



Aplicación de humus de lombriz y algas marinas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) var. Santa Amelia

Application of vermicompost and seaweed in the watermelon crop (*Citrullus lanatus* Thunb.) Var. Santa Amelia

Guido Juan Sarmiento-Sarmiento*^{ORCID}; Daniela Pino-Cabana; Laydy Mitsy Mena-Chacón; Héctor Demetrio Medina-Dávila; Luis Miguel Lipa-Mamani

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Agronomía. Urb. Aurora s/n, Cercado. Arequipa, Perú.

Received March 13, 2019. Accepted September 5, 2019.

Resumen

La tendencia global del consumo de frutos inocuos provenientes de sistemas agrarios sostenibles exige la necesidad de buscar alternativas al uso de agroquímicos. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de humus de lombriz (HL) y crema de algas marinas (AM) sobre el rendimiento y rentabilidad de frutos de sandía var. Santa Amelia en la Irrigación San Camilo, Arequipa - Perú. Se estudiaron tres niveles de HL: 4 t·ha⁻¹ (HL4); 8 t·ha⁻¹ (HL8); 12 t·ha⁻¹ (HL12); y dos niveles de AM: 2 litros·ha⁻¹ (AM2) y 4 litros·ha⁻¹ (AM4) de cuya combinación surgen 6 tratamientos en diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial 3 x 2. El HL fue incorporado al suelo en dosis completa a 30 días de la siembra a pie de planta en forma localizada; AM fue aplicado vía foliar a 30 y 60 días de la siembra. El mayor rendimiento se logró con el tratamiento HL8AM2 (48,62 t·ha⁻¹), con peso promedio de 9,2 kg·fruto⁻¹; sin embargo, la mayor rentabilidad del cultivo se consiguió con HL4AM2 (124%). No se observaron diferencias estadísticas significativas en el contenido de sólidos solubles totales (SST) por efecto de los tratamientos.

Palabras clave: Humus de lombriz; crema de algas marinas; rendimiento; rentabilidad; calidad.

Abstract

The global trend of the consumption of harmless fruits from sustainable agricultural systems demands the need to look for alternatives to the use of agrochemicals. In this context, the research aimed to determine the effect of the application of vermicompost (HL) and seaweed cream (AM) on the yield and profitability of watermelon fruits var. Santa Amelia in San Camilo irrigation, Arequipa - Peru. Three levels of HL were studied: 4 t·ha⁻¹ (HL4); 8 t·ha⁻¹ (HL8); 12 t·ha⁻¹ (HL12); and two levels of AM: 2 l·ha⁻¹ (AM2) and 4 l·ha⁻¹ (AM4), from which 6 treatments emerge in experimental design of random complete blocks (DBCA), with factorial arrangement 3 x 2. HL was incorporated into the soil in full dose at 30 days from the planting of the plant in a localized manner; AM was applied via foliar to 30 and 60 days of sowing. The highest yield was achieved with HL8AM2 treatment (48,62 t·ha⁻¹), with an average weight of 9,2 kg·fruit⁻¹; however, the highest profitability of the crop was achieved with HL4AM2 (124%). No significant statistical differences were observed in the content of total soluble solids (SST) due to the effect of the treatments.

Keywords: Vermicompost; seaweed cream; yield; profitability; quality.

1. Introducción

Actualmente los sistemas de producción agraria requieren cambios que respondan a exigencias de los consumidores que exigen alimentos producidos con tecnología limpia,

esta situación obliga a los productores a ser más competitivos para mantenerse y mejorar su posicionamiento en mercados locales, nacionales e internacionales. Las tendencias del mercado vigente están

How to cite this article:

Sarmiento-Sarmiento, G.J.; Pino-Cabana, D.; Mena-Chacón, L.M.; Medina-Dávila, H.D.; Lipa-Mamani, L.M. 2019. Aplicación de humus de lombriz y algas marinas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) var. Santa Amelia. Scientia Agropecuaria 10(3): 363 – 368.

* Corresponding author
E-mail: gsarmientos@unsa.edu.pe (G.J Sarmiento-Sarmiento).

orientadas al consumo de frutos inocuos provenientes de sistemas agrarios sostenibles (Vásquez e Iannacone, 2014; Murillo-Amador *et al.*, 2015). En este entorno el abonamiento con fuentes orgánicas como humus de lombriz (HL) y algas marinas (AM) se convierte en una alternativa viable. Numerosos estudios sobre la utilización de HL aseveran los beneficios de su aplicación al suelo, mejorando sus características físico-químicas y biológicas, e incrementando los rendimientos de diferentes cultivos (Milanés *et al.*, 2005; Domínguez *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2010; Vásquez e Iannacone, 2014; Salinas-Vásquez *et al.*, 2014; Mogollón *et al.*, 2015; Mosa *et al.*, 2016; Ramírez, 2017; Martínez *et al.*, 2017; Reyes *et al.*, 2017; Colonese *et al.*, 2017; Villegas-Cornelio y Laines, 2017; Luján, 2018; Damian *et al.*, 2018; Paño, 2018; Wu *et al.*, 2019).

Se ha reportado que los extractos de algas marinas actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y fisiológicas en los vegetales; el efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es incrementar el crecimiento de plantas, adelantar la germinación de las semillas, retrasar la senescencia, reducir la infestación por nemátodos e incrementar la resistencia de enfermedades fúngicas y bacterianas, etc; los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos (Dogra y Mandradia, 2012; Guerrero, 2016; Sánchez, 2018; Sultana *et al.*, 2018).

La producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) es una actividad muy importante para pequeños y medianos productores, se trata de un cultivo muy cotizado a nivel local e internacional durante casi todo el año; cuenta con una producción de 29,6 millones de toneladas anuales, que requieren la promoción e implementación de tecnologías rentables que permitan el uso eficiente de agua y nutrientes (Uzcanga *et al.*, 2015; Suárez-Hernández *et al.*, 2017; Orrala-Borbor *et al.*, 2018; Rentería-Martínez *et al.*, 2018; Campbell *et al.*, 2019).

El panorama internacional del cultivo de sandía es muy promisorio, pero se requiere que el productor sea más competitivo para posicionarse en mercados donde se prioriza la calidad e inocuidad de frutos; este entorno precisa la necesidad de ejecutar una labor coordinada entre productores y organismos de investigación para generar y proponer nuevas alternativas de producción sostenible a fin de enfrentar un mercado altamente competitivo. En este contexto la

investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del abonamiento con fuentes de orgánicas (humus de lombriz y crema de algas marinas) sobre el rendimiento, calidad y rentabilidad del cultivo de sandía variedad Santa Amelia.

2. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la parcela 1, asentamiento 5 de la Irrigación San Camilo, distrito La Joya, provincia y región Arequipa – Perú, entre septiembre 2017 a febrero 2018. Previo a la instalación se realizó el análisis de caracterización del suelo en una muestra representativa obtenida a 20 cm de profundidad con los siguientes resultados: clase textural: franco arenoso; materia orgánica (MO): 1,24%; pH: 7,3; conductividad eléctrica (CE): 2,63 dS·m⁻¹; CaCO₃: 0,45%; P: 38,86 ppm; K: 349,97 ppm; capacidad de intercambio catiónico (CIC): 5,76 meq·100g⁻¹. Los valores de pH, P y K son adecuados para el desarrollo del cultivo (Abarca, 2017). Sin embargo, el contenido de materia orgánica, como fuente de nitrógeno y microorganismos, es insuficiente (Aguilar, 2014; Abarca, 2017; Damian *et al.*, 2018); el contenido de sales se encuentra en el límite de tolerancia del cultivo (Abarca, 2017).

Se empleó diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial de 3x2, con tres repeticiones por tratamiento; el tamaño de las unidades experimentales fue 13,2 m². Los tratamientos resultaron de la interacción de 3 niveles de HL (humus de lombriz): 4, 8 y 12 t·ha⁻¹; y dos niveles de AM (crema de algas marinas): 2 y 4 l·ha⁻¹; tales interacciones fueron las siguientes: HL4AM2 (HL 4 t·ha⁻¹ + AM 2 l·ha⁻¹), HL4AM4 (HL 4 t·ha⁻¹ + AM 4 l·ha⁻¹), HL8AM2 (HL 8 t·ha⁻¹ + AM 2 l·ha⁻¹), HL8AM4 (HL 8 t·ha⁻¹ + AM 4 l·ha⁻¹), HL12AM2 (HL 12 t·ha⁻¹ + AM 2 l·ha⁻¹) y HL12AM4 (HL 12 t·ha⁻¹ + AM 4 l·ha⁻¹). La composición química del HL fue: MO: 8,36%; pH: 8,08; CE: 3,70 dS·m⁻¹; P: 1000 ppm; K: 4065,53 ppm. Como fuente de AM se utilizó el producto Seaweed Cream® (*Ascophyllum nodosum*), con análisis garantizado de N (0,10%) y K₂O (0,10%).

La preparación del terreno fue mecanizada, incorporando 20 t·ha⁻¹ de estiércol de vacuno, formando camas de 1 metro de ancho, sobre las cuales se instalaron cintas de riego. La siembra fue directa con una fila por cama y 0,60 m entre plantas, se utilizó semilla certificada de la variedad Santa Amelia. El HL se incorporó al suelo en dosis completa a 30 días de la siembra (dds) con aplicaciones a pie de planta en forma localizada; la AM se aplicó vía foliar a 30 y 60

dds. Adicionalmente se aplicó vía sistema de riego una dosis de 120-100-200 de N-P-K. A los 30 dds se realizó la poda de la rama principal. Para el control de plagas y enfermedades, se utilizaron los siguientes productos: Carbodan 48SC 200 ml·200l⁻¹ (control de *Bemisia tabaco*); Dorsan 48EC 300 ml·200l⁻¹ (control de *Plodiposis longifila*); Delta Plus 2.5EC 300 ml·200l⁻¹ (control de *Diaphania nitidalis*); Protexin 500FW 300 ml·200l⁻¹ (preventivo para *Fusarium oxysporum*); y Mocap 15G 30 kg·ha⁻¹ (preventivo para *Meloidogyne* spp.). El control de malezas fue manual, efectuándose en 3 oportunidades: 15, 30 y 60 dds. El sistema de riego fue a goteo; desde la siembra hasta el cuajado con frecuencia inter diaria y duración de 2 horas·día⁻¹; luego de la etapa de formación de fruto, el tiempo de riego se amplió a 3 horas·día⁻¹. El índice de madurez de cosecha que se consideró fue que al golpear la cáscara del fruto se perciba sonido “seco y sordo” y pedúnculo seco (Abarca, 2017). Las características que se evaluaron fueron: largo de guías a los 60 y 90 dds (cm), peso de frutos (kg), rendimiento (kg·ha⁻¹), sólidos solubles totales–SST (°Brix) y rentabilidad del cultivo (%). El análisis estadístico se realizó con software SPSS versión 21, empleando el análisis de varianza, prueba de significación de Tukey ($\alpha = 0.05$) para determinar diferencias significativas entre los tratamientos y prueba de correlación lineal.

3. Resultados y discusión

Largo de guías a 60 y 90 dds

Resultados del análisis de varianza indican diferencias significativas en el desarrollo

longitudinal de las guías del cultivo de sandía a los 60 y 90 dds; se encontró que HL4AM4 favoreció este parámetro demostrando diferencia significativa respecto a los demás niveles estudiados en ambos periodos evaluados (Tabla 1).

Anquise (2016) obtuvo valores inferiores del largo de guías al momento de cosecha en la var. Santa Amelia (244 cm) realizando abonamientos orgánicos de fondo y complementando con fuentes químicas a los 30 dds; esta diferencia de resultados puede atribuirse al momento de aplicación de los insumos orgánicos y el complemento foliar con AM. El comportamiento agronómico mostrado por la planta de sandía demuestra que la aplicación del HL y AM tienen influencia sobre el crecimiento de las guías; sin embargo, existe una correlación inversa ($r: -0,844$) entre el largo de guías y el rendimiento de frutos: mientras el largo de guías aumenta el rendimiento disminuye (Tabla 2). Esta respuesta puede adjudicarse a la competencia por nutrientes entre los diferentes órganos de la planta (Abarca, 2017; Soto-Cartagena y Soto-Martínez, 2017; Medina et al., 2010), confirmando la importancia de realizar podas oportunas en el manejo del cultivo de sandía.

Peso de frutos (kg) y Rendimiento (t·ha⁻¹)

En relación al efecto de interacciones de los tratamientos en el peso promedio de frutos de sandía y rendimiento, la prueba de Tukey (Tabla 1) refiere que el tratamiento HL8AM2 favoreció ambas variables, con un peso de 9,7 kg por fruto y un rendimiento de 48,62 t·ha⁻¹ demostrando diferencia estadística significativa frente a los demás niveles estudiados.

Tabla 1

Largo de guías a 60 y 90 dds, peso, rendimiento y SST del cultivo de sandía variedad Santa Amelia por efecto de la interacción entre humus de lombriz y crema de algas marinas

Tratamiento	Largo de guías (cm)		Peso (kg)*	Rendimiento (t·ha ⁻¹)*	SST (°Brix)*
	60 dds*	90 dds*			
HL4AM4	249,6 a	266,5 a	7,7 d	41,10 d	11,0 a
HL12AM4	245,4 b	256,3 c	7,8 d	41,80 cd	10,8 a
HL8AM4	240,8 c	262,4 b	8,2 d	42,53 c	10,0 a
HL4AM2	238,2 c	258,2 c	8,5 c	44,22 bc	10,3 a
HL12AM2	235,3 c	254,2 c	9,0 b	45,31 b	10,8 a
HL8AM2	230,6 c	250,3 c	9,7 a	48,62 a	11,0 a
C.V. (%)	5,11	2,35	7,37	5,81	7,30

(*) Letras iguales refieren que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos. Tukey ($\alpha = 0,05$).

Tabla 2

Resultados de la prueba de correlación lineal entre el rendimiento de frutos de sandía variedad Santa Amelia con respecto al largo de guías a 90 dds; peso promedio de frutos; diámetro polar y ecuatorial de frutos y sólidos solubles de frutos por efecto de la interacción entre humus de lombriz y crema de algas marinas

Variable dependiente: Rendimiento de frutos (t·ha ⁻¹)	r ¹	r ²	b ³	a ⁴	r (0,01) ⁵	Significación Estadística ⁶
Variables independientes:						
Largo de guías a 90 dds (cm)	-0,844	0,712	-403,62	148055,11	0,708	**
Peso promedio de frutos (kg)	0,990	0,980	3569,25	13667,01	0,708	**
Diámetro polar de frutos (cm)	0,981	0,962	1346,14	-56852,83	0,708	**
Diámetro ecuatorial de frutos (cm)	0,986	0,973	1511,64	-94664,27	0,708	**
Sólidos solubles de frutos (° Brix)	0,955	0,912	4338,03	-297,88	0,708	**

¹Coefficiente de correlación; ²coeficiente de determinación; ³coeficiente de regresión; ⁴coeficiente de intersección, ⁵significación estadística del coeficiente de correlación; ⁶doble asterisco: significación estadística.

Respecto al peso de frutos, los resultados difieren de los obtenidos por Anquise (2016), quien reportó valores promedios de 6,55 kg por frutos de la var. Santa Amelia; otros trabajos reportan datos de 10,20 kg en la var. Sandy y 11,71 kg en la var. 840-N con aplicaciones foliares de crema de algas (Sánchez, 2018; Cartagena y Soto, 2017). Esta diferencia en resultados puede atribuirse a las variedades utilizadas en los trabajos y la diversidad de fuentes de abonamiento que se utilizaron en cada caso. La tendencia de los rendimientos de frutos de sandía establece que el nivel intermedio de HL (8 t·ha⁻¹) asociado al menor nivel de AM (2 litros·ha⁻¹) fue el tratamiento que obtuvo mejor repuesta agronómica; asumimos que en el caso del HL no siempre al incrementar mayor nivel de humus se mejoran los rendimientos; esta condición se conoce como ley de rendimientos decrecientes, la misma que establece que a medida que se aumentan las dosis de un elemento fertilizante disminuye el incremento de cosecha que se consigue por cada unidad fertilizante suministrada, hasta llegar un momento en que los rendimientos no solo no aumentan sino que disminuyen.

Wu *et al.* (2019) publicaron resultados similares al combinar biochar y HL, enmiendas orgánicas que por separado mejoraron la fertilidad del suelo y productividad del cultivo; sin embargo, en forma combinada y en dosis altas limitaron la producción. Para el caso del efecto de crema de algas marinas asumimos que la menor dosis responde mejor que la mayor dosis porque el exceso de un elemento asimilable en el suelo reduce la eficacia de otros elementos, disminuyendo el rendimiento de los cultivos lo que se conoce en las bases del abonado como ley del máximo. Sin embargo, Sultana *et al.* (2018) refiere que el uso de algas marinas favorece el crecimiento de especies vegetales siendo un factor determinante para que las plantas puedan tolerar sequías, enfermedades y heladas. Diversos estudios avalan los beneficios del HL sobre los rendimientos y calidad de productos (Milanés *et al.*, 2005; Domínguez

et al., 2010; Damian *et al.*, 2018; Luján, 2018), en los cuales se resalta el incremento de la fertilidad edáfica por incorporación de sustancias húmicas; pero, los efectos del HL pueden variar dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y cultivo (Colonese *et al.*, 2017; Damian *et al.*, 2018).

Sólidos solubles totales - SST (°Brix)

El efecto de interacciones de los tratamientos en el contenido de sólidos solubles de frutos de sandía, sometida a la prueba de Tukey (Tabla 1) establece que la interacción HL8AM2 favoreció el contenido de sólidos solubles con 11 grados brix, aunque sin diferencia estadística significativa respecto a los demás niveles estudiados.

El coeficiente de correlación (r : 0,955) determina una asociación directa entre el contenido de sólidos solubles y rendimiento total de frutos de sandía; el coeficiente de determinación indica que el 91,2 % del rendimiento total depende del contenido de sólidos solubles de frutos de sandía (Tabla 2). Los resultados obtenidos en esta investigación son similares a los reportados por Aguilar (2014), Anquise (2016), Soto-Cartagena y Soto-Martínez (2017), y Sánchez (2018), quienes no encontraron diferencias estadísticas significativas en el contenido de SST al aplicar fuentes de abonos orgánicos y químicos, AM y evaluar diferentes variedades de sandía.

Rentabilidad

El análisis de rentabilidad efectuado en base a costos directos e indirectos realizados en la investigación (Tabla 3) define que el tratamiento HL8AM2 que alcanzó los mayores rendimientos totales de frutos de sandía (48,62 t·ha⁻¹) no resulta ser rentable; en cambio la interacción HL4AM2 que ocupó la tercera ubicación en rendimiento (44,22 t·ha⁻¹) logró la mayor rentabilidad (124 %). Es importante resaltar que los productores necesitan de alternativas económicamente viables y ambientalmente sostenibles, motivo por el cual es necesario considerar la rentabilidad del uso de abonos orgánicos como sustitutos de insumos químicos.

Tabla 3

Análisis de rentabilidad del cultivo de sandía variedad santa Amelia por efecto de la interacción entre humus de lombriz y crema de algas marinas en \$USD

Tratamiento	CD ¹	CI ²	CT ³	Rdto ⁴	IT ⁵	IN ⁶	R ⁷
HL4AM2	2319,03	664,68	2983,71	44,22	6679,00	3695,29	124%
HL4AM4	2391,54	677,73	3069,27	41,10	6208,46	3139,19	102%
HL8AM2	2802,42	751,69	3554,10	48,62	7344,41	3790,31	107%
HL8AM4	2874,92	764,74	3639,66	42,53	6423,72	2784,05	76%
HL12AM2	3285,80	838,69	4124,50	45,31	6844,41	2719,92	66%
HL12AM4	3358,31	851,75	4210,05	41,80	6314,20	2104,15	50%

¹CD: costos directos; ²CI: costos indirectos; ³CT: costo total; ⁴Rdto: Rendimiento t·ha⁻¹; ⁵IT: ingreso total, con precio de venta \$USD 0,15 kg⁻¹ (IT: Rendimiento x precio de venta); ⁶IN: ingreso neto (IN: IT –CT); ⁷R: rentabilidad (R: IN/CT x 100). Tipo de cambio \$USD: \$/. 3,31.

Investigaciones anteriores reportaron una rentabilidad del cultivo de sandía 125,6% al aplicar abonos orgánicos y químicos en la variedad Santa Amelia (Anquise, 2016).

4. Conclusiones

En el proceso de búsqueda de alternativas sostenibles para realizar el abonamiento en diferentes cultivos, es indispensable tomar en cuenta la factibilidad económica para implementar dichas alternativas. En ese sentido, pese a que los mayores rendimientos fueron obtenidos por el tratamiento HL8AM4, se propone utilizar 4 t·ha⁻¹ de humus de lombriz aplicados en dosis completa a los 30 dds y 2 litros·ha⁻¹ de crema de algas marinas foliar a los 30 y 60 dds (HL4AM2) como alternativa de abonamiento orgánico para el cultivo de sandía variedad santa amelia. Asimismo, recomendamos continuar investigando en nuevas alternativas de abonamiento orgánico para lograr alimentos saludables en sistemas de producción agrícola sostenible.

Agradecimientos

Al personal del Laboratorio de análisis agroambiental de la UNSA por el asesoramiento académico en la publicación de la presente investigación.

ORCID

Guido Sarmiento  <https://orcid.org/0000-0002-1420-2186>

Referencias bibliográficas

- Abarca, P. 2017. Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía. INIA. Chile. 93 pp.
- Aguilar, J. 2014. Calidad y rendimiento en sandía con fertilización orgánica comparada con fertilización convencional. Tesis de título profesional, Universidad autónoma agraria Antonio Narro. México. 54 pp.
- Anquise, R. 2016. Respuesta a la adaptación y rendimiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) en el valle de San Gabán – Puno. Tesis de título profesional, Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Perú. 110 pp.
- Campbell, J.; Stanley-Stahr, C.; Bammer, M.; Daniels, J.; Ellis, J. 2019. Contribution of bees and other pollinators to watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) pollination. Journal of Apicultural Research 58: 597-603.
- Colonese, M.; Bernadi, M.; Cotorruelo, J.; Saucedo, R. 2017. Humus de lombriz como alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos arenosos de huertas agroecológicas. Agrotecnia 25: 19.
- Damian, M.; Gonzales, F.; Quiñones, P.; Terán, J. 2018. Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. Arneloa 25: 141-158.
- Dogra, B.; Mandradia, K. 2012. Effect of seaweed extract on growth and yield of onion. International Journal of Farm Sciences 2: 59-64.
- Domínguez, J.; Lazcano, C.; Gómez, M. 2010. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. Acta Zoológica Mexicana 26: 359-371.
- Guerrero, R. José. 2016. La aplicación de las algas marinas para la fertilización. Hortalizas. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/la-aplicacion-de-las-algas-marinas-para-la-fertilizacion/>
- Hernández, A.; Castillo, H.; Ojeda, D.; Arras, A.; López, J.; Sánchez, E. 2010. Effect of Vermicompost and Compost on Lettuce Production. Chilean Journal of Agriculture Research 70: 583-589.
- Luján, Y. 2018. Efecto de tres dosis de “humus de lombriz” *Eisenia foetida* (Lumbricidae) y tres dosis de estiércol de “Vacuno” *Bos taurus* (Bovidae) en el rendimiento del cultivo de “Papa” *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) var. Serranita en la Provincia Utuzco - Región La Libertad. Tesis de título profesional, Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad. Perú. 74 pp.
- Martínez, F.; García, C.; Gómez, L.; Aguilar, Y.; Martínez-Viera, R.; Castellanos, N.; Riverol, M. 2017. Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana. Agroecología 12: 25-38.
- Medina, L.; Monsalve, O.; Forero, A. 2010. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 135: 109-125.
- Milanés, M.; Rodríguez, H.; Ramos, R.; Rivera, M. 2005. Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales en *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales 10: 1-5.
- Mogollón, J.; Martínez, A.; Torres, D. 2015. Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salinosódico del semiárido venezolano. Acta Agronómica 64: 315-320.
- Mosa, W.; Paszt, L.; Frąc, M.; Trzcirski, P.; Przybył, M.; Treder, W.; Klamkowski, K. 2016. The influence of biofertilization on the growth, yield and fruit quality of cv. Topaz apple trees. Horticultural Science 43: 105-111.
- Murillo-Amador, B.; Morales-Prado, L.; Troyo-Diéguez, E.; Córdoba-Matson, M.; Hernández-Montiel, L.; Rueda-Puente, E.; Nieto-Garibay, A. 2015. Chaging environmental conditions and applying organic fertilizers in *Origanum vulgare* L. Frontiers in Plant Science 6: 1-15.
- Orrala-Borbor, N.; Herrera-Isla, L.; Balmaseda-Espinosa, C. 2018. Rendimiento y calidad de la sandía bajo diferentes patrones de injerto y dosis de NPK. Cultivos Tropicales 39: 25-30.
- Paño, E. 2018. Contribución de dolomita y humus de lombriz en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) centro agronómico K'ayra – Cusco. Tesis de título profesional, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Perú. 84 pp.

- Ramírez, N. 2017. Lombricultivo en la Producción de Abono Orgánico para Fomento de Valores Ambientales. *Revista Scientific* 3: 276-288.
- Rentería-Martínez, M.; Guerra-Camacho, M.; Ochoa-Meza, A.; Moreno-Salazar, S.; Varela-Romero, A.; Gutiérrez-Millán, L.; Meza-Moller, A. 2018. Análisis filogenético multilocus del complejo fúngico asociado a pudrición radicular de sandía en Sonora, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36: 233-255.
- Reyes, J.; Luna, R.; Reyes, M.; Yépez, A.; Abasolo, F.; Espinosa, K.; López, R.; Vázquez, V.; Zambrano, D.; Cabrera, D.; Torres, J. 2017. Uso del humus de lombriz y jacinto de agua sobre el crecimiento y desarrollo del pepino (*Cucumis sativus*, L). *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud* 19: 30-35.
- Salinas-Vásquez, F.; Sepúlveda-Morales, L.; Sepúlveda-Chavera, G. 2014. Evaluación de la calidad química del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) elaborado a partir de cuatro sustratos orgánicos en Arica. *Idesia* 32: 95-99.
- Sánchez, A. 2018. Extractos de algas en sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy aplicados foliarmente bajo las condiciones de La Molina. Tesis de título profesional. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 72 pp.
- Soto-Cartagena, F.; Soto-Martínez, J. 2017. Rendimiento y calidad de once híbridos de sandía (*Citrullus lanatus*) bajo las condiciones de La Molina. Tesis de título profesional. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 81 pp.
- Suárez-Hernández, A.; Grimaldo-Juárez, O.; García-López, A.; González-Mendoza, D.; Huitrón-Ramírez, M. 2017. Influence of rootstock on postharvest watermelon quality. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 23: 49-58.
- Uzcanga, N.; Cano, J.; Ramírez, J. 2015. Diagnóstico socioeconómico del cultivo de sandía en el estado de Campeche, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6: 1331-1344.
- Vásquez, J.; Iannacone, J. 2014. La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú. *Cátedra Villareal* 2: 7-20.
- Villegas-Cornelio, V.; Laines, J. 2017. Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8: 393-406.
- Sultana, V.; Tariq, S.; Hira, K.; Tariq, A.; Ara, J.; Tariq, R.; Ehteshamul-Haque, S. 2018. Seaweed bio-fertilizer for the management of root rotting fungi and root knot nematodes affecting cotton crop. *Pakistan Journal of Botany* 50: 2409-2412.
- Wu, D.; Feng, Y.; Xue, L.; Liu, M.; Yang, B.; Hu, F.; Yang, L. 2019. Biochar Combined with Vermicompost Increases Crop Production While Reducing Ammonia and Nitrous Oxide Emissions from a Paddy Soil. *Pedosphere* 29: 82-94.