



*Respuesta vegetativa de vainilla (Vanilla Planifolia) a la aplicación de diferentes dosis de tierra de diatomeas*

*Vegetative response of vanilla (Vanilla Planifolia) to the application of different doses of diatomaceous earth*

*Resposta vegetativa da baunilha (Vanilla Planifolia) à aplicação de diferentes doses de terra diatomácea*

Juana Marianela Alvarado-Haro <sup>I</sup>  
[juana.alvarado8203@utc.edu.ec](mailto:juana.alvarado8203@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0001-6791-5745>

Josselyn Jhoana Rodríguez-Cruz <sup>II</sup>  
[josselyn.rodriguez3218@utc.edu.ec](mailto:josselyn.rodriguez3218@utc.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0009-5405-4032>

Eduardo Fabián Quinatoa-Lozada <sup>III</sup>  
[eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec](mailto:eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec)  
<http://orcid.org/0000-0002-0552-1871>

Cristian Santiago Tapia-Ramírez <sup>IV</sup>  
[cristians.tapia@epoch.edu.ec](mailto:cristians.tapia@epoch.edu.ec)  
<http://orcid.org/0000-0003-2104-5972>

**Correspondencia:** [juana.alvarado8203@utc.edu.ec](mailto:juana.alvarado8203@utc.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 02 de mayo de 2024 \* **Aceptado:** 11 de junio de 2024 \* **Publicado:** 22 de julio de 2024

- I. Estudiante de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- II. Estudiante de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- III. Ingeniero Agrónomo, Máster en Biotecnología Molecular y Celular de Plantas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- IV. Ingeniero Agrónomo, Máster en Producción Hortofrutícola, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

## Resumen

La vainilla (*Vanilla planifolia*) considerada a nivel mundial, uno de los saborizantes naturales de mayor importancia en industrias dedicadas a los refrescos, las tabacaleras, repostería, cosmética y perfumería. Su cultivo es limitado debido al desconocimiento de los agricultores sobre técnicas de cultivo y manejo, ocasionando producciones bajas y pérdidas económicas. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta vegetativa de la vainilla (*Vanilla planifolia*) a la aplicación de diferentes dosis de tierra de diatomeas, para ello se utilizó cinco tratamientos que consistían en diferentes dosis de tierra de diatomeas (0.0, 5.0, 10, 15 y 20 gramos por planta). Las variables evaluadas fueron pH, tasa de crecimiento, diámetro del tallo, número de hojas, largo y ancho de hojas y contenido de clorofila. Entre los resultados obtenidos podemos mencionar que la aplicación de tierra de diatomeas no ejerce un efecto directo en el pH del suelo ya que todos los tratamientos incluido el testigo tienen la misma dinámica y aumentaron su pH al finalizar el ensayo; la adición de tierra de diatomeas de 20 g por planta tiene una mejor respuesta en las variables agronómicas evaluadas como tasa de crecimiento, diámetro del tallo y número de hojas por planta y finalmente que el contenido de clorofila está en relación al desarrollo vegetativo de la vainilla, en sus primeros estados fenológicos marca contenidos entre 11 y 15 SPAD y conforme crece la planta, va incrementando su nivel de clorofila de 31.6 y 29.3 SPAD a los 80 y 100 días respectivamente en el tratamiento que se adiciona 20 g. de tierra de diatomeas por planta.

**Palabras claves:** Clorofila; SPAD; tierra de diatomeas; vainilla; vegetativa.

## Abstract

Vanilla (*Vanilla planifolia*) is considered worldwide to be one of the most important natural flavorings in industries dedicated to soft drinks, tobacco, baking, cosmetics and perfumery. Its cultivation is limited due to farmers' lack of knowledge about cultivation and management techniques, causing low production and economic losses. Therefore, the objective of this research was to evaluate the vegetative response of vanilla (*Vanilla planifolia*) to the application of different doses of diatomaceous earth, for this five treatments were used that consisted of different doses of diatomaceous earth (0.0, 5.0, 10, 15 and 20 grams per plant). The variables evaluated were pH, growth rate, stem diameter, number of leaves, leaf length and width, and chlorophyll content. Among the results obtained we can mention that the application of diatomaceous earth does not

have a direct effect on the pH of the soil since all treatments including the control have the same dynamics and increased their pH at the end of the test; The addition of diatomaceous earth of 20 g per plant has a better response in the agronomic variables evaluated such as growth rate, stem diameter and number of leaves per plant and finally that the chlorophyll content is in relation to the vegetative development of vanilla. , in its first phenological stages it marks contents between 11 and 15 SPAD and as the plant grows, its chlorophyll level increases to 31.6 and 29.3 SPAD at 80 and 100 days respectively in the treatment that adds 20 g. of diatomaceous earth for silver.

**Keywords:** Chlorophyll; SPAD; diatomaceous earth; vanilla; vegetative.

## Resumo

A baunilha (*Vanilla planifolia*) é considerada mundialmente um dos aromatizantes naturais mais importantes nas indústrias dedicadas aos refrigerantes, tabaco, panificação, cosmética e perfumaria. O seu cultivo é limitado devido ao desconhecimento dos agricultores sobre as técnicas de cultivo e manejo, provocando baixa produção e perdas económicas. Assim sendo, o objetivo desta investigação foi avaliar a resposta vegetativa da baunilha (*Vanilla planifolia*) à aplicação de diferentes doses de terra diatomácea, para tal foram utilizados cinco tratamentos que consistiram em diferentes doses de terra diatomácea (0,0, 5,0, 10 , 15 e 20 gramas por planta). As variáveis avaliadas foram o pH, a taxa de crescimento, o diâmetro do caule, o número de folhas, o comprimento e a largura das folhas e o teor de clorofila. Entre os resultados obtidos podemos referir que a aplicação de terra diatomácea não tem efeito direto no pH do solo, pois todos os tratamentos incluindo o controlo apresentam a mesma dinâmica e aumentaram o seu pH no final do ensaio; A adição de terra diatomácea de 20 g por planta tem melhor resposta nas variáveis agronómicas avaliadas como a taxa de crescimento, diâmetro do caule e número de folhas por planta e por fim que o teor de clorofila está em relação ao desenvolvimento vegetativo da baunilha, em. de terra diatomácea para prata.

**Palavras-chave:** Clorofila; SPAD; terra de diatomáceas; baunilha; vegetativo.

## Introducción

La vainilla (*Vanilla planifolia*) perteneciente a la familia de las Orchidaceae, es una especie aromática originaria de México y Centro América (Rocha, 2015). La vainilla fragans está distribuida en países de Centroamérica, Venezuela, Colombia, Ecuador, Las Guayanas, Bolivia,

Perú, Brasil, Norte de Argentina y todas las islas del Caribe (Martínez, 2013). Estados Unidos es el mayor importador del frijol vainilla para la elaboración de extracto de vainilla (Rosenfeld, 2017). Es considerada a nivel mundial, uno de los saborizantes naturales de mayor importancia en industrias dedicadas a los refrescos, las tabacaleras, repostería, cosmética y perfumería; es la segunda especie cultivada más importante del mundo, después del azafrán (Berger, 2007).

En Ecuador, la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas inició con el cultivo de vainilla bajo invernadero, con una producción de 700 Kg al año en el 2016 para exportación al continente europeo (Shiguango, 2023). En la amazonia ecuatoriana existe vainilla de manera silvestre utilizada por las comunidades de la zona como condimentos en las que también aprovechan sus hojas por sus propiedades medicinales para la dermis y el sistema nervioso (Lombeida & Herrera, 2020), las vainas de calidad gourmet producidas en Ecuador alcanzan buenos precios en el mercado internacional, como también las vainas que se comercializan a nivel nacional (Flores Jiménez et al., 2017); siendo posible el cultivo en el Ecuador ya que en estas zonas cubre las necesidades de suelo y clima que la planta necesita.

En nuestro país el 64% de agricultores vainilleros tienen una producción muy baja, debido al desconocimiento de buenas prácticas agrícolas por la falta de capacitaciones, originando así pérdidas económicas (Díaz, 2016). Otro problema es poco o escaso uso de alternativas orgánicas amigables con el medio ambiente como la tierra de diatomeas, que contribuyan a un mejor desarrollo vegetativo y producción de la vainilla con rendimientos económicos favorables para el productor, que minimicen costos de producción, brindando un aseguramiento productivo y económico (Rivas et al., 2021).

La tierra de diatomeas es un material formado por algas fosilizadas propias de aguas tanto marinas como dulces, actúa como regulador de pH en los suelos ácidos al incrementar los iones, baja el contenido de Aluminio y de Hierro (Vera, 2020), cuyo componente principal es cílice amorfo y pequeñas cantidades de minerales como FeO, Al, Ca(OH)<sub>2</sub>, Mg y Na, entre otros; sin embargo, a pesar de sus buenas propiedades químicas y su alto contenido de micronutrientes esenciales u oligoelementos, su efecto como fertilizante en la respuesta vegetativa o producción de algunas especies no ha sido estudiada a detalle (Martínez et al., 2013). El objetivo principal de esta investigación fue identificar la respuesta vegetativa de la vainilla (*Vanilla planifolia*) a la aplicación de diferentes dosis de tierra de diatomeas en el subtrópico ecuatoriano.

## **Materiales y métodos**

### **Ubicación del ensayo**

La investigación se llevó a cabo en el Cantón Pangua, Recinto El Deseo, en la provincia de Cotopaxi, Ecuador. Sus coordenadas son 0°56'51.3"S 78°47'46.4"W. El clima de la zona es templado, con una temperatura media anual de 18°C. La precipitación media anual es de 1.200 mm. Los suelos de la zona son de tipo franco arenoso, con un pH ligeramente ácido. La topografía de la zona es ondulada, con pendientes que van del 5% al 20%.

### **Obtención del material vegetal**

Los esquejes se extrajeron de plantas madre de vainilla de 5 años de edad variedad Jackson, localizadas en viveros de la zona, se cortaron esquejes de 20 a 30 cm de largo, con al menos 3 nudos, desinfectando los cortes y colocándolos en un sustrato rico en materia orgánica para su enraizamiento en un lapso de cinco semanas.

### **Siembra de las plántulas y manejo cultural**

La siembra se lo realizó bajo cubierta plástica y con uso de una malla sarán del 50%. El experimento se implementó en 80 m<sup>2</sup>. La plántula de vainilla se colocó a una distancia de 40 centímetros entre planta y 80 cm entre hilera con una fertilización de fondo general para todos los tratamientos de 6 gramos por planta del fertilizante comercial 10-30-10. El riego se lo realizó en forma manual a capacidad de campo y un control de malezas de la misma forma cada 15 días.

### **Tratamientos y Diseño experimental**

Se utilizó tierra de diatomeas en diferentes dosis (0.0, 5.0, 10, 15 y 20 gramos por planta) como se muestra en la Tabla 1, las mismas que se fraccionaron en dos aplicaciones, una inicial y la segunda después de un mes. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos (dosis) y cuatro repeticiones. Para su análisis estadístico (ADEVA) se utilizó Infostat con una prueba de Tukey al 5% para los rangos de significación.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>DOSIS (g)</b>
<b>T0</b>	Sin Aplicación	0,0
<b>T1</b>	Tierra de Diatomeas	5,0

T2	Tierra de Diatomeas	10,0
T3	Tierra de Diatomeas	15,0
T4	Tierra de Diatomeas	20,0

Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

*Tabla 1: Tratamientos utilizados en la respuesta vegetativa de vainilla (vanilla planifolia) a la aplicación de diferentes dosis de tierra de diatomeas.*

## **Variables evaluadas**

### ***Contenido nutricional y pH del suelo***

Se realizó dos análisis de suelo uno al inicio del ensayo en todo el lote y otro al finalizar, en el mejor tratamiento (T4), en el que se comparó el contenido de nutrientes antes y después de la investigación.

Utilizando un medidor de pH digital se registró los valores del potencial de hidrógeno del suelo. Colocando el electrodo a 10 cm del cuello de la planta, analizando un total de cuatro muestras por tratamiento. La evaluación se la realizó cada 20 días.

### ***Tasa de crecimiento (cm)***

Para determinar la altura de la planta se registró los datos de 36 plantas por tratamiento, midiendo con la ayuda de un flexómetro desde la base del brote hasta su ápice, los datos se tomaron cada 20 días por un periodo de 100 días. Con dichos datos se procedió a calcular la Tasa de crecimiento aplicando la siguiente fórmula  $(S2 - S1)/T$  en la que S2 es el dato de la segunda medición, S1 es primera medición y T es el número de días entre mediciones, que en esta investigación es 20 días.



*Gráfica 1: Plantas de vainilla evaluadas en la respuesta vegetativa de (vanilla planifolia) a la aplicación de diferentes dosis de tierra de diatomeas.*

### ***Diámetro del tallo (mm)***

Se registró los datos de diámetro del tallo de 36 unidades experimentales por tratamiento, con la ayuda de un calibrador en la base del brote vegetativo principal. Los datos se evaluaron cada 20 días.

### ***Número de hojas por planta***

Se contabilizó las hojas de las 36 unidades experimentales por tratamiento. Los datos se registraron cada 20 días durante los primeros 100 días de evaluación.

### ***Largo de la hoja (cm)***

Con la ayuda de una cinta métrica se mide el largo de la hoja desde la vaina hasta el ápice. El dato se tomó de 4 plantas por tratamiento con un intervalo de 20 días.

### ***Ancho de la hoja (cm)***

Con la ayuda de una cinta métrica se mide el ancho de la hoja, tomando en cuenta la parte central de la hoja. El dato se tomó de 4 plantas por tratamiento con un intervalo de 20 días.

### ***Contenido de clorofila***

Se evaluó el contenido de clorofila de las hojas seleccionadas en el ápice de la misma, utilizando el medidor Chlorophyll Meter TYS-A, los datos se registraron en SPAD (Análisis del Desarrollo de la Planta en el Suelo, por sus siglas del inglés *Soil Plant Analysis Development*) (Hurtado et al., 2017) y se evaluaron cada 20 días de un total de cuatro plantas por tratamiento.

## **Resultados**

### **Contenido nutricional y pH del suelo**

El contenido nutricional del suelo de acuerdo al análisis químico realizado al inicio del ensayo reportó un contenido bajo en nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, mientras que el calcio y azufre se encontraba en niveles medios; Al finalizar el ensayo los resultados del análisis del suelo del tratamiento T4 que mejor respuesta agronómica presentó y en el que se adicionó 20 g. por planta de la tierra de diatomeas se evidencia un incremento en los valores de fósforo, potasio y calcio que según los resultados son altos mientras que el nitrógeno y el azufre se mantienen.

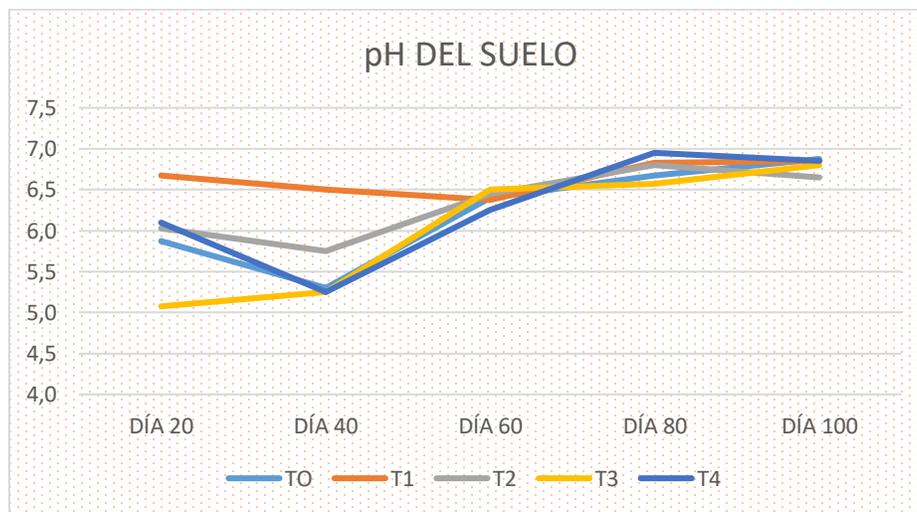
ANALISIS	ppm	meq/100ml				ppm
	NH4	P	K	Ca	Mg	S

<b>INICIAL</b>	12 B	3 B	0,19 B	4 M	0,7 B	13 M
<b>FINAL</b>						
<b>(T4)</b>	14 B	31 A	0,64 A	9 A	2,0 M	10 M

Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

Tabla 2: Resultado del análisis de suelo. (A) Contenido Alto, (M) Contenido medio, (B) Contenido Bajo de nutrientes.

El pH del suelo se puede evidenciar en la Figura 1 que inicia con valores medianamente ácidos durante los 20 y 40 días después de haber iniciado el ensayo, a partir de los 60 días se observa un incremento en su valor en todos tratamientos hasta llegar a valores cercanos a la neutralidad sin presenciar un efecto directo de los tratamientos ya que el testigo en el que no se aplicó la tierra de diatomeas también presenta la misma dinámica y estadísticamente no mostraron diferencias significativas. En otro estudio realizado por (Martínez, 2013) reporta un ligero incremento con la adición de 36 y 40 kg/Ha de tierra de diatomeas en el cultivo de maíz con respecto al testigo. Por otra parte (Vera, 2020) menciona que la aplicación de tierra de diatomeas llega a mejorar el pH del suelo, corrigiendo la acidez.



Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

Figura 1: Resultado de la variable pH del suelo a los 20, 40, 60, 80 y 100 días de la aplicación de los tratamientos.

### ***Tasa de crecimiento***

En la Tabla 3 se observa que a partir de los 40 días hay diferencias estadísticas significativas en los tratamientos T1 y T4 en relación al testigo T0. Luego de los 60 días los tratamientos que mejor índice de crecimiento mostraron fueron el T2 y el T4 en el que se utiliza 10g. y 20g. por planta de tierra de diatomeas respectivamente, alcanzando una tasa de crecimiento de 20.73 cm y 22.15 cm a los 100 días de evaluación, siendo estadísticamente superior al testigo que apenas alcanzó 11.0 cm.

TRATAMIENTOS	TASA DE CRECIMIENTO (cm) EN 20 DÍAS				
	20 días	40 días	60 días	80 días	100 días
<b>T0</b>	7,93 a	5,85 b	9,35 b	9,50 b	11,0 b
<b>T1</b>	7,55 a	<b>14,85 a</b>	17,58 ab	17,50 ab	17,63 ab
<b>T2</b>	10,65 a	13,73 ab	<b>23,18 a</b>	<b>19,48 a</b>	<b>20,73 a</b>
<b>T3</b>	9,25 a	13,28 ab	18,15 ab	16,83 ab	16,78 ab
<b>T4</b>	11,58 a	<b>15,13 a</b>	<b>22,33 a</b>	<b>20,45 a</b>	<b>22,15 a</b>

Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

*Tabla 3: Resultado de la variable Índice de crecimiento. Rangos medios con letras diferentes en una columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$*

A diferencia de los resultados de esta investigación que a los 100 días de evaluación se obtuvo alturas de plantas de más de 100 cm, los autores (Azofeifa-Bolaños et al., 2018) a los 180 días de siembra reportan alturas de plantas de entre 40 y 50 cm. y (Rivas et al., 2021) indica que a los 90 días tuvo promedios de altura de 79 cm.

### ***Diámetro del tallo***

La variable diámetro del tallo no muestra diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos, sin embargo, a partir de los 80 días de ensayo se muestra una pequeña diferencia numérica en el tratamiento T4 en relación a los demás tratamientos incluido el testigo con 6.98 y 7.45 mm a los 80 y 100 días respectivamente. A pesar de ello, los resultados fueron superiores a los reportados por (Rivas et al., 2021) en los que mencionan diámetros del tallo en promedios de 4.8 mm a los 90 días. Sin embargo, (Shiguango, 2023) menciona que a los 60 días registró un promedio de 7.8 mm de diámetro al utilizar bioestimulantes.

TRATAMIENTOS	DIÁMETRO DEL TALLO (mm)				
	20 días	40 días	60 días	80 días	100 días
T0	5,33 a	5,70 a	6,08 a	6,40 a	6,93 a
T1	4,53 a	5,05 a	5,55 a	5,93 a	6,45 a
T2	4,98 a	5,33 a	<b>5,78 a</b>	6,33 a	6,80 a
T3	5,63 a	5,90 a	6,33 a	6, 83 a	7,30 a
T4	5,53 a	5,75 a	6,13 a	<b>6,98 a</b>	<b>7,45 a</b>

Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

Tabla 4: Resultado de la variable Diámetro de tallo. Rangos medios con letras diferentes en una columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$

### Número de hojas por planta

El número de hojas por planta a los 20 días no muestra diferencia significativa en ningún tratamiento. A los 40 días el tratamiento que mejor número de hojas tuvo fue el T4 (20 g./ planta) con 12.50 hojas. A los 60 días el tratamiento T1, T2 y T4 son los que mejor número de hojas obtuvieron. A partir de los 80 días los tratamientos que mejor respuesta en el número de hojas fueron el T2 y T4, llegando alcanzar promedios de 19.05 y 20.28 hojas en dichos tratamientos a los 100 días. Resultados muy superiores a los reportados por (Rivas et al., 2021) que en su estudio a los 90 días obtuvo 9 hojas en promedio. Sin embargo, (Shiguango, 2023) en su ensayo con humus de lombriz reporta un promedio de 39.47 hojas a los 60 días de evaluación. Lo que hace notar que el número de hojas depende de la distancia entre nudos, debido a que en cada nudo se emite una hoja y su distancia varía según el material genético utilizado y el manejo del cultivo (Quiahua Sánchez, 2020).

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE HOJAS				
	20 días	40 días	60 días	80 días	100 días
T0	7,70 a	6,95 b	8,68 b	11,73 b	12,70 b
T1	8,68 a	11,08 ab	<b>14,18 a</b>	16,00 ab	17,83 ab
T2	9,33 a	11,68 ab	<b>14,50 a</b>	<b>17,58 a</b>	<b>19,05 a</b>
T3	8,58 a	10,10 ab	13,28 ab	16,00 ab	17,73 ab
T4	9,85 a	<b>12,50 a</b>	<b>15,43 a</b>	<b>18,25 a</b>	<b>20,28 a</b>

Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

Tabla 5: Resultado de la variable Número de hojas. Rangos medios con letras diferentes en una columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$

### Ancho de la hoja

En la Tabla 6, no se evidencia diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos en sus diferentes tiempos de evaluación. A pesar de ello, existe una pequeña diferencia numérica en los tratamientos T1 y T2 en el que se ha utilizado 5g. y 10g. de tierra de diatomeas respectivamente, mostrando un mayor ancho de las hojas con promedios de hasta 2.50 cm. a los 100 días. La planta de vainilla incrementa la demanda nutricional a través del tiempo, para la producción de nuevas células necesarias para el crecimiento, mayor fotosíntesis y vigorosidad (Monnin & Perret, 2013).

TRATAMIENTOS	ANCHO DE HOJAS cm				
	20 días	40 días	60 días	80 días	100 días
<b>T0</b>	2,20 a	2,08 a	2,10 a	2,28 a	2,38 a
<b>T1</b>	2,13 a	<b>2,20 a</b>	<b>2,28 a</b>	<b>2,40 a</b>	<b>2,50 a</b>
<b>T2</b>	1,95 a	<b>2,20 a</b>	<b>2,25 a</b>	<b>2,43 a</b>	<b>2,50 a</b>
<b>T3</b>	2,13 a	2,13 a	2,18 a	2,33 a	2,45 a
<b>T4</b>	1,98 a	2,10 a	2,18 a	2,30 a	2,45 a

Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

Tabla 6: Resultado de la variable Ancho de hojas. Rangos medios con letras diferentes en una columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$

### Largo de la hoja

Para la variable largo de hoja no se observa diferencias estadísticas significativas en ningunos de los tratamientos evaluados, no obstante, el tratamiento que muestra un mejor promedio numérico frente a los demás tratamientos incluido el testigo es el tratamiento T3 en el que se utiliza 15 gramos de tierra de diatomeas por planta, llegando alcanzar promedios de hasta 11.78 cm de largo en sus hojas a los 100 días de evaluación. Para (Santiago Pérez et al., 2021) la utilización de abonos orgánicos y bioestimulantes tiene efectos significativos en el largo de hojas y brotes y además demostró que la Vainilla planifolia es una de las especies que mejor aprovecha los abonos orgánicos.

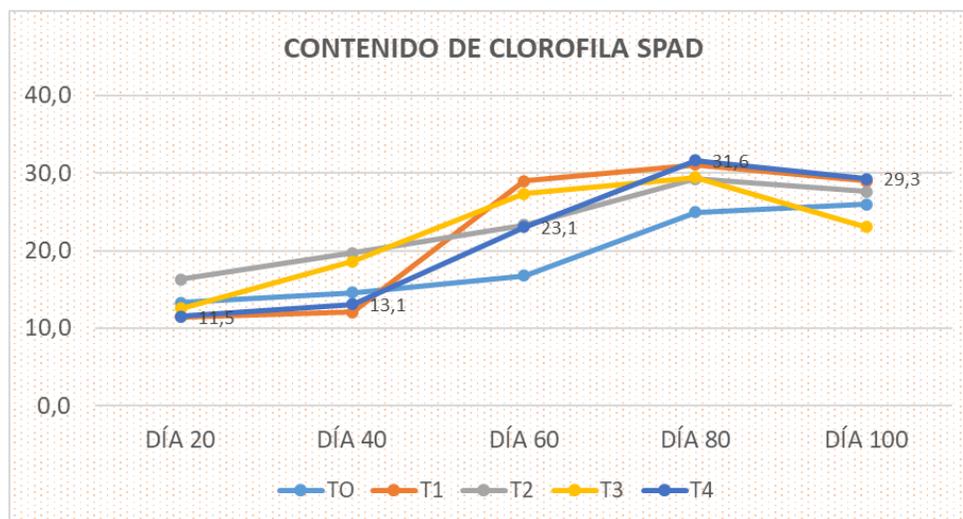
TRATAMIENTOS	LARGO DE HOJAS cm				
	20 días	40 días	60 días	80 días	100 días
<b>T0</b>	09,00 a	09,08 a	09,33 a	10,98 a	11,38 a
<b>T1</b>	09,80 a	10,00 a	10,08 a	10,35 a	10,43 a
<b>T2</b>	09,25 a	09,68 a	09,83 a	09,90 a	10,00 a
<b>T3</b>	<b>11,25 a</b>	<b>11,30 a</b>	<b>11,48 a</b>	<b>11,70 a</b>	<b>11,78 a</b>
<b>T4</b>	10,00 a	10,35 a	10,50 a	10,68 a	10,80 a

Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

Tabla 7: Resultado de la variable Largo de hojas. Rangos medios con letras diferentes en una columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey para  $p < 0.05$

### *Contenido de clorofila*

Para la variable contenido de clorofila no se observó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados, sino más bien, su dinámica va en relación al desarrollo vegetativo del cultivo de vainilla, ya que como se puede apreciar en la Figura 2, todos los tratamientos inician con un nivel bajo de clorofila con promedios entre 11 y 15 SPAD y conforme va creciendo la planta, va incrementando su nivel de clorofila, tal es el caso que a los 80 y 100 días se puede visualizar que el Tratamiento T4 marca una mínima diferencia con valores de 31.6 y 29.3 SPAD respectivamente frente a los demás tratamientos. La aplicación de Tierra de diatomeas no influye significativamente en el contenido de clorofila ya que como bien lo indica (Hidema et al., 1992) el contenido de clorofila está relacionado con la absorción de nitrógeno en diversas condiciones ambientales. De igual manera (Castillo & Ligarreto, 2010) indica que hay una buena correlación entre el N foliar y el contenido de clorofila en el que reportan promedios entre 50 y 51 unidades de SPAD en el tercio medio de la hoja de maíz.



Elaborado por: Alvarado y Rodríguez, (2024)

Figura 2: Resultado de la variable Contenido de clorofila (SPAD) a los 20, 40, 60, 80 y 100 días de la aplicación de los tratamientos.

## Conclusiones

La aplicación de tierra de diatomeas no ejerce un efecto directo en el pH del suelo ya que todos los tratamientos incluido el testigo tienen la misma dinámica y aumentaron su pH al finalizar el ensayo. La adición de tierra de diatomeas de 20 g por planta tiene una mejor respuesta en las variables agronómicas evaluadas como tasa de crecimiento, diámetro del tallo y número de hojas por planta. El contenido de clorofila está en relación al desarrollo vegetativo de la vainilla, en sus primeros estados fenológicos marca contenidos entre 11 y 15 SPAD y conforme crece la planta, va incrementando su nivel de clorofila de 31.6 y 29.3 SPAD a los 80 y 100 días respectivamente en el tratamiento que se adiciona 20 g. de tierra de diatomeas por planta.

## Referencias

1. Azofeifa-Bolaños, J. B., Rivera-Coto, G., Paniagua-Vásquez, A., Cordero-Solórzano, R., Azofeifa-Bolaños, J. B., Rivera-Coto, G., Paniagua-Vásquez, A., & Cordero-Solórzano, R. (2018). Respuestas morfogénicas de plantas in vitro y esquejes de *Vanilla planifolia* (Orchidaceae) durante el desarrollo inicial del cultivo en invernadero y en sistemas agroforestales. Cuadernos de Investigación UNED, 10(2), 368-378. <https://doi.org/10.22458/urj.v10i2.1995>

2. Berger, R. G. (2007). *Flavours and fragrances: Chemistry, bioprocessing and sustainability*. Springer Science & Business Media. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ax1OvyH8jGoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Flavours+and+fragrances+chemistry+bioprocessing+and+sustainability&ots=kgDLpCkF2v&sig=GCflzPfNznYclzT5IokhVtq5lkQ>
3. Castillo, Á. R., & Ligarreto, G. A. (2010). Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 122-128.
4. Díaz, D. M. (2016). Análisis de la cadena productiva de vainilla (*Vainilla Planifolia*), para la optimización de costos, en la asociación Kallari, en la Parroquia Tena, cantón Tena, provincia de Napo [bachelorThesis]. <https://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/17067>
5. Flores Jiménez, Á., Reyes López, D., Jiménez García, D., Romero Arenas, O., Rivera Tapia, J. A., Huerta Lara, M., & Pérez Silva, A. (2017). Diversidad de *Vanilla* spp. (Orchidaceae) y sus perfiles bioclimáticos en México. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 975-987. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i3.29438>
6. Hidema, J., Makino, A., Kurita, Y., Mae, T., & Ojima, K. (1992). Changes in the levels of chlorophyll and light-harvesting chlorophyll a/b protein of PS II in rice leaves aged under different irradiances from full expansion through senescence. *Plant and cell physiology*, 33(8), 1209-1214.
7. Hurtado, E., González-Vallejos, F., Roper, C., Bastías, E., Mazuela, P., Hurtado, E., González-Vallejos, F., Roper, C., Bastías, E., & Mazuela, P. (2017). Propuesta para la determinación del contenido de clorofila en hojas de tomate. *Idesia (Arica)*, 35(4), 129-130. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292017000400129>
8. Lombeida, M. D. Q., & Herrera, J. V. A. (2020). DESARROLLO DE CULTIVOS SOSTENIBLES DE VAINILLA EN ECUADOR. *Revista de Investigación Talentos*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.33789/talentos.7.1.123>
9. Martínez, M. Y. S. (2013). Reactivación del Cultivo de la Vainilla (*Vanilla fragans*) a través de un Ordenamiento Ecológico en la rRegión de Totonacapan. <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal9/Geografiasocioeconomica/Ordenamientoterritorial/10.pdf>

10. Martínez, Martínez, S. A., & Cuevas, R. S. (2013). Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(2), 14.
11. Monnin, M., & Perret, J. (2013). Absorción de los nutrientes y crecimiento de la vainilla (*Vanilla planifolia*). *Tierra Tropical*, 9(1), 29-37.
12. Quiahua Sánchez, A. (2020). Diseño y establecimiento de un sistema de riego en vainilla planifolia G. Jackson. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/c123aac-8963-4acd-92bc-e82d911f0973>
13. Rivas, L. L. P., Rodríguez, H. L. L., Litardo, R. C. M., & Almeida, I. P. (2021). Efecto de bioestimulantes sobre el crecimiento de la Vainilla Tahitensis en Daule, Ecuador: Effect of biostimulants on the growth of Vanilla Tahitensis in Daule, Ecuador. *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, 8(6), Article 6. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.86.606>
14. Rocha, R. G. (2015). Determinación de variables de rendimiento para el cultivo de Vanilla planifolia G Jacks en el Totonacapan. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/4111>
15. Rosenfeld, C. J. (2017). Plan de negocios para producción de Vainilla de Tahití (*Vanilla tahitensis*) en Santo Domingo de los Colorados, Ecuador, con fines de exportación [PhD Thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2017.]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6163/1/AGN-2017-028.pdf>
16. Santiago Pérez, J. J., López Ochoa, G. R., Enríquez García, F., Juárez Lucas, P., & Rodríguez Hernández, J. M. (2021). Uso de la cascara de coco como sustrato en Vanilla sp. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 9(2). <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=20076940&AN=155416104&h=36Y8puu1ZnxjVn6T8xgLoL4%2BHs0mjw%2BimWBa7zopntN7RH7kcoeZvKmlkVD5XxdsXWFZTv6VoZzf0J%2F0cEX6IQ%3D%3D&crl=c>
17. Shiguango, R. B. (2023). Evaluación productiva y económica, del cultivo de vainilla (*Vanilla planifolia*) bajo malla, con tres niveles de fertilización orgánica, en la Parroquia Puerto Misahualli, Provincia de Napo. [masterThesis, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/1132>

18. Vera, J. A. (2020). Descripción del uso de diatomeas como correctores de suelos ácidos [B.S. thesis, BABAHOYO: UTB, 2020]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7999>

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).