



## **REPORTE FINAL**

Evaluación de la efectividad Biológica  
de evaluación del fertilizante “Orgullo  
de México” en caña de azúcar

Dra. Marisol Cruz Tobón  
Ing. Vicente Sánchez Espinoza  
M.V.Z. Víctor García Torres

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

En el presente reporte se describen los resultados observados después de la aplicación de los diversos tratamientos del fertilizante “Orgullo de México” en caña de azúcar, de acuerdo con lo planteado el protocolo previamente establecido de acuerdo con la NOM-077-FITO-2000 donde se establecen las especificaciones, criterios y procedimientos en la evaluación de los estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal. Se considerarán las principales variables de rendimiento agroindustrial del cultivo de caña de azúcar.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

*Área de estudio.* Se estableció la evaluación en un área de 5400 m<sup>2</sup>. El experimento se estableció en áreas de cultivo comerciales con manejo agronómico convencional (nutrición y fitosanidad) en la localidad de Potrero Viejo en la región cañera Córdoba-Golfo, Veracruz. Se consideró un cultivo con siembra nueva.

*Diseño de tratamientos.* El experimento se realizó con un arreglo de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Se consideraron tratamientos la aplicación única de fertilizante orgánico “El Orgullo de México”, aplicaciones quincenales, aplicación mensual del fertilizante y el testigo absoluto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diseño de tratamientos a evaluar

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción de tratamientos</b>
T1	Testigo absoluto
T2	Aplicación única de fertilizante orgánico “El Orgullo de México” a razón de 40L/ha
T3	Aplicación triple, cada 15 días de fertilizante orgánico “El Orgullo de México” a razón de 40L/ha
T4	Aplicación triple, cada 30 días de fertilizante orgánico “El Orgullo de México” a razón de 40L/ha

Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página 2 de 14
--	---	----------------

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

## VARIABLES DE RESPUESTA

En tanto que las evaluaciones del desarrollo vegetativo se realizaron hasta el momento a los 15, 30, 60 y 90d días posteriores al inicio del experimento. Las determinaciones de las variables de respuesta se realizarán considerando tres replicas o unidades experimentales por tratamiento. Por lo que se debe considerar que cada repetición constará de unidades experimentales que serán las cepas dentro de cada bloque (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables de respuesta en la evaluación del fertilizante “Orgullo de México”

<b>Variable de respuesta</b> <b>(V.R.)</b>		<b>Descripción</b>
1	Emergencia o germinación	15 y 30 días después de la aplicación. Se considerarán como germinados los tallos que presenten indicios o presencia de láminas foliares verdaderas.
2	Número de tallos	30, 60, 90 y 120 días después de la aplicación. Se considerarán todos los tallos por cepa en un transecto de 10m con tres replicas por bloque. Se calculará el número de tallos promedio por cepa.
3	Grosor de tallos	60 y 90 días después de la aplicación. Se considerarán 3 tallos al azar por cepa con tres replicas por bloque. Se calculará el grosor promedio por tallo.
4	Altura por tallo	
5	Longitud lámina foliar	

*Diagnostico fisicoquímico de suelo.* Se realizó un análisis fisicoquímico previo a la aplicación de los tratamientos, con la finalidad de identificar el estado del sustrato en que se iba a establecer la evaluación del fertilizante “Orgullo de México”. El muestreo y análisis de suelo se realizó bajo el método establecido en la Norma Oficial Mexicana 021-RECNAT-2000, la cual establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreo y análisis con aplicación en todo el territorio nacional.

Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página <b>3</b> de <b>14</b>
--	---	------------------------------

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	<b>Laboratorio de Producción de</b> <b>Formulados de Control Biológicos</b> <b>Tierra Fértil</b>
	<b>Fecha de Elaboración:</b> <b>14-02-25</b>

*Aplicación de tratamientos.* La aplicación de tratamientos generales se realizó el 20 de octubre de 2024 bajo las condiciones establecidas en el protocolo antes presentado, con aplicación manual con equipo de aspersión motorizada con una boquilla de cono hueco, a fondo de surco previo a que la semilla de caña de azúcar se cubriera con suelo (Figura 1).



Figura 1. Aplicación de tratamientos. a) y b) dosificación de tratamientos; c) aplicación de tratamientos y d) Tapado de semilla de caña de azúcar con yunta.

En tanto que la aplicación subsecuente de tratamientos se realizó bajo lo establecido en el protocolo registrando las variables climatológicas en cada ocasión (Cuadro 3).

Aplicación	Variables climatológicas			
	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Precipitación (mm <sup>3</sup> )	Radiación
20/10/24	26	59	0.25	Baja
5/11/24	25	32	1	Baja
19/11/24	25	30	0	Baja
03/12/24	24	59	1	Baja
20/12/24	23	63	0	Baja

<b>Realizó:</b> <b>Dra. Marisol Cruz Tobón</b> <b>Ing. Vicente Sánchez Espinoza</b>	<b>Elaboró reporte:</b> <b>Dra. Marisol Cruz Tobón</b>	<b>Página 4 de 14</b>
---	---	-----------------------

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

*Aplicación de tratamientos subsecuentes.* La aplicación de tratamientos generales se realizó el 20 de octubre de 2024 bajo las condiciones establecidas en el protocolo antes presentado, con aplicación manual con equipo de aspersión motorizada con una boquilla de cono hueco, a fondo de surco previo a que la semilla de caña de azúcar se cubriera con suelo (Figura 2).



Figura 2. Aplicación de tratamientos.

Con respecto al resto de los tratamientos estas se realizaron de manera paulatina cada 15 días según la calendarización establecida en el protocolo inicial. Se realizaron un total de seis aplicaciones para el tratamiento T3, cuatro aplicaciones para T4 y una aplicación para T2. Las aplicaciones se realizaron con equipo manual y direccionadas a suelo o la base de la cepa, durante la mañana entre las 7 y 8.

El material fotográfico completo se anexó como evidencias en carpetas por aplicación cargadas en Google Drive ([https://drive.google.com/drive/folders/1XYMeFwYvcfW6XHQO1Lb7EA\\_1hf5ZiTzdN?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1XYMeFwYvcfW6XHQO1Lb7EA_1hf5ZiTzdN?usp=drive_link)).

Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página <b>5</b> de <b>14</b>
--	---	------------------------------

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

**RESULTADOS**

*Diagnostico fisicoquímico de suelo.* Los resultados indicaron que el suelo donde se estableció la evaluación es un sustrato saludable cuyo pH es neutro lo que garantiza que los tratamientos aplicados serán aprovechados por la planta sin complicaciones.

Se trata de un suelo con una clase textural franco arcilloso a arcilloso que ideal para el cultivo de caña de azúcar, con un porcentaje de material orgánica normal, que se ve claramente influenciado por la aplicación de los tratamientos siendo las aplicaciones cada 30 días el tratamiento que alcanza el mayor porcentaje de 9.02%. Suelo libre de carbonatos y sales lo que garantiza un sustrato con la capacidad de recepción y asimilación de nutrientes. Muy alto suministro de fosforo disponible (Cuadro 3).

Cuadro 3. Determinaciones e interpretación del diagnóstico de suelo.

Variable	Sin cultivo	Testigo absoluto	Aplicación unica	Aplicación 15 días	Aplicación 30 días		Nivel optimo para el cultivo
pH	6.56	6.61	6.02	6.52	6.48	Neutro	5.5- 7.8
Clase Textural	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Arcilla		
MO	4.3	5.93	6.81	8.53	9.02	muy alto	<4 mg/kg
Punto de saturación	48	18.4	18.1	61.6	60	%	30%
Capacidad de campo	25.6	31	30.5	33	32.1	%	20%
Cond. Hidráulica	2.2	0.9	1.1	0.8	0.8	cm/hr	5cm/hr
Densidad aparente	1.31	1	1.11	1.02	1.01	1 g/cm3	
CE	0.3	1.01	1.13	1.33	1.17	dS/m	<1
N-NO3	4.44	52.3	53	74.2	54.5	mg/kg	10-60 mg/kg
P	130	143	157	568	334	mg/kg	10 mg/kg
K	372	341	442	435	402	mg/kg	78 mg/kg
Fe	28.2	18.1	23.2	48.4	32.2	mg/kg	50-250 mg/kg
Cu	1.18	1.05	1.14	1.45	1.05	mg/kg	1 a 3 mg/kg
B	0.1	1.68	1.7	1.72	1.68	mg/kg	0.4 a 0.6 mg/kg
S	19	5.18	5.18	10.4	9.07	mg/kg	78 mg/kg
Mg	217	181	218	297	252	mg/kg	20-40 mg/kg
Zn	2.45	2.54	3.45	4.45	4.36	mg/kg	1.5 a 4 mg/kg
Mn	37.2	18.6	28.6	22	13.5	mg/kg	20-40 mg/kg
Ca	1799	2309	1683	2457	1784	mg/kg	1500 mg/kg
Na*	25	25	25	25	25	mg/kg	<25
Al*	-----	0	0.21	0	0.21	mg/kg	<2

\*Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido  
 \*\*variables marcados en verde presnetan el mayor cotenido

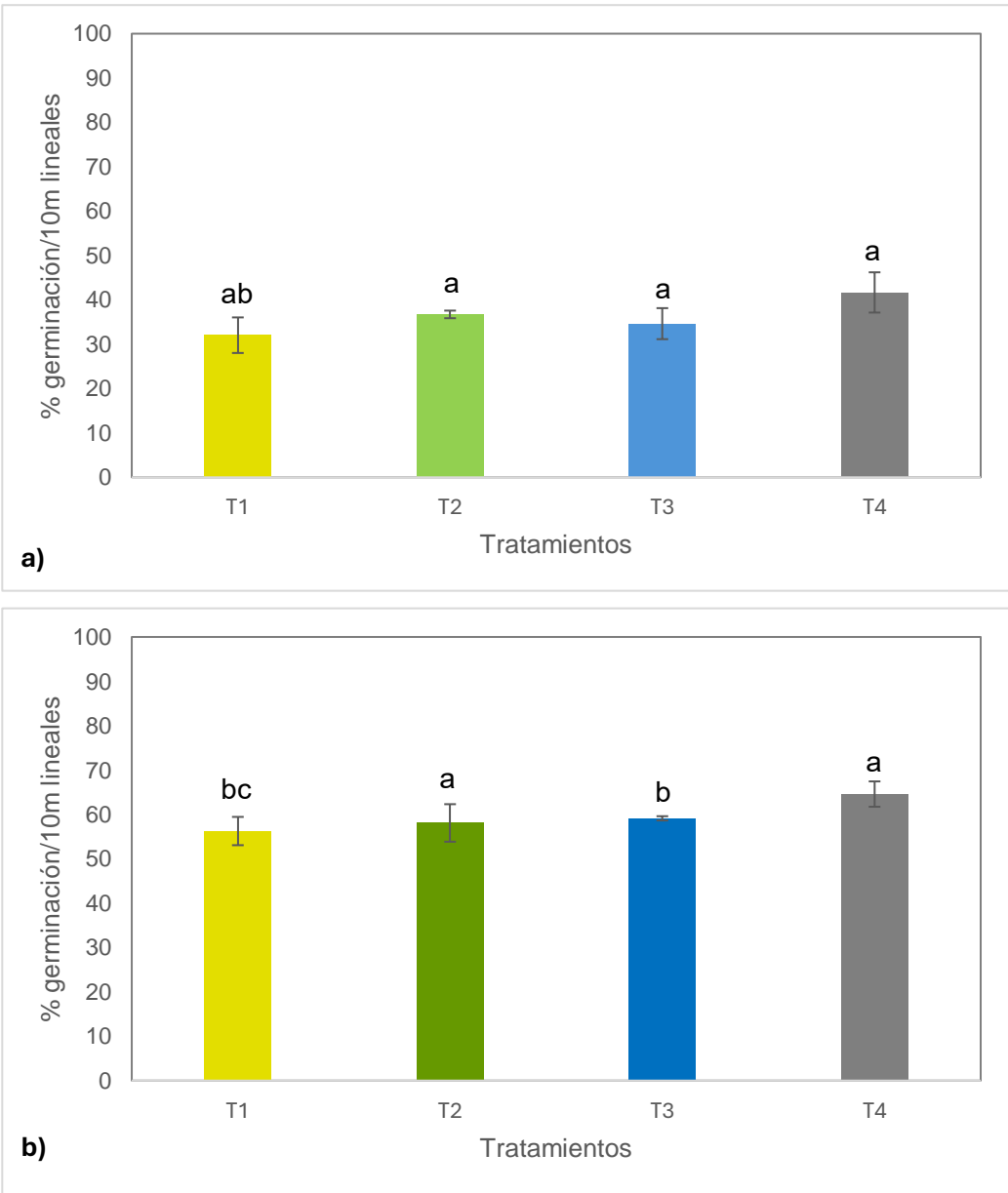
Con respecto al resto de los parámetros son influenciados por la aplicación de los tratamientos, siendo que el suelo tratado con aplicaciones cada 15 días fue el que alcanzan los mayores niveles nutrimentales. Con respecto al Aluminio solo fue posible determinarlo en dos tratamientos en aplicación única y cada 15 días, pero con niveles muy bajos casi imperceptibles por la planta, por lo que se considera que ele efecto de este elemento incluso resultará positivo para el desarrollo de la planta

Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página 6 de 14
--	---	----------------

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

En general un suelo con altos contenido de nutrientes y capacidad para la absorción de estos. Sin problemas en sus características físicas que le permiten el drenaje ideal de humedad.

*Emergencia o germinación.* Se determinó la germinación de semilla de caña de azúcar a los 15 y 30 DDA, observándose un incrementó el porcentaje de yemas germinadas del 24.47% en las yemas tratadas con T3. Mientras que el mayor porcentaje de yemas germinadas se observó en los sitios tratados con T4 cuyos resultados fueron de 64.58% de germinación (Figura 3).



Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página 7 de 14
--	---	----------------

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

\*Letras iguales señalan ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.  
 Figura 3. Porcentaje de germinación de yemas de caña de azúcar por cada 10m lineales.  
 a) Determinación realizada a los 15 DDA. b) Determinación realizada a los 30 DDA

Con respecto al porcentaje de germinación de yemas de caña de azúcar, debido a que los datos registrados no siguieron una distribución normal, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, para identificar la existencia de diferencias estadísticas entre los sitios aplicados con los distintos tratamientos y una prueba de comparación múltiple de Games-Howell. Los análisis se realizaron con un valor de significancia de  $\alpha < 0,05$ , en el paquete estadístico versión RStudio versión 3.6 para Windows (R Core Team 2018).

Se determinó que hasta la aplicación realizada el 3 de diciembre de 2024, no existían diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos aplicados (Letras ubicadas en la parte superior de las barras del grafico iguales señalan ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos estudiados) ( $P=0.002$ ;  $df =14$ ).

Sin embargo, en el estudio las yemas tratadas con T3 y T4 presentan los porcentajes más altos de germinación, por lo que podría considerarse que ambos tratamientos tienen un efecto positivo sobre la germinación de semilla de caña de azúcar e incluso podría atribuirse un efecto como inductor de germinación de yemas (Figura 4). Aunque como se puede observar en la Figura 3., la barra de T3 presenta un menor rango de



Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página 8 de 14
--	---	----------------



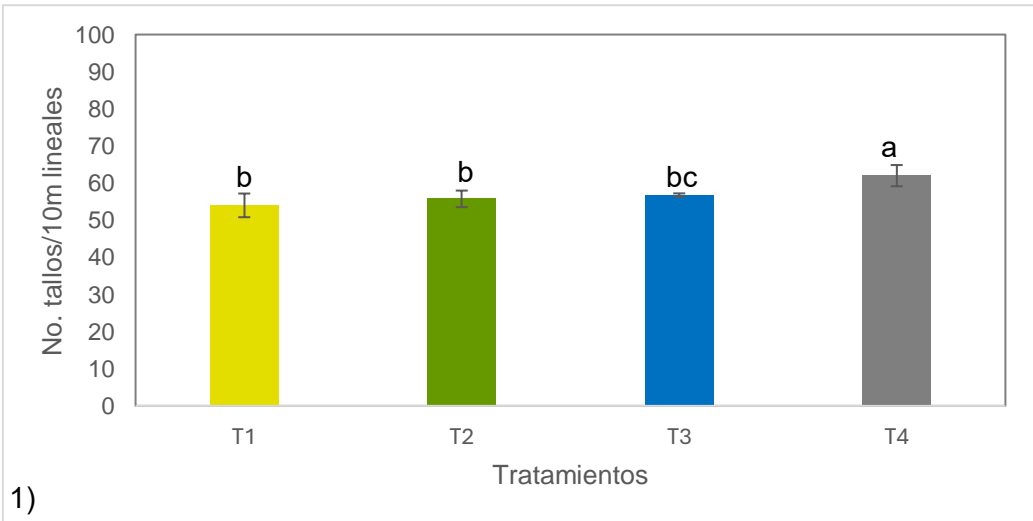
<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

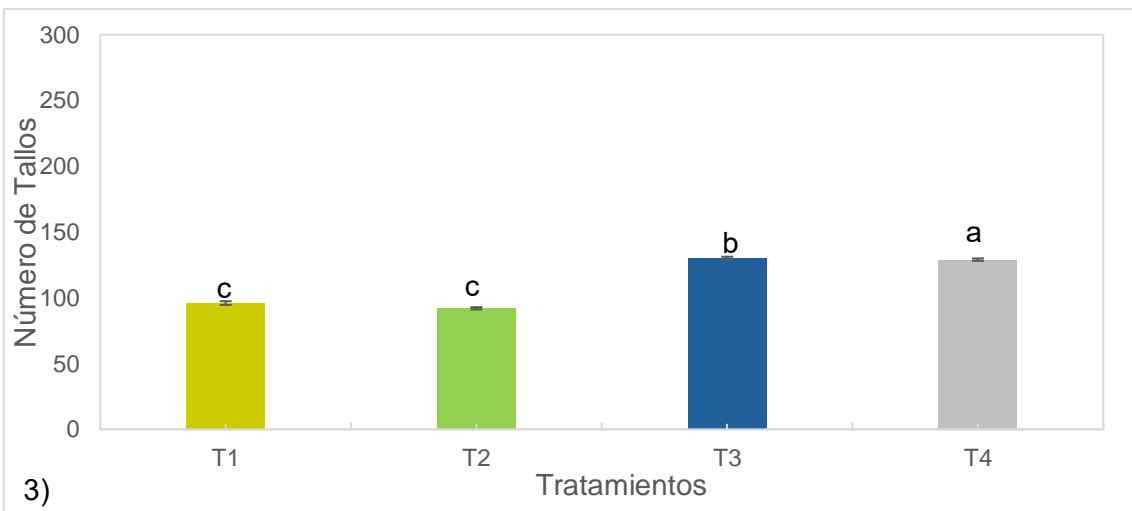
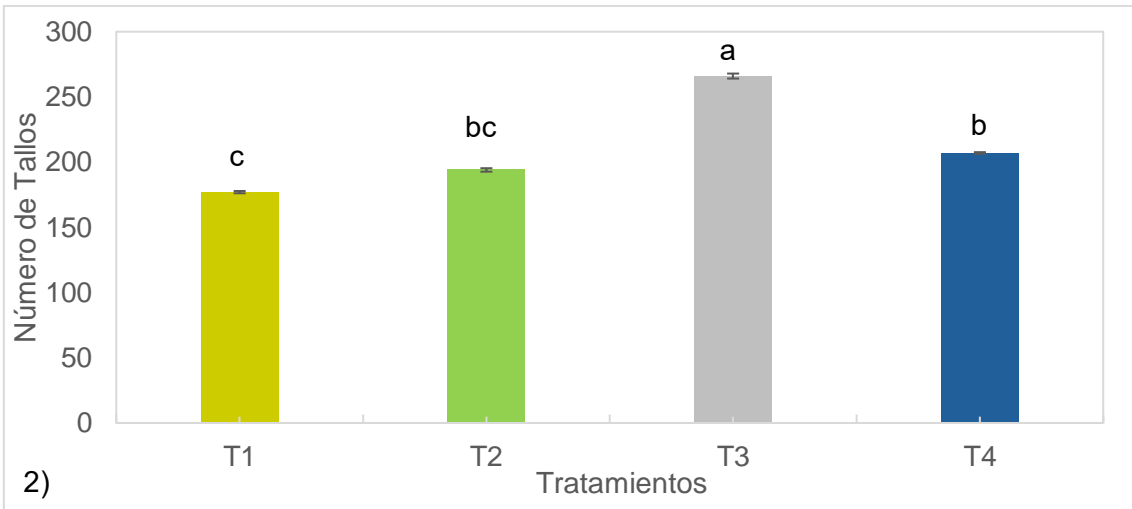
variación en sus resultados (barra de error menor), lo que es un indicativo de que la germinación de yemas con este tratamiento fue más homogénea que incluso en T4.

Figura 4. Yemas germinadas a los 15 DDA. a) Germinación de yemas lineales T3. b) Germinación de yemas lineales de T4.

*Número de tallos.* Esta variable se determinó a los 30, 60 y 90 DDA, observándose que el mayor número de tallos con hojas verdaderas fue en T4 con 12.9 tallos reales/cepa. Se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, que permitió identificar la existencia de diferencias estadísticas entre los sitios aplicados con los distintos tratamientos y una prueba de comparación múltiple de Games-Howell en las tres mediciones. Los análisis se realizaron con un valor de significancia de  $\alpha < 0,05$ , en el paquete estadístico versión RStudio versión 3.6 para Windows (R Core Team 2018).

Fue posible identificar que existen diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos ( $P \leq .001$ ;  $df = 14$ ,  $P \leq .001$ ;  $df = 19$ ,  $P \leq .001$ ;  $df = 19$ , respectivamente para las mediciones de 30, 60 y 90 DDA), un máximo en el número de tallos reales de 130 en T3 que además presenta un comportamiento similar a la variable anterior con datos de mayor homogeneidad (barra de error de menor tamaño) como se puede observar en la en la barra color azul de la Figura 5, aunque con menor número de tallos reales/10m lineales.





\*Letras iguales señalan ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.  
 Figura 5. Número de tallos reales de caña de azúcar por cada 10m lineales. 1) Determinación a los 30DDA, 2) Determinación a los 60DDA, 3) Determinación a los 90DDA.

Es posible observar un alto número de tallos reales, turgentes y en crecimiento constante, y debido a que los tallos que se presentan en la última evaluación ya presentan diferenciación fenológica en la formación de nudos y entrenudos que en su mayoría van a pasar a la etapa de madurez considerando una pérdida de alrededor del 10% de tallos debido a condiciones ambientales, nutricionales y fitosanitarias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estimación teórica del rendimiento en campo DDA.

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

Tratamiento	Número de tallos/10m2	Número de tallos/ha	Estimación del rendimiento (1tallo=980g)
T1	96	96,000	94.08 ton/ha
T2	92	92,000	90.160 ton/ha
T3	130	130,000	127.4 ton/ha
T4	129	129,000	126.4 ton/ha



Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página 11 de 14
--	---	-----------------

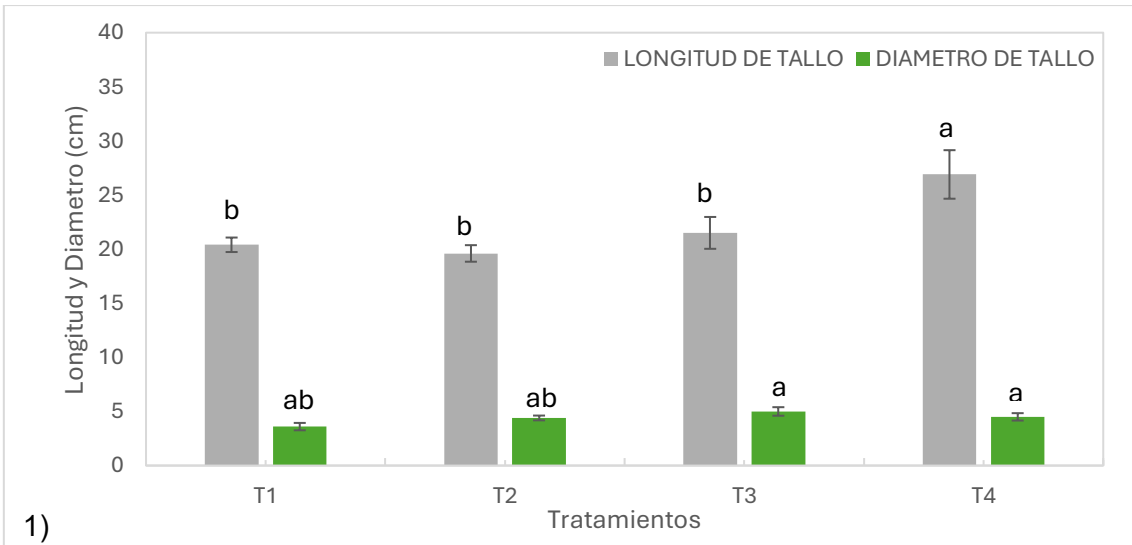
<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

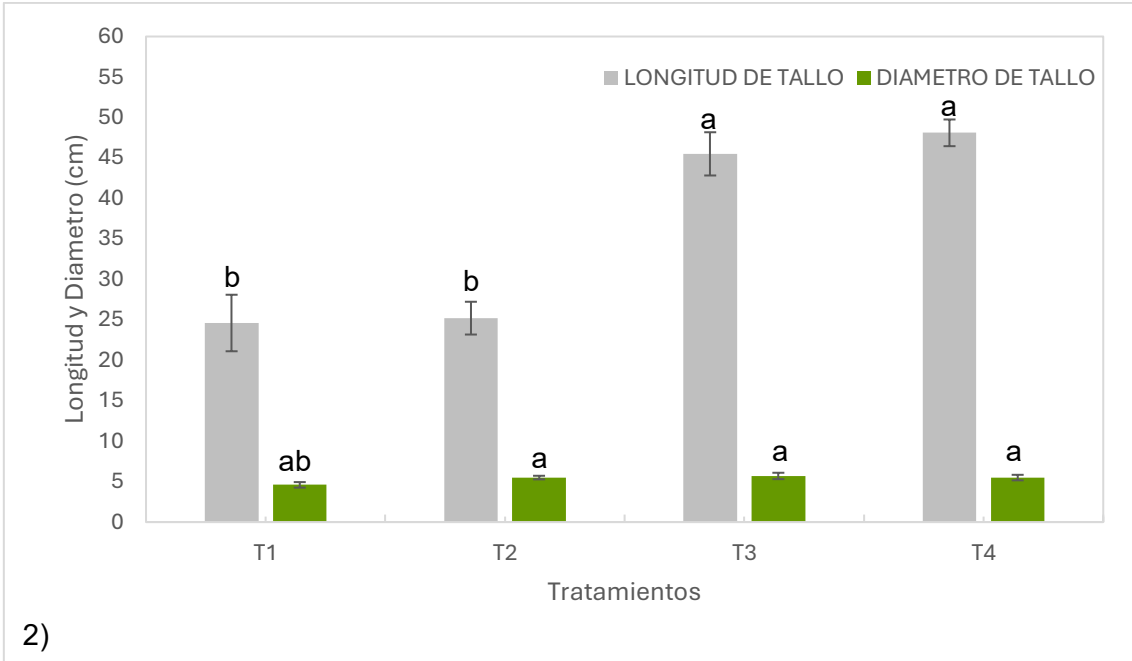
Figura 6. Tallos reales a los 30 DDA. a y b). tallos lineales a los 30DDA. c y d) tallos lineales a los 90 DDA.

*Longitud y diámetro de tallos.* Con respecto a esta variable se realizaron las determinaciones a las a las 60 y 90 DDA, y fue posible observar que existe un efecto positivo sobre el cultivo con la aplicación de los tratamientos sobre todo aquellas áreas que fueron aplicadas de manera constante (T3 y T4).

Fue posible identificar que existen diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos para el caso longitud de tallo ( $P \leq .001$ ;  $df = 22$ ,  $P \leq .001$ ;  $df = 19$ , respectivamente para las mediciones), un promedio de 26.9cm en la variable longitud de tallo para el tratamiento T4. Mientras que para la variable diámetro de tallo el mayor grosor fue en el tratamiento T3 (5cm), con tallos 0.5cm de mayor diámetro que los presentes en las áreas tratadas con T4.

Sin embargo, entre los tratamientos T3 y T4 no se observan diferencias significativas, por lo que la practica seleccionar cualquiera de los dos tratamientos tendría resultados similares, pero superiores al resto de los tratamientos aplicados incluso el testigo, es importante mencionar que para el caso caña de azúcar es preferible tallos robustos debido a que se infiere que hay una mayor concentración de sacarosa en la etapa de madurez y una mayor posibilidad de supervivencia (Figura 7).





\*Letras iguales señalan ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Figura 7. Longitud y Diámetro de tallos determinaciones en 10m lineales. 1) Determinación a los 60DDA, 2) Determinación a los 90DDA.

Con respecto a las mediciones se anexa evidencia fotografía, que representativo en la dimensión de los tallos observados (Figura 8). El material fotográfico completo lo encontrara en la carpeta de Drive.



Figura 8. Determinación de la longitud y diámetro de tallos a los 90 DDA para T4

Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página 13 de 14
--	---	-----------------

<b>REPORTE FINAL</b> <b>Evaluación de la efectividad Biológica de</b> <b>evaluación del fertilizante “Orgullo de</b> <b>México” en caña de azúcar</b>	Laboratorio de Producción de Formulados de Control Biológicos Tierra Fértil
	Fecha de Elaboración: 14-02-25

## CONCLUSIONES

- Los hallazgos e la presente evaluación permitieron observar un efecto positivo sobre las áreas aplicadas en todas las variables de respuesta estudiadas.
- En relación con el estado nutricional del suelo después de la aplicación de los tratamientos se indujo el incremento de variables importantes como Materia orgánica, N, P, K, por lo que de acuerdo con lo observado el tratamiento con mayor efecto fue T4. Si bien T3 genera un incremento mayor en algunos elementos T4 tiene un efecto mayor sobre la materia orgánica lo que garantiza el aprovechamiento de nutrientes por la planta.
- Con respecto la variable germinación T4 presentó el mayor efecto lo que garantiza el éxito de la siembra y aplicación del producto.
- En tanto que las variables longitud y diámetro presentan los mayores efectos en los tratamientos T3 y T4.
- Por lo que por practicidad e inversión se recomienda la aplicación mensual del producto orgánico Orgullo de México considerando un mínimo de 2 a 3 aplicaciones desde el inicio del cultivo hasta la etapa de gran crecimiento.

Realizó: Dra. Marisol Cruz Tobón Ing. Vicente Sánchez Espinoza	Elaboró reporte: Dra. Marisol Cruz Tobón	Página <b>14</b> de <b>14</b>
--	---	-------------------------------