ORBIS
Revista Científica Electrónica de Ciencias Humanas / Scientific e-journal of Human Sciences /
PPX200502ZU1935 / ISSN 1856-1594 / By Fundación Unamuno /
Rivera Milko, Caracela Edy, Morales, Luis (2020)
PROCESO DE COMPOSTAJE POR SACCHAROMYCES CEREVISIAE EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EN PERÚ
www.revistaorbis.com / núm. ESPECIAL (año 16) 109-119

COMPOSITION PROCESS FOR *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* AT AN EDUCATIONAL INSTITUTION IN PERU

PROCESO DE COMPOSTAJE POR *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EN PERÚ


Rivera, Milko[1]


Caracela, Edy[2]


Morales, Luis[3]

RESUMEN
El objetivo de la investigación fue verificar la relación entre la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* y la aceleración en el proceso de compostaje. La metodología fue confirmatoria con diseño de experimental. Los resultados demostraron que la dosis de 300 g de microorganismos, tuvo el mejor tiempo de aceleración y la cosecha del compost fue en 93 días, los análisis físicos y químicos fueron fósforo (0.63 %), potasio (1.07%), pH (7.6), Relación C/N (11.7), Conductividad (9.2 dS/m) y materia orgánica (20.1%), los biológicos demuestran que es un proceso inocuo. La aplicación del microorganismo acelera eficientemente el proceso de compostaje.
Palabras clave: Microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, compostaje.

ABSTRACT
The objective of the research was to verify the relationship between the application of the microorganism Saccharomyces cerevisiae and acceleration in the composting process. The methodology was confirmatory with an experimental design. The results showed that the 300 g dose of microorganisms had the best acceleration time, and the compost harvest was in 93 days. The physical and chemical analyzes were phosphorus (0.63%), potassium (1.07%), pH (7.6), C / N ratio (11.7), conductivity (9.2 dS / m) and organic matter (20.1%); biological analysis shows that it is a harmless process. The application of the microorganism efficiently accelerates the composting process.
Key words: Microorganism *Saccharomyces cerevisiae*, composting.
Fecha de recepción: mayo 2020
Fecha de aprobación: julio 2020

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.8404579

[1] Doctor en Gestión y Ciencias de la Educación. Docente de la Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua. Perú. Correo: mriverac@unam.edu.pe ID ORCID https://orcid.org/0000-0002-4313-037X
[2] Ingeniero Ambiental. Gerente Centro de Especialización Ambiental y Seguridad Minera. Ilo – Perú. Correo: Ggeneral@ceasem.com ID ORCID https://orcid.org/0000-0002-3715-3233
[3] Doctor en Ciencias Ambientales. Docente de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba. La Convención. Cusco. Perú. Director de Institutos de Investigación. Correo: luis.morales@uniq.edu.pe. ID ORCID https://orcid.org/0000-0002-9421-9833

INTRODUCCIÓN

Compost es un fertilizante orgánico que fomenta el reciclaje de residuos orgánicos y son alternativas para nutrir a cultivos agrícolas en el sistema de producción orgánica (Peralta, de Freitas, Watthier, y Silva, 2019) asimismo es considerada una de las opciones con mayor aplicación para la disposición de biorresiduos en países en vías de desarrollo (Oviedo, Marmolejo y Torres, 2017).

El compostaje y el reciclado de los residuos sólidos son prácticas muy antiguas en la agricultura, en particular con la aparición de la agricultura intensiva genera grandes cantidades de residuos sólidos orgánicos (Saynes, Etchevers, Paz y Alvarado, 2016). El compost es una solución estratégica ambiental para equilibrar la problemática de la disposición de los residuos sólidos orgánicos que se observa en las grandes concentraciones urbanas. Sus funciones en el medio ambiente son servir como abono, reducir la contaminación, ser un mecanismo de reciclaje de los residuos presentes, destacando que la basura diaria que se genera en los hogares contiene un 53 % de materia orgánica que puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus para plantas y cultivos.

En países como Perú el mayor volumen de biorresiduos lo representan los residuos sólidos municipales (Oviedo *et al.*, 2017); de estos más del 50 % de los residuos sólidos urbanos (RSU) son orgánicos. Es pertinente destacar que las instituciones educativas no cuentan con planes de manejo, que permitan minimizar y valorizar los RSU, por lo que son confinados de manera inadecuada en vertederos a cielo abierto (Ballesteros, Hernández, de la Rosa, Mañón y Carreño, 2018).

En la actualidad se aplican procedimientos para acelerar el compostaje, siendo los microorganismos importantes para aislarlos y aprovecharlos en diferentes procesos agrícolas, ambientales e industriales (Álvarez, Largo, Iglesias y Castillo, 2019) además estos microrganismos tienen una alta capacidad de biodegradación, durante el compostaje lo que permite la transformación de la materia orgánica y además forman parte del producto final estabilizado y enriquecido (Kumar y Gopal, 2015).

Lo planteado lleva a formular la siguiente pregunta: ¿Existe relación entre la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* y la aceleración en el proceso de compostaje?

El compostaje juega un papel importante en las estrategias usadas actualmente para la gestión integral de los residuos sólidos en Perú y se presenta como un medio rentable por sus bajos costos y alto valor ambiental, investigar sobre como

minimizar los tiempos en la elaboración del compost a partir de microorganismos implica formular el siguiente objetivo de investigación: Verificar la relación entre la aplicación del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* y la aceleración en el proceso de compostaje.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

MICROORGANISMO *Saccharomyces cerevisiae*

Los microorganismos son un conjunto de organismos microscópicos que pueden llevar a cabo procesos metabólicos de crecimiento, generación de energía y reproducción, de manera independiente de otras células (Oliart, Manresa, y Sánchez, 2016); se considera pertinente mencionar que los microorganismos se clasifican en bacterias, virus, arqueas, algas, hongos y protozoos. Dentro de la clasificación de los hongos se encuentran levaduras cumpliendo un papel muy importante en el medio ambiente ya que producen compuestos con un alto valor agregado a partir de materiales biológicos sin generación de compuestos que dañen la salud o impacten negativamente al medio ambiente.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es probablemente el microorganismo más ampliamente utilizado por el hombre a través del tiempo; aunque no se tuviera, en un principio, conciencia plena de la participación del microorganismo en la elaboración de diversos alimentos como el pan o las bebidas alcohólicas (Suárez, Garrido, y Guevara, 2016), su alimentación es heterótrofa porque obtiene su energía a partir de la glucosa, teniendo una elevada capacidad fermentativa (Suárez *et al.,* 2016).

Los residuos orgánicos están compuestos por carbohidratos en especial de polisacáridos entre ellos la celulosa, hemicelulosa, lignina entre otros que son su alimento de *Saccharomyces cerevisiae,* este microrganismo produce enzimas que degradan a los polisacáridos y los convierten en glucosa, siendo su principal fuente de energía. Por ello nos planteamos que a mayor cantidad de este microrganismos el tiempo de degradación será menor ya que a mayor población la ingesta de alimento será mayor por ende el proceso se acelera.

El microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, es un hongo unicelular que se encuentra en sustratos ricos en azucares, cuenta con una formación biológica muy básica, teniendo la capacidad de alterar el medio en el cual se encuentra, su reproducción es asexual de gran rapidez, necesitando de agua para su metabolización produciendo compuestos de alto valor agregado en material biológico.

En esta investigación el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* es el principal componente a utilizar para degradar los residuos sólidos urbanos de manera

efectiva ya que los microorganismos se alimentan de estos y generan nuevos compuestos orgánicos, bajo esa premisa se establece que *Saccharomyces cerevisiae* acelera el proceso de compostaje obteniendo resultados muy alentadores convirtiéndose en un modelo sustentable que es inofensivo para los individuos.

COMPOSTAJE

El compostaje es un método antiguo y simple de degradación y transformación de residuos orgánicos (Sarkar Pal, y Chanda, 2016; Álvarez *et al.*, 2019), consiste en la descomposición biológica de materiales orgánicos en un ambiente aeróbico (Mahmud, Mehmood, Hussain y Ahmad, 2015), que genera fertilizantes, sustratos muy importantes para la producción de vegetales, este proceso es realizado por microorganismos que son los actores de trasformación de los materiales orgánicos en compuestos más estables (Sánchez, Ospina y Montoya, 2017). El compostaje actualmente es un proceso que se está expandiendo por todo el mundo con el objetivo de reducir la disposición de residuos en vertederos (Muscolo, Papalia, Settineri, Mallamaci y Jeske, 2018).

Tomando en cuenta lo planteado por los autores se define el compostaje como el proceso que realizan los microrganismos, ellos cumplen un rol muy importante ya que son los responsables de la degradación de los residuos sólidos siendo los principales limpiadores y recicladores del medio ambiente, asimismo realizan el ciclado de nutrientes, se alimentan del residuos pero también dejan sus desechos conocidos como compost o abono que son utilizados en las plantas y son de fácil asimilación y alto porcentaje de nutrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo de investigación de verificar la relación entre la aplicación del microorganismo Saccharomyces cerevisiae y la aceleración en el proceso de compostaje, se utilizó el tipo de investigación confirmatoria con diseño experimental factorial de medidas repetidas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El estudio se realizó en la Institución Educativa Coronel Francisco Bolognesi Cervantes de la en provincia de Ilo, Perú. El muestreo se realizó mediante la caracterización de residuos sólidos, para lo cual se utilizaron 12 cilindros dispuestos en 3 zonas, por el método de segregación, se usaron los biorresiduos orgánicos producidos en la Institución.

Diseño del sistema de compostaje

El diseño del sistema de compostaje tuvo como objetivo principal buscar el balance de aireación, frecuencia de humectación en relación a catálisis del microorganismo, para ello se usó baldes de plástico de 20 litros, en los cuales se instaló un sistema de distribución de aire en forma de anillo compuesta por

tuberías de CPVC de 1", que transportaba el aire impulsado por una bomba electro neumáticas de 50l/min de capacidad y termómetros digitales para el monitoreo de temperatura del proceso de descomposición.

Seguimiento del sistema de compostaje

Se evaluó la acumulación diaria de residuos sólidos de la institución durante 5 días teniendo un promedio de 20 kg/día, donde la acumulación diaria fue de 7 kg/día promedio son biorresiduos datos que fueron obtenidos gracias al sistema de segregación de residuos sólidos implementado en la institución educativa, utilizando como instrumento una guía de observación, teniendo que acumular 5 días consecutivos para completar la carga de nuestro sistema de compostaje que demanda como mínimo 3 kg.

Carga del sistema de compostaje

Los insumos necesarios se pesaron y picaron para facilitar su descomposición, de igual forma con el estiércol, inmediatamente se instaló el sistema compostaje y como base se colocó 3 cm de altura grava hasta cubrirlo, inmediatamente se puso 200 g. de aserrín y 100 g. de cenizas de leña uniformemente, después 1000 g de biorresiduos sin presionar esta capa para que pueda circular el aire, luego se agregó 200 g. de estiércol formando una capa que cubra en forma pareja. Se Adiciono la solución (T=0 g., T1=100 g., T2=200 g., T3=300 g. de microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* disuelto en 1 litro de agua). Finalmente se colocaron 100 gramos de aserrín uniformemente para proteger el reactor y se humedezca con agua.

Determinación de temperatura vs tiempo de elaboración de compost.

La temperatura se registró dos veces al día con ayuda de un termómetro entre las 7:00 am, 3:00 pm, utilizando como instrumento de captación de información una lista de cotejo y luego se registró en la una base de datos con el programa Excel. Para la determinación del tiempo requerido para la obtención de compost se consideró el test físico que involucra el olor, color y temperatura del compost durante su proceso.

Determinación de las características físicas, químicas y biológicas del compost.

La preparación de muestras se realizó con un cribado previo con los tamices 3/8", pesado y rotulado. El compost se sometió a los tratamientos y al testigo a un análisis de características físicas y químicas por el laboratorio certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), que en este caso fue el laboratorio Certificaciones del Perú S.A. (CERPER), de igual forma se realizó el análisis

biológico (análisis de coliformes termotolerantes) al compost con la finalidad descartar contaminación microbiológica.

Para el análisis de varianza simple se aplicó la prueba estadística paramétrica (Anova), para comparar los resultados del tiempo, fósforo, potasio, pH, relación carbono/nitrógeno (C/N), conductividad, y materia orgánica del compost. Sin embargo los resultados de la Anova no aportaron suficiente información para conocer en qué grupo está la diferencia, se aplicó el método Tukey con un nivel de significancia al 5%, para diferenciar entre los tratamientos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

RESULTADOS

Determinación de tiempo para la elaboración de compost

El menor tiempo para la obtención del compost lo consiguió el tratamiento 3 (dosis de 300 g) con promedio de 93 días; seguido del tratamiento 2 (dosis de 200 g) con un promedio de 100 días, en tercer lugar, se ubicó el tratamiento 1 (dosis de 100 gr) con un promedio de 108 días y finalmente el testigo (sin dosis) con promedio de 118 días.

En el análisis de varianza ANOVA para determinar el tiempo en la elaboración de compost se evidencia que si existen diferencias significativas entre los tratamientos, y las diferencias estadísticas son altamente significativas para tratamientos con (sig.0, 000). Y las diferencias de significación de Tukey al 5 % entre los tratamientos, considerando las dimensiones dosis y tiempo, se observa que el tratamiento 3 con una dosis de 300 gr tiene un alto nivel de diferencia con respecto a los demás tratamientos y con el testigo (Sig.: 0,00) Tabla 1.

Tabla 1. Comparaciones múltiples de Tukey para diferenciar los tratamientos.

(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Sin dosis	Dosis 100 gr	10,500*	1,500	,008	4,39	16,61
	Dosis 200 gr	18,000*	1,500	,001	11,89	24,11
	Dosis 300 gr	**25,500***	**1,500**	**,000**	19,39	31,61
Dosis 100 gr	Sin dosis	-10,500*	1,500	,008	-16,61	-4,39
	Dosis 200 gr	7,500*	1,500	,025	1,39	13,61
	Dosis 300 gr	15,000*	1,500	,002	8,89	21,11
Dosis 200 gr	Sin dosis	-18,000*	1,500	,001	-24,11	-11,89
	Dosis 100 gr	-7,500*	1,500	,025	-13,61	-1,39
	Dosis 300 gr	7,500*	1,500	,025	1,39	13,61
Dosis 300 gr	**Sin dosis**	**-25,500***	**1,500**	**,000**	-31,61	-19,39
	Dosis 100 gr	-15,000*	1,500	,002	-21,11	-8,89
	Dosis 200 gr	-7,500*	1,500	,025	-13,61	-1,39

Fuente: Elaboración propia (2018)

Determinación de las características físicas, químicas y biológicas del compost.

Para la relación de carbono/nitrógeno (C/N) se evidencia que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, se evidencia que los mejores resultados son del tratamiento 1, el análisis de correlación de Pearson, demuestran que el nivel de significación de 0.072 lo cual evidencia que las variables no están relacionadas significativamente.

El contenido de materia orgánica del compost fue significativa, obteniendo los mejores resultados el tratamiento con 300 g de *Saccharomyces cerevisiae*, y el análisis de correlación de Pearson, indican que el nivel de significación de 0.000 indica que las variables están relacionadas significativamente tabla 2.

El análisis de pH se evidencia que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el potencial de hidrógeno del compost fue ligeramente menor, obteniendo un mayor pH en el Testigo que no tuvo dosis y que mediante la correlación de Pearson se deduce que el nivel de significación de 0.000 indica que las variables están relacionadas significativamente; la conductividad evidencia que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, la conductividad es significativamente mayor, obteniendo los valores más altos en el tratamiento 3, el análisis de correlación de Pearson se deduce que el nivel de significación con un valor de 0.018 demuestra que las variables están relacionadas significativamente tabla 2.

A mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el contenido de fósforo en el compost es significativamente mayor, obteniéndose los mejores resultados en el tratamiento 3 al análisis de correlación de Pearson se deduce que el nivel de significación con un valor de 0.000 lo cual indica que las variables están relacionadas significativamente.

Se observa que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el contenido de potasio del compost fue ligeramente menor, obteniéndose los mejores indicadores en el tratamiento 2 y en el testigo, en cuanto al análisis de correlación de Pearson evidencio que el nivel de significación con un valor de 0.155 lo cual muestra que las variables no están relacionadas por tanto no tienen relación significativa.

El nitrógeno evidencia que a mayor dosis de *Saccharomyces cerevisiae*, el contenido de nitrógeno del compost fue significativamente mayor, obteniéndose los mejores indicadores el tratamiento 3, respecto al análisis de correlación de Pearson evidencio que el nivel de significación con un valor de 0.001 lo cual muestra que las variables están relacionadas significativamente tabla 2.

Los resultados del laboratorio en el tratamiento evidencio que sus indicadores son óptimos; el fósforo se encuentra en 0.63 %, el potasio 1.07%, el pH fue de 7.6, y

su relación C/N es 11.7, su Conductividad de 9.2 dS/m y la materia orgánica de 20.1%.

Tabla 2. Resumen de modelo de regresión lineal para las variables del compost

	Modelo	R	R^2	R^2 ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
						Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
Ph	1	,959[a]	,919	,906	,20717	,919	68,447	1	6	,000
Materia orgánica	1	,954[a]	,909	,894	1,20732	,909	60,231	1	6	,000
Relación C/N.	1	,665[a]	,442	,349	1,65002	,442	4,753	1	6	,072
Conductividad	1	,795[a]	,632	,570	,23907	,632	10,289	1	6	,018
Fósforo	1	,957[a]	,916	,902	,05402	,916	65,256	1	6	,000
Potasio	1	,553[a]	,306	,191	,10398	,306	2,648	1	6	,155
Nitrógeno	1	,926[a]	,858	,835	,09704	,858	36,345	1	6	,001

Fuente: Elaboración propia (2018)

Contenido de Coliformes termotolerantes

Los valores registrados de contenido de Coliformes termotolerantes en las unidades de tratamiento están por debajo de los estándares de calidad ambiental del DS-004-2017-MINAM que es de 1000 NMP/100mL en agua de riego como se muestra en la Tabla 3, lo que demuestra que el compost registro concentraciones adecuadas y seguras para su manipulación.

Las pruebas estadísticas demuestran en las tablas 1 y 2 que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* no solo mejora las características físicas y químicas del compost sino también aceleran el proceso que se lograron comprobar con estos resultado, por otro lado también se observa que la elaboración es compost es un proceso totalmente inofensivo para la salud de las personas, estos resultados se observan en la tabla 3.

Tabla 3: Promedio de presencia de Coliformes Termotolerantes

Muestra	Unidad	Resultados
T3	NMP/100 mL	136.5
T2	NMP/100 mL	140.5
T1	NMP/100 mL	138
T	NMP/100 mL	141

Fuente: Elaboración Propia (2018).

DISCUSIÓN

El uso de microorganismos en la producción de materia primas es un modelo actual sustentable por la manera como se realiza, muchos investigadores vienen iniciando estudios con microorganismos capaces de generar proceso eficaces más rápidos y de menor costo, uno de los problemas en el contexto mundial, nacional y local son los residuos sólidos urbanos (RSU) en donde las Instituciones Educativas no escapan de esta realidad, poco más del 50% de los residuos son de tipo orgánicos siendo este la materia prima para la elaboración de compost, el problema actual que se ha evidenciado es que las instituciones educativas no cuentan con planes de manejo que permitan minimizar y valorizar los RSU.

Un problema actual de la generación de residuos sólidos es el crecimiento poblacional que se da de manera exponencial y con esto la generación de residuos sólidos, en especial los orgánicos, de los cuales se podría aprovechar y generar el compost.

La búsqueda de metodologías para realizar este proceso de manera más rápida se intensifica, mediante los microrganismos en especial *Saccharomyces cerevisiae* que *es* capaz de degradar de forma más rápida los compuestos orgánicos por su acción extracelular de enzimas que producen como son las celulasas, hemicelulasas y ligninasas que degradan la celulosa, hemicelulosa como la lignina que constituyen la morfología de los vegetales, utilizando de esta forma los residuos orgánicos y obteniendo de allí su energías, verificando que mientras más inoculación de *Saccharomyces cerevisiae* en el tratamiento haya, la degradación de materia orgánica se acelera, teniendo así un alto potencial de degradación en menor tiempo.

La aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* en el proceso del compost también se evidencian que las características físicas, químicas del compost son apropiadas, el contenido de nitrógeno es bueno (1%), fósforo (0.63 %), potasio (1.07%), mejor contenido materia orgánica (20,1%), potencial de hidrógeno más neutro (7.6), relación C/N (11.7), conductividad eléctrica (9.2 dS/m) y una humedad de (47.7 %).

Por otro lado siendo un proceso que se realiza de los residuos sólidos que están en los envases donde las condiciones a cielo abierto inciden como factor de contaminación por las ratas, arañas, palomas, entre otros que podrían causar problemas en la salud de los estudiantes, se realizó el análisis biológico donde queda demostrado la inocuidad del proceso.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que utilizando el microrganismo *Saccharomyces cerevisiae* acelera el proceso de degradación de los residuos sólidos orgánicos, obteniendo el compost (con dosis) en 93 días a diferencia del testigo (sin dosis) en 118 días, además las pruebas de laboratorio evidencian que su aplicación mejoran las características físicas y químicas en la elaboración del compost, y es un proceso totalmente inofensivo a la salud tal como se evidencia en el análisis biológico, pudiendo aplicar de manera efectiva el proceso en la institución educativa y contribuir con la segregación de residuos orgánicos, transformándolos en fertilizantes que serán útiles en las áreas verdes de la institución.

REFERENCIAS

Álvarez, M., Largo, A., Iglesias, S. y Castillo, J. (2019). Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 353-361.

Ballesteros, M., Hernández, M., de la Rosa, I., Mañón, M. y Carreño, M. (2018). Crecimiento microbiano en pilas de compostaje de residuos orgánicos y biosólidos después de la aireación. *Centro azúcar*, 45(1), 1-10.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta. Edición. México. Mc Graw-Hill.

Kumar, B. y Gopal, D. (2015). Effective role of indigenous microorganisms for sustainable environment. *3 Biotech* 5(6): 867-876.

Mahmud, A., Mehmood, S., Hussain, J. and Ahmad, S. (2015). Composting of poultry dead birds and litter. *World's Poultry Science Journal* 71(4): 621-629.

Muscolo, A.; Papalia, T.; Settineri, G.; Mallamaci, C. and Jeske, A. (2018). Are raw materials or composting conditions and time that most influence the maturity and/or quality of composts? Comparison of obtained composts on soil properties. *Journal of Cleaner Production* 195: 93-101.

Oliart, R., Manresa, Á. y Sánchez, M. (2016). Utilización de microorganismos de ambientes extremos y sus productos en el desarrollo biotecnológico*. CienciaUAT*, 11(1), 79-90.

Oviedo, E., Marmolejo, L. y Torres, P. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. *Lecciones desde Colombia. Ing. invest. y tecnol*. vol.18, n.1, pp.31-42. ISSN 1405-7743.

Peralta, N., Bernardo, G., Watthier, M. y Silva, R. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *Idesia* (Arica), 37(2), 59-66.

Sánchez, Ó. Ospina, D. y Montoya, S. (2017). Compost supplementation with nutrients and

microorganisms in composting.

Sarkar, S.; Pal, S. & Chanda, S. (2016). Optimization of a vegetable waste composting process with a significant thermophilic phase. *Procedia Environmental Sciences* 35: 435-440.

Saynes, V., Etchevers, J., Paz, F. y Alvarado, L. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana* 34: 83-96.

Suárez, C., Garrido, N. y Guevara, C. (2016). Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1), 20-28.