



Efecto del lixiviado a base de residuos de caña de azúcar en las características física, química y estomática del rabanito

Effect of leachate based on sugarcane residues on the physical, chemical and stomatal characteristics of radish

Efeito do chorume à base de resíduos de cana-de-açúcar nas características físicas, químicas e estomáticas do rabanete

Dante Daniel Cruz Nieto¹

dcruz@unjfsc.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-0052-5619>

Edwin Guillermo Gálvez Torres¹

egalvez@unjfsc.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-4293-3338>

Héctor Jorge Castro Bartolomé²

hcastro@unab.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-2941-2565>

Elvira Teófila Castañeda Chirre¹

ecastaneda@unjfsc.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-1953-8869>

Manuel Nicolás Morales Alberto³

mmorales@undc.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-9983-6956>

Humberto Guillermo Villarreal Rodríguez¹

hwillarreal@unjfsc.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-5438-7875>

¹Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú

²Universidad Nacional de Barranca. Barranca, Perú

³Universidad Nacional de Cañete, San Vicente de Cañete, Perú

Artículo recibido el 29 de marzo 2022 / Arbitrado el 15 de abril de 2022 / Publicado el 27 de mayo 2022

RESUMEN

Hoy en día darles un valor agregado a los residuos de caña de azúcar se considera una alternativa sostenible en la agricultura. Objetivo es determinar el efecto del lixiviado en las características físicas, químicas y estomáticas para optimizar el rendimiento de rabanito. La metodología se basa en la investigación aplicada; por lo que, se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar que constó de 3 bloques y 5 tratamientos estos fueron T1 = 0, T2 = 2 l, T3 = 3 l, T4 = 4 l y T5 = 5 l de lixiviado /200 l de agua/ha, se aplicaron a 15 días después de la siembra. Se evaluaron las características físicas de planta, análisis de hoja e índice estomático. Obtenidos los datos se procesaron mediante análisis de varianza y Duncan. Se determinó que T4 destacó en longitud de planta con 31.87 cm, diámetro ecuatorial con 3.84 cm, peso de planta con 36.39 g, rendimiento con 10.16 tn/ha e índice estomático con 39.13 %, pero T5 incrementó oxígeno, calcio, silicio y aluminio. Se concluye que, no hubo efecto de dosis en las características físicas, se incrementó la concentración de nutrientes e índice estomático en T4, lo cual destacó en rendimiento.

Palabras clave: Residuos; Caña de azúcar; Dosis; Lixiviado; Rendimiento; Características de la planta; Sostenible

ABSTRACT

Today, giving added value to sugarcane residues is considered a sustainable alternative for farmers. Objective is to determine the effect of the leachate on the physical, chemical and stomatal characteristics to optimize the yield of radish. The methodology is based on applied research; Therefore, the Completely Randomized Block Design was used, which consisted of 3 blocks and 5 treatments, these were T1 = 0, T2 = 2 l, T3 = 3 l, T4 = 4 l and T5 = 5 l of leachate / 200 l of water/ha, were applied 15 days after sowing. The physical characteristics of the plant, leaf analysis and stomatal index were evaluated. Once the data was obtained, it was processed by analysis of variance and Duncan. It was determined that T4 stood out in plant length with 31.87 cm, equatorial diameter with 3.84 cm, plant weight with 36.39 g, yield with 10.16 tn/ha and stomatal index with 39.13%, but T5 increased oxygen, calcium, silicon and aluminum. It is concluded that there was no dose effect on the physical characteristics, the concentration of nutrients and the stomatal index in T4 increased, which stood out in yield.

Key words: Waste; Sugar cane; Dose; Leached; Performance; Characteristics of the plant; Sustainable

RESUMO

Hoje, agregar valor aos resíduos da cana-de-açúcar é considerada uma alternativa sustentável para os agricultores. Objetivou-se determinar o efeito do lixiviado nas características físicas, químicas e estomáticas para otimizar a produtividade do rabanete. A metodologia é baseada em pesquisa aplicada. Para tanto, foi utilizado o Delineamento de Blocos Completamente Randomizado, que consistiu em 3 blocos e 5 tratamentos, sendo estes T1 = 0, T2 = 2 l, T3 = 3 l, T4 = 4 l e T5 = 5 l de lixiviado / 200 l de água/ha, foram aplicados 15 dias após a semeadura. Foram avaliadas as características físicas da planta, análise foliar e índice estomático. Uma vez obtidos os dados, estes foram processados por análise de variância e Duncan. Determinou-se que T4 se destacou em comprimento de planta com 31,87 cm, diâmetro equatorial com 3,84 cm, peso de planta com 36,39 g, produtividade com 10,16 tn/ha e índice estomático com 39,13%, mas T5 aumentou oxigênio, cálcio, silício e alumínio. Conclui-se que não houve efeito da dose nas características físicas, a concentração de nutrientes e o índice estomático em T4 aumentaram, o que se destacou na produtividade.

Palavras-chave: Desperdício; Cana de açúcar; Dose; Lixiviado; Desempenho; Características da planta; Sustentável

INTRODUCCIÓN

Por muchos años, los residuos de la caña de azúcar no se han realizado un adecuado tratamiento en su disposición final; puesto que, en muchos casos se han vertido en los ríos o expuesto al aire. Esta situación ha ocasionado que sirva como hospederos de plagas y enfermedades, lo cual ha afectado a cultivos cercanos, la salud y a la vez contaminado el ambiente. Un caso importante es la emisión de partículas en el ambiente generadas por quema de caña de azúcar y residuos es un factor coadyuvante al aumento de enfermedades respiratorias principalmente las de tipo asmática y bronquial (1).

Asimismo, se menciona que estos residuos se generan gran cantidad en el procesamiento industrial, que por 1 l de alcohol se obtiene 14 l a 15 l de vinaza, además de otros residuos como bagazo y que estas cantidades pueden tener impacto negativo si no tiene un adecuado manejo de los residuos. Pues estos subproductos derivados de la caña de azúcar como cachaza, bagazo y vinaza aplicado o expuesto en el suelo causan daños a los cultivos y al ambiente. (2). Además, los efluentes de vinaza se caracterizan por las altas temperaturas, pH ácido y su elevada concentración de DQO (La Demanda Química de Oxígeno) (3).

Debido a esta situación, es necesario darle un valor agregado de manera que se aproveche por los agricultores de la zona al mismo tiempo reduzca la contaminación ambiental, para lo cual la elaboración del compost a base residuos de caña de azúcar es favorable para la nutrición orgánica del cultivo.

Pues la fertilización de compost demuestra que favorece en reducir el estrés ambiental en las plantas (4), otra alternativa sostenible obtenida del compost es el lixiviado que es un abono líquido que se aplica de manera foliar a los cultivos. Pues, se han comprobado que el rendimiento se incrementó con el aumento de dosis de estiércol de oveja y aplicación simultánea de lixiviado de humus de lombriz (5).

La aplicación del lixiviado es dirigida a las hojas y cubre a la planta hasta su base. Este principio de fertilización nutricional en el tejido foliar, en donde se realiza las mayores actividades fisiológica (6). Aporta nutrientes para la disponibilidad y absorción de la planta que influye en las reacciones bioquímicas, lo cual fortalece frente a estrés ambiental, plagas, enfermedades e influye en el rendimiento.

Por este motivo, se realizó la investigación sobre el efecto del lixiviado en las características físicas, químicas y estomáticas para optimizar el rendimiento del cultivo de rabanito, el objetivo fue determinar el efecto del lixiviado en las características físicas, químicas y estomáticas en relación al rendimiento de rabanito. Asimismo, el propósito de esta investigación es de darle un valor agregado a los residuos de la caña de azúcar, con la finalidad de fortalecer a la planta frente al estrés ambiental, reducir el costo de producción y de esta manera obtener mayor rendimiento y fruto ecológico. Este resultado servirá para proponer y fomentar el aprovechamiento de este residuo como una alternativa ecológica y sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología se basó en la investigación experimental; puesto que, mediante evaluaciones continuas, se determinó la dosis adecuada del lixiviado, para obtener mayor rendimiento en el cultivo de rabanito. La población está referida a las plantas del cultivo de rabanito que se desarrolla de 50 a 100 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar). Para la muestra se seleccionó las plantas de los surcos centrales por parcela con el fin de evitar el efecto de borde, estas plantas se marcaron con una cinta de color, para las evaluaciones.

Tratamientos

Para establecer las dosis de lixiviado que se detalla en la Tabla 1, se tuvo en cuenta el análisis de suelo, del abono foliar y la cantidad que aplican los agricultores que en promedio es de 2 a 4 l de lixiviado /200 l de agua/ ha, para cultivo de rabanito. Cabe mencionar que en otras preparaciones se mezclan minerales: fósforo, potasio, boro, magnesio y silicio, se deja fermentando 15 días más y se aplica 300 cc /bomba 18 l de agua como fertilizante foliar (7).

Tabla 1. Dosis de solución fertilizante obtenido por tratamiento.

Tratamiento	L/ha
T ₁	0
T ₂	2
T ₃	3
T ₄	4
T ₅	5

Análisis de varianza

Obtenidos los datos de las características físicas del cultivo de rabanito de las parcelas demostrativas se procesaron mediante análisis de varianza y se comparó con los valores

de la tabla de Fisher al 5 % de error, lo cual determinó si es significativo o no; es decir si las aplicaciones de lixiviado influyeron en las características físicas de la planta (ver Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza para diseño de bloques completamente al azar.

Fuente de variación	SC 2	DF	CM	Model I E(CM)	Model II E (CM)	F. cal
Bloque	SC _b	b - 1	CM _b =SC _b /b-1	$(\sigma_e^2 + \sum \beta_j^2)/(b - 1)$	$\sigma_e^2 + t\sigma_\beta^2$	CMb/CM _e
Tratamiento	SC _{tr}	T - 1	CM _{tr} =SC _{tr} /t-1	$(\sigma_e^2 + b\sum T_i^2)/(t - 1)$	$\sigma_e^2 + b\sigma_t^2$	CMtr/CM _e
Error	SC _e	(b-1)(t-1)	CM _e =SC _e /(b-1)(t-1)	σ_e^2	σ_e^2	
Total	SC _t	bt - 1				

Fuente: Núñez and Tusell (8).

Prueba de Duncan

Seguido al análisis estadístico anterior se efectuó la operación de los datos de las características físicas de la planta mediante la prueba de Duncan al 5 % de error. Esta prueba estadística determinó que tratamiento destacó con relación a los demás y si hubo diferencias estadísticas u homogeneidad de los tratamientos.

Procedimientos

Los procedimientos se realizaron de la siguiente manera:

Para la preparación del lixiviado, se tomó 14 kg de compost y 18.5 l de agua y se dejó en reposo por 3 semanas en una botella. Es necesario mencionar que el compost que se utilizó, estuvo compuesto en igual porcentaje ponderal con bagazo, vinaza, hierba seca y guano de cuy.

Seguido se tomó muestras de suelo utilizando la técnica de muestreo zig - zag, esto se depositó en una manta y removió de allí se tomó 1 kg de muestra que se llevó al INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) de Huaral, para determinar la concentración de nutrientes.

Luego se instaló el experimento, empleando el modelo estadístico del Diseño de Bloques Completamente al Azar que constó de 3 bloques y 5 tratamientos.

Se delimitó las parcelas y se sembró semillas de rabanito a distanciamiento entre

plantas 0.10 m y entre surco mellizo 0.5 m, después de 15 días de siembra se aplicaron las dosis que se detalla en la Tabla 1.

En la cosecha se evaluó las características físicas de la planta y los datos se procesaron mediante el análisis de varianza y prueba múltiple de Duncan.

Se tomaron muestras de hojas de rabanito que se analizaron sus características estomáticas por microscopía (microscopio electrónico de barrido SEM de alta resolución) relacionadas con el rendimiento agrícola y también se obtuvo la concentración de nutrientes en dicha muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelo

En cuanto al análisis de suelo que se detalla en la Tabla 3, se determinó el pH, y la capacidad de intercambio catiónico, y si sus concentraciones se encuentran dentro de los valores normales (9). En concentración de materia orgánica, nitrógeno, fósforo se encuentran dentro de los valores bajos y alto concentración de potasio (10). En los elementos intercambiables se determinó mayor concentración del calcio, potasio y concentración media de magnesio y sodio (11). Por lo que, se interpreta que este suelo es adecuado para el cultivo de rabanito.

Tabla 3. Análisis de suelo del área experimental.

C.E. 1:2:5 mS/cm	pH 1:2:5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Intercambio catiónico (mEq/100 g suelo)				CIC
							Ca	Mg	Na	K	
1.56	7.1	1.60	0.08	5	262	0.88	12.0	0.51	0.17	0.67	13.55

Fuente: INIA (2021) (12).

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

M.O: Materia orgánica

C.E: Conductividad eléctrica

Análisis del abono orgánico

Respecto al análisis químico del lixiviado que se detalla en la Tabla 4, se aprecia una concentración baja de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. Sin embargo

estos porcentajes, se encuentran dentro de los valores del abono de animales como de vaca y de abono foliar a base de residuos de casa y hojas de plantas (13).

Tabla 4. Análisis de abono orgánico (lixiviado).

N° Lab	Muestra	pH	C.E. mS/ cm	Humedad %	M.O. %	C %	N %	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	C/N
0.46	lixiviado	7.75	4.00	99.53	36.95	21.43	1.60	0.90	0.48	4.98	0.20	13.39

Fuente: INIA (2018) (14) citado por Gálvez et al (2019) (15).

Características físicas del cultivo de rabanito

Procesado los datos de las características físicas del cultivo de rabanito que se detallan en la Tabla 5, se aprecia que no hubo significancia; es decir, la aplicación del lixiviado no influyó

en las características; sin embargo, el T4 con dosis de 4 l de lixiviado /200 l de agua/ha destacó. Por lo tanto, a una dosis adecuada se obtuvo buenos resultados en la arquitectura de la planta, rendimiento de fruto.

Tabla 5. Características físicas del cultivo de rabanito por tratamiento.

Tratamiento	Dosis l/200 l de agua /ha	Longitud de planta (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso de planta (g)	Rendimiento comercial (t/ha)
T ⁴	4	31.87 a	3.84 a	36.39 a	10.16 a
T ₅	5	30.65 a	3.71 ab	34.05 a	8.64 a
T ₃	3	29.77 a	3.67 ab	32.66 a	7.56 a
T ₂	2	28.55 a	3.54 ab	30.89 a	6.84 a
T ₁	0	27.07 a	3.05 b	27.77 a	5.63 a
Significancia		**	**	**	**
Coeficiente de variación		11.00	10.13	19.00	29.59

Significativo (*)

No Significativo (**)

Concentración de nutrientes en hojas

De acuerdo a los resultados de análisis de hoja que se aprecia en la Tabla 6, se determinó que a medida que se incrementaron las dosis del lixiviado hasta el T5 disminuyeron los

elementos de carbono, potasio, azufre, cloro y aumentaron oxígeno, calcio, silicio y aluminio. Sin embargo, estas concentraciones no influyeron en el rendimiento; puesto que el T4 destacó con relación a los demás tratamientos.

Tabla 6. Análisis de hojas según las dosis de lixiviado.

Porcentaje (%)	Tratamiento				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
C	24.24	17.95	23.99	18.65	20.95
O	73.03	80.47	74.05	79.47	77.04
K	1.35	0.51	0.43	0.82	0.59
Ca	0.35	0.26	0.35	0.20	0.37
Na	0.21	0.26	0.46	0.00	0.21
Si	0.03	0.09	0.20	0.14	0.16
S	0.36	0.20	0.07	0.34	0.25
Cl	0.38	0.09	0.14	0.21	0.22
Partes por millón (ppm)					
Al	500	1600	3200	1700	2100

Índice estomático

En cuanto a las características biológicas de cantidad de estomas por tratamiento que se detallada en la Tabla 7, se observa que el mayor índice estomático lo obtuvo el T4 con

un 39,13%. Por lo tanto, se interpreta a que a una adecuada dosis del lixiviado aumento el porcentaje del índice estomático y que influyó en el mayor rendimiento de rabanito.

Tabla 7. Evaluación de la cantidad de estomas por tratamientos.

Evaluación	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Número de estomas en 0.133 mm ² (área del lente)	70	58	87	45	47
Densidad de estomas (número de estomas /0.133 mm ²)	526	436	654	338	353
Índice de estomas %	25.00	24.37	37.66	39.13	22.38

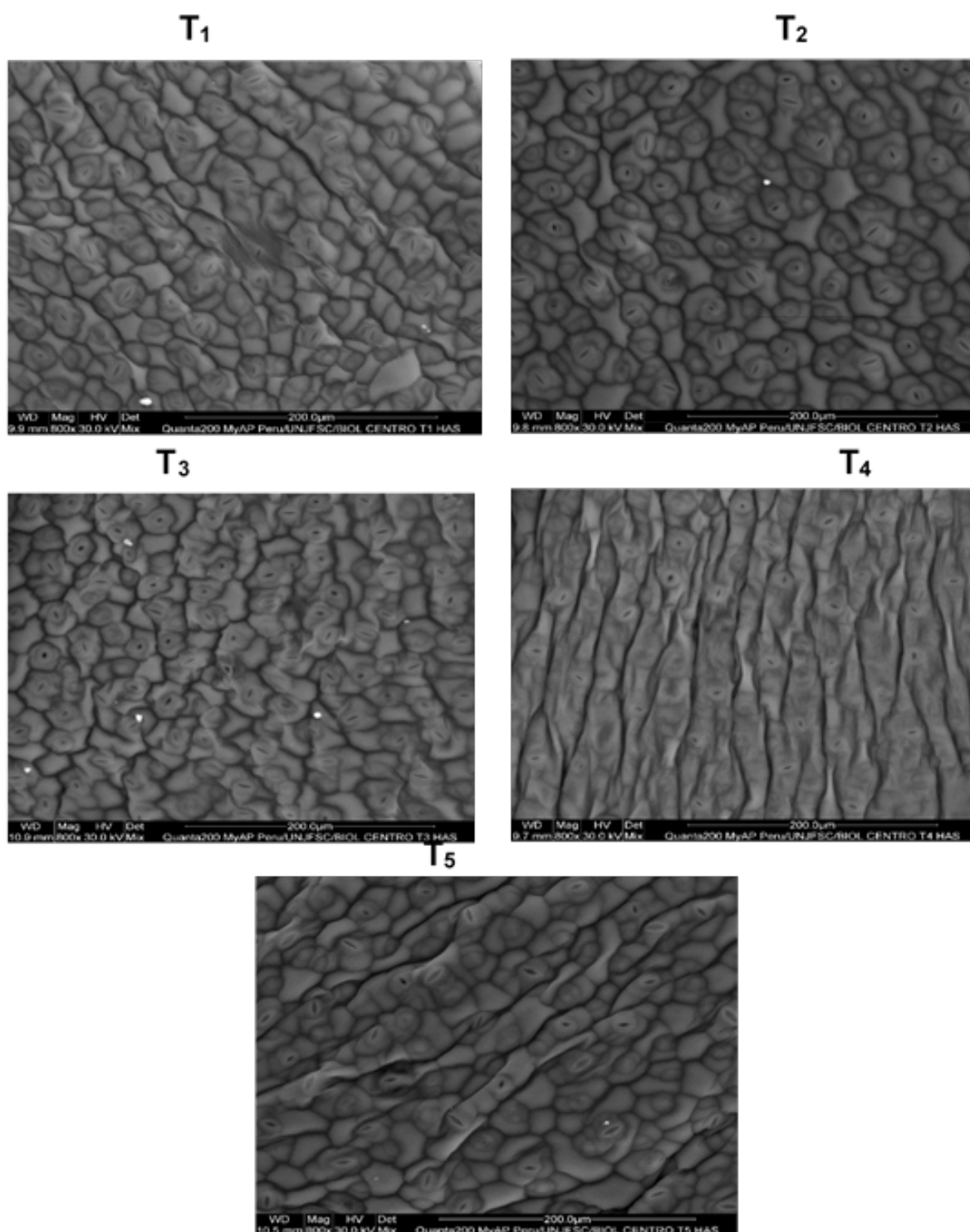


Figura 1. Micrografía de cantidad de estomas por tratamiento.

Discusión

Características físicas del cultivo de rabanito

De acuerdo a las evaluaciones de las características físicas del cultivo de rabanito que se expone en la tabla 3, se determinó que no hubo significancia; es decir, las dosis de lixiviado no influyeron estadísticamente en tamaño de planta, rendimiento, diámetro; sin embargo, la dosis de T_4 con 4 l de lixiviado/200l de agua destacó en el incremento del rendimiento a 44.58 % en relación al T_1 (testigo). Por lo que, esta dosis es adecuada para obtener mayor rendimiento; puesto que, se incorporó nutriente para el desarrollo de la planta, que por problemas de estrés y plagas no fueron absorbidos de manera óptima. Es importante mencionar que en otras investigaciones de la fertilización foliar en cebolla de bulbo se concluyó que el efecto responde a mejorar los rendimientos en biomasa y calidad. (16). Asimismo, la fertilización foliar no reemplaza a la fertilización convencional en los cultivos; sino más bien asegura el aporte de nutrientes que el suelo no supe y complementa para satisfacer las necesidades bioquímica y fisiológica de la planta (17)

Concentración de nutrientes en hojas

Respecto al análisis de concentración de nutrientes de hojas de rabanito por tratamiento, que se detalla en la tabla 6, se determinó que a medida que se incrementó las dosis del lixiviado hasta el T_5 se incrementaron las concentraciones de los elementos como:

oxígeno, potasio, silicio y aluminio y se redujo las concentraciones de carbono, sodio, azufre y cloro. Sin embargo, esta dosis no influyó en el rendimiento, siendo el T_4 que destacó con relación a los demás. Por lo tanto, esta variación se debe tomar como un indicador de rendimiento; puesto que se debe que influyeron factores como concentración de nutrientes en las partes de reserva de la planta, etapa fenológica del cultivo, fisiológica y ambiental (18). También a que esta dosis de abono orgánico influyó en las concentraciones de nutrientes en las hojas como por ejemplo un alto suministro de potasio en la fertilización puede disminuir la concentración de calcio y magnesio en las hojas (19).

Evaluación de cantidad de estomas

Concerniente a la cantidad de estomas por tratamiento que se detalla en la tabla 7, se determinó que en índice estomático el T_4 obtuvo 39.13 % y se diferenció a 36.11 % con respecto al T_1 con 25 %. Asimismo, este tratamiento obtuvo mayor rendimiento en el cultivo de rabanito. Por lo tanto; en este porcentaje de estomas las reacciones bioquímicas incrementaron la formación de carbohidratos obteniéndose mayor rendimiento en condiciones edafoclimática de suelo franco arenoso y Temperatura de 20 a 25 °C. Otras investigaciones se ha observado que entre el patrón de estomas, la ruta fotosintética y hábitat brindan claro ejemplo de la interacción entre los rasgos anatómicos, innovación fisiológica y adaptación ecológica de las plantas (20). Asimismo, el factor el

incremento de la salinidad disminuyó el número de estomas en la superficie abaxial de las láminas foliares (21). En condiciones edafoclimáticas adversas como menor humedad en el aire, precipitaciones y suelo con mayor densidad aparente, resultaron estomas más pequeñas y menor densidad estomática (22).

CONCLUSIONES

Se determinó que no hubo efecto del lixiviado, pero a una adecuada dosis que es T_4 con 4 l de lixiviado/ 200 l de agua/ha destacó en rendimiento con 10.16 tn/ha de rabanito diferenciándose a 44.58% con relación al testigo (T_1); puesto que en esta dosis suplió nutrientes que aprovecho la planta para mejorar la resistencia frente al estrés ambiental, plagas y enfermedades y deficiencia nutricional.

También se determinó que el T_5 destacó en los elementos de oxígeno, calcio, silicio y aluminio y disminuyó el carbono, potasio, azufre, cloro; sin embargo, estas concentraciones no influyeron en el rendimiento; puesto que el T_4 destacó con relación a los demás tratamientos.

Por último, se concluye que en el índice estomático el T_4 con 39.13 %, se diferenció a 36.11 % con relación al T_1 con 25 %. Por lo que, esta cantidad de estomas influyó en las reacciones bioquímicas y bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona. Por lo tanto, se estable esta cantidad como un indicador en el desarrollo y rendimiento del cultivo de rabanito

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dancé J, Sáenz D. La cosecha de caña de azúcar: Impacto económico, social y ambiental. USMP, Dir Investig Perú FCCEF. 2016;1–18. Available from: <https://www.usmp.edu.pe/contabilidadyeconomia/images/pdf/investigacion/cosecha.pdf>
2. Bohórquez Puentes; Menjivar J. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. Cienc Tecnol Agropecu. 2015, 30, 15 (1), 73–81. Available from: doi: 10.21930/rcta.vol15_num1_art:398
3. Sandoval Rojas ME. Tratamiento de vinazas provenientes de etanol en un reactor de lecho fluidizado inverso. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid; 2016, 1-273. Available from: <http://oa.upm.es/40681/>
4. Pandelea (Voicu) G, Stefan D-S, Calinescu MF, Enescu (Mazilu) ICE, Ungureanu. The Benefits of Applying Compost in Agriculture as Aronia Crops Fertilizer. Chemistry Proceedings, 2022, 7 (1), 7-8. DOI: <https://doi.org/10.3390/chemproc2022007008>
5. Rodríguez-Fernández PA, Álvarez-Arcaya MV, Batista-Enamorado IL. Impacto del estiércol ovino y del lixiviado de humus de lombriz en indicadores del crecimiento y productividad en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum* L.). Ciencia en su PC. 2020, vol. 1, 46-59 <https://www.redalyc.org/journal/1813/181363107009/181363107009.pdf>
6. Molina E, National G, Pillars H. Fuentes de fertilizantes foliares, Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Libro de Memoria, Laboratorio de suelos y foliares. Editores Meléndez G., Molina E. Universidad de Costa Rica, 2002; págs.1 -142.
7. Tencio C. Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José (Costa Rica), 2017, 1-32 (Acceso 1 de abril, 2022), <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F08-10924.pdf>

8. Núñez V, Tusell F. Regresión y Análisis de Varianza. 2007, 1 – 205 (Acceso 20 de marzo del 2022) <http://www.et.bs.ehu.es/~etptupaf/nuevo/ficheros/estad3/reg.pdf>
9. Ramírez Carvajal R. Propiedades físicas químicas y biológicas de los suelos, 1ra ed.; Editor Carlos Naranjo O. Colombia, 1997; págs. 1-24. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
10. Priale C. Muestreo de suelos: referencias sobre el análisis e interpretación de resultados, Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. 2016 (Acceso 20 de marzo del 2022) http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/286/1/Muestreo_de_suelos.pdf
11. McKean S. Manual de análisis de suelos y tejido vegetal. Una guía teórica y práctica de metodologías, Documento de trabajo No. 129, Laboratorio de servicios analíticos, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1993, (Acceso 10 de marzo del 2022). <https://n9.cl/k9ba5>
12. INIA. Análisis de suelo. Hoja de análisis. Instituto Nacional de Innovación Agraria-Huaral. 2021, N° Lab 246.
13. Bizzozero F. Tecnologías apropiadas Biofertilizante nutriendo cultivos sanos. Edita: CEUTA (Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas) Uruguay, 2006. pp. 1-48. página web https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf
14. INIA. Hoja de análisis de biol a base de residuos de caña de azúcar. 2018. Código 105 -108. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.
15. Gálvez Torres E, Legua Cárdenas J, Cruz Nieto D, Caro Soto F. Experimento con biol de subproductos de azúcar para mayor rendimiento ecológico en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Stud Verit. 2019. 1, 17(23), pp. 285–304. DOI: <https://doi.org/10.35626/sv.23.2019.305>
16. Bello Moreira I, Vera Delgado H, Vera Baque C, Macías Chila R, Anchundia Muentes X, Avellán Chanca M. Fertilización foliar con Biol en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) valorando rendimiento. Rev Investig la Fac Ciencias Agrar - UNR]. 2016, 28, 17–25. <https://cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/view/169/183>
17. Trinidad A y Aguilar D. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Revista Terra Latinoamericana. 1999, 17 (3), pp. 247-255. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317309>
18. Torri S. Análisis foliar. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), 2015, pp. 40-47, 2015. (Acceso 15 de marzo del 2022). https://www.researchgate.net/publication/305849363_Analisis_foliar
19. Molina E. Análisis foliar y su interpretación. AminoGrowInternacional.2010,pp.1-9,(Acceso 8 de marzo del 2022). http://agridevenezuela.com.ve/site/wp-content/uploads/2016/04/ANALISIS-FOLIAR_AMINO-GROW.pdf
20. Taylor S, Franks P, Hulme S, Spriggs E, Christin P, Edwards E, Woodward F. Osborne, C. Photosynthetic pathway and ecological adaptation explain stomatal trait diversity amongst grasses. New Phytol. 2012, 193 (2), 387–96. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03935.x>
21. Parés J, Arizaleta M, Sanabria ME, García G. Effect of salinity levels on the stomatal density, stomatal index and leaf thickness of Carica papaya L. Acta Botánica Venezuéllica. 2008, 31(1), pp: 27–34. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86211471003>
22. Toral M, Manríquez A, Navarro-Cerrillo R, Tersí D, Naulin P. Características de los estomas, densidad e índice estomático en secuoya (*Sequoia sempervirens*) y su variación en diferentes plantaciones de Chile. Revista Bosque (Valdivia). 2010; 31 (2). http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002010000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Agradecimiento: no declaran los autores

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflicto de interés