UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA ACELERAR EL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*). (REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE)

AUTOR(ES):

Darío Alejandro Chicaiza Guato

John Arquimides Shiguango Tapuy

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Yamila Lazo Pérez

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple con los criterios.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple con los criterios.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18/20	Se evidencia una mejora sustancial en la redacción, sin embargo, aún persiste la mala utilización del punto.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Cumple con los criterios.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Cumple con los criterios.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Cumple con los criterios.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumple con los criterios.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Cumple con los criterios
VALORACIÓN TOTAL	98	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	98

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMIREZ

Dr. Segundo Benedicto Valle Ramírez, PhD.

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	3/5	Le quedaron puntos al final del párrafo seguido de la fuente entre paréntesis por ejemplo Carbono/Nitrógeno. (Cuevas, 2017). y otros detalles que todavía se tendrían que pulir
VALORACIÓN TOTAL	98	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	98

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
SANDRA LUISA

Sandra Luisa Soria Re
CI 1800988212
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 11 días del mes de agosto de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÍA

Puyo, 05 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: **Darío Alejandro Chicaiza Guato**, con C.I. **1850271725**, con el Tema: **"Microorganismos eficientes para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). (Revisión del estado del arte)"**, de la carrera de **Biología**. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular: **Yamila Lazo Pérez**, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8%, Informe generado con fecha 05 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
YAMILA LAZO PEREZ

Yamila Lazo Pérez, MS,c.

C.I. 1725233264

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Microorganismos eficientes para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar (Saccharum officinarum). (Revisión del estado del arte).doc (D142669438)
Submitted	8/5/2022 4:54:00 AM
Submitted by	
Submitter email	blg2017098@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	ylazo.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÍA

Puyo, 05 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: **John Arquimides Shiguango Tapuy**, con C.I. **1500890510**, con el Tema: **"Microorganismos eficientes para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). (Revisión del estado del arte)"**, de la carrera de **Biología**. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular: **Yamila Lazo Pérez**, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8%, Informe generado con fecha 05 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
YAMILA LAZO
PEREZ

Yamila Lazo Pérez, MS,c.

C.I. 1725233264

Docente-tutor del Trabajo de IntegraciónCurricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Microorganismos eficientes para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar (Saccharum officinarum). (Revisión del estado del arte).doc (D142669438)
Submitted	8/5/2022 4:54:00 AM
Submitted by	
Submitter email	blg2017098@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	ylazo.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

Microorganismos eficientes para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). (Revisión del estado del arte)

Darío Alejandro Chicaiza Guato[1]
blg2017098@uea.edu.ec

John Arquimides Shiguango Tapuy[1]
amb20140503@uea.edu.ec

Yamila Lazo Pérez, MSc[1]
ylazo@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Biología (1)

Resumen

Los residuos derivados de la caña de azúcar tienen una lenta degradación, en Ecuador en su mayoría no son aprovechados en absoluto y como una forma de eliminación son incinerados, para lo cual es necesario contar con la utilización de microorganismos eficientes como una opción viable para acelerar el proceso de descomposición. El objetivo de este trabajo fue evaluar, a través de la revisión bibliográfica o sistemática, el efecto de los microorganismos eficientes para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Para esto el método de investigación fue el método deductivo, junto a una revisión documental de información de fuentes bibliográficas relacionadas con el tema principal. Los resultados según los criterios de los autores expresaron una relación positiva, mediante la aplicación de los microorganismos eficientes y además controlando los parámetros físicos y químicos, estén en condiciones óptimas que permitan el desarrollo de estos durante el proceso de descomposición, van a favorecer al aceleramiento del proceso de compostaje. Se reportó que el 100% de los estudios en donde se emplearon microorganismos eficientes los residuos de caña de azúcar son descompuestos y convertidos en compost en un tiempo promedio de 80 días, resultando como una buena opción de compost de buena calidad para el manejo agrícola e incluso una alternativa en el mejoramiento de los suelos por ende favorece el cuidado del medio ambiente.

Palabras Clave: Microorganismos eficientes (ME), compostaje, *Saccharum officinarum*, residuos.

Abstract

The organic waste derived from sugar cane suffer a slow degradation, in Ecuador they are mostly not used at all and as a form of elimination they are burned, for which it is necessary to have the use of efficient microorganisms as a viable option to accelerate the decomposition process. The objective of this work was to evaluate, through the bibliographic or systematic review, the effect of efficient microorganisms to speed up the composting process from organic waste from sugar cane (*Saccharum officinarum*). For this the research method was the deductive method that goes from the general to the, along with a documentary review of information from truthful sources related to the main topic. The results according to the authors' criteria expressed a positive relationship, by applying efficient microorganisms and controlling physical and chemical parameters are in optimal conditions that allow the development of these during the decomposition process, will favor the acceleration of the composting process. It was reported that 100% of the studies where efficient microorganisms were used, sugarcane residues are decomposed and converted into compost in an average time of 80 days, resulting as a good choice of good quality compost for agricultural management and even an alternative in the improvement of soils therefore favors the care of the environment.

Keywords*:* Efficient Microorganism, composting, *Saccharum officinarum*, waste.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país agrícola, en el que se pueden encontrar grandes y diversas plantaciones de cacao, banano, palma africana, arroz y caña de azúcar. En el tiempo de cosecha se produce una gran cantidad de residuos que se pueden utilizar como opción no sólo verde, sino fácil y útil de realizar, es la fabricación de compost.

La caña de azúcar es una especie vegetal C4 que presenta un proceso fotosintético altamente eficiente y una alta capacidad para producir grandes cantidades de biomasa. Los residuos agrícolas que genera se pueden utilizar como cobertura vegetal del suelo en forma de materia orgánica en el sistema agrícola, reteniendo la humedad, previniendo la erosión y controlando las plantas no deseadas (Barahona et al., 2019).

En Ecuador, los residuos de caña de azúcar son muy abundantes; generalmente no son de uso común y son incinerados en forma de eliminación. En procesos de extracción del azúcar de caña, se genera el bagazo que se obtiene en la molienda. El

cual sufre una lenta degradación por lo que para acelerar el proceso se busca complementar con la utilización de microorganismos eficientes (Garcés, 2014).

Arias (2010), menciona que los microorganismos eficientes o ME (del inglés Efficient Microorganism) son un cultivo mixto de microorganismos benéficos (principalmente productoras de ácido láctico, bacterias fotosintéticas, hongos fermentadores, levaduras y actinomycetes) que vale emplearse como inoculante para extender la diversidad microbiana de los suelos.

Cuando estos microorganismos eficientes entran en contacto con la materia orgánica excretan sustancias beneficiosas como minerales quelatados, ácidos orgánicos, vitaminas, y fundamentalmente sustancias antioxidantes. La acción antioxidante favorece la descomposición de la materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos actúan directamente sobre el suelo e indirectamente sobre las plantas, manteniendo así la proporción de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y relación Carbono/Nitrógeno (Cuevas, 2017).

Durante el compostaje, los microorganismos eficientes implicados necesitan carbono para su actividad y ocasionalmente poco nitrógeno. Cuando estos elementos se obtienen en las proporciones adecuadas, crecen rápidamente y como consecuencia, también se acelera la descomposición de los residuos orgánicos (Camacho et al., 2014).

Por lo que se planteó la siguiente pregunta científica: ¿Qué microorganismos eficientes aceleran el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)?. El objetivo de este trabajo fue evaluar, a través de la revisión bibliográfica o sistemática, el efecto de los microorganismos eficientes para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Investigación

El Tipo de estudio del trabajo se considera descriptivo analítico, en la medida que permite interpretar los reportes científicos consultados, para la generación de una investigación de carácter teórico, del cual se acopló a la elección y compilación de información a través de lectura crítica de documentos y materiales de carácter científico con relación a los microorganismos eficientes, con énfasis en el proceso de compostaje a partir de residuos orgánicos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

2.2 Métodos de investigación

Los métodos que se aplicaron en la investigación fueron método deductivo, cuáles son los diferentes microorganismos eficientes que intervienen en el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la caña de azúcar. Asimismo, se empleó el método documental, el cual se utilizó para recopilar la información divulgada en los últimos años en las diferentes fuentes bibliográficas.

2.3 Procedimiento para la obtención de información

La revisión del estado del arte sobre microorganismos eficientes para acelerar el proceso de compostaje a partir de residuos orgánicos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) inició con la consulta de diversos artículos, como también trabajos de diversos autores con alto valor científico, con el propósito de informar acerca de los resultados más relevantes al respecto. Se realizó un resumen que facilitó el análisis y en cuanto a la interpretación que realizan los distintos autores sobre el tema planteado. En diferentes buscadores tales como Natural, Web of Science, World Wide Science. El presente artículo de revisión sintetizó información recopilada de 37 fuentes de diversas referencias entre libros, artículos y páginas web, entre los estudios que arrojaron las búsquedas se seleccionó 20 artículos científicos, 11 tesis de grado y posgrado y 6 libros, ajustados por poseer información encaminada al tema principal.

El método empleado para facilitar el cumplimiento del objetivo planteado fue mediante revisión bibliográfica. Se procedió con la exploración de información científica especializada en el tema de microorganismos eficientes enfocada en el proceso de acelerar el compostaje de residuos orgánicos, a través del cual se realizó lectura de los artículos científicos publicados en revistas científicas de reconocimiento especializadas, aquella información tomada por las bases de datos vía internet, tales como: Dialnet, JURN, SciELO, ScienceDirect. Se empleó Google académico como buscador bibliográfico para determinar información en base a las visitas recolectadas en las páginas, y por poseer suscripciones a numerosas revistas a las que tiene acceso directo.

La táctica de búsqueda de la información científica necesaria se estableció en identificar palabras claves como: microorganismos eficientes (ME), compostaje, *Saccharum officinarum*, residuos. Para la búsqueda de palabras específicas se colocó la palabra entre comillas ("…"), y en el caso que se pretendió dar importancia a una

palabra en un grupo de palabras se utilizó los signos más y menos según la búsqueda (. +, .-). Además, en ScienceDirect; se usó los operadores booleanos que es un conector de palabras o signos que se hallan estandarizados para la búsqueda en internet, entre ellos se utilizó: AND (que busca dos palabras con significado distinto), AND NOT (que busca una palabra, pero sin alguna palabra relacionada) y OR (que busca palabras con significado semejante).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica en función de los residuos de la caña de azúcar (Tabla 1), permitieron corroborar el aporte de los microorganismos para acelerar los procesos degradativos en los diferentes subproductos que son obtenidos de la planta de la caña de azúcar, tales como son: hojas, cogollos, paja, y los residuos de fábrica generados como es la cachaza, bagazo, vinaza y como también resaltando las moléculas que se encuentran en los residuos, a continuación, se presenta un resumen del análisis sintético realizado de varios autores que abordaron el tema. Como lo menciona López (2006), "los polímeros de origen animal o vegetal son la fuente de nutrientes que son descompuestos por una cadena de enzimas extracelulares, producidas al medio externo, catalizando la hidrólisis de celulosa, proteína, lignina y hemicelulosa".

Residuos de la caña de azúcar

Tabla 1

Residuos de la caña de azúcar

Residuos	Moléculas	Elementos que Aporta
Hojas, cogollos, paja. **Residuos de fábrica generados:** cachaza, bagazo, vinaza.	Celulosa, hemicelulosa, lignina, cenizas, humedad, pentosanos.	Carbono

Fuente: Adaptado de López (2006)

Microorganismos que participan en el proceso de compostaje

El análisis de la revisión documental arrojó, la sucesión microbiana en las diferentes fases según la evolución de la temperatura que altera positivamente en el crecimiento microbiano durante el proceso de compostaje. Distintos microorganismos realizan un gran papel para transformar los residuos en abono. Autores como Michel et al., (2004), Moreno y Moral (2008), Rodríguez (2015), Pachón y Vargas (2015), han escrito a cerca de qué microorganismos participan o existen dentro del proceso de compostaje en cada una de sus fases. Según Bueno y Cabrera (2008) dentro de su documento que "cada especie de microorganismo tiene un rango de temperatura óptimo en el que su actividad es mayor y más eficiente" como se observa en la (Tabla 2) las 4 fases que intervienen en el proceso de compostaje, vinculado con: la temperatura, actividad microbiana.

Tabla 2

Microorganismos y fases que intervienen en el proceso de compostaje

Fase Bio-Oxidativa (Volteos de la Pila en las 3 Fases)			**Fase de Maduración**
Mesófila (20 a 50°C)	Termófila (50 - 80°C)	Enfriamiento (< a 40°C)	Maduración (15 a 20°C)
Actividad microbiana			
Bacterias: Pachón y Vargas (2015) describe algunas de las familias en esta fase: *Alcaligenaceae, Bacillaceae, Moraxellaceae, Neisseriaceae, Clostridiaceae, etc.*	**Bacterias:** Según Rodríguez (2015) en esta fase se encuentran especies del género *Thermus* *T. thermophilus, T. aquaticus, etc.* *Hydrogenobacter*	**Bacterias:** Pachón y Vargas (2015) manifiesta que las bacterias representan el 80% del recuento total.	**Bacterias:** Moreno y Moral (2008) menciona bacterias del género *Azotobacter*
Hongos filamentosos: Según Rodríguez (2015) en esta fase se encuentran los géneros: *Aspergillus,*	**Hongos:** Moreno y Moral (2008) menciona que los hongos se encuentran totalmente inactivos, se mantiene en	**Hongos:** Según Rodríguez (2015) en esta fase se encuentran hongos de la división	**Hongos:** Rodríguez (2015) menciona hongos de la división Ascomycota,

Penicillium, Trichoderma, *Mucor, Rhizopus, etc.*	estructuras de resistencia y esporas.	Ascomycota, Basidiomycota.	Zygomycota, Oomycota.
Actinomicetos: Moreno y Moral (2008) manifiesta que predominan géneros de la familia *Nocardiaceae*	**Actinomicetos:** Michel et al., (2004) describe la familia *Streptomycetaceae* *Streptomyces albogrisoleus,* *Streptomyces tendae.*	**Actinomicetos**	**Actinomicetos**

En la Tabla 3 se muestra resultados óptimos obtenidos por Garcés (2014) quien reporta en su tesis que el abono orgánico que se elaboró tiene una gran cantidad de carbono por los residuos de caña de azúcar que lo componen, al ser un biopolímero complejo su asimilación es más difícil y lenta. Es por eso que se pusieron microorganismos celulíticos procedentes del rumen bovino, capaces de metabolizar este tipo de celulosa y utilizarla como fuente de energía, que manifestó un 3,821% de carbono. Concluye que se mostraron porcentajes de germinación más altos en donde se usó microorganismos de rumen bovino a diferencia en los que se emplearon microorganismos eficientes comerciales, debido al grado de madurez alcanzada y la disponibilidad de nutrientes en el abono.

Tabla 3

Tipo de Microorganismos Eficientes para el proceso de compostaje

Conceptualización	Categoría	Subcategoría	Indicadores	Función
Tipos de ME. Se habla de ME, al cultivo mixto de microorganismos benéficos (Luna y Mesa, 2016).	Marca comercial (ME•1) de la Agearth-Ecuador. ME capturados de forma casera.	Bacteria Acido lácticas, Bacteria Fototrópicas, Hongos y levaduras. M. celulíticos presentes en el rumen bovino. *Eubacterium*	Aceleran la velocidad de descomposición de materia orgánica.	Degradación de materia orgánica.

		cellulosolvens, *Ruminococcus* spp., *etc.*

Fuente: Adaptado de Garcés (2014), Luna y Mesa (2016)

Parámetros durante el proceso de descomposición

Parámetros Químicos

En la Tabla 4 se presentan los parámetros químicos como indicadores empleados durante el proceso de descomposición: seguimiento de la temperatura, control del pH, control de la humedad, contenido de materia orgánica, etc. Mismos que han sido reportados con resultados positivos por varios autores Gordillo et al., (2011), Gordillo y Chavez (2010), Pérez et al., (2011), Corpoica (2007), Méndez et al., (2018), Rodríguez (2002), Moreno y Moral (2008). En el proceso de descomposición y de estrecha relación con la intensidad de la actividad microbiana en el proceso de compostaje.

Tabla 4

Parámetros químicos de seguimiento durante el proceso de descomposición.

Parámetros	**Criterios de medición**	**Resultados**
Seguimiento de la Temperatura	Gordillo et al., (2011) planteó que la temperatura dentro del compost es uno de los factores más importantes porque muestra la actividad biológica que se lleva a cabo.	Garcés (2014) manifiesta dicha característica pasó de temperatura ambiente (14 a 25°C) a estar sobre los 65°C en ciertos momentos a partir de la composición de cada tratamiento; esto debido al uso de microorganismos eficientes (ME) y a la cantidad de residuos de caña de azúcar.
Control del pH	Se ha definido que el control del pH es necesario porque mediante el monitoreo se puede obtener una	Garcés (2014) en su documento resalta que el suelo presentó pH básico del bagazo de caña de azúcar, los microorganismos eficientes tanto comerciales como capturados, mostraron

	medida indirecta de la aireación de la mezcla, ya que en condiciones completamente anaeróbicas el pH disminuye.	valores de pH ácidos, por lo que la mezcla de estos residuos con el suelo en las diferentes relaciones contribuyó a un cambio en esta propiedad. Además, Gordillo y Chavez (2010) indica que este efecto se manifestó solo en el tratamiento testigo (sin EM) que bajo su pH en el segundo mes de compostaje.
Contenido de Materia Orgánica	Según Corpoica (2007) es importante que la eficiencia del sistema de compostaje orgánico está entre el 30 y el 50%, y valores inferiores indican un correcto proceso de descomposición.	Garcés (2014) añade que el mejor tratamiento, corresponde a 60% de residuos de caña y 40% de suelo que al final del proceso tuvo une media de 20,0375%. En base al tipo de microorganismo no se encuentra una diferencia significativa entre los del rumen bovino y los comerciales.
Control de la Humedad	Gordillo et al., (2011) menciona que la humedad se mantenga entre el 50 y el 70 %, porque si se reduce el agua, se puede reducir el rendimiento microbiano.	Garcés (2014) manifiesta en sus resultados que la disminución de la humedad fue considerable en (0% de bagazo, 40% de suelo y microorganismos atrapados de forma casera) ya que era suelo, que carecía de materia orgánica y con el incremento de la temperatura ambiental esta se evaporaba pronto.
Relación Carbono/Nitrógeno	Dentro de su documento Rodríguez (2002) añade que los microorganismos de una composta utilizan	Garcés (2014) expone que dicha relación, los mejores tratamientos fueron (60% de residuos de caña, 0% de azolla y 40% de suelo y ME atrapados del rumen) y el de (60% de residuos de caña, 0% de azolla y 40% de suelo y ME comerciales) existiendo interacción entre los factores y

	el carbono como fuente de energía y el nitrógeno como síntesis de proteínas.	mostrando relaciones 18:1 al final del proceso. Sin embargo, los datos de Méndez et al., (2018) que evaluó el proceso de compostaje de bagazo de caña de azúcar residuo de origen vegetal con relación C/N fue reducida. Para el residuo, la relación C/N fue modificada con la adición de estiércol bovino.
Macro y Micronutrientes	Moreno y Moral (2008) concluye que al analizar el contenido de macro y micronutrientes se encuentran C, N, P que son fundamentales para el desarrollo microbiano.	Según Garcés (2014) en sus reportes, el mejor tratamiento de contenido de macro y micronutrientes fue del (60% de residuos de caña y 40% de suelo y microorganismos atrapados del rumen).

Parámetros físicos

En la Tabla 5 se muestra la opinión y resultados tangibles de autores tales como Gordillo et al., (2011), Unocc (2015), etc. que abordan el tema sobre la actividad de los microorganismos relacionadas con las propiedades físicas: olor, color y liberación de nutrientes como señales de un buen proceso de compostaje en los procesos degradativos a partir de los residuos de caña de azúcar. Se comprende lo fundamental que la diversidad de microorganismos eficientes es causante de grandes procesos físicos, químicos como acelerar la descomposición y el control de microorganismos patógenos y demás materia que no es deseable. Además, Ospina (2016) informa que la sumatoria de los parámetros físicos del compost, indica que reúnen las condiciones óptimas de un compost de excelente calidad y que hay una relación efectiva entre estos indicadores.

Tabla 5

Parámetros físicos de seguimiento durante el proceso de descomposición

Parámetros	Criterios y Resultados de Distintos Autores
Olor, color	Gordillo et al., (2011), indica que la aplicación de microorganismos eficaces es una opción que favorece al control de patógenos y amortiguación de olores. Además, Unocc (2015) evaluó con residuos de caña de azúcar arrojando resultados positivos, la granulometría presento un olor agradable y color más oscuro respectivamente.
Degradación	Ospina (2016), reporta que se conoce que la liberación del P se encuentra vinculada a la degradación del abono orgánico en el suelo, tal como ocurre con el nitrógeno y el azufre. Además, el aporte de este elemento se puede generar por el contenido de este en la cachaza, residuo que recibe P en el proceso de fabricación de azúcar.

En la tabla 6 se presentan variables agronómicas, proyectando favorables resultados después de aplicar compost a partir de los residuos de la caña de azúcar de autores como: Erazo (2009), Quiroz y Pérez (2013), Ospina (2016), Unigarro et al., (2013), Julca et al., (2006), que describen que las sustancias húmicas, altura de planta, longitud de raíz; favorecen acciones como activar el metabolismo microbiano, presentando medidas significativas de la altura de la propia planta en donde evidencian resultados similares entre autores. Además, mencionan que el empleo de compost a partir de residuos de cachaza favorece el número y longitud de las raíces de la misma planta, lo que justifica su aplicación de estos residuos como compost a partir de la utilización de microorganismos eficientes en el proceso de compostaje evidenciando una buena alternativa en el sector agrícola.

Tabla 6

Variables después de aplicar compost

Variable	Criterios y Resultados de Distintos Autores
Sustancias húmicas	Erazo (2009), resalta que ayuda de una manera muy rápida en la corrección de las deficiencias de nutrientes en las plantas, aplicar la reducción de fertilizantes, un aumento de pelos absorbentes en el

	volumen de las raíces, activando de forma equilibrada el metabolismo microbiano.
Altura de planta	Ospina (2016), reporta el efecto de cuando se aplicó compost a partir de los residuos de la caña de azúcar sobre la producción y crecimiento de este, la altura mostró una variación significativa durante los 3 y 6 meses de crecimiento y el desarrollo del tallo entre el 4 y 7 mes es rápido, y disminuye a medida que la edad del cultivo aumenta. Por lo cual, al cotejar los valores obtenidos (165 cm) con lo reportado por Unigarro et al. (2013) donde se estimaron otras variedades de caña de azúcar en condiciones de alta humedad, se consiguieron valores de altura de 1,54 a 2,23 m antes de cosecha, se evidencia resultados similares.
Longitud de raíz	Quiroz y Pérez (2013) hallaron tasas de mineralización alta con dosis de cachaza. Asimismo, Julca et al., (2006) menciona unos efectos después de emplear compost a partir de los residuos de la vinaza y cachaza, por lo cual la cachaza favorece la longitud y el número de las raíces de la caña de azúcar, diámetro del tallo, la absorción de N y K y el área de exploración de la raíz.

Vargas y Pérez (2018), alegan que la generación de residuos en las diferentes etapas de los procesos productivos de la caña de azúcar es actualmente una problemática a nivel mundial, debido a que en la mayoría de los casos no son procesados o dispuestos adecuadamente, situación que facilita al proceso de contaminación ambiental. Por lo cual argumenta que la utilización de residuos de caña de azúcar en la elaboración de compostaje es una buena opción ecológica en contribución del bien de la misma.

Naranjo (2013), realizó la aplicación de microorganismos eficientes en compost a partir de residuos de la caña de azúcar dónde reportó menor tiempo de obtención del compost que fue de 80 días con un mejor contenido de nitrógeno de (1,13%), fósforo (219, 99ppm), potasio (0,72%) y con un mayor porcentaje de materia orgánica (24,63%), consideró como un compost de calidad, en relación al testigo que no se agregó la dosis de microorganismos eficientes, por lo cual el tiempo de obtención fue de 120 días con un contenido de fósforo (4, 00 ppm) y materia orgánica (20,40%), lo que justifica la aplicación de microorganismos en el proceso de compostaje.

Erazo (2009) evaluó la aplicación de ME para la descomposición de residuos obtenidos de la caña de azúcar, mostrando que todos las bacterias y hongos obtenidos de los mismos influyen positivamente en el cultivo de caña de azúcar. El hongo *Trichoderma* influye en el sistema radicular logrando que las mismas se profundicen y aumentando en la resistencia a las sequías, pero el efecto más favorable es que puede llegar a degradar clorofenoles y herbicidas órganoclorados impidiendo la fitotoxicidad en los cultivos.

Varios de los estudios revisados concluyen que los substratos ricos en residuos orgánicos de la caña de azúcar tienden a elevar su temperatura conforme la comunidad microbiana descompone con rapidez los sustratos utilizables produciendo calor metabólico (Camacho et al., 2014). De acuerdo con Inbar et al. (2005), en sus estudios realizados los hongos filamentosos y las actinobacterias y predominaron en los ensayos de aislamiento de microorganismos eficientes a partir de las compostas. En este estudio, el hongo filamentoso y las actinobacterias elegidos mostraron ser termófilos; a una temperatura de incubación de hasta 55 ºC agrandaron su velocidad de esporulación y crecimiento.

4. CONCLUSIONES

- Se encontró que en las diversas investigaciones realizadas por los distintos autores utilizan parámetros químicos, físicos de seguimiento durante el proceso de descomposición, para medir el nivel de madurez de una composta, demostrando que con la ayuda de los microorganismos eficientes como son los microorganismos celulíticos presentes en el rumen bovino: *Eubacterium cellulosolvens, Ruminococcus* spp.*, Bacteroides ruminicola,* etc. que son capaces de degradar la celulosa, hemicelulosa presentes en los residuos de la caña de azúcar, y en condiciones óptimas favorecen su desarrollo y así acelerar el proceso de compostaje difiriendo en las distintas etapas donde algunos microorganismos se mantendrán y otras desaparecerán, obteniendo así en un tiempo promedio de 80 días que los residuos sean descompuestos y convertidos en compost de calidad en relación de los que no se agrega ninguno.
- Del análisis realizado en la revisión bibliográfica se reportó de los estudios la composición del compost obtenido mediante la acción de microorganismos eficientes expresan una respuesta positiva de materia orgánica aceptables como también la relación C/N. En la mayoría de los tratamientos donde se emplearon microorganismos eficientes con diversas dosificaciones de sustratos, los diferentes estudios efectuados por los distintos autores se encontraban dentro de rangos tolerables como producto final, creando una nueva opción de abono orgánico para manejo agrícola.

5. REFERENCIAS

Arias Hoyos, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. Journal de ciencia e ingeniería, 2(2), 42-45. Recuperado de: https://jci.uniautonoma.edu.co/2010/2010-7.pdf

Barahona, C., Soledispa Rodríguez, X. E., Ayón Ponce, G. I., & Toala Zorrila, M. C. (2019). El abono elaborado do saco da lata de açúcar como alternativa para a geração de dinheiro para os habitantes do templo San Carlos. En Polo del Conocimiento, 34(4), 335-351. Recuperado de: https://doi.org/ 10.23857/pc.v4i6.1024

Barrera Gómez, R. (2006). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso*. (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona). Recuperado de: http://hdl.handle.net/10803/5307

Bueno, P. & Cabrera, F. (2008). Factores que Afectan al Proceso de Compostaje. (pp. 95-106). Madrid, España: Moreno, J., Moral, R. ed.(s). Mundi-prensa.

Cajahuanca, S. (2016). *Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp., Lactobacillus sp.) En el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica chaglla, Huánuco-Perú*. (Tesis de grado, Universidad de Huánuco). Recuperado de: http://distancia.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS_SARA_CAJAHUANCA_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Camones, C. L. (2015). *Efecto de la aplicación de tres dosis de humus y microorganismos eficaces en el cultivo del brocoli (Brassica oleracea var. italica) en Marcará, Carhuaz.* (Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo). Recuperado de: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1062/T%20809%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Camacho, A. D., Martínez, L., Ramírez Saad, H., Valenzuela, R., & Valdés, M. (2014). Potencial de algunos microorganismos en el compostaje de residuos sólidos. Terra Latinoamericana, 32(4), 291-300. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792014000400291&lng=es&tlng=es.

Corpoica. (2007). Guía Tecnológica Para El Manejo Integral Del Sistema Productivo de la Caña Panelera. (pp. 116-117). Colombia: Corpoica

Cuevas Ordoñez, D. C. (2017). Plan Educativo para la Producción de Abono Orgánico Mediante Microorganismos Eficientes. Revista Scientific, 2(3), 176–189. Recuperado de: https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.3.9.176-189

Erazo, J. (2009). Aplicación de microorganismos promotores de la descomposición de los residuos de cosecha y promotores del crecimiento vegetal en caña de azúcar. Recuperado de: https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=VE2007400591

Garcés, M. (2014). *Producción de abono orgánico a partir de residuos de caña de azúcar y azolla con la aplicación de microorganismos eficientes (EM´s).* (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8458/1/BQ%2059.pdf

Gordillo, F., & Chavez., E. (2010). Evaluación comparativa de la calidad de la calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros. Ecuador: Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador.

Gordillo, F., Peralta, E., Chavez, E., Contreras, V., Campuzano, A. & Ruiz, O. (2011). Producción y evaluación del proceso de compostaje a partir de desechos agroindustriales de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). RIA, 37(2), 140-149. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3962632

Gordillo, F. A. (2010) Evaluación Comparativa de la Calidad del Compost Producido a partir de Diferentes Combinaciones de Desechos Agroindustriales Azucareros. Guayaquil, Ecuador: ESPOL.

Inbar, E., Green, Y. & Minz, D. (2005). Competing factors of compost concentration and proximity to root affect the distribution of Streptomycetes. Microbial. Ecology, 50(1), 73-81. Recuperado de: https://www.jstor.org/stable/25153227

Julca, O. A., Meneses, F. L., Blas, S. R. & Bello, A. S. (2006). La materia orgánica, usos y experiencias de su uso en la agricultura. Idesia, 24 (1), 49-61. Recuperado de: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009

Libreros, S. S. (2012). La caña de azúcar fuente de energía: compostaje de residuos industriales en Colombia. Tecnicaña, 28(1), 13-14. Recuperado de: https://issuu.com/revistatecnicana/docs/tec_no28_2012

López, O. (2006). Agroecología y Agricultura Orgánica en el Trópico. Boyacá, Colombia: UPTC.

Luna Feijoo, M. A. & Mesa Reinaldo, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. Revista científica Agroecosistemas, 4(2), 31-40. Recuperado de: https://aes.ucf.edu.cu/index.php/ aes/index.

Méndez Martínez, Y., Pérez Tamames, Y., Reyes Pérez, J. J., & Puente Jiménez, V. D. (2018). Azolla sp., Un alimento de alto valor nutricional para la acuicultura. Biotecnia Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Recuperado de: https://doi.org/10.18633/biotecnia.v20i1.527

Michel, F. C., Pecchia, J. A. & Rigot, J. (2004). Mass and nutrient losses during the composting of dairy manure amended with sawdust or straw. Compost Sci. Util., 12(4), 323 – 334. Recuperado de: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1065657X.2004.10702201

Montaño, M. (2010). Fijación de nitrógeno de asociaciones simbióticas entre algas cianofíceas y plantas acuáticas. Guayaquil, Ecuador: ESPOL.

Moreno, J. & Moral, R. (2008). Compostaje. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Naranjo Pacha, E. I. (2013). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost.* (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20173.pdf

Núñez Torres, O. P. (2019). El ecosistema ruminal en bovinos y sus posibilidades de mejora. Journal of the Selva Andina Animal Science, 6(1), 1-2. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812019000100001#:~:text=El%20rumen%20es%20el%20encargado,forrajes%20y%20en%20parte%2C%20los

Ospina Barrero, I. (2016). *Influencia de la aplicación de compost producido a partir de residuos de la caña de azúcar (Saccharum officinarum) en un Vertisol de Valle del Cauca*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de: https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57963

Pachón, T. C. & Vargas, N. A. (2015). *Revisión sobre el estudio de la dinámica de los microorganismos presentes en el compostaje de subproductos de la caña de azúcar*. (Tesis de grado, Universidad Libre Seccional Pereira, Risaralda). Recuperado de: https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16164/REVISI%c3%93N%20SOBRE%20EL%20ESTUDIO%20DE%20LA%20DIN%c3%81MICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pérez, M., Sanchez, R., Palma, D. & Salgado, S. (2011). Caracterización química del compostaje de residuos de caña de azúcar en el sureste de México. Inverciencia, 36 (1), 45-52. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/339/33917727007.pdf

Pinzón Casas, R. D. (2016). *Producción, recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, análisis del sistema de gestión en el municipio de Puerto Asís, Putumayo.* (Tesis de maestría, Universidad de Manizales). Recuperado de: https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2829

Quiroz Guerrero, I., & Pérez Vázquez, A. (2013). Vinaza y compost de cachaza: efecto en la calidad del suelo cultivado con caña de azúcar. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(5), 1069-1075. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342013000900019&lng=es&tlng=es.

Rafael, M. P. (2015). *Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo.* (Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Centro del Perú). Recuperado de: http://hdl.handle.net/20.500.12894/3511

Rodríguez, C. (2002). Residuos ganaderos. Cursos de Introducción a la Producción Animal. Recuperado de: https://www.produccionanimal.com.ar/sustentabilidad/05residuos_ganaderos.pdf

Rodríguez Nuñez, J. R. (2015). *Acción degradativa de hongos Basidiomycetes sobre residuos agroindustriales de cultivos de café y plátano.* (Tesis de grado, Universidad Católica de Manizales). Recuperado de: https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/1094/1/Rafael%20Rodriguez%20nu%C3%B1ez.pdf

Unigarro, A. C., Victoria, J. I. & Checa, O. E. (2013). Evaluación del área de aerénquima radical en caña de azúcar (*saccharum spp*.) como característica de tolerancia a hipoxia. Acta Agronómica, 62 (3), 223-231. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012028122013000300005&script=sci_abstract&tlng=es

Unocc, F. (2015). *Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces sobre la calidad de compost de residuos orgánicos de camal Sapallanga Huancayo.* (Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). Recuperado de: https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3511

Vargas Corredor, Y. A., & Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. Revista Facultad De Ciencias Básicas, 1(1), 59-72. Recuperado de:

https://doi.org/10.18359/rfcb.3108
Vuelta Lorenzo, D. R. (2014). La biofumigación y la solarización como alternativas al manejo de plagas del suelo. Ciencia en su PC, 1(1), 15-26. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181331235002

6. ANEXOS

6.1. MARCO TEÓRICO

6.1.1. Compostaje

El compostaje es una técnica de bajo costo que asegura que los residuos orgánicos combinen sus constituyentes en los ciclos de la cadena productiva primaria, además mejoran las condiciones físico-químicas del suelo y aumentan la productividad de los cultivos (Pinzón, 2016).

6.1.2. Compost

El compost se obtiene de forma natural a partir de la descomposición aeróbica (con oxígeno) de desechos orgánicos tales como restos vegetales y animales, heces, estiércol, etc., por la proliferación extensiva de bacterias aerobias termófilas ubicuas (posteriormente fermentadas por otras especies de bacterias, actinomicetos, hongos). El compost se utiliza como acondicionador del suelo en la agricultura y en la jardinería, pero también para el paisajismo, el control de la erosión, el revestimiento y la remediación del suelo (Rafael, 2015).

6.1.3. Solarización

Una tecnología de control de plagas que radica en el calentamiento del suelo a altas temperaturas. En este procedimiento, el suelo se cubre con una capa transparente de polietileno de baja densidad (40-100 micrones) que permite mantener y potenciar el efecto de la radiación solar durante 40-45 días (Vuelta, 2014).

6.1.4. Parámetros de Proceso

Partiendo de la base que en un proceso de compostaje los responsables de la transformación son los microorganismos, todos los factores que pueden limitar su aparición también limitan el propio proceso. Para lograr que esta transformación se lleve a cabo en condiciones controladas (aeróbicas y termófilas) hace falta una sucesión de requisitos, que no son otros que los que necesitan los microorganismos eficientes para desarrollarse (Barrera, 2006).

6.1.5. Azolla

Según Montaño (2010) el uso de fertilizantes para los cultivos es mínimo, entre los cuales el fósforo y el nitrógeno son los principales factores para el crecimiento de la azolla. Por lo tanto, usarlo como fertilizante alternativo para otros cultivos les ahorrará mucho a los agricultores la compra de fertilizantes químicos, ya que este helecho puede proporcionarlos.

6.1.6. Bagazo

Residuo del tallo de la caña de azúcar que queda después de la extracción del jugo. Presenta baja densidad y alto contenido de humedad en las condiciones obtenidas del proceso de molienda de caña. El bagazo húmedo y fresco amontonado a la intemperie causa un residuo de jugo que es susceptible de ser fermentado por levaduras, la temperatura beneficia el crecimiento de muchas especies de hongos, principalmente actinomicetos mesófilos y termófilos (Gordillo, F. 2010).

6.1.7. Abono Orgánico

Sustancias resultantes de la descomposición natural de la materia orgánica por la acción de los microorganismos del medio ambiente. Los microorganismos digieren sustancias y las transforman en otras sustancias útiles que aportan nutrientes al suelo. Es un proceso acelerado y controlado de descomposición de residuos, que puede ser aeróbico o anaeróbico, dando como resultado un producto estable de alto valor de mejorar el suelo (Libreros, 2012).

6.1.8. Microorganismos Eficientes (ME)

Es una combinación de varios microorganismos benéficos (caldos microbianos) que se utilizan en una variedad de aplicaciones y ofrecen una variedad de soluciones a los problemas ambientales. Contiguo a temperaturas favorables producen un aprovechamiento de los componentes de la materia a compostar para mejorar el proceso de compostaje (Cajahuanca, 2016).

6.1.9. Microorganismos Eficientes comerciales

Según Camones (2015) la tecnología de los Microorganismos eficientes comerciales, consisten en el cultivo microbiano mixto o caldo de especies de microorganismos escogidos los cuales coexisten en un pH aproximado de 3,5.

6.1.10. Rumen de bovino

Se basa de una población microbiana por bacterias anaerobias estrictas, protozoos y hongos que pueden subsistir en condiciones anaeróbicas no estrictas, altos ritmos de dilución, depredación protozoaria y densidades de células, desarrollo de habilidades para el manejo efectivo de complejos polímeros vegetales. El rumen contiene un dominante número de enzimas derivadas por su microbiota (polisacaridasas), que favorecen en la degradación y fermentación de polisacáridos estructurales (Núñez, 2019).