

Neotropical Helminthology, 2025, vol. 19 (2), XX-XX.

DOI: <https://doi.org/10.62429/rnh20251922010>

Este artículo es publicado por la revista Neotropical Helminthology de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú auspiciado por la Asociación Peruana de Helminología e Invertebrados Afines (APHIA). Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.



ORIGINAL ARTICLE /ARTÍCULO ORIGINAL

YEASTS AND ENZYMES FROM VITIVINICULTURAL RESIDUES FOR HELMINTHOLOGY IN AGRICULTURAL SOILS

LEVADURAS Y ENZIMAS DE RESIDUOS VITIVINÍCOLAS PARA LA HELMINTOLOGÍA EN SUELOS AGRÍCOLAS

René Germán Sosa-Vilca^{1*} & George Argota-Pérez²

¹Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú. rsosav@unam.edu.pe

²Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente “AMTAWI”. Ica, Perú. george.argota@gmail.com

*Corresponding author: rsosav@unam.edu.pe

Titulillo: Action of yeasts and enzymes on vitivinicultural residues
Sosa-Vilca & Argota-Pérez

René Germán Sosa-Vilca:  <https://orcid.org/0000-0003-2248-3464>

George Argota-Pérez:  <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>

ABSTRACT

Vitivinicultural residues represent an abundant source of lignocellulosic biomass which, when transformed by the action of yeasts and enzymes, can modify edaphic conditions and have implications for the ecology of phytoparasitic and free-living nematodes. The objective of the study was to describe yeasts and enzymes from vitivinicultural residues in relation to helminthology in agricultural soils. A descriptive, observational, and exploratory study was conducted between March and June 2025. Twenty-four samples of grape pomace (*Vitis vinifera* L.) were collected from the “El Campano” winery. The residues were subjected to alkaline and enzymatic hydrolysis, as well as fermentation with yeasts. The presence of fungal species was recorded using conventional

microbiological techniques, and the activity of hydrolytic enzymes was determined through qualitative plate assays. A descriptive analysis of frequencies and observed characteristics was applied. The predominant yeast was *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen ex E.C. Hansen, 1883), detected in 75% of the samples, followed by *Candida* spp. (16.7%) and *Hanseniaspora* spp. (8.3%). Regarding enzymes, cellulases were detected in 83.3% of the residues, hemicellulases in 62.5%, and pectinases in 50%. The combined action of yeasts and enzymes promoted polysaccharide degradation, increasing the release of soluble compounds with potential effects on edaphic microhabitats. It is concluded that yeasts and enzymes present in vitivinicultural residues constitute relevant ecological factors that can modify agricultural soil conditions and influence the structure and dynamics of phytoparasitic and free-living nematodes, thereby opening new research perspectives in sustainable agroecosystems.

Keywords: agricultural soils – enzymes – grape pomace – phytoparasites – yeasts

RESUMEN

Los residuos vitivinícolas constituyen una fuente abundante de biomasa lignocelulósica que, al ser transformada por la acción de levaduras y enzimas, puede alterar las condiciones edáficas y tener implicancias en la ecología de nematodos fitoparásitos y de vida libre. El objetivo del estudio fue describir levaduras y enzimas de residuos vitivinícolas para su relación con la helmintología en suelos agrícolas. Se realizó un estudio descriptivo, observacional y exploratorio entre marzo y junio de 2025. Se analizaron 24 muestras de orujo de uva (*Vitis vinifera* L.) recolectadas en la bodega “El Campano”. Los residuos fueron sometidos a hidrólisis alcalina, enzimática y fermentación con levaduras, registrándose la presencia de especies fúngicas mediante técnicas microbiológicas convencionales e identificándose la actividad de enzimas hidrolíticas a través de ensayos cualitativos en placa. Se empleó un análisis descriptivo de frecuencias y características observadas. La levadura predominante fue *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen ex E.C. Hansen, 1883), detectada en el 75 % de las muestras, seguida de *Candida* spp. (16,7 %) y *Hanseniaspora* spp. (8,3 %). En cuanto a las enzimas, las celulasas se detectaron en 83,3 % de los residuos, las hemicelulasas en 62,5 % y las pectinasas en 50 %. La acción conjunta de levaduras y enzimas favoreció la degradación de polisacáridos, incrementando la liberación de compuestos solubles con potencial impacto en microhábitats edáficos. Se concluye que las levaduras y enzimas presentes en residuos vitivinícolas constituyen factores ecológicos relevantes que pueden

modificar las condiciones del suelo agrícola e influir en la estructura y dinámica de los nematodos fitoparásitos y de vida libre, abriendo nuevas líneas de investigación en agroecosistemas sostenibles.

Palabras clave: enzimas – fitoparásitos – levaduras – orujo de uva – suelos agrícolas

INTRODUCCIÓN

Los suelos agrícolas son sistemas biológicos complejos donde convergen procesos de transformación de la materia orgánica, actividad microbiana y comunidades de invertebrados, incluidos helmintos de vida libre y parásitos (Ghimire *et al.*, 2024). En estos ambientes, la incorporación de residuos agroindustriales puede alterar la dinámica ecológica al modificar las condiciones fisicoquímicas y los microhábitats disponibles (Singh *et al.*, 2021; Degefe *et al.*, 2025). Entre dichos residuos, el orujo de uva constituye uno de los subproductos más abundantes de la agroindustria vitivinícola, rico en compuestos lignocelulósicos y nutrientes potencialmente disponibles para microorganismos y organismos edáficos (Ilyas *et al.*, 2021; Abreu *et al.*, 2024).

Las levaduras, particularmente *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen ex E.C. Hansen, 1883), y un conjunto de enzimas hidrolíticas como celulasas, pectinasas y hemicelulasas, desempeñan un papel fundamental en la degradación de estos residuos. A través de su acción metabólica, convierten polímeros complejos en azúcares simples y compuestos solubles que enriquecen el suelo. Este proceso no solo facilita la liberación de nutrientes, sino que también transforma el entorno microbiano y ecológico en el que se desarrollan los helmintos (Takeyama *et al.*, 2020; Raji *et al.*, 2024).

Desde una perspectiva helmintológica, la modificación de las condiciones del suelo puede repercutir en la supervivencia, distribución y proliferación de nematodos y otros helmintos edáficos. Entre estos últimos se incluyen especies de anélidos oligoquetos del género *Enchytraeus* Henle, 1837, considerados indicadores biológicos de suelos enriquecidos en materia orgánica, así como nematomorfos (filo Nematomorpha) y platelmintos de vida libre, como los microturbelarios, que participan en la descomposición microbiana y en el control trófico de microorganismos. Estos grupos, junto con los nematodos de vida libre (*Rhabditis* Dujardin, 1844, *Panagrellus* Thorne, 1938, *Caenorhabditis* Osche, 1952), constituyen parte de la microfauna edáfica sensible a los cambios fisicoquímicos generados por la biotransformación de residuos vitivinícolas (Al-Ghamdi *et al.*, 2021).

Los cambios en pH, humedad, temperatura y disponibilidad de materia orgánica influyen directamente en los ciclos de vida de estos organismos, pudiendo favorecer determinadas especies o actuar como factores limitantes. De este modo, la biotransformación de residuos vitivinícolas mediante levaduras y enzimas representa un fenómeno de interés para la ecología de los helmintos, particularmente de los nematodos de vida libre y fitoparásitos, en agroecosistemas (Mitropoulou *et al.*, 2025).

A pesar de la relevancia potencial de estas interacciones, los estudios que describen la relación entre la biotecnología aplicada a residuos agroindustriales y la helmintología de suelos agrícolas son escasos. En este contexto, el presente trabajo tiene como propósito describir las levaduras y enzimas presentes en residuos vitivinícolas y analizar su influencia en la ecología helmintológica de suelos agrícolas, contribuyendo así a integrar la gestión de residuos con la comprensión de procesos edáficos de importancia ecológica y sanitaria (Nogales *et al.*, 2020).

El objetivo del estudio determinar levaduras y enzimas de residuos vitivinícolas y su impacto para la helmintología en suelos agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo corresponde a un estudio básico de nivel descriptivo y carácter observacional, orientado a la identificación de levaduras y enzimas presentes en residuos vitivinícolas y a la descripción de sus posibles implicancias helmintológicas en suelos agrícolas. El estudio se desarrolló entre marzo y junio de 2025 en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Moquegua, Perú, a partir de residuos proporcionados por la bodega “El Campano” (Moquegua – Valle de Samegua, -17.1950, -70.9383).

La población estuvo constituida por residuos de orujo de uva (*Vitis vinifera* L.) generados en procesos de vinificación. Se seleccionó una muestra representativa de 200 g de orujo fresco por réplica, totalizando 24 unidades experimentales.

Los residuos fueron sometidos a tratamientos de hidrólisis alcalina y enzimática, así como a fermentación con levaduras, con el fin de facilitar la liberación de compuestos solubles y observar la acción microbiana. Posteriormente, se realizó el aislamiento de levaduras mediante medios de cultivo selectivos y su identificación preliminar por características morfológicas y fermentativas. Paralelamente, se describió la presencia de enzimas hidrolíticas asociadas (celulasas, hemicelulasas, pectinasas) a través de pruebas cualitativas de actividad enzimática en los sustratos.

Se identificaron levaduras (géneros y especies predominantes) e identificaron enzimas hidrolíticas presentes en residuos vitivinícolas. Asimismo, bajo condiciones generales se analizó en los residuos, su aspecto, humedad y grado de fermentación natural. Se empleó un análisis descriptivo de frecuencias y características observadas en levaduras y enzimas, con interpretación de su relevancia ecológica para la helmintología de suelos agrícolas.

Aspectos éticos: El estudio no involucró sujetos humanos ni animales de experimentación. Se realizó bajo condiciones de bioseguridad de laboratorio y con un manejo responsable de los residuos agroindustriales, respetando las normas éticas de investigación microbiológica aplicada.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se describen las 24 muestras de orujo de uva, donde se muestra la presencia predominante de *S. cerevisiae*, aislada en 18 de las muestras (75 %). Esta especie se caracterizó por su alta capacidad fermentativa y tolerancia a variaciones de pH, lo que sugiere un rol relevante en la transformación de los residuos y en la modificación de microhábitats edáficos. En menor frecuencia, se detectaron especies de *Candida* Berkhout, 1923 en cuatro muestras (16,7 %), las cuales se asocian a la fermentación secundaria y al consumo de azúcares simples, pudiendo alterar el equilibrio microbiano del suelo. Asimismo, *Hanseniaspora* spp. se observó en dos muestras (8,3 %), principalmente en etapas iniciales de fermentación, contribuyendo a la metabolización de hexosas.

Estos resultados indican que las levaduras presentes en los residuos vitivinícolas poseen una diversidad limitada, dominada por *S. cerevisiae*, aunque con participación de géneros secundarios que aportan a la complejidad de la fermentación natural. Desde una perspectiva helmintológica, la liberación de nutrientes y el cambio en las condiciones del suelo generados por estas levaduras pueden influir en la proliferación de nematodos de vida libre y en la dinámica de helmintos parásitos.

Tabla 1. Frecuencia de levaduras observadas en residuos vitivinícolas.

Género / especie identificada	Número de observaciones (n=24)	Frecuencia relativa (%)	Característica destacada
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	18	75,0	Alta capacidad fermentativa, tolerancia a pH variable
<i>Candida</i> spp.	4	16,7	Fermentación secundaria, asociación con azúcares simples

<i>Hanseniaspora</i> spp.	2	8,3	Fermentación inicial, metabolización de hexosas
------------------------------	---	-----	--

La tabla 2 muestra el análisis enzimático cualitativo, donde se evidenció que las celulasas fueron las más frecuentes, detectadas en 20 de las 24 muestras (83,3 %). Estas enzimas son responsables de la degradación de la celulosa, lo que libera compuestos carbonados fácilmente aprovechables por la microbiota edáfica y potencialmente por helmintos. Las hemicelulasas se observaron en 15 muestras (62,5 %), actuando sobre hemicelulosas y contribuyendo a una mayor disponibilidad de nutrientes. Por su parte, las pectinasas estuvieron presentes en 12 muestras (50 %), hidrolizando las pectinas de la pared celular vegetal y favoreciendo el incremento de compuestos solubles en el medio.

La presencia conjunta de estas enzimas indica un proceso activo de biotransformación de los residuos vitivinícolas, lo que enriquece el sustrato y modifica las condiciones del suelo agrícola. En términos helmintológicos, este enriquecimiento orgánico puede aumentar la densidad poblacional de nematodos y modificar la estructura de las comunidades de helmintos edáficos, actuando como un factor ecológico modulador.

Tabla 2. Enzimas hidrolíticas detectadas en residuos vitivinícolas.

Enzima identificada	Muestras positivas (de 24)	Frecuencia relativa (%)	Método/criterio de detección (cualitativo)
Celulasas	20	83,3	Prueba en placa con CMC → halo de degradación tras tinción (presencia/ausencia)
Hemicelulasas	15	62,5	Prueba en agar con sustrato hemicelulósico (halo claro)
Pectinasas	12	50,0	Prueba en agar con pectina → aclaramiento alrededor de colonia

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que los residuos vitivinícolas constituyen un sustrato rico en levaduras fermentativas y en enzimas hidrolíticas, siendo *S. cerevisiae* la especie predominante. Este hallazgo es consistente con lo descrito en la literatura enológica, donde *S. cerevisiae*, se reconoce como la levadura más adaptada a ambientes ricos en azúcares y compuestos fenólicos, presentando tolerancia a variaciones de pH y temperatura (Unban *et al.*, 2023). Su predominio en los residuos agroindustriales

implica que, al incorporarse al suelo, esta especie puede modificar las comunidades microbianas nativas y crear microhábitats favorables para organismos edáficos (Koelher *et al.*, 2024).

La identificación de enzimas como celulasas, hemicelulasas y pectinasas refuerza la capacidad de los residuos vitivinícolas para ser transformados en compuestos de bajo peso molecular, lo que incrementa la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Estos procesos de biotransformación son reconocidos como factores que incrementan la actividad biológica edáfica y mejoran la estructura del suelo (Krusir *et al.*, 2020; Souza & Kawaguti, 2021; Stanek *et al.*, 2024). Desde el punto de vista helmintológico, este enriquecimiento orgánico puede actuar como un modulador de las poblaciones de nematodos, promoviendo la proliferación de formas de vida libre y afectando indirectamente la dinámica de helmintos parásitos en agroecosistemas (Kekelis *et al.*, 2022).

Los resultados de este trabajo se alinean con tales observaciones, al mostrar que la acción conjunta de levaduras y enzimas en el orujo de uva produce condiciones edáficas potencialmente favorables para la expansión de estas comunidades. Estudios previos en residuos agroindustriales demuestran que los cambios en pH, contenido de materia orgánica y disponibilidad de azúcares son determinantes para la supervivencia y proliferación de nematodos y otros helmintos del suelo. En particular, se documenta que especies de nematodos de vida libre como *Rhabditis terricola* Sjöberg, 1926, *Panagrellus redivivus* (Linnaeus, 1767) Goodey, 1945 y *Caenorhabditis elegans* (Maupas, 1899) Dougherty, 1953 prosperan en ambientes ricos en compuestos fermentables, mientras que helmintos parásitos facultativos o de ciclo indirecto, como *Strongyloides stercoralis* Bavay, 1876, *Ascaris lumbricoides* Linnaeus, 1758 y *Trichuris trichiura* Linnaeus, 1771, pueden mantener estadios de resistencia en suelos enriquecidos con materia orgánica. Estas interacciones reflejan cómo la biotransformación microbiana de los residuos vitivinícolas podría influir indirectamente en la ecología helmintológica agrícola, modulando la estructura y dinámica de sus poblaciones (Bittencourt *et al.*, 2013; Brito *et al.*, 2020).

La interacción entre biotecnología de residuos y ecología helmintológica abre un campo de estudio poco explorado en la región neotropical, con implicancias tanto para la sostenibilidad agrícola como para la sanidad vegetal. Finalmente, la evidencia obtenida sugiere que la incorporación de residuos vitivinícolas transformados por acción microbiana no solo representa una alternativa de valorización agroindustrial, sino también

un factor ecológico de importancia para la helmintología agrícola (Sánchez & Minchala, 2024; Mitropoulou *et al.*, 2025).

La principal limitación del estudio fue que se desarrolló únicamente en condiciones de laboratorio con una aproximación descriptiva, por lo que no se evaluó directamente la interacción de los residuos vitivinícolas transformados con comunidades helmintológicas en campo. Esto restringe la extrapolación de los resultados a ecosistemas agrícolas reales y señala la necesidad de estudios complementarios *in situ*.

Los residuos vitivinícolas analizados presentaron una microbiota dominada por *S. cerevisiae*, acompañada en menor proporción por géneros como *Candida* y *Hanseniaspora* Klöcker, 1912, lo que confirma su papel central en la transformación del orujo de uva. Asimismo, se detectó la presencia de enzimas hidrolíticas, principalmente celulasas, hemicelulasas y pectinasas, responsables de la degradación de compuestos lignocelulósicos y de la liberación de nutrientes que enriquecen el suelo. La acción conjunta de levaduras y enzimas constituye un factor ecológico capaz de modificar las condiciones edáficas, influyendo potencialmente en la dinámica de helmintos de vida libre principalmente, nematodos bacteriófagos y saprófitos del género *Rhabditis* y en formas parásitas de ciclos indirectos asociadas a suelos agrícolas, como *Strongyloides* Normand, 1876, *Ascaris* Linnaeus, 1758, y *Trichuris* Roederer, 1761. En este sentido, la descripción obtenida aporta evidencia preliminar que vincula la biotecnología aplicada a los residuos agroindustriales con la helmintología, abriendo nuevas perspectivas de investigación orientadas al manejo sostenible de los agroecosistemas y a la comprensión de las interacciones entre microbiota, suelos agrícolas y comunidades helmintológicas.

Author contribution: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

RGSV = René Germán Sosa-Vilca

GAP = George Argota-Pérez

Conceptualization: RGSV

Data curation: RGSV

Formal Analysis: RGSV

Funding acquisition: RGSV

Investigation: RGSV

Methodology: RGSV

Project administration: RGSV

Resources: RGSV

Software: GAP

Supervision: RGSV, GAP

Validation: RGSV, GAP

Visualization: RGSV, GAP

Writing – original draft: RGSV, GAP

Writing – review & editing: GAP

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, T., Sousa, P.C., Gonçalves, J., Hontman, N., Teixeira, J.A., Câmara, J.S., & Perestrelo, R. (2024). Grape Pomace as a renewable natural biosource of value-added compounds with potential food industrial applications. *Beverages*, 10, 45.

Al-Ghamdi, A.A. (2021). Relationship between nematodes and some soil properties in the rhizosphere of banana plants. *International Letters of Natural Sciences*, 82, 1-12.

Bittencourt, S., Serrat, B.M., Andreoli, C.V., de Moura, E.N., Tognny, F.L., & da Silva, L. A.T.P. (2013). Lodo de esgoto submetido ao revolvimento: Efeito sobre sólidos totais, pH e ovos viáveis de helmintos. *Revista Academia Ciencia Animal*, 11, 191-200.

Brito, O.D.C., Ferreira, J.C.A., Hernandez, I., da Silva, E.J., & Dias, A.C. (2020). Management of *Meloidogyne javanica* on tomato using agro-industrial wastes. *Nematology*, 22, 1141-1154.

Degefe, G., Ayele, C., & Shimekit, F. (2025). Windrow composting: a viable option for the management and conversion of various agro-industrial organic wastes in Ethiopia. *Journal of Applied and Natural Science*, 17, 671-676.

Ghimire, O.P., Nepal, J., Poudel, P., & Powar, S. (2024). Unlocking the secrets of soil: exploring the microbiome and its applications-Part 1. *CSANews*, 69, 12-18.

Ilyas, T., Chowdhary, P., Chaurasia, D., Gnansounou, E., Pandey, A., & Chaturvedi, P. (2021). Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-

added products: An overview. *Environmental Technology and Innovation*, 23, 101592.

Kekelis, P., Papatheodorou, E.M., Terpsidou, E., Dimou, M., Aschonitis, V., & Monokrousos, N. (2022). The free-living nematodes as indicators of the soil quality in relation to the clay content, when coffee waste is applied. *Agronomy*, 12, 2702.

Koelher, B.T.A., Magalhães, V.C., Rodrigues dos Santos, L.B.P., Loguercio, L.L., Uetanabaro, A.P.T., Figueiredo, A., Flores Santos, M.P., & da Costa, A.M. (2024). The value of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains as useful enzymes producers: A systematic review. *Food Science and Engineering*, 5, 208-226.

Krusir, G., Sagdeeva, O., Malovanyy, M., Shunko, H., & Gnizdovskyi, O. (2020). Investigation of enzymatic degradation of solid winemaking wastes. *Journal of Ecological Engineering*, 21, 72-79.

Mitropoulou, G., Karapantzou, I., Prapa, I., Papanikolaou, D., Charovas, V., & Kourkoutas, Y. (2025). Physicochemical, microbial, and microbiome dynamics in winery waste composting. *Environmental Science and Pollution Research*, 32, 17952-17967.

Nogales, R., Fernández, G.M.J., Delgado, M.L., Castillo, D.J.M., & Romero, E. (2020). Eco-friendly vermitechnological winery waste management: a pilot-scale study. *SN Applied Sciences*, 2, 1-13.

Raji, R.O., Musa, A.O., Akoh, P.Q., Ibrahim, H., Akinsola, R.O., & Oyewole, O.A. (2024). Chapter 9 - Bioconversion of biomass energy and biological residues: the role of microbes. In: *Microbial Biotechnology for Bioenergy*. Editorial Elsevier. pp. 153-177.

Sánchez, V.V.L., & Minchala, H.R.R. (2024). Orujo de uva del proceso de vinificación, y su aprovechamiento en la producción de compostaje. *Reincisol*, 3, 4510-4526.

Singh, R., Das, R., Sangwan, S., Rohatgi, B., Khanam, R., Peera, S.K.P.G., Das, S., Lyngdoh, Y.A., Langyan, S., Shukla, A., Shrivastava, M., & Misra, S. (2021). Utilisation of agro-industrial waste for sustainable green production: a review. *Environmental Sustainability*, 4, 619-636.

Souza, T.S.P. de, & Kawaguti, H.Y. (2021). Cellulases, hemicellulases, and pectinases: Applications in the food and beverage industry. *Food and Bioprocess Technology*, 14, 1446-1477.

Stanek, N., Krzyszowska, A., Zarębska, M., Gębura, K., Wasilewski, T., Hordyjewicz-Baran, Z., & Tomaka, M. (2024). Evaluation of cellulase, pectinase, and

hemicellulase effectiveness in extraction of phenolic compounds from Grape Pomace. *International Journal of Molecular Sciences*, 25, 13538.

Takeyama, M.M., Kawaguti, H.Y., Koblitiz, M.G.B., & Fai, A.E.C. (2020). Resíduos agroindustriais como insumos promissores para obtenção de bioprodutos por leveduras - uma breve revisão. *Research, Society and Development*, 9, e588974488.

Unban, K., Muangkajang, N., Kodchasee, P., Kanpiengjai, A., Shetty, K., & Khanongnuch, C. (2023). Tannin-tolerant *Saccharomyces cerevisiae* isolated from traditional fermented tea (Miang) of northern Thailand and its feasible applications. *Microbiology Research*, 14, 1969-1983.

Received September 4, 2025.

Accepted October 6, 2025.