



*“Efecto de compost elaborado con subproductos de la caña de azúcar, para obtener mayor rendimiento en el cultivo de lechuga” (Lactuca sativa L.)*

*"Effect of compost made with by-products of sugar cane, to obtain higher yields in the cultivation of lettuce" (Lactuca sativa L)*

*“Efeito do composto feito com subprodutos da cana-de-açúcar, para obtenção de maiores rendimentos no cultivo da alface” (Lactuca sativa L)*

José Antonio Legua-Cárdenas<sup>I</sup>  
[jose.antonio@hotmail.com](mailto:jose.antonio@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-4978->

Félix Gil Caro-Soto<sup>II</sup>  
[Felix-gil@hotmail.com](mailto:Felix-gil@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-0946-53945>

José Vicente Nunja-García<sup>III</sup>  
[Josevicente5@hotmail.com](mailto:Josevicente5@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-9633-8190>

Dante Daniel Cruz-Nieto<sup>IV</sup>  
[Dante.cruz@hotmail.com](mailto:Dante.cruz@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-0052-5619>

**Correspondencia:** [jose.antonio@hotmail.com](mailto:jose.antonio@hotmail.com)

Ciencias técnicas y aplicadas  
Artículos de investigación

\***Recibido:** 16 de marzo de 2021 \***Aceptado:** 22 de abril de 2021 \* **Publicado:** 05 de mayo de 2021

- I. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, Perú
- II. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, Perú
- III. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, Perú
- IV. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, Perú



## Resumen

La presente investigación estudia el efecto de compost (elaborado con subproductos de caña de azúcar) para obtener mayor rendimiento en el cultivo de lechuga. El objetivo fue determinar que dosis de compost obtiene mayor rendimiento en el cultivo de lechuga. El abono orgánico se obtuvo con los componentes de 28 kg de hierba seca, 22 kg de guano de cuy, 25 kg de bagazo y 25 l. de vinaza. Este experimento se realizó en el distrito y provincia de Barranca y se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar que tiene tres bloques y cinco tratamientos, los cuales son: T1 = 0, T2 = 30, T3 = 45, T4= 60, T5= 75 g /planta.

Las evaluaciones se realizaron en campo y laboratorio obteniéndose los datos que se procesaron con el análisis estadístico que incluye el análisis de varianza y la prueba de Duncan al 5 % de error, resultando que la prueba experimental T5 sobresale en relación a las demás pruebas respecto a las características físicas de la planta tales como peso de lechuga con 122.50 g., longitud de planta con 23.75 cm, así también presenta un mejor rendimiento comercial con 11.87 tn, sin embargo en el diámetro ecuatorial destacó el T4 con 19 cm. Concerniente al análisis químico el T5 obtuvo menor porcentaje en g/100 g, de materia seca de N, P, K, Ca, Mg, Na y en partes por millón (ppm) igual cantidad de Cu en 2 ppm, pero menor concentración de Fe, Zn y B. sin embargo en esta dosis se obtuvo mayor rendimiento.

**Palabras claves:** Bagazo; Vinaza; Dosis; Lechuga y Rendimiento.

## Abstract

This research studies the effect of compost (made with sugar cane by-products) to obtain higher yields in the cultivation of lettuce. The objective was to determine which dose of compost obtains the highest yield in the lettuce crop. The organic compost was obtained with the components of 28 kg of dry grass, 22 kg of guano guano, 25 kg of bagasse and 25 l. of stillage. This experiment was carried out in the district and province of Barranca and the Completely Random Block Design was used, which has three blocks and five treatments, which are: T1 = 0, T2 = 30, T3 = 45, T4 = 60, T5 = 75 g / plant.

The evaluations were carried out in the field and in the laboratory, obtaining the data that was processed with the statistical analysis that includes the analysis of variance and the Duncan test at 5% error, resulting in the T5 experimental test standing out in relation to the other tests with

respect to the physical characteristics of the plant such as weight of lettuce with 122.50 g., plant length with 23.75 cm, thus it also presents a better commercial yield with 11.87 tn, however in the equatorial diametric, the T4 stood out with 19 cm. Concerning the chemical analysis, T5 obtained a lower percentage in g / 100 g, of dry matter of N, P, K, Ca, Mg, Na and in parts per million (ppm) the same amount of Cu in 2 ppm, but a lower concentration of Fe, Zn and B. However, at this dose a higher yield was obtained.

**Keywords:** Bagasse; Stillage; Dose; Lettuce and Yield.

### **Resumo**

Esta pesquisa estuda o efeito do composto (feito com subprodutos da cana-de-açúcar) na obtenção de maiores rendimentos no cultivo da alface. O objetivo foi determinar qual dose de composto proporciona maior rendimento na cultura da alface. A adubação orgânica foi obtida com os componentes de 28 kg de capim seco, 22 kg de guano guano, 25 kg de bagaço e 25 l. de vinhaça. Este experimento foi realizado no distrito e província de Barranca e foi utilizado o Completely Random Block Design, que possui três blocos e cinco tratamentos, que são: T1 = 0, T2 = 30, T3 = 45, T4 = 60, T5 = 75 g / planta.

As avaliações foram realizadas em campo e em laboratório, obtendo-se os dados que foram processados com a análise estatística que inclui a análise de variância e o teste de Duncan a 5% de erro, resultando no teste experimental T5 se destacando em relação ao outros testes com relação às características físicas da planta como peso de alface com 122,50 g., comprimento de planta com 23,75 cm, assim também apresenta melhor rendimento comercial com 11,87 tn, porém na diametria equatorial o T4 se destacou com 19 cm. Quanto à análise química, o T5 obteve um percentual menor em g / 100 g, de matéria seca de N, P, K, Ca, Mg, Na e em partes por milhão (ppm) a mesma quantidade de Cu em 2 ppm, porém um menor concentração de Fe, Zn e B. No entanto, nesta dose obteve-se maior rendimento.

**Palavras-chave:** Bagasse; Stillage; Dose; Alface e rendimento.

### **Introducción**

Durante muchos años los sub productos de la caña de azúcar como el bagazo y la vinaza han contaminado el agua, suelo y aire, pues son vertidos al río y su contaminante disposición final ha

causado impacto negativo a la salud de la población y al ecosistema. Estos residuos tienen elementos como potasio, nitrógeno y otros nutrientes que pueden emplearse para la elaboración de compost, lo cual favorece a los cultivos de la zona como fertilizante orgánico.

Debido a la producción de alcohol destilado por 1 l. se produce 15 l. en promedio de vinaza, residuo orgánico que se puede aprovechar para la elaboración de compost adicionando otros compuestos como bagazo, hierba seca y guano de cuy. Según López E. et. al. (2015), exponen que el compost (base de sub productos de caña de azúcar) muestra indicadores positivos de calidad, cuantificándose la humedad de 59 %, el pH 8,2; la relación carbono-nitrógeno de 12,5; una densidad aparente de 0,55 g cm<sup>-3</sup>, el nitrógeno de 1 %, fósforo 1,3 %, potasio 1,1 % y magnesio 1,1 %, así como una baja salinidad. Lo que resultó beneficioso para la producción ecológica.

A fin de reducir los impactos negativos antes mencionados se realizó compostaje con los residuos de bagazo, vinaza, complementados con hierba seca y guano de cuy para la obtención de un compost óptimo con propiedades fertilizantes en el cultivo de lechuga y otros cultivos. Sin embargo fue necesario determinar la composición porcentual de estos residuos y la dosis adecuada que optimice el rendimiento. Por lo que se tomó en cuenta investigación de Quiroz, I. y Pérez, A. (2013), expone que la cachaza y vinaza, tienen un impacto negativo cuando se vierten en cuerpos de agua y positivo cuando se aplica al suelo. Determinó que el uso de compost de cachaza beneficia las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La aplicación de vinaza beneficia principalmente propiedades químicas y biológicas del suelo. El uso de estos subproductos en el cultivo de caña de azúcar como enmienda orgánica del suelo resulta en ventajas debido a sus características físico-químicas

Por otro lado, Rodríguez, I. et. al. (2017), determinaron la influencia de la aplicación individual y combinada de compost y fertilizantes minerales sobre el rendimiento de caña de azúcar. Se efectuó en un tablón de soca 1, y los tratamientos fueron 5, 10 y 15 t ha<sup>-1</sup> de compost solo y combinados con el 50 y 75% de la recomendación de fertilizantes en dependencia del análisis de suelo y el rendimiento del tablón, además del 100% de dosis recomendada y testigo absoluto. Los resultados determinaron que el rendimiento fue superior en todos los tratamientos que recibieron compost, siendo la aplicación de 5 t ha<sup>-1</sup> con el 75% del fertilizante que mostró diferencia significativa con relación al testigo.

López, E. et. al. (2017), determinaron las propiedades de un compost elaborado a partir de bagazo, cachaza y ceniza, obtenidos de la fabricación de azúcar. Durante el proceso de biodigestión anaeróbica se realizó el control de los parámetros hasta la maduración. En la materia prima se encontró una densidad aparente de 0,12 a 0,48 g cm<sup>-3</sup>, el pH osciló 5,2 y 8,7, mientras que la conductividad eléctrica en 0,4 a 0,9  $\mu$  m<sup>-1</sup>. Por su parte P, K, Ca y Mg mostraron valores entre 0,3 y 2,8 %. Finalmente, obtuvo densidad aparente de 0,5 g cm<sup>-3</sup>. Se constató la presencia de N, P, K, Ca y Mg con 1; 1,3; 1,1; 2 y 1,1 % respectivamente. Se concluye que el compost muestra composición adecuada para ser empleado como abono.

### **Materiales métodos**

La investigación se realizó en el distrito y provincia de Barranca y tiene el objetivo de determinar la dosis adecuada de compost, para lo cual se elaboró con subproductos de la caña de azúcar como bagazo y vinaza.

### **Procedimiento del experimento**

- Esta investigación se desarrolló siguiendo los pasos:
- Para elaborar el compostaje se utilizó las cantidades de 25 kg de bagazo y 25 l. de vinaza, 28 kg de rastrojo y 22 kg de guano de cuy y se dejó compostar 112 días.
- La preparación de terreno se hizo de manera convencional y se tomó muestras de suelo para el análisis de laboratorio.
- Se delimitó el terreno y se empleó el diseño de bloques completamente al azar que consta de 3 bloques y 5 tratamientos.
- Después de 37 días en almácigo y 7 días de trasplante se fertilizó una vez con las dosis de T1 con 0.0, T2 con 30, T3 con 45, T4 con 60, T5 con 75 g/ planta.
- Obtenidos los datos en campo y laboratorio de las características físicas se procesó con el análisis de varianza y la Prueba de Duncan al 5 % de error.

### **Análisis básico de abono orgánico**

De acuerdo a los resultados del laboratorio del Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral, se determinó baja concentración de elementos como N, P, K, MgO y mayor

concentración de M.O. y C. en la relación C/N se encuentra dentro de lo adecuado; por lo tanto el compost tiene nutrientes que están disponibles para el cultivo de lechuga (ver tabla 1).

**Tabla 1** Análisis de básico de abono orgánico

PH	C.E.	Humedad	M.O.	C	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	C/N
1:2.5	Ms/cm 1.2.5	%	%	%	%	%	%	%	%	
7.80	3.80	41.56	29.42	15.57	1.70	1.32	0.65	3.40	0.58	10.38

Adaptado de “Hoja de análisis de básico de abono orgánico. Código 077” por Legua, Cruz, Ramirez & Vélez, 2018. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.

Para determinar la cantidad de compost por hectárea, se calculó la cantidad de nitrógeno del suelo, para lo cual se tuvo en cuenta el peso de suelo/ha con su densidad aparente de 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, profundidad de 0.25 cm y 10 000 m<sup>2</sup> obteniéndose 3750 Tn/ha, seguido se determinó el nitrógeno disponible que equivale a 9.8 ppm (partes por millón) proyectado con el peso de suelo obtuvo 36.75 Kg de Nitrógeno.

Después se proyectó el nitrógeno del abono orgánico que es de 170 Kg N en 10 Tn de compost (ver tabla 1) y se sumó con 36.75 Kg N del suelo obteniéndose 206.75 Kg de N luego se comparó con la recomendación de la tabla 3. Entonces la aplicación fue 8 a 10 Tn de compost por hectárea.

### Análisis de suelo

Respecto al análisis de suelo realizado en el laboratorio de análisis de suelo de Huaral, determinaron el bajo porcentaje de N y materia orgánica, concentración (ppm) medio de P y K y porcentaje adecuado de carbonatas, PH 6.88 que es neutro y los microelementos como Mg, Na, K, se encuentran dentro el intervalo medio según los valores de Landon, J. (1984) citado por McKean, S. (1993). Por lo tanto es recomendable emplear materia orgánica (compost) para optimizar la disponibilidad de nutrientes que favorezca al cultivo de lechuga.

**Tabla 2.** Análisis básico de fertilidad de suelo del área experimental, para el cultivo de lechuga

C.E.	pH	M.O.	N	P	K	CaCO <sub>3</sub>	Cationes intercambiables	CIC- E
mS/cm	1:2.5	%	%	ppm	ppm	%	Meq./100 g. suelo	

<b>1:2.5</b>							Ca	Mg	Na	k	
<b>1.19</b>	6.88	1.37	0.07	12	212	1.76	16.99	0.68	0.29	0.54	18.50

Adaptado de “Hoja de análisis de suelo. Código 105 -108,” por Legua, Cruz, Ramirez & Vélez, 2018. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.

- Conductividad eléctrica (C.E.)
- Materia orgánica (M.O.)

**Tabla 3.** Recomendación de fertilización para el cultivo de lechuga

<b>Cultivo</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
<b>Kg/ha</b>	205	100	160

Adaptado de “Hoja de análisis de suelo. Código 105 -108,” por Legua, Cruz, Ramirez & Vélez, 2018. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.

En cuanto a los microelementos en ppm el laboratorio de análisis de suelo, determinó la baja concentración en de Boro y Zn, normal en Fe y exceso en Cu. Debido a este desbalance nutricional se requiere aplicar compost para corregir esta diferenciación y de esta manera tener disponibilidad para favorecer el desarrollo de la planta.

**Tabla 4.** Concentración de microelementos del área experimental

<b>Microelementos</b>			
<b>Fe ppm</b>	<b>Zn ppm</b>	<b>Cu ppm</b>	<b>B ppm</b>
<b>103.90</b>	7.62	11.04	1.56
<b>Normal</b>	Bajo	Exceso	Bajo

Adaptado de “Hoja de análisis de suelo. Código 105 -108,” por Legua, Cruz, Ramirez & Vélez, 2018. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.

## Aplicación estadística

### Análisis de varianza

Obtenido los datos en campo y laboratorio se operó con el análisis de varianza al 5 % de error con la finalidad de determinar si es significativo o no; es decir si influyeron las dosis de compost en los tratamientos.



## Prueba de Duncan

Cuando el análisis de varianza determinó significativo en los tratamientos, se efectuó la prueba de Duncan al 5 % de error, lo cual permitió determinar la diferenciación estadística de los tratamientos y cual sobresalió en su evaluación.

## Tratamiento

Para obtener la dosis adecuada se tuvo en cuenta el intervalo de 6 a 8 tn/ha de compost; sin embargo se tomó en cuenta la dosis estándar del T4 con 6 tn/ha; según Hirzel J. y Salazar F. (2016), mencionan que la aplicación de dosis referencial de enmiendas orgánicas es de 4 a 8 tn/ha de semi compostado y de 6 a 12 tn/ha de compost. Cabe mencionar que las dosis se aplicaron una vez a los 7 días después del trasplante (ver tabla 5).

**Tabla 5.** Aplicación de dosis de compostaje, para los tratamientos.

Tratamiento	Tratamiento	
	Kg/ha	g./planta
T <sub>1</sub>	0.0	0
T <sub>2</sub>	4000	30
T <sub>3</sub>	6000	45
T <sub>4</sub>	8000	60
T <sub>5</sub>	10000	75

## Resultados y discusión

La investigación tiene como finalidad el aprovechamiento de residuos de la caña de azúcar como bagazo y vinaza; puesto que se obtienen cantidad significativa durante su proceso en la fabricación de alcohol y estos son vertidos al río y suelo causando contaminación ambiental. Por lo tanto estos residuos se puede aprovechar como abono orgánico para obtener fruto ecológico y reducir el gasto económico según Friedmann A. Weil B., y Penner R. (2010), exponen el bagazo, bagacillos, vinaza, torta de filtro o cachaza, y ceniza de caldera y otros son reincorporados a la tierra convirtiéndose en abono natural orgánico.

**Tabla 6.** Resultados de las evaluaciones del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.)

Tratamiento	Peso de una lechuga	Longitud de planta (cm)	Rendimiento (Tn/ha)
-------------	---------------------	-------------------------	---------------------

(g.)			
T <sub>5</sub>	122.500 a	23.750 a	11.87 a
T <sub>4</sub>	103.458 b	21.083 ab	10.40 a
T <sub>3</sub>	97.00 b	19.833 a b	8.80 b
T <sub>2</sub>	62.709 c	18.917 a b	6.80 c
T <sub>1</sub>	57.708 c	18.167 b	6.00 c
<b>Significación</b>	*	**	*
<b>CV: %</b>	9.29	11.84	9.01

  

Tratamiento	Diámetro ecuatorial (cm)
T <sub>4</sub>	19.000 a
T <sub>5</sub>	16.333 ab
T <sub>3</sub>	15.833 ab
T <sub>2</sub>	13.042 b
T <sub>1</sub>	12.125 b
<b>Significación</b>	**
<b>CV: %</b>	18.35

Tabla 7. Análisis completo de hojas, según las dosis de compostaje.

Porcentaje (%)	Tratamientos					Valores Normales
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	
<b>N</b>	3.64	3.29	3.15	2.94	3.36	3.50 – 6.00
<b>P</b>	0.45	0.52	0.38	0.33	0.43	0.40 – 1.00
<b>K</b>	3.86	3.94	3.28	3.3	2.96	3.50 – 8.00
<b>Ca</b>	1.17	1.17	1.13	1.05	1.10	1.25 – 2.50
<b>Mg</b>	0.43	0.44	0.36	0.35	0.36	0.30 – 1.00
<b>Na</b>	0.20	0.23	0.17	0.30	0.16	0.01 – 0.20
<b>Ppm</b>						
<b>Cu</b>	2	2	2	2	2	6 - 20
<b>Fe</b>	252	56	56	54	60	60 - 200
<b>Zn</b>	47	36	33	44	34	30 - 50
<b>B</b>	27	33	16	27	15	25 - 50

Adaptado de “Hoja de análisis foliar. Código 068 - 082,” por Legua, Cruz, Ramirez & Vélez, 2018. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.

Porcentaje (%): g/100 g m.s. (materia seca) de hoja

Partes por millón (ppm): mg/1 kg.

### 3.1 Peso de una lechuga

De acuerdo a los resultados que se detallan en la tabla 6, la operación del análisis de varianza comparado con los valores de la distribución F al 5 % de error determinó que hubo significancia; es decir influyeron las dosis de compost en los tratamientos. Asimismo indica que el T5 obtuvo 122.5 g, lo cual se diferencia en relación a los demás. Estos datos quiere decir que esta dosis de compost es adecuado para el rendimiento y presencia; ya que los nutrientes del bagazo y vinaza como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y otras características influyen de manera óptima en las reacción bioquímica. Analizado esta investigación se sostiene con López E. et. al. (2015), quienes exponen el compost (base de sub productos de caña de azúcar) muestra indicadores positivos de calidad, cuantificándose la humedad de 59 %, el pH 8,2; la relación carbono-nitrógeno de 12,5; una densidad aparente de 0,55 g cm<sup>-3</sup>, el nitrógeno de 1 %, fósforo 1,3 %, potasio 1,1 % y magnesio 1,1 %.

### **3.2 Longitud total de planta**

En cuanto a la longitud de planta que se detalla en la tabla 6, se determinó mediante el análisis de varianza que no son significativos entre tratamientos, lo cual se interpreta que no influyeron las dosis de compost. También se precisó que el T5 con 23.750 cm obtuvo mayor longitud. Estos resultados evidencian que a esta dosis sobresalió en tamaño y presencia de la lechuga; puesto que a esta cantidad de compost favoreció la propiedad física, química y biológica del suelo. Mencionado este análisis se fundamenta con Quiroz, I. y Pérez, A. (2013), quienes determinaron que el uso de compost de cachaza beneficia las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La aplicación de vinaza beneficia principalmente propiedades químicas y biológicas del suelo. El uso de estos subproductos en el cultivo de caña de azúcar como enmienda orgánica del suelo resulta en ventajas debido a sus características físico-químicas.

### **3.3 Rendimiento comercial**

Respecto a rendimiento comercial que se muestra en la tabla 6, indica que son significativos; es decir influyeron las dosis de compost en los tratamientos. También se aprecia que el mayor rendimiento obtuvo el T5 con 11.87 tn/ha. Por lo tanto esta dosis de compost mejora las propiedades físico químico y biológico del suelo y si es adicionado con la cantidad de la recomendación del análisis de suelo favorecería al agricultor de la zona. Expuesto este análisis se

sostiene con Rodríguez, I, et. al. (2017), quienes determinaron la influencia de la aplicación individual y combinada de compost y fertilizantes sobre el rendimiento de caña de azúcar. Los tratamientos fueron 5, 10 y 15 t ha<sup>-1</sup> de compost solo y combinados con el 50 y 75% de la recomendación de fertilizantes en dependencia del análisis de suelo y el rendimiento del tablón, además del 100% de dosis recomendada y testigo absoluto. Los resultados determinaron que el rendimiento fue superior en todos los tratamientos que recibieron compost, siendo la aplicación de 5 t ha<sup>-1</sup> con el 75% del fertilizante que mostró diferencia significativa

### **3.4 Diámetro ecuatorial**

En cuanto a las evaluaciones realizado en laboratorio se observa en la tabla 6, que mediante análisis de varianza no hubo significancia entre tratamiento; lo cual significa que no hubo efecto de dosis de compost en los tratamientos. Se aprecia también que el T4 con 19 cm obtuvo el mayor diámetro. Por lo que se analiza que a esta dosis es adecuado; puesto que favoreció a las propiedades químicas del suelo por su aporte nutrientes como N, P, K, Ca, Mg y amortiguación el pH que intervienen en las reacciones bioquímicas de la planta para la nutrición y por ende en la calidad de la lechuga. Expuesto este análisis se fundamenta con López, E. et. al. (2017), determinaron las propiedades de un compost elaborado a partir de bagazo, cachaza y ceniza, obtenidos de la fabricación de azúcar. Durante el proceso de biodigestión anaeróbica se realizó el control de los parámetros hasta la maduración. Determinaron que obtuvo densidad aparente de 0,5 g cm<sup>-3</sup>. Se constató la presencia de N, P, K, Ca y Mg con 1; 1,3; 1,1; 2 y 1,1 % respectivamente. Se concluye que el compost muestra composición adecuada para ser empleado como abono.

### **3.5 Análisis foliar de lechuga en porcentaje**

Concerniente al análisis de laboratorio que se detalla en la tabla 7, se determinó en el análisis de laboratorio de análisis foliar de Huaral que la mayor concentración de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes (Ca, Mg y Na) en porcentaje g/100 g. m.s. de hoja, lo obtuvieron el T2 y T3; sin embargo no sobresalieron en rendimiento y otras características físicas; puesto que el T5 con 75 g/ planta con menor concentración de nutrientes en su mayoría influyó en el rendimiento comercial con 11.87 tn/ha.

### 3.6 Análisis foliar en partes por millón (ppm)

También se determinó en el análisis de laboratorio, que la concentración en ppm de micronutrientes (Cu, Fe, Zn y B) obtuvieron ligera variación entre los tratamientos, el T1 y T2 sobresalieron en su mayoría; sin embargo el T5 obtuvo menor cantidad de nutrientes pero destacó en rendimiento comercial. Por lo tanto esta dosis de compost aportó cantidad de micronutrientes adecuado para el desarrollo de la planta, lo cual favoreció en rendimiento. Expuesto este análisis se sostiene con Quintero, (1995) mencionado por Ospina I. (2016), afirma que el cultivo de caña requiere cantidades bajas de los elementos menores, para la función en la actividad fisiológica del Mn en este cultivo, lo cual está relacionada con la fotosíntesis y actividad enzimática.

### Conclusiones

Se determinó que el T5 con 75 g/ equivale a la aplicación de 10 tn/ha de compost, obtuvo el mayor rendimiento comercial de lechuga con 11.87 tn/ha diferenciándose significativamente del T1 con 6 Tn/ha, resultando esta dosis de compost recomendable para los agricultores del distrito y provincia de Barranca.

Respecto a las características físicas el T5 sobresalió en peso de una lechuga con 122.500 g, longitud de planta con 23.750 cm y rendimiento comercial con 11.87 tn/ha; sin embargo varió en el T4 con 60 g/planta con 19 cm en diámetro ecuatorial.

En el análisis foliar se determinó que el porcentaje de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes (Ca, Mg y Na) en g/100 g m.s. de hoja el T1 y T2 sobresalieron en su mayoría de cantidad; sin embargo el T5 con menor porcentaje de nutrientes destacó en rendimiento comercial con 11.87 tn/ha; por lo está dosis es óptima para el desarrollo vegetativo del cultivo lechuga.

En relación al análisis foliar en concentración de ppm de micronutrientes (Cu, Fe, Zn y B), se determinó que el T1 y T2 obtuvieron la mayor cantidad de nutrientes en su mayoría; sin embargo el T5 obtuvo menor concentración pero adecuado para obtener mayor rendimiento comercial; por lo tanto el T5 es recomendable para los agricultores del distrito y provincia de Barranca.

### Referencias

1. Friedmann A., B. Weil, y Penner R. (2010), Azúcar Orgánica Potencial de Negocios, Esta publicación ha sido desarrollada para la Agencia del Gobierno de los Estados Unidos y para el Desarrollo Internacional (USAID), informe especial bajo la coordinación de la Unidad de Comunicaciones del programa Paraguay Vende. Paraguay. Página 17.
2. Hirzel J. y Salazar F. (2016), Guía de manejo y buenas prácticas de aplicación de enmiendas orgánicas en agricultura. Boletín N° 325. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Ministerio de Agricultura. Chile. Página N° 16.
3. Landon, J.R. (ed.). 1984. Booker Tropical Soil Manual. A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. Longman.
4. Legua, J. Cruz, D., Ramirez, J. y Vélez, Y. (2018). Hoja de análisis foliar. Código 068 - 082. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.
5. Legua, J. Cruz, D., Ramirez, J. y Vélez, Y. (2018). Hoja de análisis de básico de abono orgánico. Código 77. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.
6. Legua, J. Cruz, D., Ramirez, J. y Vélez, Y. (2018). Hoja de análisis de suelo. Código 105 -108. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Huaral.
7. López E., Andrade A., Herrera S., Gonzalez O. y García A. (2015), “Propiedades de un Compost obtenido a partir de Residuos de la Producción de Azúcar de Caña”. Artículo de Investigación. Revista Scielo. Centro. Agr. vol.44 No.3 Santa Clara. Cuba. Página web [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852017000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000300007)
8. López, E.; Andrade. A.; Herrera, M.; Gonzalez, O. y García. A. (2017), “Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña”. Artículo científico. Revista Centro Agrícola. Volumen 44, número 3. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Cuba. Página 49. ISSN: 2072-2001
9. McKean, S. (1993), “Manual de análisis de suelos y tejido vegetal” Una guía teórica y práctica de metodologías, Documento de trabajo No. 129. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia, página web [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Digital/S593.M2\\_Manual\\_de\\_an%C3%A1lisis\\_de\\_suelos\\_y\\_tejido\\_vegetal\\_Una\\_gu%C3%ADa\\_te%C3%B3rica\\_y\\_pr%C3%A1ctica\\_de\\_metodologia.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/S593.M2_Manual_de_an%C3%A1lisis_de_suelos_y_tejido_vegetal_Una_gu%C3%ADa_te%C3%B3rica_y_pr%C3%A1ctica_de_metodologia.pdf) (consultado 19 de octubre del 2020)

10. Ospina I. (2016), “Influencia de la aplicación de compost producido a partir de residuos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en un Vertisol de Valle del Cauca” Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ciencia Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. Página 66
11. Quintero, R. (1995). Fertilización y nutrición. En: Cenicaña. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali. Cenicaña. 156 p.
12. Quiroz, I. y Pérez, A. (2013), “Vinaza y compost de cachaza: efecto en la calidad del suelo cultivado con caña de azúcar”. Artículo científico, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Publicado en Español Número. 5. México. Página 1609. Doi <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i5.1313>
13. Rodríguez, I.; Pérez, H. y Jara, W. (2017) “Efecto del compost en el rendimiento agrícola de caña de azúcar en el Ingenio Valdez”. Artículo científico. Revista Cumbres. Universidad Técnica de Machala. Ecuador. Página 119. ISSN 1390-9541