

PRODUCCIÓN DE ALCOHOL DESDE LA PAPA (*Solanum tuberosum*): SITUACIÓN ACTUAL, MEJORAS TECNOLÓGICAS Y USOS INDUSTRIALES

Alcohol production from potatoes (*Solanum tuberosum*): current status, technological advances, and industrial applications

(Artículo de revisión)

Pascual Mamani Quispe¹, Gladys J. Chipana-Mendoza²

Resumen

La papa (*Solanum tuberosum*) constituye el cuarto cultivo alimenticio más importante a nivel mundial y posee un elevado valor estratégico para la agroindustria debido a su riqueza en almidón (16 a 20 %). Este trabajo presenta una revisión sistemática descriptiva bajo la metodología PRISMA, analizando la producción de alcohol a partir de este tubérculo a través de una selección de literatura científica y técnica publicada entre 2006 y 2025 en bases de datos y repositorios académicos reconocidos. Se evaluaron los factores agronómicos, las rutas de transformación biotecnológica y los usos industriales de los efluentes y subproductos generados. Los resultados evidencian que el rendimiento en la producción de etanol depende sustancialmente de la variabilidad genética, las condiciones edafoclimáticas y las prácticas de cultivo. En el ámbito biotecnológico, la hidrólisis enzimática mediante α -amilasas y glucoamilasas supera ampliamente a la hidrólisis ácida convencional, al evitar la formación de compuestos inhibidores y optimizar la conversión de azúcares fermentables procesados con *Saccharomyces cerevisiae*. La implementación de tecnologías avanzadas, como la sacarificación y fermentación simultáneas (SFS) e esquemas de biorrefinería, permite maximizar los rendimientos y minimizar la huella ambiental mediante la revalorización de residuos orgánicos. El alcohol derivado de la papa demuestra una amplia versatilidad operativa y comercial, destacando en la elaboración de bebidas destiladas de alto valor agregado como el vodka, en la formulación de insumos de grado sanitario y en la síntesis de bioetanol para mezclas de biocombustibles. La integración eficiente entre el manejo agrícola estandarizado y los procesos biocatalíticos consolida a la papa como una materia prima sostenible y clave para el desarrollo de la economía circular agroindustrial.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, almidón de papa, hidrólisis enzimática, fermentación alcohólica, bioetanol.

Abstract

The potato (*Solanum tuberosum*) is the fourth most important food crop worldwide and holds significant strategic value for the agribusiness sector due to its high starch content (16 to 20 %). This study presents a descriptive systematic review following the PRISMA methodology, analyzing ethanol production from this tuber through a review of scientific and technical literature published between 2006 and 2025 in recognized databases and academic repositories. Agronomic factors, biotechnological processing routes, and industrial uses of the generated effluents and byproducts were evaluated. The results show that ethanol production yield depends substantially on genetic variability, soil and climate conditions, and cultivation practices. In the field of biotechnology, enzymatic hydrolysis using α -amylases and glucoamylases far outperforms conventional acid hydrolysis by preventing the formation of inhibitory compounds and optimizing the conversion of fermentable sugars processed with *Saccharomyces cerevisiae*. The implementation of advanced technologies, such as simultaneous saccharification and fermentation (SSF) and biorefinery schemes, makes it possible to maximize yields and minimize the environmental footprint by upcycling organic waste. Potato-derived alcohol demonstrates broad operational and commercial versatility, excelling in the production of high-value-added distilled beverages such as vodka, in the formulation of pharmaceutical-grade ingredients, and in the synthesis of bioethanol for biofuel blends. The efficient integration of standardized agricultural management with biocatalytic processes establishes the potato as a sustainable and key raw material for the development of the agroindustrial circular economy.

Keywords: *Solanum tuberosum*, potato starch, enzymatic hydrolysis, alcoholic fermentation, bioethanol.

¹ Estudiante, Octavo Semestre, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. <https://orcid.org/0009-0001-5080-6737>. pascualmamani1000@gmail.com

² Docente, Investigación y Redacción Científica, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. <https://orcid.org/0000-0001-8014-0385>. gjchipana@umsa.bo

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es una herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce un tubérculo, la papa misma, con tan abundante contenido de almidón que ocupa el cuarto lugar mundial en importancia como alimento, después del maíz, el trigo y el arroz (FAO, 2008). Según Quispe (2022) la papa se constituye como el principal alimento mundial, que ocupa el cuarto lugar estratégico en la producción agroindustrial.

En el continente Americano hay unas 200 especies de papas silvestres, pero fue en los Andes centrales donde los agricultores lograron seleccionar y mejorar el primero de lo que habría de convertirse, en los milenios siguientes, en una asombrosa variedad de cultivos del tubérculo, lo que hoy se conoce como papa contiene apenas un fragmento de la diversidad genética de las cuatro especies reconocidas de papa y las 5 000 variedades que se siguen cultivando en los Andes (FAO, 2008).

El almidón, un polisacárido de reserva, se encuentra comúnmente en cereales, raíces y tubérculos; en Bolivia, los tubérculos andinos representan un recurso alimentario fundamental, cultivado en regiones de más de 3 000 m s.n.m. y consumido por pueblos originarios desde hace más de 3 000 años (Huanca et al., 2025). Una vez obtenidos los azúcares a partir del almidón, estos se convierten a alcohol por medio de una fermentación anaerobia, utilizando la *Saccharomyces cerevisiae* (Gonzales y Molina, 2006). La transformación de almidones en compuestos más livianos como los azúcares se puede lograr mediante la hidrólisis enzimática, dichos azúcares pueden ser aprovechados en la producción de alcohol etílico para diferentes propósitos como la producción de bebidas alcohólicas (Reyna et al., 2004).

Lo que hace interesante a la papa para producción de alcohol es su composición, Ceron-Lasso et al. (2018) analizaron genotipos nativos de papa criolla del grupo Phureja y encontraron no solo almidón en cantidades apreciables, sino también compuestos antioxidantes que podrían tener implicaciones en la calidad del producto final. Loyola et al. (2010) por su parte, compararon papa variedad Desirée producida bajo sistemas orgánico y convencional en Chile, y detectaron diferencias significativas en el contenido de almidón, lo que sugiere que las prácticas agrícolas también influyen en el potencial alcoholero.

METODOLOGÍA

Se ha optado por una revisión sistemática descriptiva, siguiendo la norma del método PRISMA, completando con un análisis narrativo, se revisó artículos experimentales, tesis de grado, revistas y también información cuantitativa y cualitativa. Se realizó búsqueda de información en las bases de datos SciELO, Redalyc, ScienceDirect, MDPI y Google Académico, así como en los repositorios institucionales de la Universidad Mayor de San Andrés, Universidad Técnica del Norte, Universidad Peruana Unión, Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote y Universidad Mariana. Las palabras clave utilizadas fueron: "*Solanum tuberosum*", "almidón de papa", "hidrólisis enzimática", "fermentación alcohólica", "producción de etanol", "bioetanol", "vodka de papa" y "residuos de papa". El período temporal abarcó desde 2006 hasta 2025.

Para la selección, se incluyó artículos científicos publicados en revistas indexadas, tesis de pregrado y posgrado, y documentos técnicos oficiales, siempre que estuvieran en español o inglés y pertenecieran al área de ingeniería química, biotecnología, agroindustria, ciencias de los alimentos o economía agraria. Se excluyó aquellos trabajos que no se referían directamente a la papa o que no describían procesos de transformación, con una excepción: el estudio sobre oca u otros. Inicialmente se identificó más de 65 registros. Al eliminar duplicados (por ejemplo, el artículo de Loyola et al. aparecía en dos enlaces distintos), se seleccionaron 45; luego, tras leer títulos y resúmenes, se descartó 13 que no se ajustaban al tema; finalmente se analizaron a texto completo que son los que conforman la base de esta revisión.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA PAPA COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL

Lo primero que se toma en cuenta son las variedades de la papa ya que todas las variedades son diferentes en el contenido de almidón aquí en Bolivia. Según Seminario-Cunya (2018) sobre el grupo Phureja, que son papas amarillas precoces cultivadas en la región andina de Colombia, muestran que el rendimiento y las características poscosecha están muy influenciados por la altitud y las condiciones climáticas; encontraron diferencias significativas en el porcentaje de

materia seca y almidón entre ambientes contrastantes, lo que sugiere que, para fines industriales, es necesario seleccionar tanto la variedad como el sitio de cultivo.

En La Paz, Quispe (2022) ha trabajado en la obtención de semilla prebásica de variedades nativas como Huaycha Paceña en Imilla Negra, con el propósito de disponer de material vegetal de calidad estandarizada. Esto es importante porque, si se quiere implementar una planta de producción de alcohol, se necesita un suministro constante de papa con características predecibles.

Ceron-Lasso et al. (2018) midieron el contenido de almidón en genotipos de papa criolla, si no que también evaluaron propiedades antioxidantes; estos compuestos pueden inferir o por el contrario aportar valor al producto final, dependiendo del uso que se le quiera dar al alcohol; en el caso de bebidas espirituosas, ciertos compuestos fenólicos pueden influir en el sabor y el color. Benavides (2019) realizó un ensayo con el cultivar Amarilla Redonda del grupo Phureja, aplicando tres dosis de humus y tres niveles de bioestimulante, y encontraron que estas prácticas afectan el rendimiento total y la disponibilidad de biomasa para la industria.

El análisis de la composición nutricional de la papa evidencia que es un alimento predominantemente energético y de elevado valor funcional, su perfil de macronutrientes se encuentra dominado por el almidón (16 a 20 %), componente responsable de su aporte calórico (96 a 123 kcal), acompañado de una cantidad moderada de proteínas y fibra dietaria, y un contenido prácticamente insignificante de lípidos (0.1 a 0.5 g). En el plano de los micronutrientes, destaca de manera sobresaliente por su alto contenido de potasio, el cual alcanza concentraciones de hasta 1386 mg, consolidándola como una fuente clave de este mineral para el equilibrio electromecánico y la salud cardiovascular, junto con aportes significativos de fósforo, magnesio y vitaminas hidrosolubles como la vitamina C y B6 (Tabla 1).

Por otra parte, la presencia de compuestos bioactivos como el ácido clorogénico (19 a 399 mg) le otorga importantes propiedades antioxidantes, mientras que los niveles registrados de glicoalcaloides (0.7 a 18.7 mg) se mantienen dentro de las franjas de inocuidad alimentaria recomendadas (Tabla 1). Las variaciones observadas entre las fuentes consultadas, manifestadas en la presentación de rangos amplios por parte de Burgos (2019) frente a valores puntuales de la FAO (2008) responden de manera natural a la diversidad genotípica de las distintas variedades de papa, las condiciones edafoclimáticas del suelo, los métodos de cultivo y el estado de madurez de los tubérculos al momento del muestreo.

Tabla 1. Composición nutricional de la papa.

Propiedades	Burgos (2019)	FAO (2008)
Energía	96 a 123 kcal	-
Almidón	16 a 20 g	16.20 %
Proteína	1.76 a 2.95 g	-
Lípidos	0.1 a 0.5 g	-
Fibra dietaria	1.8 a 2.1 g	1 a 1.8 %
Potasio	150 a 1386 mg	897 mg
Fósforo	42 a 120 mg	121 mg
Magnesio	16 a 40 mg	49 mg
Hierro	0.29 a 0.69 mg	1.66 mg
Zinc	0.29 a 0.48 mg	-
Vitamina C	7.8 a 20.6 mg	42 mg
Vitamina B6	0.299 mg	0.62 mg
Ácido clorogénico	19 a 399 mg	-
Glicoalcaloides	0.7 a 18.7 mg	-

Fuente: elaboración propia con base en Burgos (2019) y FAO (2008).

MEJORAS TECNOLÓGICAS EN LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL

Guerra-Rodriguez et al. (2012) modelaron la hidrólisis ácida de la papa y determinaron las constantes cinéticas, pero señalaron que este método tiene inconvenientes como la generación de compuestos inhibidores para la fermentación y corrosión de los equipos. Gonzales y Molina (2006) hicieron un trabajo pionero en Costa Rica, donde evaluaron los factores que afectan la hidrólisis enzimática con amilasa y amiloglucosidasa y todo el proceso fermentativo; encontraron que la

concentración de enzima, el tiempo de reacción y la temperatura son determinantes para obtener un alto grado de sacarificación.

La papa también genera muchos sub productos durante su procesamiento: pulpas, aguas de cocción lo cual podemos realizar diferentes derivados de la papa. Gomez (2023) realizó una revisión sobre las tendencias y perspectivas de estos residuos, y destaca que pueden ser utilizados para producir etanol de segunda generación, enzimas o incluso bioplásticos. Grande (2016) en su libro sobre valoración biotecnológica de residuos agrícolas, incluye a la papa como un sustrato modelo, y señala que la integración de biorefinerías podría ser una solución sostenible.

En la implementación de la sacarificación y fermentación simultánea, Zapata et al. (2020) analizaron en detalle la destilación etanol-agua en operaciones continua y discontinua, modelando el proceso mediante ecuaciones de estado cúbicas; esta tecnología, al integrar en un mismo biorreactor la hidrólisis enzimática y la fermentación, reduce los tiempos de proceso y disminuye el riesgo de contaminación microbiana. Al obtener bioetanol a partir de papa y del maíz (*Zea mays*) se da un uso más rentable a estos tubérculos, contribuyendo en la reducción del impacto ambiental por causa de acumulación de residuos (Benavides, 2024).

PRINCIPALES INNOVACIONES Y AVANCES TECNOLÓGICOS

Izmirlioglu y Demirci (2015) desarrollaron y evaluaron estrategias de optimización estadística del medio de cultivo para maximizar la producción de bioetanol a partir de residuos industriales de papa, logrando rendimientos de hasta 36.85 g/L con *Saccharomyces cerevisiae*. El trabajo de Decheco (2016) demostró que la selección del pH y los grados Brix iniciales del mosto tienen un efecto determinante sobre el rendimiento de la fermentación alcohólica con esta levadura. Valensuela et al. (2021) describieron el proceso de fermentación alcohólica con *Saccharomyces cerevisiae* en sustratos cítricos, cuya metodología es comparable con la empleada en almidones de tubérculo.

La biotecnología ofrece diversas opciones para la generación de energías renovables; dentro de las ventajas más importantes encontramos su carácter sustentable, la garantía de mantener la seguridad y diversidad del suministro energético y la posibilidad de obtener servicios de energía sin impacto ambiental (Vazques y Dacosta, 2007). Menezes et al. (2016) demostraron que la selección de la cepa de *Saccharomyces cerevisiae* influye directamente sobre el rendimiento de la fermentación alcohólica de hidrolizado de papa.

Walker y Stewart (2016) revisaron el papel de *S. cerevisiae* en la producción de bebidas fermentadas a escala industrial, destacando que esta levadura es capaz de producir no solo etanol sino también metabolitos secundarios (ésteres, alcoholes superiores, carbonilos) que determinan las características organolépticas del producto final; para la producción de bebidas neutras como el vodka, se busca minimizar estos compuestos secundarios, lo que se logra mediante la selección de cepas específicas y condiciones controladas de fermentación y destilación. Rafael (2024) desarrolló un protocolo específico para la hidrólisis enzimática y fermentación alcohólica para producir etanol a partir de oca (*Oxalis tuberosa*), tubérculo andino análogo a la papa, cuyos resultados son aplicables a *Solanum tuberosum*.

La formulación del medio de fermentación detallada en la Tabla 2 evidencia un diseño nutricional balanceado y optimizado para el crecimiento microbiano, donde destaca una relación equitativa entre las fuentes sintéticas y complejas de nitrógeno mediante el nitrato de amonio (NH_4NO_3 , 2.00 g/L) y el extracto de levadura (2.00 g/L), aportando este último factores de crecimiento esenciales como aminoácidos y vitaminas del complejo B; asimismo, el medio garantiza el soporte metabólico y la estabilidad físico-química indispensable a través de la adición de fosfato monopotásico (K_2HPO_4 , 1.00 g/L), que actúa como agente amortiguador de pH y suplemento de fósforo y potasio, junto con el sulfato de magnesio (MgSO_4 , 1.00 g/L), el cual suministra los cofactores enzimáticos de magnesio y azufre necesarios para catalizar las rutas bioenergéticas durante la fermentación.

Tabla 2. Concentraciones de los nutrientes a utilizar en la fermentación.

Nutrientes	Concentración (g/L)
Nitrato de amonio (NH_4NO_3)	2.00
Sulfato de magnesio (MgSO_4)	1.00
Fosfato mono ácido de potasio (K_2HPO_4)	1.00
Extracción de levadura	2.00

Fuente: Gonzales y Molina (2006).

El análisis comparativo de la Tabla 3 evidencia una clara predominancia de las vías biocatalíticas frente a las fisicoquímicas en el procesamiento de la papa para la obtención de alcohol. La hidrólisis enzimática, empleando combinaciones comerciales como α -amilasa y glucoamilasa (AMG/Fungamyl), destaca como la tecnología estándar para la sacarificación del almidón de papa, garantizando una degradación selectiva sin generar subproductos indeseados; en contraste, la hidrólisis ácida evaluada por Guerra-Rodríguez et al. (2012) evidencia limitaciones operativas críticas debido a la formación de inhibidores de la fermentación (como furfural y HMF), lo que afecta la estabilidad y repetibilidad del rendimiento en la obtención de biocombustibles.

Por otro lado, los rendimientos y la calidad del producto final reportados reflejan una alta dependencia tanto de la eficiencia fermentativa como de las etapas de separación downstream. Mientras que las investigaciones enfocadas en bioetanol e insumos industriales expresan sus métricas en unidades de masa o concentración volumétrica (36.85 g/L en Izmirliglu y Demirci, 2015 o 0.0746 kg/kg en Gonzales y Molina, 2006), los estudios orientados a bebidas alcohólicas de valor agregado (como el vodka) integran la destilación como etapa determinante para alcanzar los estándares de graduación alcohólica requeridos, registrando concentraciones finales de hasta 85.6 °GL y 39.7 % v/v.

Tabla 3. Comparación de procesos de hidrólisis y fermentación reportados para producción de alcohol de papa.

Autor (Año)	Método	Rendimiento etanol	Producto
Gonzales y Molina (2006)	Enzimática (α -amilasa + AMG)	0.0746 kg/kg papa	Alcohol industrial
Benavides y Pozo (2008)	Enzimática (Termamyl + Fungamyl)	85.6 °GL (destilado)	Vodka
Izmirliglu y Demirci (2015)	Enzimática optimizada	36.85 g/L	Bioetanol
Guerra-Rodríguez et al. (2012)	Hidrólisis ácida	Variable (inhibidores)	Biocombustible
Menezes et al. (2016)	Enzimática + doble destilación	39.7% v/v final	Vodka

USOS INDUSTRIALES DEL ALCOHOL DE PAPA

Oña et al. (2024) publicaron un artículo sobre la producción y caracterización de una bebida tipo vodka, donde evaluaron la calidad organoléptica, el perfil de sabor y el contenido alcohólico; obtuvieron un destilado de alta graduación, con características sensoriales aceptables. Arce (2023) realizó un estudio básico para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de papa, estableciendo condiciones de maceración, fermentación y destilación que permiten alcanzar más de 40% de alcohol. Estos trabajos demuestran que, a escala de laboratorio y piloto, es perfectamente factible producir vodka de papa de calidad. Lara (2023) desarrolló un proyecto de grado para obtener bioetanol como aditivo de gasolina, y probaron mezclas en diferentes proporciones; aunque no llegaron a la escala industrial, los resultados son alentadores en términos de poder calorífico y compatibilidad con motores de combustión interna.

En el ámbito de sanitario, Olivera et al. (2020) y Diomedi et al. (2017) documentaron el uso del alcohol etílico como antiséptico y desinfectante de amplio espectro, con aplicaciones que se intensificaron durante la pandemia de COVID-19. Ambos estudios coinciden en que la pureza del alcohol (grado y ausencia de contaminantes) es determinante para su efectividad antimicrobiana.

Para Tierra (2025) la producción de bebidas alcohólicas fermentadas a partir de almidón es una práctica ancestral; por lo tanto, en los países como Reino Unido se usa cebada para elaborar whisky de malta, mientras que otros cereales se utilizan para producir alcohol de grano; en 26 Norteamérica predominan el maíz y el centeno; este último aporta un sabor distintivo, aunque fermenta con menor eficiencia que el maíz. Según Chamorro (2021) la mejor etapa del proceso de Votka artesanal para la adición de la fruta es en la fermentación; debido a que se presenta las mejores cualidades organolépticas.

CONCLUSIONES

La aptitud de la papa (*Solanum tuberosum*) como materia prima agroindustrial está intrínsecamente ligada a su composición química y a la variabilidad de sus tubérculos. Su elevado contenido de almidón (16 a 20 %) la consolida como una fuente óptima de carbohidratos fermentables, situando su rendimiento en función directa de las variedades genéticas, las condiciones edafoclimáticas y las prácticas agronómicas empleadas. Para garantizar la viabilidad técnica y comercial de una planta de procesamiento, resulta imprescindible contar con un suministro constante de tubérculos de calidad estandarizada, identificando además cómo componentes secundarios como los fenoles o glicoalcaloides influyen en el perfil funcional del alcohol obtenido o en las características organolépticas de bebidas destiladas.

En el ámbito de las transformaciones biotecnológicas, la evolución de los procesos de sacarificación y fermentación demuestra una clara superioridad de la vía biocatalítica sobre la hidrólisis ácida convencional. El uso de complejos enzimáticos específicos, como α -amilasas y glucoamilasas, previene la generación de furfurales y otros compuestos inhibidores, garantizando una conversión eficiente del almidón en azúcares fermentables. Asimismo, la optimización nutricional de los medios de cultivo y la adopción de esquemas avanzados, tales como la sacarificación y fermentación simultáneas (SFS) o la integración de esquemas de biorrefinería para la revalorización de subproductos industriales y aguas de cocción, representan los pilares fundamentales para elevar los rendimientos de etanol, reducir los tiempos operativos y minimizar la huella ambiental.

El alcohol derivado de la papa demuestra una notable versatilidad de aplicación en diversos sectores estratégicos. En la industria alimentaria y de bebidas de alto valor agregado, el control estricto de los parámetros fermentativos y de destilación permite obtener destilados neutros como el vodka, aptos para la incorporación de matices organolépticos mediante maceraciones oportunas. De forma paralela, la obtención de etanol con grado sanitario o como biocombustible para mezclas con carburantes reafirma el potencial del tubérculo como una alternativa sostenible para la sustitución de insumos fósiles y la diversificación energética. De este modo, la integración tecnológica entre el manejo agrícola, la biocatálisis y la separación de efluentes consolida a la papa como un recurso clave para la economía circular.

BIBLIOGRAFÍA

- Arce, G. (2023). Estudio básico para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de papa. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/35152/PG-8789.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benavides, I. M., & Pozo, M. M. (2008). Elaboración de una bebida alcohólica destilada (vodka) a partir de 3 variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando 2 tipos de enzimas. <https://share.google/imGzNP1UxVziFZDu0>
- Benavides, D. E. (2024). Tecnología utilizada para la obtención del etanol a partir de almidón como biomasa residual de papa (*Solanum tuberosum*) y maíz (*Zea mays*). <https://repositorio.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/65335/1/debenavidesp.pdf>
- Benavides, E. (2019). Rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), cultivar amarilla redonda, con tres dosis de humus y tres niveles de bioestimulante foliar". Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8b04bae0-e4e9-476c-9ea3-f79305216d54/content>
- Burgos, G. (2019). Potencial nutricional de la papa. Centro internacional de la papa. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2019/08/CIP-PANAMERICANOS-LIMA-2019.pdf>
- Ceron-Lasso, M., Alzate-Arbeláez, A., Rojano, B., & Ñútez-Lopez, C. (2018). Composición fisicoquímica y propiedades antioxidantes de genotipos nativos de papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja). Información Tecnológica, 29(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300205>
- Chamorro, D. J. (2021). Evaluación de la producción de vodka artesanal la destilería haciendo uso de *Passiflora edulis* (maracuya) como fruta adicional. <https://share.google/GHbcTocxVmB7rihZJ>
- Condori, S. (2018). Determinación de los costos de producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el municipio de Achacachi provincia Omasuyus. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18459>
- Decheco, A. C. (2016). Aprovechamiento de residuos de *Ananas comosus* (piña) para la producción de etanol por vía fermentativa de *Saccharomyces cerevisiae*. ULSCB Institucional. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/ULCB_b7e79c865bb6e08967af1bd29d07ac4e
- Diomedi, A., Chacon, E., Delpiano, L., Herve, V., Jemenao, I., Medel, M., Sifuentes, M. (2017). Anticepticos y desinfectantes: Apuntando al uso racional. Recomendaciones del comité consultivo de infecciones asociadas a la atención de la salud. Revista Chilena de infectología, 34(2), 156-174. <https://www.scielo.cl/pdf/rci/v34n2/art10.pdf>
- FAO. (2008). Presentación de nuestro invitado especial *Solanum tuberosum*, el tubérculo humilde que se propago desde su cuna andina a través de 6 continentes, y conjuro el hambre, alimento el desarrollo económico y modifico el curso de la historia mundial. <https://share.google/FaWZnSU4I91909b3z>
- Gomez, D. A. (2023). Tendencias y perspectivas de la valorización de residuos del procesamiento de la papa para la generación de productos con valor agregado. <https://repositorio.umariana.edu.co/server/api/core/bitstreams/8812a2fe-263b-4212-8a73-20a211d45f59/content>
- Gonzales, J., & Molina, M. (2006). Estudio de los factores que afectan la hidrólisis enzimática y el proceso fermentativo para la producción de alcohol a partir de papa (*Solanum tuberosum*). Sistema de información Científica, 16(1), 29-39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44170517002>
- Grande, C. (2016). Valoración biotecnológica de residuos agrícolas y agroindustriales. Universidad de San Buenaventura. <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/5baac6ba-065e-4f8f-822d-4a9f0b82441d/content>
- Guerra-Rodríguez, E., Portilla-Rivera, O., & Ramirez, J. (2012). Modelling of the acid hydrolysis of potato (*Solanum tuberosum*) for fermentative purposes. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953412001493>
- Huanca Lopez, S., Mollinedo, P., & Choque, V. (2025). Caracterización del almidón de tubérculos andinos de Bolivia mediante DRX. Revista Boliviana de Química, 42(1), 31-38. <https://share.google/q7QrFBWhZYwmHI6NZ>

- Izmirlioglu, G., & Demirci, A. (2015). Producción mejorada de bioetanol a partir de residuos industriales de patata mediante optimización estadística del medio. *IJMS*, 16(10). <https://www.mdpi.com/1422-0067/16/10/24490>
- Lara, C. (2023). Obtención de bioetanol como aditivo de gasolina apto para biocombustible alternativo a partir de la fermentación de residuos cítricos de la amazonia de Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/33643/PG-8625.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Loyola, N., Oyarde, E., & Acuña, C. (2010). Evaluación del contenido de almidón en papas (*Solanum tuberosum*, sp. *tuberosum* cv. *desiree*), producidas en forma orgánica y convencional, en la provincia de Curico, región del Maule. *Idesia* (Arica), 28(2), 41-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000200005>
- Menezes, A., Menezes, E., Alvez, J., Rodriguez, L., & Cardoso, M. (2016). Vodka production from potato (*Solanum tuberosum* L.) using three *Saccharomyces cerevisiae* isolates. 122(1), 76 - 83. <https://share.google/9fUorMtRE5Z76vDr6>
- Olivera, M. E., Garcia, M., & Manso, R. (2020). El alcohol como antiséptico y desinfectante: Un ajuste fino para su uso racional y efectivo durante la pandemia COVID 19. Asociación nacional de farmacéuticos y bioquímicos. https://www.anfyb.com.ar/wp-content/uploads/2010/11/EL-ALCOHOL-COMO-ANTIS%3%89PTICO-Y-DESINFECTANTE_EFH_FCQ_UNC.pdf
- Oña, T., Aldas, J., Revilla, K., Zamora, B., Arguello, J., & Guerron, V. (2024). Producción y caracterización de una bebida tipo vodka a partir del banano (*Musa paradisiaca*) y papa (*Solanum tuberosum*). *Journal of science and reserch*. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3266>
- Quispe Tusco, R. (2022). Obtención de semilla la pre-básica de dos variables de vitro plantas de papa (*Solanum tuberosum* sp.) huaycha paceña e imilla negra en invernadero del Centro Experimental de Cota Cota. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31204/T-3107.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rafael, A. (2024). Optimización de la hidrólisis enzimática y fermentación alcohólica para la obtención de etanol a partir de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*). <https://repositorio.upn.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/381475f7-cb0b-49ec-a224-bf03909ab4c4/content>
- Reyna, A., Robles, R., Reyes, E., Mendoza, A., & Romero, P. (2004). Hidrólisis enzimática del almidón. *Revista Peruana Química*, 7(1), 40-44. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/download/4685/3758/0>
- Seminario-Cunya, J., Villanueva-Guevara, R., & Valdez-Yopla, M. (2018). Rendimiento de cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) amarillos precoces del grupo Phureja. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3). <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32623>
- Tierra Guevara, A. M. (2025). Elaboración de vodka a partir de papa. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/16505/1/Tierra%20G.%2c%20Adriana%20M.%20%282026%29%20Elaboraci%3%b3n%20de%20vodka%20a%20partir%20de%20papa%20%28Solanum%20tuberosum%29.pdf>
- Valensuela, C., Velasque, L., Cordoba, C., & Cutimpo, T. (2021). Fermentación alcohólica por *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmaceutica*, 50(3), 677-690. <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v50n3/1909-6356-rccqf-50-03-677.pdf>
- Vazques, A., & Dacosta, E. (2007). Fermentación alcohólica: una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. 5(4), 249 a 259. <https://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v8n4/v8n4a4.pdf>
- Walker, G., & Stewart, G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae* en la producción de bebidas fermentadas. 2(4), 30. <https://doi.org/10.3390/beverages2040030>
- Zapata, Z., Vanegas, D., Rendon, J., & Velasques, J. (2020). Caso de estudio de la destilación etanol - agua en operación continua y discontinua y su simulación con ecuaciones cubicas de estado y modelos de actividad. *TecnoLogicas*, 23(49), 223-249. <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v23n49/2256-5337-teclo-23-49-201.pdf>