cantidades de contenido ruminal de bovino-matadero municipal de La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2(1), 87-90.

- Pérez, M. A. G., Martín, R. T., Piqué, J. V., & Álvarez, E. T. (2005). Variación estacional del estado fisiológico de una dehesa de alcornoque en el suroeste de España (Hinojos, Huelva). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (20), 147-152.
- Pire, R., & Valenzuela, I. (1995). Estimación del área foliar en *Vitis vinifera* L.'French Colombard'a partir de mediciones lineales en las hojas. *Agronomía tropical*, 45(1), 143-154.
- Ramirez Soler, C. H. *Respuesta fisiológica de plantas de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav) bajo deficiencias y diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio*. [Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia]
- Ramos Callisaya, N. P. (2021). *Efecto de tres bioinsumos en el rendimiento del cultivo de col de bruselas (Brassica oleracea L.var.gemmifera) en la Estación Experimental Choquenaira*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/27755>
- Reol, E. M. (2003). Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz para la fotosíntesis. *Ecosistemas*, 12(1).
- Reséndiz-Melgar, R. C., Moreno-Pérez, E. D. C., Castillo, S. D., Rodríguez-Pérez, J. E., & Peña-Lomelí, A. (2010). Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(3), 223-229.
- Reyes-Pérez, J. J., Luna-Murillo, R. A., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Hernández-Montiel, L. G., Rueda-Puente, E. O., & Preciado-Rangel, P. (2017). Uso de vermicompost y compost de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en el crecimiento de col morada (*Brassica oleracea*). *Interciencia*, 42(9), 610-615.
- Rifkin J. (2011). *The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world*. Palgrave Macmillan, EEUU. [Archivo PDF]. [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5086400/mod\\_label/intro/epdf.pub\\_the-third-industrial-revolution.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5086400/mod_label/intro/epdf.pub_the-third-industrial-revolution.pdf).
- Sánchez, J. J. M., Hernández, J. J. V., Peralta, M. C. L., & Mata, J. J. (1998). Enraizado de estacas juveniles en cinco especies de coníferas ornamentales: efecto del ácido indolbutírico AIB y de la temperatura. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 23(84), 29-38.
- Sancllemente, M. A., & Peña, E. J. (2008). Crecimiento y eficiencia fotosintética de *Ludwigia decurrens* Walter (Onagraceae) bajo diferentes concentraciones de nitrógeno. *Acta biológica colombiana*, 13(1), 175-186.
- Sifatullah S, Khan H, Nafees M, et al (2011) Comparative Study of the effect of compost tea (aerated & non-aerated) of agrosieved-waste on germination and biomass yield of Maize, Mungbean and Cauliflower. *Environ Sci Technol* 35, 31-40
- Tanya Morocho, M., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola*, 46(2), 93-103.
- Trelles Zapata, R. A. (2015). *Aplicación de fitoregulador y nutriente foliar sobre el crecimiento y parametros fisiologicos de la vid (vitis vinifera) var. red globe durante el verano piura*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura].
- Villalba Tonconi, R. L. (2013). *Rendimiento de cultivo de acelga (Beta vulgaris L. var cycla) en relación a diferentes formas de aplicación de un bioinsumo, en base a ácidos húmicos y fúlvicos, bajo ambiente protegido*[Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].