



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

ECONOMÍA CIRCULAR EN LA ELABORACION ARTESANAL DE VINOS

JOVENES EN EL VALLE DE ICA – 2024

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Medio Ambiente y
Desarrollo Sostenible

Autor

Quispe Quispe, Alexander

Asesora

Marín Machuca, Olegario

ORCID: 0000-0002-0515-5875

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Defilippi Shinzato, Teresa Milagros

Alburquerque Yataco, Celso Alejandro

Lima - Perú

2025

ECONOMÍA CIRCULAR EN LA ELABORACION ARTESANAL DE VINOS JOVENES EN EL VALLE DE ICA - 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	revistas.urp.edu.pe	4%
2	repositorio.unfv.edu.pe	2%
3	hdl.handle.net	2%
4	www.coursehero.com	1%
5	repositorio.pucp.edu.pe	1%
6	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to University of the Andes Trabajo del estudiante	1%
8	idus.us.es Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
10	bibliotecadigital.aecid.es Fuente de Internet	<1%



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**ECONOMÍA CIRCULAR EN LA ELABORACION ARTESANAL DE
VINOS JOVENES EN EL VALLE DE ICA – 2024**

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Tesis para optar el Grado Académico de
Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Autor

Quispe Quispe, Alexander

Asesor

Marín Machuca, Olegario
ORCID: 0000-0002-0515-5875

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter
Defilippi Shinzato, Teresa Milagros
Alburquerque Yataco, Celso Alejandro

**Lima – Perú
2025**

Dedicatoria

A Dios, mi querida familia, por ser mi fuerza incondicional, por su amor, apoyo y confianza en cada paso de mi camino. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia; a mis hermanos, por su compañía y ánimo constante. Este logro es también suyo, pues sin su presencia, comprensión y motivación, no habría sido posible culminar esta etapa. Con todo mi cariño y gratitud, les dedico este trabajo.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional Federico Villarreal, por proporcionarme las herramientas necesarias para alcanzar este importante logro profesional y personal.

A la Escuela Universitaria de Posgrado, por brindarme la oportunidad de desarrollar mis estudios de doctorado en un espacio de formación académica de excelencia.

Al Dr. Olegario Marín Machuca, asesor de esta tesis, por su guía, sus valiosas observaciones y el acompañamiento académico brindado a lo largo de este proceso.

A la bodega turística El Catador S.R.L., lugar donde se desarrolló este estudio, fuente de inspiración y escenario fundamental para la aplicación de los principios de la economía circular.

A todos quienes, de una u otra forma, contribuyeron a la culminación de este trabajo, mi profundo reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE

Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Descripción del problema	4
1.3. Formulación del problema	9
1.4. Antecedentes	9
1.5. Justificación de la investigación	15
1.6. Limitaciones de la investigación.....	17
1.7. Objetivos	17
1.8. Hipótesis	18
II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Bases teóricas.....	19
2.1.1. Economía Circular	19
2.3. Marco legal	25
2.4. Marco conceptual.....	25
III. MÉTODO	27
3.1. Tipo de investigación	27
3.2. Población y muestra.....	27
3.3. Operacionalización de las variables.....	28
3.4. Instrumentos.....	29
3.4.1. Materiales.....	29
3.5. Procedimientos.....	30
3.6. Análisis de datos	31
3.7. Consideraciones éticas	35
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58

VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES	60
VIII. REFERENCIAS.....	61
IX. ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables dependiente e independiente	28
Tabla 2 Evolución de la Concentración, C ($^{\circ}$ Brix) de la Uva Quebranta en función del tiempo de maduración, t (Semanas)	37
Tabla 3 Evolución de la Concentración, C ($^{\circ}$ Brix) y de la Concentración estimada, C ($^{\circ}$ Brix) de la Uva Quebranta en función del tiempo de maduración, t (Semanas)	40
Tabla 4 Evolución de la velocidad de Concentración, dC/dt ($^{\circ}$ Brix/semana) de la Uva Quebranta en función del tiempo de maduración, t (Semanas).....	42
Tabla 5 Valores de pH y acidez total de la uva quebranta.....	43
Tabla 6 Valores de pH y valores estimados de pH en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	48
Tabla 7 Valores de Acidez total de ácido tartárico ($ATat$) (g/L) y Acidez total de ácido tartárico estimado $ATat$ (g/L) en función del tiempo de maduración, t (semanas)	50
Tabla 8 Valores de evolución de la concentración y velocidad de concentración, C ($^{\circ}$ Brix) de la uva quebranta.	52
Tabla 9 Valores de pH y velocidad del pH de la uva quebranta en en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	54
Tabla 10 Datos de acidez total en ácido tartárico y velocidad de la acidez total en ácido tartárico (AT) de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	56
Tabla 11 Registro de concentración de azúcares ($^{\circ}$ Brix)	69
Tabla 12 Registro de pH de fermentación.....	70
Tabla 13 Registro de acidez total (Ácido Tartárico g/L)	71
Tabla 14 Velocidad de cambio de parámetros.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Las nueve erres	2
Figura 2 Relación entre economía circular y ODS	3
Figura 3 Productores agrícolas de la vid del valle de Ica	5
Figura 4 Proceso de fermentación del mosto de uva	6
Figura 5 Evidencias fotográficas de los desechos de orujos cascarras hollejos y vinaza buscar tomar foto de campo contigo evaluando	7
Figura 6 Partes del fruto de la vid (UVA)	8
Figura 7 Comportamiento se la Concentración, C ($^{\circ}$ Brix) de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	38
Figura 8 Comportamiento de la Concentración, C ($^{\circ}$ Brix) y de la Concentración estimada, \hat{C} ($^{\circ}$ Brix) en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	41
Figura 9 Comportamiento del pH para la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	44
Figura 10 Comportamiento de la acidez total para la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	46
Figura 11 Representación de los valores de pH y valores estimados de pH en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	49
Figura 12 Representación de los valores de acidez total en ácido tartárico ($ATat$) y valores estimados de ácido tartárico ($ATat$) en función del tiempo de maduración, t (semanas).....	51
Figura 13 Comportamiento de la velocidad de concentración de azúcar (C) ($^{\circ}$ Brix) de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)	53
Figura 14 Comportamiento de la velocidad del pH de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)	55
Figura 15 Comportamiento de la velocidad de la acidez total de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)	57
Figura 16 Toma panorámica de las parras de uva en la viña	73
Figura 17 Vista amplia de los cúmulos de uvas maduras.	73
Figura 18 Pruebas de destilación	74
Figura 19 Pruebas con el refractómetro	74

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar de qué manera la economía circular contribuye al reúso de los residuos líquidos generados en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica durante el año 2023. Para ello, se desarrolló un estudio de tipo cuantitativo, de nivel experimental, con un diseño preexperimental. La muestra estuvo conformada por una bodega artesanal de las 36 existentes en el Valle de Ica, siendo los residuos líquidos con alto contenido de ácido tartárico el foco principal de análisis. La técnica empleada fue la observación directa, utilizando como instrumento fichas de recolección de datos en parámetros enológicos específicos como concentración de azúcares ($^{\circ}\text{Brix}$), pH y acidez total. Los resultados experimentales indicaron que la concentración de azúcares alcanzó un valor máximo de 34.04 $^{\circ}\text{Brix}$, registrándose la mayor velocidad de cambio a los cinco días de maduración. En cuanto al pH, se observó un incremento progresivo con un tiempo crítico de 2.5 días para su máxima velocidad de cambio. Asimismo, la acidez total disminuyó progresivamente hasta alcanzar valores compatibles con una fermentación eficiente. El modelo estadístico aplicado presentó altos coeficientes de determinación (superiores al 97 %), evidenciando la fiabilidad de los datos obtenidos. En conclusión, la aplicación de la economía circular permitió reutilizar de manera efectiva los residuos líquidos, mejorando la calidad del vino joven elaborado, reduciendo costos de producción y favoreciendo la sostenibilidad de la vitivinicultura artesanal en el Valle de Ica.

Palabras clave: Economía circular, vinos jóvenes, residuos líquidos.

Abstract

The objective of this research was to determine how the circular economy contributes to the reuse of liquid waste generated in the artisanal production of young wines in the Ica Valley during 2023. For this purpose, a quantitative, experimental-level study with a pre-experimental design was conducted. The sample consisted of one artisanal winery out of the 36 existing in the Ica Valley, with liquid waste high in tartaric acid content serving as the primary focus of analysis. The technique employed was direct observation, using data collection sheets as instruments to record specific oenological parameters such as sugar concentration ($^{\circ}$ Brix), pH, and total acidity. The experimental results indicated that the sugar concentration reached a maximum value of 34.04 $^{\circ}$ Brix, with the highest rate of change occurring at five days of maturation. Regarding pH, a progressive increase was observed, with a critical time of 2.5 days for the maximum rate of change. Likewise, total acidity progressively decreased to levels compatible with efficient fermentation. The statistical model applied showed high coefficients of determination (above 97%), evidencing the reliability of the obtained data. In conclusion, the application of the circular economy effectively enabled the reuse of liquid waste, improving the quality of the young wine produced, reducing production costs, and promoting the sustainability of artisanal viticulture in the Ica Valley.

Keywords: Circular economy, young wines, liquid waste.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La economía circular (EC) se ha convertido, día a día y de manera acelerada, en una estrategia fundamental para promover la producción de bienes con alto valor agregado a partir del aprovechamiento de residuos y subproductos generados por diversas industrias, incluida la vitivinícola. Esta perspectiva no solo busca optimizar el uso de los recursos, sino también contribuir activamente a la reducción de la contaminación ambiental, lo que la posiciona como una alternativa sostenible frente a los modelos tradicionales de producción lineal. En este contexto, la economía circular ha despertado un creciente interés por parte de los gobiernos, las empresas y la comunidad científica, lo que ha llevado a un notable incremento en su aplicación, aceptación y reconocimiento como una vía eficaz para enfrentar los desafíos ambientales y productivos actuales (Suarez, 2021, p. 5). La creciente demanda mundial de subproductos y recursos como deshechos, combinada con la necesidad para minimizar el impacto ambiental; ha llevado a las industrias a mejorar y replantear sus modelos de producción y consumo. En este sentido, Albaladejo y Mirazo (2021) sostienen que la economía circular emerge como “un enfoque completamente diferente que fomenta el desarrollo económico, aprovechar a lo máximo los subproductos y la creación y generación de empleo sin poner en riesgo el entorno natural y el medio ambiente, se surge como un pilar fundamental para lograr una recuperación económica sólida y con emisiones de carbono reducidas después de la crisis de la COVID-19”.

La economía circular es un modelo creado con el fin de proteger el medioambiente y tiene por objetivo la optimización de recursos derivados de los diferentes sistemas productivos (Rivera, 2022).

La actual economía lineal, que basa sus procesos en el desperdicio y subproductos, no tiene en cuenta el futuro sostenible y otras consideraciones de importancia. Su diferencia radica

en que la economía lineal está diseñada bajo un modelo que extrae, produce, consume y desecha, mientras que la economía circular se caracteriza por un ciclo de vida más largo, porque considera la gestión y operación desde que inician los procesos productivos y los residuos son valorados como generadores de nuevos productos, pasando por diferentes cadenas como el reciclaje, la reducción, la reutilización, la reparación, la renovación o el rediseño (Rivera, 2022).

Figura 1

Las nueve erres



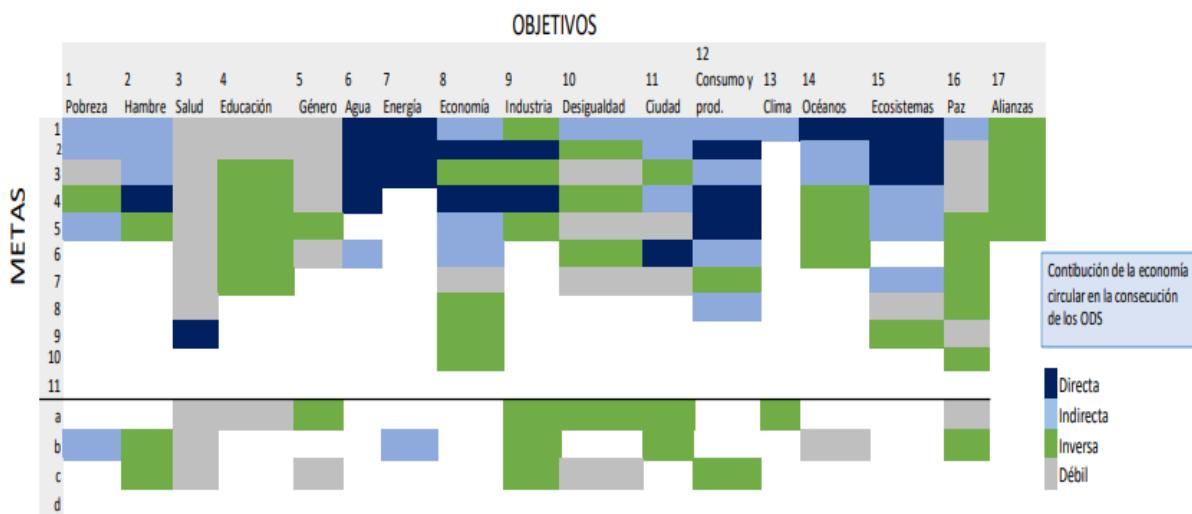
Nota. Acciones y relaciones pertinentes de la Economía Circular (EC).

La adopción de la economía circular puede significar no sólo beneficios ambientales sino también ventajas económicas, especialmente en industrias intensivas en recursos naturales como la vitivinícola (Rivera, 2022). En el ámbito internacional, Lara (2022) menciona que diversos países comprometidos en alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los compromisos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) fijados por la Organización de las Naciones Unidas y recogidos en la Agenda 2030, impulsan a integrar principios de la economía circular en sus diversas industrias. ¿En regiones como Europa y otras donde la producción vitivinícola es robusta, se han adoptado estrategias que buscan revalorizar los

subproductos y optimizar el uso de recursos, generando vinos de alta calidad con una menor huella ambiental (Lara, 2022). Todo ello promueve la limitación del rendimiento a un nivel de intensificación que la naturaleza soporta y utiliza los ciclos de los ecosistemas en consonancia con los ciclos económicos, respetando su ritmo de reproducción natural (Korhonen et al., 2018).

Figura 2

Relación entre economía circular y ODS



Nota. Tomado de las prácticas de la economía circular (CE) y las 169 metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Anggraeni y Schröder (2018)

En América Latina, la adopción de la economía circular es incipiente para promover la implementación de medidas de economía circular, que fomenten tanto el crecimiento de las actividades actuales como la aparición de nuevos sectores, implica llevar a cabo un análisis de la situación y reconocer las oportunidades y obstáculos para cambiar los sistemas de manejo de residuos hacia sistemas de gestión subproductos (De Miguel et al., 2021). El estudio realizado por Kowszy & Maher (2018), plantearon sobre sostenibilidad ambiental un modelo estratégico que busca minimizar los efectos negativos en el entorno natural. Esta propuesta ofrece una alternativa al modelo empresarial lineal tradicional, donde el valor se centra

principalmente en el producto final y su consumo representa el momento de mayor importancia. Dentro de sus objetivos principales se encuentran la extensión de la vida útil de los productos, la fabricación de bienes con ciclos de vida prolongados y el énfasis en la provisión de servicios por encima de la simple oferta de productos (Lara, 2022).

Y en la industria vitivinícola con mayor énfasis. Sin embargo, países con grandes producciones vinícolas como Argentina y Chile están comenzando a experimentar con prácticas sostenibles, guiados por la promesa de una producción más eficiente y sostenible y, aún existen desafíos significativos en la implementación y adaptación de estos principios a las particularidades de la región (De Miguel et al., 2021).

1.2. Descripción del problema

En Perú, y específicamente en la región de Ica, la industria vitivinícola representa una parte esencial de la economía local, donde, la tradición vinícola es rica, se ha consolidado a lo largo del tiempo y la implementación de modelos sostenibles basados en la economía circular se encuentra aún muy incipiente; pero a las prácticas tradicionales les falta de conocimiento o la resistencia al cambio pueden ser barreras para la adopción de esta nueva perspectiva.

La industria vitivinícola del valle de Ica que es una de las más tradicionales y reconocidas en el Perú, ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas; donde esta expansión ha traído consigo no solo oportunidades económicas sino también desafíos significativos en términos ambientales y sociales. “La industrialización aún no está suficientemente formada en todas las industrias, generando una brecha tecnológica entre las pequeñas y medianas empresas” (Ramos, 2015). Además, el modelo actual de producción y consumo, donde las bodegas o pequeñas empresas defienden antiguos métodos y técnicas de elaboración y características; basado en un esquema lineal de "extraer, producir y desechar", ha generado impactos negativos en el medio ambiente, como el uso intensivo de recursos naturales, la generación de residuos y la contaminación del agua y el suelo (López, 2022).

Figura 3

Productores agrícolas de la vid del valle de Ica



Figura 4

Proceso de fermentación del mosto de uva



El orujo, pieles y semillas; subproductos del proceso vitivinícola se desechan en grandes cantidades, representando no solo una pérdida de recursos sino también una fuente de contaminación ambiental; donde el consumo intensivo de agua (un recurso escaso en la región de Ica debido a su clima desértico) exacerba las tensiones sobre los recursos hídricos locales, afectando tanto a la industria vitivinícola como a las comunidades circundantes (De Miguel et al., 2021).

Figura 5

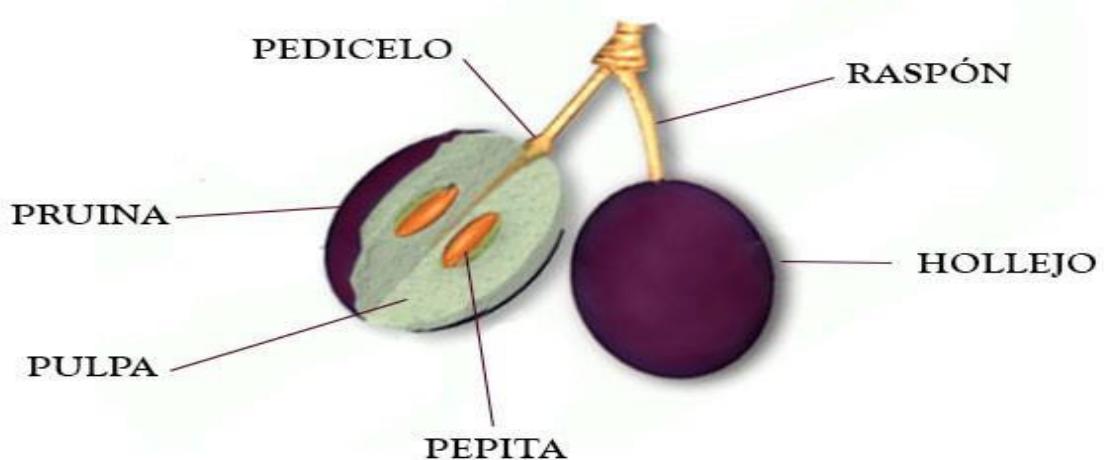
Evidencias fotográficas de los desechos de orujos cascara hollejos y vinaza buscar tomar foto de campo contigo evaluando



Estos residuos, generados tras la extracción del jugo de las uvas, son comúnmente desecharados sin aprovechamiento, lo que contribuye a la contaminación del suelo y de las fuentes hídricas cercanas. A ello se suma el uso intensivo de agua en las etapas de producción, situación crítica en el contexto del Valle de Ica, donde la disponibilidad de este recurso es limitada debido a las condiciones climáticas áridas y la sobreexplotación de los acuíferos subterráneo.

Figura 6

Partes del fruto de la vid (UVA)



Nota. Los subproductos vitivinícolas, principalmente, son el hollejo, pepita, raspó y piel.

La sostenibilidad ha emergido como una preocupación central para diversos actores de la agroindustria en Ica; dado que la expansión del riego sostenible puede garantizar suficientes recursos para desarrollar la actividad agroindustrial y las soluciones implementadas hasta la fecha, aunque valiosas, no han sido suficientes para revertir la tendencia de degradación ambiental ni para establecer un modelo de negocio verdaderamente sostenible (Lashkari et al., 2022).

En este contexto, la economía circular se presenta como una alternativa prometedora, capaz de transformar la industria vitivinícola del departamento de Ica, promoviendo la reutilización de recursos, la minimización de residuos y la creación de valor en todas las etapas del ciclo de vida del producto; donde la transición hacia un modelo circular requiere no solo de innovaciones tecnológicas, sino también de un cambio cultural y de paradigma en cómo concebimos y operamos la producción vinícola (De Miguel et al., 2021).

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿En qué medida la economía circular (**EC**) contribuye al reúso de los residuos líquidos generados en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica - 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida la concentración de azúcar de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica - 2024?
- ¿En qué medida el pH de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica - 2024?
- ¿En qué medida la acidez total de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica - 2024?

1.4. Antecedentes

1.4.1. A nivel internacional

Mura et al. (2023) que se tituló: “Resultados económicos y ambientales de un enfoque sostenible y circular: estudio de caso de una empresa productora de vino italiana”, mencionan que la economía circular produce importantes ventajas para el medio ambiente y nuestra economía; pero la escasez de estudios académicos sobre economía circular y las pequeñas y medianas empresas (PYME) son especialmente notables en la industria del vino. Hay algunas lagunas de conocimiento en la literatura, ya que hay poca investigación que aborda la integración de la economía circular en las prácticas de la industria del vino o los beneficios potenciales derivados de la economía circular para las PYMES (Mura et al., 2023). Este estudio combina el coste del ciclo de vida (**LCC**) y el ciclo de vida métodos de evaluación (**ACV**) para evaluar la relación entre el desempeño económico y ambiental de una pequeña empresa vitivinícola italiana que implementa una gestión sostenible y la economía circular. Nuestros

hallazgos indican la adopción de enfoques sostenibles y circulares en la industria del vino puede generar resultados positivos tanto en términos sostenibilidad medioambiental y económica mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y ahorro de costos.

Perra et al. (2022) investigación que se titula: “Una perspectiva sobre enfoques modernos y sostenibles para el manejo del orujo de uva mediante la integración de procesos verdes, biotecnologías y enfoques biomédicos avanzados”, el orujo de uva es el principal residuo sólido de la industria vitivinícola, compuesto principalmente por semillas, hollejos y tallos, todos los cuales contienen altas cantidades de valiosos fitoquímicos; considerando un alto potencial. En esta revisión se brinda una visión de los diferentes recursos y productos que se pueden obtener a partir de la recuperación del orujo de uva. Se ha dedicado especial atención al análisis de los procesos químicos, físicos y biotecnológicos a aplicar y también a los compuestos y productos de alto valor, como suplementos, nutracéuticos y cosmecéuticos, que pueden fabricarse.

Cavicchi y Vagnoni (2021) en su investigación titulado: “El papel de la medición del desempeño en la evaluación de la contribución de la economía circular a la sostenibilidad de la cadena de valor del vino”, tuvieron como propósito explorar cómo las cooperativas vitivinícolas, al controlar sus cadenas de suministro, pueden adoptar y monitorear sistemas de medición del desempeño (PMS) para evaluar la efectividad de las estrategias de economía circular; donde la investigación ha adoptado un enfoque descriptivo y cualitativo. Esta elección metodológica se refleja en el análisis detallado de modelos de negocio de circuito cerrado específicos de la industria vitivinícola (Mura et al., 2023). Estas entrevistas, profundas y esclarecedoras, se han complementado con el estudio de informes externos, documentos relevantes y observaciones directas, brindando así una comprensión holística del tema; siendo los hallazgos de la investigación reveladores e indicando que la economía circular, cuando es

monitoreada y evaluada adecuadamente a través del PMS, puede tener un efecto positivo y tangible en la sostenibilidad de la cadena de valor vitivinícola. Es notable cómo las cooperativas, al emplear estos sistemas basados en la planificación de recursos empresariales o ERP, pueden medir de forma precisa los beneficios generados por las asociaciones que abogan por la economía circular.

Suarez (2021) en su tesis doctoral titulada “Integración de la economía circular en el marco del desarrollo sostenible: Marco teórico e implementación práctica”, propuso un diseño orientado a responder cómo incorporar un sistema de producción y consumo basado en la economía circular (EC) dentro de los principios de sostenibilidad ambiental. Para alcanzar este propósito, estableció tres objetivos específicos relacionados con distintas aproximaciones metodológicas: primero, cuantificar los requisitos que exige la sostenibilidad ambiental; segundo, desarrollar una metodología que permita vincular de manera cuantitativa estos requisitos con los objetivos de las estrategias de economía circular implementadas por diversos actores sociales; y tercero, identificar los mecanismos internos y principios operativos que permitan integrar la economía circular al marco de la sostenibilidad ambiental. Así, el autor sostiene que transitar hacia un modelo de desarrollo justo y respetuoso con el medio ambiente requiere que las actividades humanas se adapten a las exigencias de la sostenibilidad, evitando plantear objetivos que no contribuyan de manera efectiva a lograr un desarrollo verdaderamente sostenible.

El estudio realizado por Sehnem et al. (2020) que lleva por Título: “Economía circular en la cadena productiva del vino: madurez, desafíos y lecciones desde una perspectiva de economía emergente”, quienes tuvieron como objetivo de desentrañar la conexión entre las etapas de madurez en la adopción de prácticas de economía circular y los modelos de negocio propios de esta economía; se recurrió a una metodología basada en un estudio de caso centrado en la Asociación Catarinense de Productores de Vinos Finos de Altura (ACAVITIS), que agrupa

a 28 entidades asociadas. En términos concretos, se recabaron datos a partir de entrevistas en profundidad llevadas a cabo en 10 unidades de análisis, complementando esta información con fuentes secundarias. En cuanto a los resultados, surgieron varias evidencias reveladoras: existe una vinculación clara entre la economía circular y las etapas de madurez de los modelos de negocio. Además, se encontró que las etapas avanzadas de madurez, concretamente entre las etapas 3 y 5, están intrínsecamente ligadas a diversas prácticas de la economía circular. Sin embargo, ciertos factores como la antigüedad de la empresa, el nivel educativo y la diversidad de productos elaborados no parecieron tener una relación directa y contundente con el compromiso hacia la economía circular.

1.4.2. A nivel nacional

Espinoza (2023) que en su estudio titulado: “Economía circular y sostenibilidad empresarial de la empresa agraria azucarera Andahuasi, Sayán – 2022”, se propuso analizar la relación existente entre la economía circular y la sostenibilidad empresarial en dicha organización. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental de tipo transeccional y un nivel de alcance correlacional. La población considerada estuvo compuesta por 1200 trabajadores, de los cuales se seleccionó una muestra de 291 colaboradores. Para la recolección de datos, se aplicó una encuesta mediante un cuestionario validado con un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,801, lo que garantizó su fiabilidad. Los resultados evidenciaron, a través de una significancia asintótica menor a 0,05 ($p<0,05$) y una correlación positiva moderada de 0,541, que existe una relación directa entre la práctica de la economía circular y la sostenibilidad empresarial en la empresa estudiada. En conclusión, se constató que la empresa presenta una aplicación moderada de principios como regenerar, compartir, optimizar, cerrar el ciclo, digitalizar y sustituir, aspectos que permiten avanzar hacia un modelo de sostenibilidad empresarial de carácter regular.

Flores et al. (2023) en su estudio titulado “Propuesta para Promover y Rentabilizar la Economía Circular entre las Empresas de Lima Metropolitana y Callao”, plantearon una investigación con enfoque cualitativo y diseño no experimental, mediante la cual recopilaron información de 385 encuestados. Entre los principales hallazgos, se identificó que el 93,1% de los participantes consideró que la implementación de una plataforma digital facilitaría significativamente el desarrollo del mercado de residuos sólidos. Asimismo, el 94,2% manifestó que resulta importante o muy importante contar con una plataforma digital en el ámbito del reciclaje industrial, así como con asesorías permanentes para las empresas generadoras de residuos respecto a las certificaciones y características del material producido. Finalmente, los resultados de la investigación de mercado evidenciaron que en el Perú no existen actualmente empresas que ofrezcan un conjunto integral de soluciones enfocadas en la gestión de residuos sólidos.

Munguia (2022) en su tesis titulada “*Factores de la economía circular en la empresa textil Mantari Sweater*”, planteó como propósito identificar los factores de la economía circular presentes en la empresa Mantari Sweater SAC. Para ello, desarrolló una investigación cualitativa bajo un paradigma interpretativo, realizando trabajo de campo en la propia empresa. La muestra se centró en Mantari Sweater SAC, aplicándose técnicas de recolección de información como la observación y la entrevista en profundidad, mediante instrumentos como el checklist y la guía de entrevista. Los resultados permitieron identificar que la empresa aplica de manera completa prácticas relacionadas con la reducción de residuos, el reciclaje de materiales y textil, así como aspectos vinculados a impactos ambientales, ahorro de recursos, eficiencia en los procesos y concienciación sobre modos de producción y consumo. Sin embargo, otros factores como el desarrollo sostenible, la ecología industrial, el enfoque “cuna a cuna”, la reutilización de materiales, el conocimiento de políticas ambientales, la logística inversa y la comercialización internacional son abordados solo parcialmente. En definitiva, se

concluye que la empresa presenta avances en la incorporación de prácticas de economía circular, especialmente en el manejo de materias primas sostenibles como la alpaca y el algodón pima, cuya producción tiene bajo impacto ambiental. No obstante, la ausencia de mediciones de huella hídrica y de carbono evidencia limitaciones en su planificación sostenible. La implementación de estas mediciones podría fortalecer su compromiso con la conservación de los recursos naturales, el crecimiento económico, la cohesión social y el respeto por la diversidad cultural.

Pereira (2021) en su estudio titulado “Actividades de servicio y servitización: oportunidades para una economía circular más sostenible”, desarrolló un análisis teórico-conceptual que tuvo como finalidad examinar el rol de las actividades de servicio, así como de los servicios vinculados a la producción y a los productos, en los procesos de desmaterialización y ecologización del sistema socioeconómico. Para alcanzar dicho propósito, se realizó una investigación de tipo bibliográfica-documental, centrada en tres dimensiones fundamentales: la naturaleza de los servicios y sus características en relación con una economía desmaterializada, la economía de servicios funcional como parte de la economía circular, y la servitización como modelo de negocio innovador basado en la integración de productos y servicios con beneficios ambientales potenciales. Entre los resultados del análisis se propuso una clasificación de las actividades de servicio con capacidad para apoyar la transición hacia una economía circular, estructuradas a lo largo del ciclo de vida de los productos. Esta clasificación diferencia las actividades de servicio en las fases de producción, de uso o consumo, y de recuperación al final del ciclo.

De acuerdo con De Miguel et al. (2021) se resalta que la economía circular constituye un nuevo marco sistémico que redefine las funciones de producción y consumo de manera más sostenible. En este contexto, las actividades de servicios, predominantes en las economías actuales, se perfilan como elementos clave para facilitar la transformación económica y el establecimiento del paradigma de la economía circular.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

La región de Ica se ha consolidado como uno de los principales referentes en la producción artesanal de vinos y pisco. No obstante, al igual que en muchas actividades agrícolas, esta industria enfrenta problemas asociados al manejo de los residuos generados durante el corte de la uva, así como al uso intensivo de recursos, especialmente agua y energía. Estos residuos, tanto líquidos como sólidos, suelen ser desechados sin un aprovechamiento adecuado, perdiéndose la posibilidad de darles un nuevo valor dentro del mismo proceso productivo.

Frente a esta realidad, la aplicación de los principios de la economía circular representa una alternativa viable para transformar estos desechos en insumos útiles, promoviendo la creación de nuevos productos vitivinícolas, reduciendo los costos operativos y mitigando el impacto ambiental. De este modo, se abre la oportunidad de convertir lo que hoy es considerado desperdicio en una fuente de innovación y sostenibilidad para el sector. En este contexto, la presente investigación busca proponer soluciones prácticas y aplicables, que puedan ser adoptadas por los pequeños productores y bodegas artesanales del Valle de Ica, contribuyendo a fortalecer una industria más resiliente, competitiva y comprometida con el cuidado del entorno.

1.5.2. Justificación práctica

La región de Ica destaca por su reconocida producción de vinos y pisco, actividad que representa una importante fuente de ingresos para numerosos productores artesanales. Sin embargo, como ocurre en muchas industrias agrícolas, este sector enfrenta desafíos vinculados al manejo de los residuos generados durante el corte de la uva y las diferentes etapas del proceso productivo, así como al uso intensivo de recursos, especialmente agua y energía. Estos residuos, tanto líquidos como sólidos, suelen ser desechados sin un aprovechamiento adecuado, lo que no solo incrementa los impactos ambientales, sino que también representa una pérdida de materiales que podrían ser reutilizados como insumos para nuevas elaboraciones. En este escenario, la aplicación de los principios de la economía circular se presenta como una alternativa viable para reducir estos efectos negativos, permitiendo la valorización de subproductos y promoviendo el reúso de recursos dentro del propio proceso vitivinícola.

De esta manera, la presente investigación busca aportar propuestas concretas y aplicables que faciliten la adopción de prácticas sostenibles por parte de los productores y las bodegas artesanales de la región. Con ello, se pretende contribuir al fortalecimiento de una industria vinícola más resiliente, eficiente y comprometida con la sostenibilidad ambiental y económica.

1.5.3. Justificación Metodológica

La elección de un enfoque experimental para la presente investigación se justifica por la necesidad de obtener evidencia empírica sobre la efectividad de las prácticas basadas en la economía circular, enfocadas específicamente en el reúso de los residuos líquidos generados durante la elaboración artesanal de vinos jóvenes en la región de Ica. Este tipo de diseño permite realizar pruebas controladas que facilitan la medición precisa del impacto que tiene la reutilización de estos residuos en la eficiencia del proceso productivo y en la reducción de la contaminación ambiental. A través del desarrollo de experimentos, se busca evaluar de manera

objetiva la viabilidad del reúso de los residuos líquidos como parte de una estrategia sostenible, cuantificando los beneficios asociados a la optimización del uso de recursos y la disminución de los desechos vertidos. Esta metodología permitirá obtener resultados concretos, replicables y aplicables, tanto para la industria vinícola artesanal como para futuros estudios relacionados. De esta manera, la investigación aportará soluciones prácticas para el manejo responsable de los residuos líquidos, contribuyendo a la sostenibilidad del sector vitivinícola y ofreciendo un valor agregado al conocimiento científico y tecnológico en esta área.

1.6. Limitaciones de la investigación

En primer lugar, se debe considerar que existen limitaciones referidas a accesibilidad de datos de las empresas vitivinícolas artesanales en el Perú.

En segundo lugar, la mayoría de los ensayos de laboratorio se limitan a un periodo no menor a dos meses, lo cual hace difícil realizar seguimientos a corto plazo.

Y, finalmente por la carencia de una metodología general para los procedimientos de recolección de datos en el experimento, se optará por procedimientos específicos.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Determinar de qué manera la economía circular contribuye al reúso de los residuos líquidos generados en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica, 2024.

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar en qué medida la concentración de azúcar de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica - 2024.
- Determinar en qué medida el pH de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica – 2024.

- Determinar en qué medida la acidez total de los residuos líquidos contribuye a la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica - 2024.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

La aplicación de prácticas de economía circular contribuiría significativamente al reúso de los residuos líquidos generados en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica, 2024.

1.8.2. Hipótesis específicas

- La concentración de azúcar de los residuos líquidos contribuye significativamente en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica - 2024.
- El pH de los residuos líquidos contribuye significativamente en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica – 2024.
- La acidez total de los residuos líquidos contribuye significativamente en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el valle de Ica - 2024.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Economía Circular

La economía circular no se encuentra vinculada exclusivamente a la perspectiva de un único autor, lo que ha permitido el desarrollo de diversas escuelas de pensamiento en torno a este enfoque. Su evolución ha estado marcada por la contribución de múltiples actores, tanto en el ámbito académico como en el político y empresarial. Un hito importante en la consolidación de este modelo fue su incorporación en el 11º Plan Quinquenal del gobierno chino, mientras que en 2012 la Fundación Ellen MacArthur publicó un informe clave donde se definieron los principios, características y acciones necesarias para facilitar la transición hacia una economía circular, orientada a empresas y gobiernos (Lara, 2022).

Actualmente, la economía circular ha logrado posicionarse como una estrategia relevante en distintos ámbitos, incluyendo el económico, social, político y empresarial. Su propósito central es reducir la dependencia de los recursos naturales, fomentar la innovación y la competitividad, y ofrecer alternativas efectivas para enfrentar los problemas relacionados con la contaminación y el impacto ambiental.

La economía circular (EC) es un modelo de producción y consumo que promueve la reutilización de productos y recursos en contraposición al sistema lineal tradicional de “extraer, producir, consumir y desechar”; cuyo objetivo es minimizar el desperdicio y maximizar el valor de los recursos a lo largo de toda su vida útil. (Armacanqui-Tipacti et al., 2021). El orujo de uva, conformado por la piel, las semillas y el raspón, representa aproximadamente el 13% del peso total de la uva procesada y puede ser reutilizado en diversas tecnologías con fines ecológicos. Su composición química es compleja, ya que contiene alcoholes, ácidos, aldehídos, ésteres, polifenoles, sustancias minerales, azúcares, entre otros compuestos. Además, incluye

carbohidratos, fibras, grasas, proteínas y sales minerales. Dentro de su contenido de fibra, predominan la lignina, seguida de la hemicelulosa, la celulosa y la pectina.

Desarrollo sostenible

Rodríguez y Flores (2022) señalan que el desarrollo sostenible tiene como propósito principal la generación de recursos destinados al fortalecimiento de diversos programas, orientando su mecanismo de acción hacia una convivencia armoniosa entre los procesos productivos y el manejo equilibrado de los recursos naturales, con un énfasis especial en el respeto y la preservación de la biodiversidad proporcionada por la naturaleza.

Eficiencia en el uso de recursos

Este principio se enfoca en optimizar el uso de recursos esenciales como el agua. En la producción vinícola, la gestión adecuada del agua es crucial para garantizar una producción sostenible, especialmente en regiones con escasez hídrica (Obare et al., 2010).

Sostenibilidad en la Producción Vinícola

La sostenibilidad es un concepto que se refiere a la capacidad de mantener o mejorar la calidad y cantidad de la producción a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta factores ambientales, económicos y sociales (Pont & Thomas, 2009).

Núñez et al. (2022) explican que el licor es una bebida alcohólica obtenida mediante procesos de mezcla, maceración y/o destilación de diversas sustancias, generalmente caracterizada por sabores herbales o frutales, según los ingredientes utilizados. Sus orígenes se remontan a la Edad Media, cuando alquimistas y médicos elaboraban bebidas con fines medicinales para aportar beneficios al organismo. Por su parte, Polo (2016) señala que los licores son bebidas aromatizadas que se producen a través de la maceración, infusión o destilación de productos vegetales naturales, combinados con alcohol destilados aromatizados o mediante la adición de extractos como esencias. Para su elaboración, es

imprescindible su endulzamiento con azúcar, glucosa, miel o mosto de uva, y pueden presentar o no color. Actualmente, los licores se componen de alcohol puro o aguardientes destilados, jarabes, sustancias aromáticas y colorantes, y pueden ser elaborados a partir de alcoholes neutros derivados de orujos, vinos o cereales.

Clasificación de los residuos vitivinícolas

Según la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2016), los residuos generados durante la vinificación se clasifican principalmente en orujo y lías. El orujo corresponde al residuo sólido resultante del prensado de la uva y está compuesto por hollejos, raspones y semillas. Sus características dependen en gran medida del tipo de vino producido —blanco o tinto—, de la variedad de uva empleada y del método de separación utilizado. Estos residuos se originan en diferentes momentos del proceso de vinificación. Durante la extracción del mosto, la uva se somete a presiones moderadas, aplicadas en intervalos de tiempo determinados según el rendimiento de la cosecha de la temporada. En la elaboración de vinos blancos, se busca reducir al mínimo el contacto del mosto con las partes sólidas (hollejos, raspones y semillas) para evitar sabores astringentes y aromas indeseables. En cambio, en la producción de vinos tintos, se realiza una maceración, donde las semillas permanecen en contacto con el mosto para transmitirle características organolépticas específicas. Finalmente, el procedimiento para la obtención del mosto varía: en los vinos blancos, tras la recepción de las uvas en la tolva, se realiza una separación física inmediata entre el líquido (mosto) y el residuo sólido (orujo); en los vinos tintos, esta separación ocurre una vez completado el proceso de maceración.

a) Impacto Ambiental

La producción vinícola puede tener varios impactos ambientales, desde el consumo de recursos hasta la generación de residuos. La sostenibilidad busca reducir estos impactos al mínimo y, cuando es posible, convertirlos en beneficios para el medio ambiente (Mercader et al., 2019).

Berenguer et al. (2016) explican que la destilación es una operación unitaria de transferencia de masa utilizada para separar los componentes de mezclas líquidas miscibles, aprovechando las diferencias en sus puntos de ebullición. El proceso consiste en calentar la mezcla hasta que los compuestos más volátiles se evaporan, mientras que los componentes menos volátiles permanecen en la fase líquida. A nivel industrial, esta técnica se realiza en columnas de destilación, donde el líquido desciende por gravedad hacia etapas inferiores, mientras que el vapor asciende hacia etapas superiores, facilitando así la separación progresiva de los componentes.

b) Viabilidad Económica

Una producción sostenible también debe ser económicamente viable. Esto implica que las prácticas adoptadas no solo deben ser ecológicas sino también rentables a largo plazo (Sampietro-Saquicela et al., 2022).

Desde una perspectiva económica y considerando el grado alcohólico, todas las bebidas contienen etanol en distintas concentraciones, las cuales varían en función de su método de elaboración. Según Cuvi (2020), las bebidas pueden clasificarse en tres grandes grupos: las fermentadas, las destiladas y las espirituosas. Las bebidas fermentadas, como el vino, la cerveza y la sidra, presentan una graduación alcohólica que oscila entre los 4° y los 15°, y se obtienen mediante la fermentación de los azúcares presentes en frutas o cereales. Las bebidas destiladas, por su parte, son el producto de la destilación de líquidos fermentados y se caracterizan por tener un mayor contenido de alcohol; en este caso, el orujo presenta una graduación que varía

entre 40° y 50°, lo que implica que entre el 40% y el 50% de su volumen corresponde a alcohol puro. Finalmente, las bebidas espirituosas son aquellas elaboradas a partir de la destilación de materias primas como la uva, los cereales, los frutos secos, la remolacha, la caña o diversas frutas. Estas bebidas están destinadas al consumo humano, poseen características organolépticas particulares y deben alcanzar una graduación alcohólica mínima de 15%, obtenida ya sea por destilación directa de productos fermentados o mediante procesos de maceración con adición opcional de aromas, azúcares u otros productos agrícolas.

c) Responsabilidad Social

La sostenibilidad en la producción vinícola también considera aspectos sociales, como el bienestar y desarrollo de las comunidades locales, condiciones laborales justas y prácticas éticas en toda la cadena de producción. (Sánchez & Lara, 2021).

Naranjo (2019) señala que, para promover la teoría de la reutilización de subproductos, existen decretos y normas tanto nacionales como internacionales que clasifican los licores en dos grandes categorías. La primera corresponde a los licores destilados, los cuales presentan un contenido alcohólico de entre 30% y 50% en volumen, y son elaborados a partir de la destilación de carbohidratos presentes en distintos productos agrícolas. El perfil de sabor de estos licores se define por los compuestos aromáticos de la materia prima utilizada, así como por los procesos de destilación, almacenamiento y envejecimiento. La segunda categoría abarca a los licores que contienen un mínimo de 15% en volumen de etanol y al menos 100 g/L de azúcar. Estos se obtienen mediante la aromatización del etanol de origen agrícola, de destilados agrícolas o de bebidas alcohólicas, incorporando sustancias vegetales como hierbas, frutas, chocolate o aceites esenciales extraídos por destilación con vapor, entre otros.

2.2. Marco Filosófico

Cury et al. (2017) mencionan que la economía circular se fundamenta en la transformación de nuevas materias primas, la que puede producirse por dos caminos

esencialmente distintos, ya sea por cambio de forma o por modificación de su naturaleza íntima; se establece una primera clasificación o subdivisión de la tecnología general en dos grandes ramas: tecnología médica y tecnología química, y aunque desde un punto de vista didáctico tal división aparece perfectamente delimitada y en cierta medida alcanza la misma claridad cuando se llega a determinadas ramas especiales y en la práctica, la generalidad de los procedimientos tecnológicos tiene, en mayor o menor grado, un carácter mixto. De acuerdo con Cury et al. (2017), en el contexto de la economía circular, la tecnología se refiere al conjunto de medios y procedimientos utilizados por el ser humano para transformar los subproductos naturales en objetos de uso común. Esta definición no se enfoca en el tipo específico de objeto fabricado, sino que, desde una perspectiva general, abarca el estudio de las leyes naturales que rigen los procesos de transformación, así como el análisis de los métodos, aparatos, máquinas y herramientas que se emplean en la fabricación de distintos productos. Cuando se considera el conjunto de técnicas aplicables a diversas formas de producción sin distinguir el objeto específico, se habla de tecnología general; en cambio, cuando el enfoque se dirige al proceso particular de elaboración de ciertos objetos, desde la materia prima hasta el producto final, se considera una tecnología especializada.

La economía circular es un modelo tecnológico, de criterio científico, que fabrica productos de alta calidad y consumo; que tiene como consecuencia compartir diseño de procesos, dar diferentes tipos de servicios, reutilizar subproductos en forma de materias primas, subsanar y mejorar operaciones de la ingeniería de procesos, cambiar y modificar líneas de producción; reutilizar materiales en estado de subproductos y elaborar productos todas las veces que sea posible, para darle a los productos un valor añadido; dando como conclusión que, preferentemente, el ciclo de vida de los subproductos y productos se extiende de manera sostenible en el espacio y tiempo; cuyo propósito es mejorar el hábito de pensamiento en la sociedad (Cury et al., 2017).

2.3. Marco legal

De manera general y en el marco de la base legal, el 11 de marzo de 2020 la Comisión Europea aprobó el Plan de Acción para la Economía Circular, bajo el lema “cerrar el círculo”, cuya divulgación se extendió a varios países de Europa y Sudamérica. Esta iniciativa se diseñó con el propósito de preparar la economía para un futuro ambientalmente sostenible, fortalecer la competitividad y promover la protección del medio ambiente. El plan estableció cinco sectores prioritarios de actuación: plásticos, desperdicio alimentario, materias primas críticas, construcción y demolición, y bioeconomía; así como cuatro grandes áreas de acción: producción, consumo, gestión de residuos y transformación de residuos en recursos. En total, se formularon 54 medidas orientadas a la reducción de la generación de residuos, la eliminación progresiva de vertederos, el impulso de incentivos para el diseño ecológico y el apoyo financiero a proyectos de investigación en los sectores mencionados. Asimismo, se destacó la importancia de incluir estrategias relacionadas con el consumo sostenible y la contratación pública. Todo este conjunto de acciones debe enmarcarse dentro de un soporte jurídico adecuado, constituido por leyes, normas y documentos oficiales que respalden su ejecución (Cury et al., 2017).

2.4. Marco conceptual

La aplicación de criterios orientados a reducir la contaminación ambiental y aprovechar subproductos pisqueros y vitivinícolas con elevado contenido de ácido tartárico, así como otros componentes relevantes, se fundamenta en prácticas específicas de manejo de residuos. En este contexto, el orujo, que en diversas ocasiones requiere ser fermentado de forma independiente del mosto, se deposita en recipientes de fermentación formando capas más o menos compactas. Cuando el orujo presenta un bajo nivel de humedad, se le puede adicionar una pequeña cantidad de agua e, incluso, en casos poco frecuentes, levaduras secas coactivas para favorecer el proceso. La fermentación del orujo suele extenderse entre cinco y seis días, durante los cuales

la temperatura en el interior de la masa puede superar los 40 °C en la fase de mayor actividad fermentativa. Una vez concluida la fermentación, es esencial sellar adecuadamente los recipientes de almacenamiento para minimizar el ingreso de aire, ya que su presencia podría generar alteraciones en la materia prima antes del proceso de destilación (Delgado et al., 2021).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Es una investigación cuantitativa y experimental y según la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo Económico (**OCDE**) se encuentra en el área de conocimiento de Ciencia y Tecnología Emergentes; específicamente dentro de las tecnologías de reúso de las materias primas provenientes de la industrialización.

3.2. Población y muestra

La población de estudio fué el total de vitivinícolas artesanales en el valle de Ica que son un universo de 36 bodegas.

La muestra de estudio se realizó en la bodega turística El Catador S.R.L., ubicada en el valle de Ica, siendo los residuos líquidos generados por dicha vitivinícola, específicamente con alto contenido de ácido tartárico la muestra en estudio de la economía circular.

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de variables dependiente e independiente

Variable	Definición	Indicadores	Nota
Operacional			
Independiente (X):	Conjunto de estrategias y prácticas basadas en los principios de la economía circular, orientadas al reúso de residuos líquidos en la producción vitivinícola artesanal.	Dimensiones: • Parámetros fisicoquímicos de los residuos líquidos. Indicadores: - pH de los residuos líquidos - Acidez total (g/L) - Concentración de azúcar (°Brix)	Fichas de muestreo y valoración de parámetros fisicoquímicos en los residuos líquidos.
Dependiente (Y): Elaboración artesanal de vinos jóvenes	Nivel de aprovechamiento y reutilización de los residuos líquidos generados en la elaboración artesanal de vinos jóvenes, a través de procesos orientados por la economía circular.	- Cantidad de residuos líquidos reutilizados - Porcentaje de reducción de residuos líquidos - Número de procesos que incorporan reúso de líquidos	Registro de procesos de reutilización en campo y fichas técnicas de producción.

3.4. Instrumentos

3.4.1. *Materiales*

a) Materia prima

- Residuo vitivinícola con alto contenido de ácido

b) Material de laboratorio

- Residuos pisqueros y vineros (orujos)
- Vinazas
- Orujos
- Alcoholímetro
- Termómetro
- Probetas de 250 y 500 mil
- Pipeta de 5 y 10 mil
- Vasos de precipitado
- Bidones de uso agroindustrial 20 L
- Recipiente de 20 L
- Tela de filtrado
- Balde transparente de 15 L de capacidad con medidor de volumen.
- Balanza de 50 kg
- Etiquetas
- Tapones
- Cápsula termo encogible.
- Olla de acero
- Reactivos

- Cloruro de potasio
- Acetato de sodio

c) Equipos

- pH-chímetro de bolsillo con IP67.
- Extractor de jugo (Juicer Philips Walita RI - Modelo 1865).
- Nevera de refrigeración y congelación
- Refractómetro.

3.5. Procedimientos

Elaboración del licor fermentado: Materia prima (subproducto vitivinícola con alto contenido de ácido tartárico)

En este primer paso se acopia la materia prima (subproducto vitivinícola) para el proceso, resultado de la cuidadosa separación de los sólidos y líquidos del mosto de la fermentación.

Exclusivo de la época de vendimia y de la producción de vinos y pisco, cuando la uva se encuentra en su mejor estado de madurez y el fruto presenta mejores niveles de azúcar, favoreciendo el proceso de fermentación.

La materia prima (subproducto vitivinícola) debe evitar el contacto con materiales ajenos al proceso (esto recipientes, paredes que se puedan encontrar en la planta de procesamiento). Se asegura el control de calidad con inspección y retiro de cualquier remanente, elementos defectuosos, así como aquellos que no cumplan con los estándares de calidad necesarios para el tratamiento y proceso del subproducto vitivinícola.

3.6. Análisis de datos

El modelo estadístico matemático que será utilizado para optimizar la concentración (^oBrix) y el pH de fermentación, conjuntamente con la mejor gestión del subproducto vitivinícola es el siguiente:

Para la concentración, C (^oBrix)

- $C = \frac{C_f}{1+b \times e^{-K_C \times t}} \dots (1)$

Donde: C = variable respuesta

K_C y b; son los coeficientes de regresión

t = Variable independiente

C_f = concentración máxima

El análisis estatístico será realizado por análisis de regresión lineal múltiple y validado por el coeficiente de corelación y determinación r de Pearson.

Para el pH, será:

- $pH = \frac{pH_f}{1+b \times e^{-K_{pH} \times t}} \dots (2)$

Donde: pH = variable respuesta

K_{pH} y b; son los coeficientes de regresión

t = Variable independiente

pH_f = cantidad máxima de pH

Para la acidez, será:

- $AT_{(at)} = A \times e^{-K_{AT(at)} \times t} + \delta \dots (3)$

Donde: $AT_{(at)}$ = variable respuesta

K_{AT} y A; son los coeficientes de regresión

t = Variable independiente

δ = cantidad mínima de pH

El procedimiento para el análisis estadístico matemático para la concentración ($^{\circ}\text{Brix}$), pH y acidez total (en ácido tartárico)

Para la concentración y pH; el procedimiento es:

Se determinó el comportamiento de la concentración y pH; observando que describen una dispersión logística del tipo: $N = \frac{M}{1+Q \times e^{-k \times t}}$... (4) ; donde " M " es una cantidad máxima de concentración ($^{\circ}\text{Brix}$) y pH, " Q " una cantidad preexponencial, " k " constante de proporcionalidad, " t " es el tiempo transcurrido (semanas) y " C y pH" las cantidades en estudio. Bronshtein *et al.* (2018) y Marín-Machuca *et al.* (2020) mencionan que para modelar el comportamiento de la concentración y pH nos hemos basado en la teoría de Modelamiento Empírico sobre las cantidades de concentración y pH, en función del tiempo transcurrido, t (semanas); procediendo para calcular M para los dos eventos, considerando tres valores aleatorios independientes y sus correspondientes valores dependientes de la base de datos, mediante la fórmula:

$$M = \frac{A \times B - I^2}{A + B - 2I} \dots (5)$$

El primer valor (A) es el valor de la variable dependiente, que corresponde a la variable independiente (t_1); siendo este valor en la que el comportamiento presenta un punto de inflexión (valor muy cercano a la mitad del último dato de la variable dependiente), el segundo valor (B) es el valor de la variable dependiente correspondiente para el último dato de la variable independiente (t_2) y el tercer valor (I), es el valor de la variable dependiente correspondiente a la semisuma de las variables independientes t_1 y t_2 ; denominado: $t_3 = (t_1 + t_2)/2$, que de no estar en la data; se tiene que interpolar. El valor determinado de M se reemplaza en el modelo logístico.

El modelo logístico de estimación $(N = \frac{M}{1+Q \times e^{-k \times t}})$ es linealizado matemáticamente, se aplica el método de los mínimos cuadrados a la expresión: $\ln\left(\frac{M}{N} - 1\right) = \ln Q + k \times t$; que es una ecuación lineal de la forma: $y = A + Cx$; donde $y = \ln\left(\frac{M}{N} - 1\right)$, $x = t$ y $A = \ln Q$.

El proceso estadístico de regresión lineal se puede realizar en un computador o calculadora científica, ingresando los pares ordenados (x, y) , datos de la forma: $[t, \ln\left(\frac{M}{N} - 1\right)]$.

Introducido todos los pares ordenados, buscamos los valores de $\ln Q$ y k .

El valor de k es el valor de la pendiente de la ecuación lineal; es decir el valor de “ C ” de la ecuación lineal: $y = A + Cx$; el valor de A es $\ln B$ y, por lo tanto $Q = e^A$. Con el proceso de regresión lineal evaluamos el estadístico de correlación “ r ” de Pearson.

Para estimar la velocidad de la concentración ([°]Brix) y de pH, se derivó del modelo logístico, relación que adopta la forma:

$$dN/dt = [M \times Q \times k \times e^{-k \times t} / (1 + Q \times e^{-k \times t})^2] \dots (6)$$

Para determinar el tiempo crítico (t_c) en días o semanas, para la cual la cantidad de concentración ([°]Brix) y pH serán el máximo valor, se deriva la expresión (6), se iguala a cero, determinando la expresión: $t_c = -\frac{1}{k} \times \ln(1/Q) \dots (7)$

Con el modelo 3 se estima la velocidad de la cantidad de concentración ([°]Brix) y pH.

Con la expresión 4 determinamos el tiempo crítico para la cual se ha producido la cantidad máxima de concentración ([°]Brix) y pH).

El proceso de modelamiento de los dos eventos comprendió varias etapas sucesivas. En primer lugar, se diseñó y planteó el problema, estableciendo como objetivo modelar y estimar la cantidad de concentración en función del tiempo. Posteriormente, se procedió a formular y seleccionar el modelo logístico más adecuado, basándose en la dispersión observada en los

datos recolectados. En una tercera etapa, se determinó el modelo final, se realizó un análisis detallado del mismo y se extrajeron conclusiones matemáticas pertinentes. Finalmente, se llevaron a cabo predicciones o estimaciones sobre los valores de concentración y pH. Es importante considerar que todo modelo matemático constituye una simplificación de la realidad, por lo cual no ofrece una representación completamente precisa, sino una aproximación idealizada que permite describir de manera suficientemente exacta los cambios en concentración y pH, facilitando así la formulación de conclusiones significativas y discusiones relevantes.

- **Para la ácidez total (en ácido tartárico); el análisis de la cinética del proceso tiene el siguiente procedimiento:**

Modelo tiene la forma: $AT_{aT} = A \times e^{-k \times T} + \delta \dots (3)$

La forma de hallar δ , es como sigue Bronshtein et al. (2018) y Marín-Machuca et al., (2020):

Se toma tres valores independientes de tabla y sus correspondientes valores dependientes. De preferencia el primero (A), el último (B) y el intermedio (I). Este valor intermedio, es la media entre el primero y el último valores. Si para el valor intermedio independiente no está en tabla su valor correspondiente en la variable dependiente en los valores de tabla; se tiene que interpolar adecuadamente. Luego, se aplica la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{A \times B - I^2}{A + B - 2I} \dots (5)$$

La **gran importancia** de esta técnica está en que, el parámetro más importante, la pendiente, que es la constante de proporcionalidad de una serie de fenómenos, es el mejor posible. Llegando a ser extraordinariamente útil para analizar estos procesos.

3.7. Consideraciones éticas

Aspectos éticos: el autor, Alexander Quispe Quispe, señala y declara que se cumplirán todos los aspectos éticos de una investigación cuantitativa a nivel nacional e internacional y la aplicación eficiente de la Economía Circular (EC). Los aspectos éticos son:

- (a) La tesis cumple con el esquema de la Universidad Nacional Federico Villarreal;
- (b) El objetivo fundamental de la tesis es generar el nuevo conocimiento;
- (c) La tesis es original y auténtica por parte del investigador;
- (d) La corroboración de los datos fue realizada mediante la información oportunamente desarrollada. Se certifica que la información fue real de la muestra extraída;
- (e) Las citas y bibliografía fueron tomadas de manera verídica y verificadas.

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos experimentalmente en el VALLE VITIVINÍCOLA DE CLIMA CÁLIDO; fueron los siguientes:

- Temperaturas elevadas en época de vendimia; por lo general por encima de 32 °C
- Dificultad para la acumulación de aromas finos menos las uvas moscateles.
- En la planificación de vendimia se obtuvieron datos relevantes; tales como:

Caudal de uva de vendimia en bodega ≥ Caudal de uva vendimiada en transporte ≥

Caudal de uva vendimiada

- Los productores consideraron a los azúcares de la uva de mayor importancia con respecto a los parámetros fisicoquímicos de pH y la acidez total.
- Se observó una aceleración en la maduración de la uva; llegando a niveles muy altos.
- Con una madurez tecnológica prolongada de los residuos sólidos, se obtiene de los mostos fermentados en un óptimo nivel de aromas varietales; y consecuentemente obteniendo que las fermentaciones sean continuas y rápidas, evitando posibles paralizaciones de fermentación.

Calidad de uva

Parámetros enológicos: La ponderación de los diferentes parámetros a tomar en cuenta a la madurez técnica de la uva, está en función a las peculiaridades de los recursos naturales y culturales de cada zona vitivinícola.

Acidez Total - Ácidos Orgánicos: Los ácidos no afectan el crecimiento de las levaduras y tienen importancia decisiva en el pH del mosto. La regla de los bodegueros es que el pH sea bajo y que la acidez adecuada es de 6 gr/Lt expresado en ácido tartárico, donde las fermentaciones son buenas.

Tabla 2

Evolución de la Concentración, C ($^{\circ}$ Brix) de la Uva Quebranta en función del tiempo de maduración, t (Semanas)

Tiempo de maduración, t (Semanas)	Concentración, C ($^{\circ}$ BRIX)
1	9.30
2	10.20
3	12.20
4	16.00
5	18.50
6	20.40
7	21.80
8	22.80
9	24.20
10	25.60
11	26.40

Figura 7

Comportamiento se la Concentración, C (^o Brix) de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)



Para la concentración de azúcar será:

$$C = \frac{C_f}{1+b \times e^{-K_C \times t}} \dots (8)$$

Que después de aplicar procesos adecuados y linealizarlo adecuadamente; resulta la ecuación lineal de la forma siguiente:

$$\ln \left(\frac{C_f}{C} - 1 \right) = \ln b - K_C \times t \dots (9)$$

Cálculo del modelo cinético para la concentración en ^oBrix.

Estimación de la concentración de azúcar máximo C_f

Para $t_1 = 4$; le corresponde $C_1 = 16.00$

Para $t_2 = 11$; le corresponde $C_2 = 26.40$

Para $t_3 = \frac{4+11}{2} = 7.50$; le corresponde $C_3 = 22.30$

$$C_f = \frac{C_1 \times C_2 - C_3^2}{C_1 + C_2 - 2C_3}$$

$$C_f = \frac{16 \times 26.4 - 22.30^2}{16 + 26.4 - 22.30} = 34.04$$

Entonces: $C = \frac{34.04}{1+3.1660 \times e^{-0.2312 \times t}} \dots (10)$

Con coeficiente regresión de Pearson igual a $r = -0.9874$ y coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 97.49\%$

La velocidad con que cambia la concentración está dada por la expresión:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{24.9116 \times e^{-0.2312 \times t}}{(1+3.1660 \times e^{-0.2312 \times t})^2} \dots (11)$$

El tiempo crítico t_c para el cual la velocidad de concentración es máxima está dado por la expresión:

$$t_c = \frac{-1}{K_c} \times \ln(1/b) \dots (12)$$

Entonces:

$$t_c = \frac{-1}{0.2312} \times \ln(1/3.166) = 4.985 \text{ días} \cong 5 \text{ días}$$

Tabla 3

Evolución de la Concentración, C ($^{\circ}$ Brix) y de la Concentración estimada, \hat{C} ($^{\circ}$ Brix) de la Uva Quebranta en función del tiempo de maduración, t (Semanas)

Tiempo de maduración, t (Semanas)	Concentración, C ($^{\circ}$ Brix)	Concentración estimada, \hat{C} ($^{\circ}$ Brix)
1	9.30	9.69
2	10.20	11.37
3	12.20	13.18
4	16.00	15.01
5	18.50	17.05
6	20.40	19.01
7	21.80	20.91
8	22.80	22.72
9	24.20	24.40
10	25.60	25.91
11	26.40	27.26

Figura 8

Comportamiento de la Concentración, C ($^{\circ}$ Brix) y de la Concentración estimada, \hat{C} ($^{\circ}$ Brix)

en función del tiempo de maduración, t (semanas)

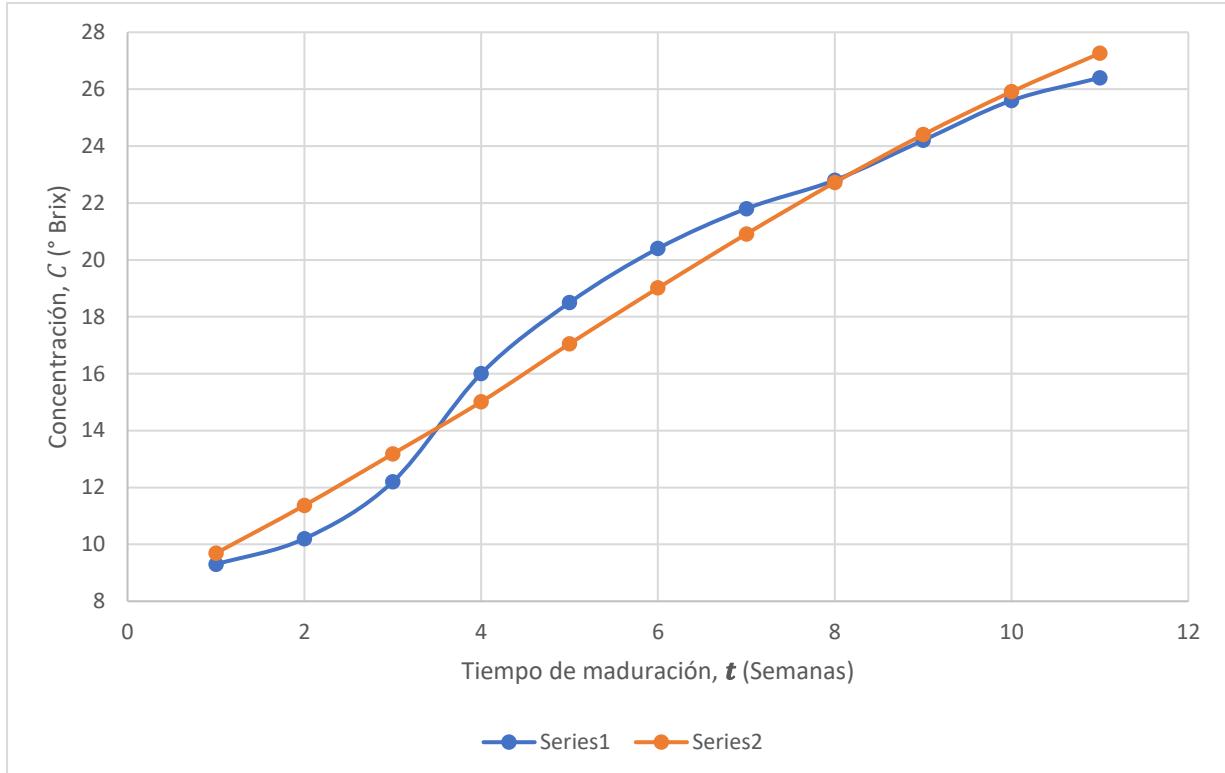


Tabla 4

Evolución de la velocidad de Concentración, dC/dt ($^{\circ}\text{Brix/semana}$) de la Uva Quebranta en función del tiempo de maduración, t (Semanas)

Tiempo de maduración, t (Semanas)	velocidad de Concentración, dC/dt ($^{\circ}\text{Brix/semana}$)
1	1.6027
2	1.7507
3	1.8675
4	1.9422
5	1.9675
6	1.9407
7	1.8645
8	1.7466
9	1.5978
10	1.4304
11	1.2559

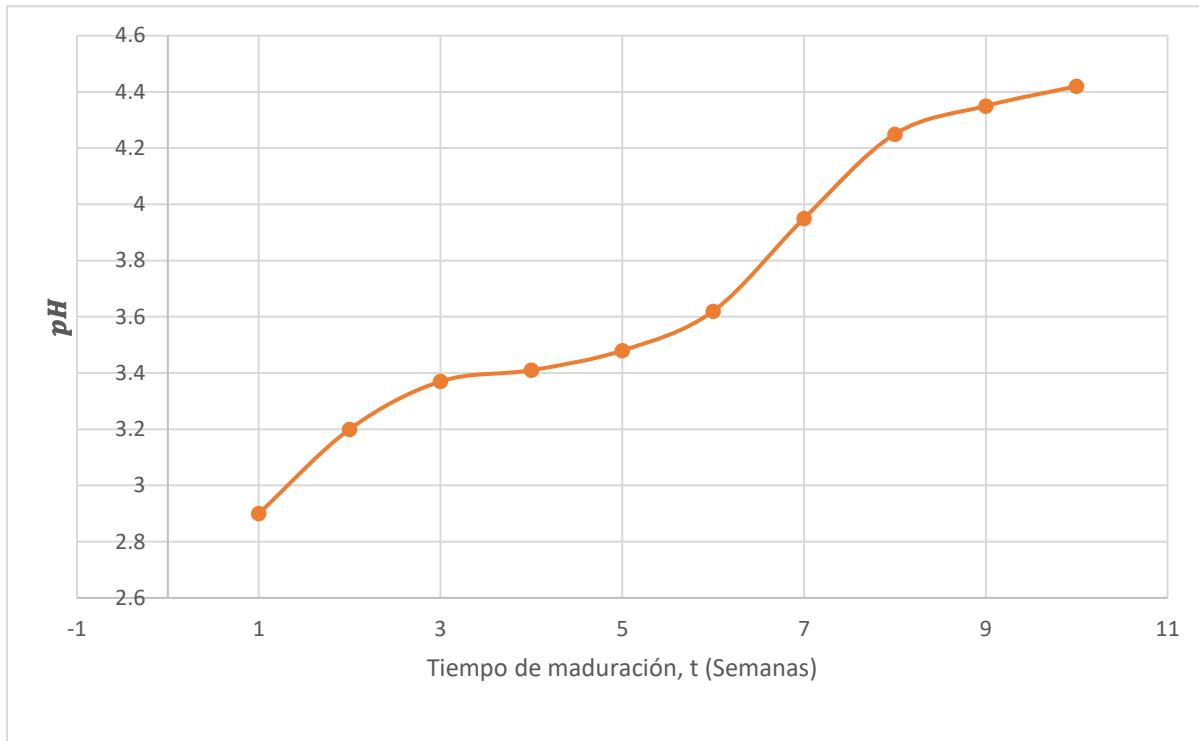
Tabla 5

Valores de pH y acidez total de la uva quebranta

TIEMPO <i>t</i> , SEMANAS	pH	ACIDEZ TOTAL (<i>AT_{at}</i>)
ACIDO TARTARICO (GR/LT)		
1	2.30	10.01
2	2.80	9.00
3	3.20	7.50
4	3.45	6.80
5	3.68	6.40
6	3.92	5.70
7	4.20	5.10
8	4.45	4.92
9	4.62	4.83
10	4.70	4.89

Figura 9

Comportamiento del pH para la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t(semanas)



$$pH = \frac{pH_f}{1+b \times e^{-K_{pH} \times t}} \dots (13)$$

Que después de aplicar procesos adecuados y linealizarlo adecuadamente; resulta la ecuación lineal de la forma siguiente:

$$\ln\left(\frac{pH_f}{pH}\right) = \ln b - K_{pH} \times t \dots (14)$$

Cálculo del modelo cinético para el potencial de hidrógeno pH.

Estimación de la concentración de azúcar máximo pH_f

Para $t_1 = 4$; le corresponde $pH_1 = 3.45$

Para $t_2 = 10$; le corresponde $pH_2 = 4.70$

Para $t_3 = \frac{4+10}{2} = 7.00$; le corresponde $pH_3 = 4.20$

$$pH_f = \frac{C_1 \times C_2 - C_3^2}{C_1 + C_2 - 2C_3}$$

$$pH_f = \frac{3.45 \times 4.40 - 4.20^2}{3.45 + 4.40 - 2 \times 4.20} = 5.70$$

Entonces: $pH = \frac{5.70}{1+1.6033 \times e^{-0.2120 \times t}} \dots (15)$

Con coeficiente regresión de Pearson igual a $r = -0.9947$ y coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 98.94\%$

La velocidad con que cambia el pH está dada por la expresión:

$$\frac{dpH}{dt} = \frac{1.9374 \times e^{-0.2120 \times t}}{(1+1.6033 \times e^{-0.2120 \times t})^2} \dots (16)$$

El tiempo crítico t_c para el cual la velocidad de concentración es máxima está dado por la expresión:

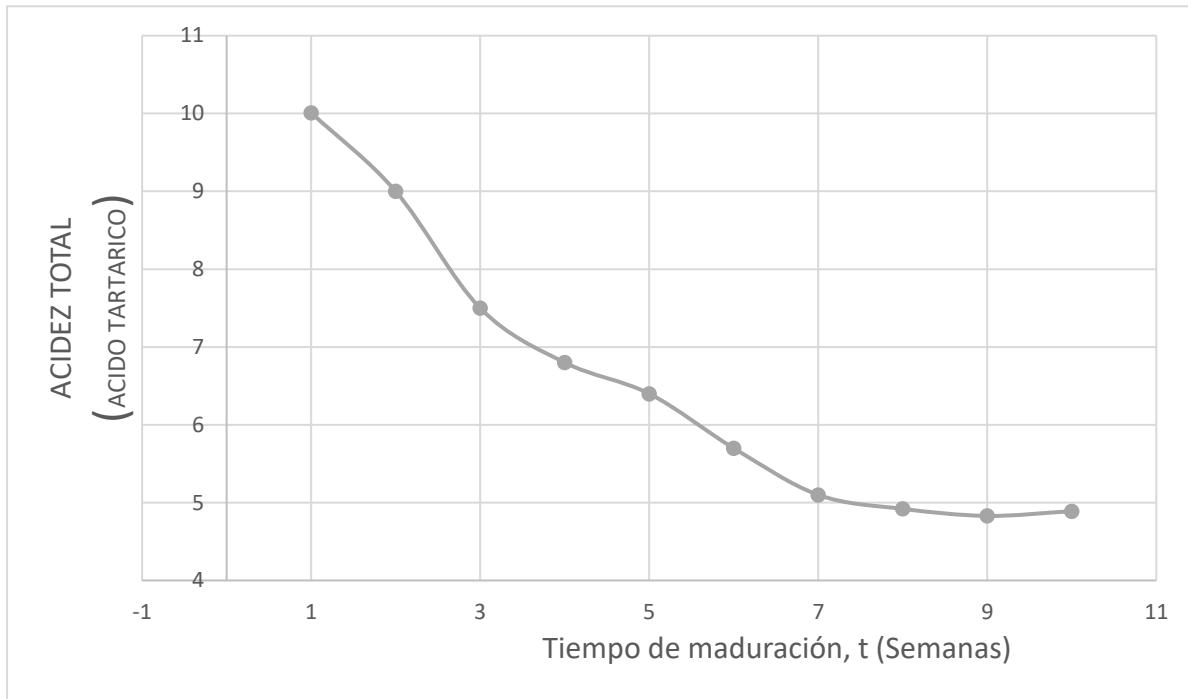
$$t_c = \frac{-1}{K_c} \times \ln(1/b) \dots (17)$$

Entonces:

$$t_c = \frac{-1}{0.2120} \times \ln(1/1.6033) = 2.31 \text{ días} \cong 2.5 \text{ días}$$

Figura 10

Comportamiento de la acidez total para la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)



Para la acidez total será:

$$AT_{(at)} = A \times e^{-K_{AT(at)} \times t} + \delta \quad \dots (18)$$

Que después de aplicar procesos adecuados y linealizarlo adecuadamente; resulta la ecuación lineal de la forma siguiente:

$$\ln(AT_{(at)} - \delta) = \ln A - K_{AT(at)} \times t \quad \dots (19)$$

Estimación de la mínima acidez δ

Para $t_1 = 1$; le corresponde $AT_1 = 10.01$

Para $t_2 = 10$; le corresponde $AT_2 = 4.79$

Para $t_3 = \frac{1+10}{2} = 5.5$; le corresponde $AT_3 = 6.0575$

$$\delta = \frac{AT \times AT_2 - AT^3}{AT_1 + AT_2 - 2AT_3} \dots (20)$$

$$\delta = \frac{10.01 \times 4.79 - 6.0575^2}{10.01 + 4.79 - 2 \times 6.0575} = 4.19$$

Entonces: $AT_{(AT)} = 7.8068 \times e^{-0.2768 \times t} + 4.19 \dots (21)$

Con coeficiente regresión de Pearson igual a $r = -0.9898$ y coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 97.97\%$

La **velocidad con que cambia la acidez total ($AT_{(AT)}$)** está dada por la expresión:

$$\frac{dAT_{(AT)}}{dt} = -2.1609 \times e^{-0.2768 \times t} \dots (22)$$

Tabla 6

Valores de pH y valores estimados de pH en función del tiempo de maduración, t (semanas)

Tiempo t , semanas	pH	Valores estimados de \widehat{pH}
1	2.90	2.30
2	3.20	2.80
3	3.37	3.20
4	3.41	3.45
5	3.48	3.68
6	3.62	3.92
7	3.95	4.20
8	4.25	4.45
9	4.35	4.62
10	4.42	4.70

Figura 11

Representación de los valores de pH y valores estimados de \widehat{pH} en función del tiempo de maduración, t (semanas)

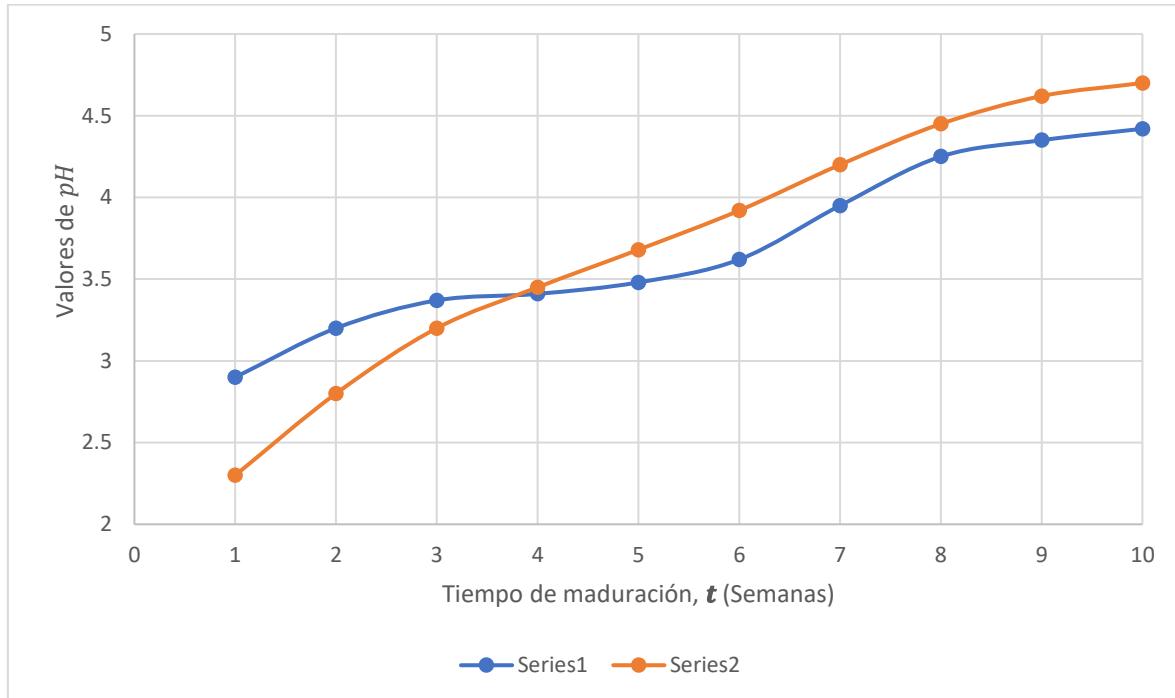


Tabla 7

Valores de Acidez total de ácido tartárico (AT_{at}) (g/L) y Acidez total de ácido tartárico estimado \widehat{AT}_{at} (g/L) en función del tiempo de maduración, t (semanas)

Tiempo t , semanas	Acidez total de ácido tartárico (AT_{at}) (g/L)	Acidez total de ácido tartárico estimado \widehat{AT}_{at} (g/L)
1	10.01	10.11
2	9.00	8.68
3	7.50	7.59
4	6.80	6.71
5	6.40	6.14
6	5.70	5.67
7	5.10	5.31
8	4.92	5.04
9	4.83	4.84
10	4.89	4.68

Figura 12

Representación de los valores de acidez total en ácido tartárico (AT_{at}) y valores estimados de ácido tartárico (\widehat{AT}_{at}) en función del tiempo de maduración, t (semanas)

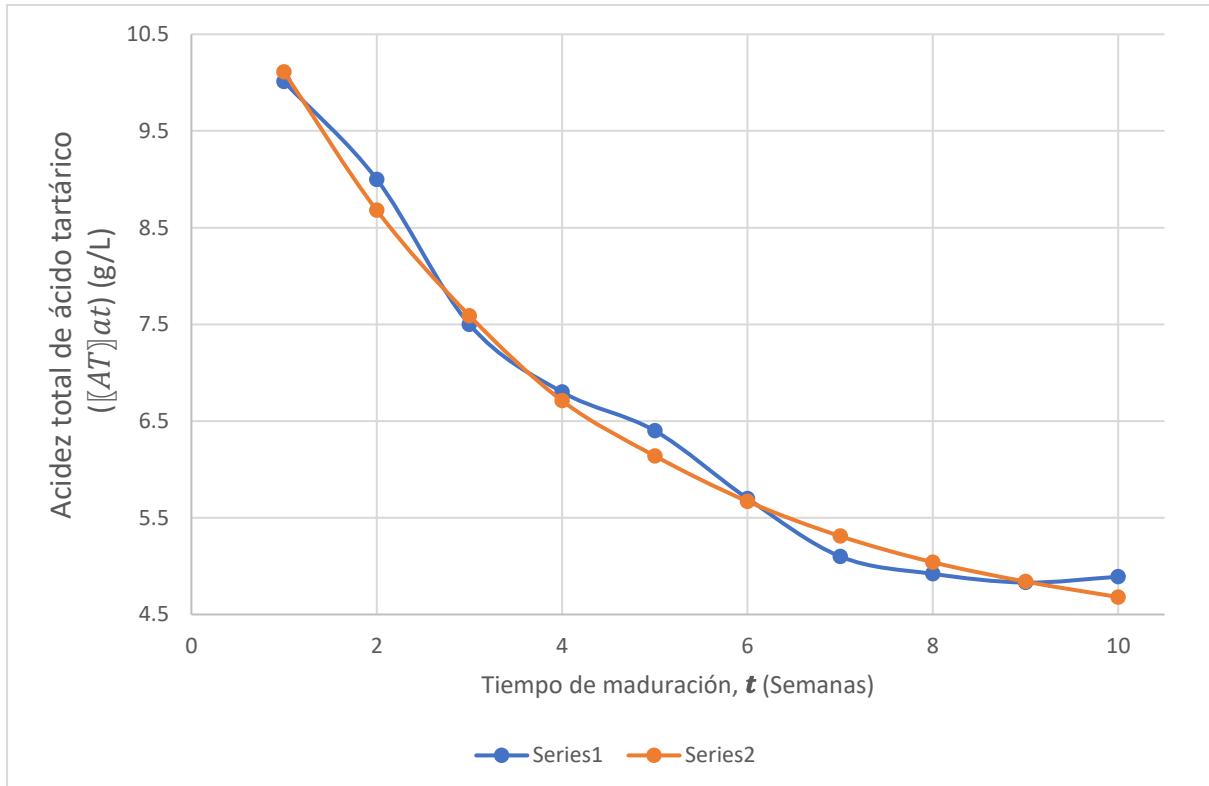


Tabla 8

Valores de evolución de la concentración y velocidad de concentración, C ($^{\circ}$ Brix) de la uva quebranta.

Tiempo de maduración, t (Semanas)	Concentración, C (BRIX)	dC/dt
1	9.30	1.6021
2	10.20	1.7507
3	12.20	1.8675
4	16.00	1.9422
5	18.50	1.9675
6	20.40	1.9407
7	21.80	1.8645
8	22.80	1.7466
9	24.20	1.5978
10	25.60	1.4304
11	26.4	1.2559

Figura 13

Comportamiento de la velocidad de concentración de azúcar (C) ($^{\circ}$ Brix) de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)

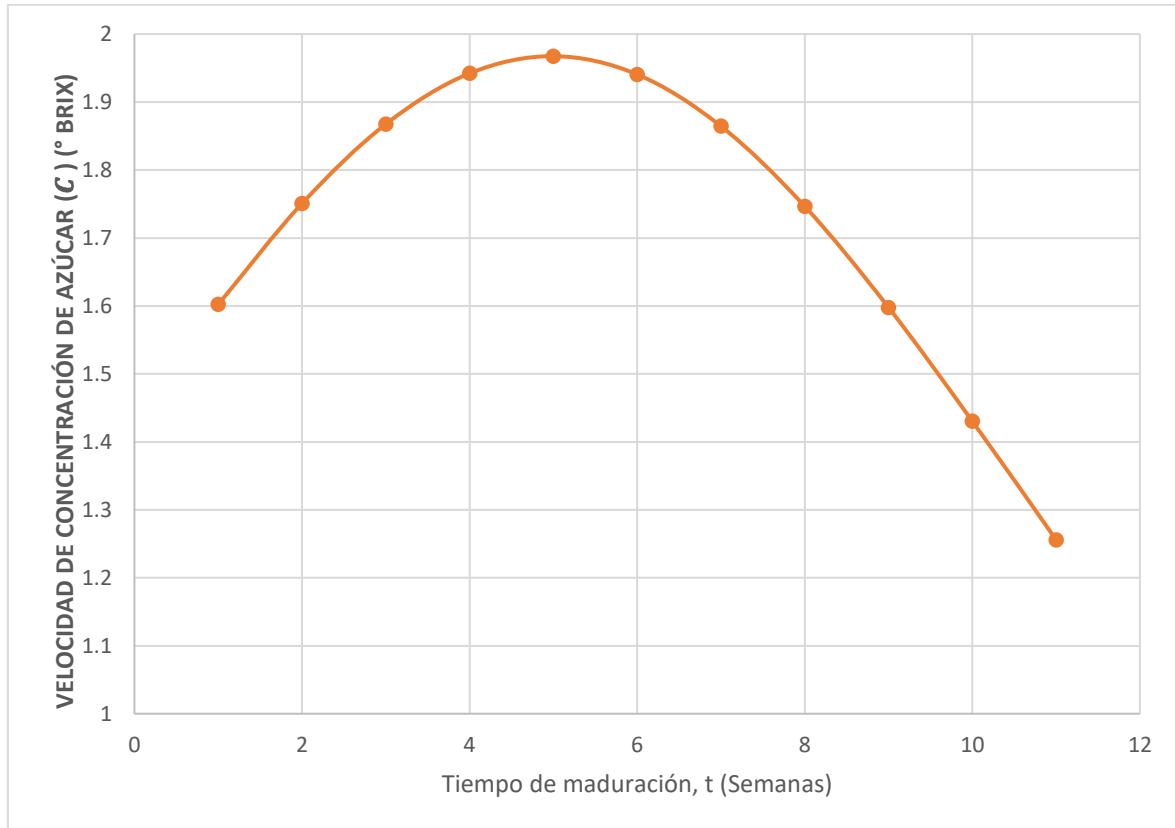


Tabla 9

Valores de pH y velocidad del pH de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)

Tiempo t , semanas	pH	$\frac{dpH}{dt}$
1	2.30	0.2970
2	2.80	0.3019
3	3.20	0.3001
4	3.45	0.2917
5	3.68	0.2774
6	3.92	0.2585
7	4.20	0.2363
8	4.45	0.2122
9	4.62	0.1876
10	4.70	0.1635

Figura 14

Comportamiento de la velocidad del pH de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)

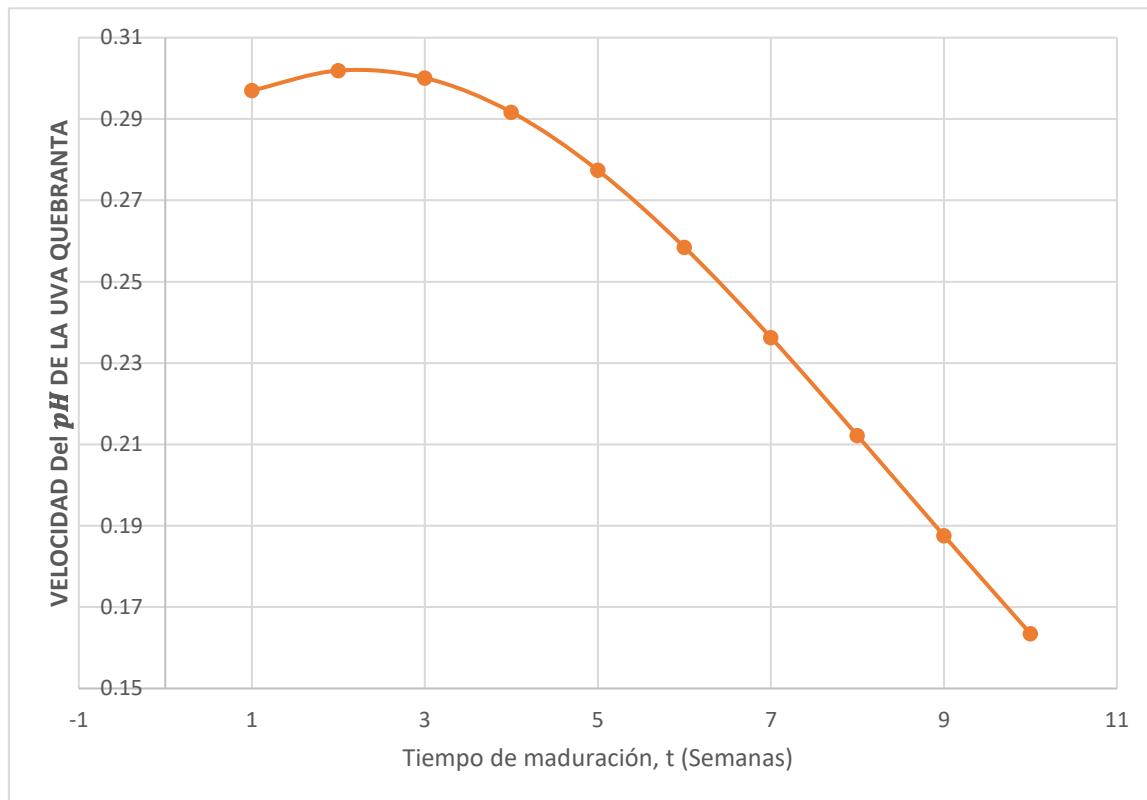


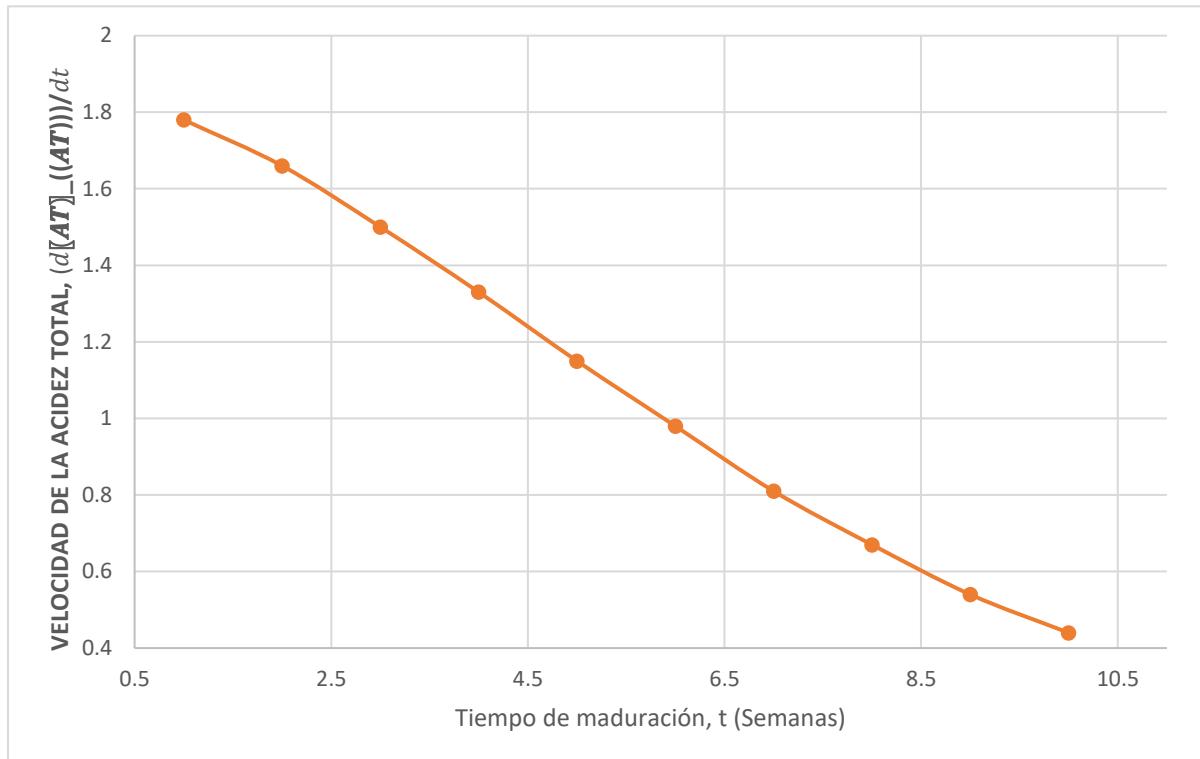
Tabla 10

Datos de acidez total en ácido tartárico y velocidad de la acidez total en ácido tartárico (AT) de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)

TIEMPO t , SEMANAS	ACIDEZ TOTAL (AT_{at})	$\frac{dAT_{(AT)}}{dt}$
ACIDO TARTARICO (GR/LT)		
1	10.01	1.78
2	9.00	1.66
3	7.50	1.50
4	6.80	1.33
5	6.40	1.15
6	5.70	0.98
7	5.10	0.81
8	4.92	0.67
9	4.83	0.54
10	4.89	0.44

Figura 15

Comportamiento de la velocidad de la acidez total de la uva quebranta en función del tiempo de maduración, t (semanas)



V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para determinar y analizar la concentración de azúcar en °Brix se utilizó la ecuación (8); que después de aplicar procesos adecuados de linealización adecuadamente; resulta el uso elemental de la estadística; llegando a determinar la dependencia de la concentración, en grados °Brix frente al tiempo de fermentación (semanas); dado y expresado por la ecuación (10), con coeficiente regresión de Pearson igual a $r = -0.9874$ y coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 97.49\%$; coincidiendo con lo mencionado por

La velocidad con que cambia la concentración está dada por la ecuación (11), llegando a un tiempo crítico t_c de 5 días para el cual la velocidad de concentración es máxima; coincidiendo con lo mencionado por

El comportamiento del pH queda determinado por la ecuación (13), que después de aplicar procesos adecuados y linealizarlo adecuadamente; resulta la ecuación lineal, determinada por la ecuación (14); cuyo modelo cinético para el potencial de hidrógeno pH queda determinado por la ecuación (15), con un coeficiente regresión de Pearson igual a $r = -0.9947$, coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 98.94\%$ y la velocidad con que cambia el pH queda determinada por la ecuación (16) y el tiempo crítico t_c para el cual la velocidad de cambio del pH es máxima está dado por la ecuación (17); adoptando un tiempo de 2.5 *días*; coincidiendo con lo mencionado por

La acidez total quedó determinada por la ecuación (21), con coeficiente regresión de Pearson igual a $r = -0.9898$ y coeficiente de determinación $r^2 \times 100 = 97.97\%$ y la velocidad con que cambia la acidez total ($AT_{(AT)}$) está dada por la ecuación (22); coincidiendo con lo mencionado por

VI. CONCLUSIONES

- ❖ De los resultados obtenidos se concluye que la máxima concentración de azúcar ($^{\circ}\text{Brix}$) es **34.04** con una velocidad máxima en el día 5 de $1,9675 \text{ } ^{\circ}\text{Brix/semana}$; estando dentro del rango permisible de variación.
- ❖ El tiempo crítico t_c para el cual la velocidad de cambio del pH es máxima fue de 2.5 dias , llegando a valores de $\frac{dpH}{dt}$ entre 0,3019 y 0,3001 y un valor máximo posible del pH de 5.4.
- ❖ El valor mínimo posible estimado de la acidez total en ácido tartárico ($AT_{(AT)}$) fue de 4,19; estando en los valores posibles esperados y mencionadas por autores de revisión como antecedentes.
- ❖ Los coeficientes de regresión de Pearson, para los tres procesos, están por encima de 0,90; en consecuencia, la correlación entre concentración de azúcar ($^{\circ}\text{Brix}$), el pH de la fermentación y la acidez total en ácido tartárico (AT) tienen una correlación negativa bastante fuerte.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Para mejorar y tener mejores resultados al aplicar los conceptos de economía circular se debe tener en cuenta que los parámetros de medición y los instrumentos de laboratorio de estar calibrados con la mayor precisión posible.
- ❖ Para una buena aplicación de la Economía Circular (EC) en este campo; se recomienda que, la temperatura, el pH y la acidez deben ser controladas a un decimal y los equipos deben ser calibrados adecuadamente, el recojo de desechos sólidos provenientes de las actividades vitivinícola y pisquera deben realizarse siguiendo las buenas técnicas de manufactura (BPM), los equipos y maquinarias deben ser de última generación y de acero inoxidable, calibrados adecuadamente y desinfectados periódicamente, al menos cada 15 días; evitando oxidación de los materiales de los equipos y maquinarias.
- ❖ Así mismo recomiendo que esta investigación puede ser base importante y ser usada para la elaboración de otras bebidas alcohólicas a base de otros residuos de frutas tales como: naranja, ciruela, tamarindo, fresa, tumbo, manzana, guayaba, membrillo, guanábana, chirimoya, aguaymanto y otras frutas; solo hay que tener cuidado en su grado de acidez y composición de azúcares y estado de madurez.

VIII. REFERENCIAS

- Albaladejo, M., & Mirazo, P. (2021). *La economía circular: Un cambio de paradigma para soluciones globales* [Economía]. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. <https://www.unido.org/stories/la-economia-circular-un-cambio-de-paradigma-para-soluciones-globales>
- Armacanqui-Tipacti, J. S., Goicochea-Parks, D. I., Saavedra-Silva, B. O., & Saavedra, S. (2021). El concepto de la economía circular y aplicaciones prácticas en el apoyo a la educación básica y superior demostrados en una escuela rural y una universidad del sur del Perú. *Scientific Research Journal CIDI*, 1(1), Artículo 1. <https://doi.org/10.53942/srjcidi.v1i1.45>
- Berenguer, M., Vegara, S., Barrajón, E., Saura, D., Valero, M., & Martí, N. (2016). Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *Food Chemistry*, 190, 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.027>
- Bronshtein, I., & Semendiae, K. (2018). *Manual de matemáticas para ingenieros y estudiantes* (4^a ed.). Editorial Mir.
- Cavicchi, C., & Vagnoni, E. (2021). The role of performance measurement in assessing the contribution of circular economy to the sustainability of a wine value chain. *British Food Journal*, 124(5), 1551–1568. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2021-0920>
- Cury, R., Aguas, Y., Martínez, M., Olivero, R., & Chams, L. (2017). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 9(S1), 122–132. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>
- Cuvi, D. (2020). *Influencia del tiempo de fermentación sobre una bebida alcohólica con mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) y maracuyá (*Passiflora edulis*)* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
- De Miguel, C., Martínez, K., & Kohout, M. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47309-economia-circular-america-latina-caribe-oportunidad-recuperacion-transformadora>

Delgado, L., Gonzales, G., Llacsahuanga, J., Silva, P., & Timana, L. (2021). *Diseño de una planta de producción para la elaboración de licor de mango a partir de mango de descarte, en la región Piura* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura].

Espinoza, R. (2023). *Economía circular y sostenibilidad empresarial de la empresa agraria azucarera Andahuasi, Sayán – 2022* [Tesis doctoral, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].
<https://repositorio.unjfc.edu.pe/handle/20.500.14067/7130>

Flores, C., Tanohuye, P., Galaz, P., & Ayala, E. (2023). *Propuesta para promover y rentabilizar la economía circular entre las empresas de Lima Metropolitana y Callao* [Tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24620/ReActiva%20Propuesta%20para%20Promover%20y%20Rentabilizar%20la%20Econom%C3%A1tica%20Circular%20-%20FLORES.pdf?sequence=1>

Gallardo, L. (2014). *Elaboración y caracterización de un zumo concentrado a partir de uva de mesa (*Vitis vinifera*)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura].
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/660/IND-GAL-SOC-14.pdf?sequence=1>

García, L., Flórez, C., & Marrugo, Y. (2016). Elaboración y caracterización fisicoquímica de un vino joven de fruta de borojó (*B. patinoi* Cuatrec). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 27(52), 507–519. <https://www.redalyc.org/pdf/145/14547610020.pdf>

Georffino, L. (2016). *Evaluación del tiempo de maceración para la extracción de antocianos en orujos del mosto de uva negra criolla (*Vitis vinifera L.*) durante la fermentación* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna].
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/89>

González, M. (2017). *Principios de elaboración de las cervezas artesanales*. Editorial Lulu Enterprise.
<https://books.google.com.pe/books?id=0COaDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

- Hatta, B. (2004). Influencia de la fermentación con orujos en los componentes volátiles mayoritarios del pisco de uva Italia (*Vitis vinifera L. var. Italia*). *Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. VII Simposio Internacional de Producción de Alcoholes y Levaduras.*
https://smbb.mx/congresos%20smbb/acapulco09/TRABAJOS/AREA_X/OX-01.pdf
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Kowszy, Y., & Maher, R. (2018). *Estudios de caso sobre modelos de economía circular e integración de los objetivos de desarrollo sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC*. EU-LAC Foundation.
- Lara, L. (2022). *Economía circular en el sector vitivinícola español* [Tesis de grado, Universidad Pontificia Comillas].
<https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/56596>
- Lashkari, A., Irannezhad, M., Liu, J., & Schulthess, U. (2022). Cascading socio-environmental sustainability risks of agricultural export miracle in Peru. *Environmental Sustainability*, 5(2), 255–259. <https://doi.org/10.1007/s42398-022-00233-w>
- López, C. (2011). *Estudio del comportamiento de columnas de destilación en la elaboración de aguardientes de orujo: Características analíticas y sensoriales de los destilados* [Tesis de maestría, Universidad de Santiago de Compostela].
- Lopez, J. (2022). *Industrialización del pisco y su impacto en la economía en el Departamento de Ica, en el distrito de Los Aquijes, periodo 2015–2018* [Tesis de maestría, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica].
<https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3548>
- Marín-Machuca, O., Zambrano-Cabanillas, A. W., García-Talledo, E. G., Ortiz-Guizado, J. I., Rivas-Ruiz, D. E., & Marín-Sánchez, O. (2020). Modelamiento matemático del comportamiento epidemiológico de la pandemia COVID-19 en China. *The Biologist*, 18(1). <https://doi.org/10.24039/rtb2020181473>

- Mercader, M., Camporeale, P., & Cózar-Cózar, E. (2019). Evaluación de impacto ambiental mediante la introducción de indicadores a un modelo BIM de vivienda social. *Revista Hábitat Sustentable*, 9(2), 78–93. <https://doi.org/10.22320/07190700.2019.09.02.07>
- Munguía, E. (2022). *Factores de la economía circular en la empresa textil Mantari Sweater* [Tesis doctoral, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12457>
- Muñoz, J. (2010). *Las bebidas alcohólicas en la historia de la humanidad*. AAPAUNAM, México.
- Mura, R., Vicentini, F., Botti, M., & Chiriacó, M. (2023). Economic and environmental outcomes of a sustainable and circular approach: Case study of an Italian wine-producing firm. *Journal of Business Research*, 154, 113300. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113300>
- Naranjo, A. (2019). *Ingeniería básica para la elaboración de licor destilado a partir de Pimpinella anisum L.* [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla].
- Núñez, P., Valdiviezo, G., & Vega, Y. (2022). Propuesta de la implementación de un plan HACCP en el proceso de elaboración de un licor de mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3470/IAIA-CAM-VAL-VEG-2022.pdf?sequence=1>
- Obare, G., Omiti, J., & Nguyo, W. (2010). Technical efficiency in resource use: Evidence from smallholder Irish potato farmers in Nyandarua North District, Kenya. *African Journal of Agricultural Research*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Technical-efficiency-in-resource-use%3A-Evidence-from-Nyagaka-Obare/d2c809c834b608355a9f1e26361b1f14c59da954>
- Pereira, Á. (2021). Actividades de servicio y servitización: Oportunidades para una economía circular más sostenible. 360: *Revista de Ciencias de la Gestión*, 6, Artículo 6. <https://doi.org/10.18800/360gestion.202106.008>
- Perra, M., Bacchetta, G., Muntoni, A., De Gioannis, G., Castangia, I., Rajha, H. N., Manca, M. L., & Manconi, M. (2022). An outlook on modern and sustainable approaches to the

management of grape pomace by integrating green processes, biotechnologies and advanced biomedical approaches. *Journal of Functional Foods*, 98, 105276. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105276>

Polo, T. (2016). *Taller de Medio Ambiente: Elaboración artesanal de licores*. Editorial Acribia.

Pont, P., & Thomas, H. (2009). ¿Cómo fue que el viñedo adquirió importancia? Significados de las vides, calidades de las uvas, y cambio sociotécnico en la producción vinícola de Mendoza. *Apuntes de Investigación del CECYP*. <https://www.semanticscholar.org/paper/%C2%BFC%C3%B3mo-fue-que-el-vi%C3%B3%C3%B1edo-adquiri%C3%B3%C3%B3-importancia-de-las-Pont-Thomas/dcaac88e24f19cdf2d42faa8972a048e750c5a90>

Ramos, R. (2015). *Estudio de la factibilidad para el desarrollo industrial de productos alternativos en base a subproductos derivados de la industria vitivinícola en la región de Ica* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/6012>

Rivera, P. (2022). Economía circular y empresas verdes: Prospectiva del desarrollo sostenible regional en Colombia. *CITAS*, 8(1). <https://doi.org/10.15332/24224529.7572>

Rodríguez, F., & Flores, E. (2022). Desarrollo sostenible desde la educación ambiental en Latinoamérica: Una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), Artículo 3. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2348

Sampietro-Saquicela, J. L., Izquierdo-Obando, J. E., Pico-Plaza, M. T., Plata-Cabrera, C. S., Solis-Charcopa, K. F., Intriago-Mera, R. A., Quintero-Estrada, A. K., De La A Salinas, L. D. R., & Quintero-Quiñónez, M. G. (2022). Estudio de viabilidad económica para la instalación de un sistema de monitoreo de calidad de aire en base a una red sensorial. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(1), 1030–1056. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i1.282>

Sánchez, B. (2020). *Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de la uva, orujo de Vitis Labrusca, obtenido con líquidos presurizados* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Ica].

Sánchez, J., & Lara, I. (2021). Responsabilidad social empresarial para la competitividad de las organizaciones en México. *Mercados y Negocios*, 43, 97–118. <https://doi.org/10.32870/myn.v0i43.7546>

Sehnem, S., Ndubisi, N. O., Preschlak, D., Bernardy, R. J., & Santos Junior, S. (2020). Circular economy in the wine chain production: Maturity, challenges, and lessons from an emerging economy perspective. *Production Planning & Control*, 31(11-12), 1014–1034. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695914>

Suárez, B. (2021). *Integración de la economía circular en el marco del desarrollo sostenible: Marco teórico e implementación práctica* [Tesis doctoral, Universidad de Vigo]. <https://www.investigo.biblioteca.uvigo.es/xmlui/handle/11093/2414>

Teles, A., Chávez, D., Oliveira, R. A., Bon, E., Terzi, S. C., Souza, E. F., Gottschalk, L., & Tonon, R. V. (2019). Use of grape pomace for the production of hydrolytic enzymes by solid-state fermentation and recovery of its bioactive compounds. *Food Research International*, 120, 441–448. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.083>

IX. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General: ¿En qué medida la economía circular (EC) contribuye al reúso de los residuos líquidos generados en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024?	General: Determinar de qué manera la economía circular contribuye al reúso de los residuos líquidos generados en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica, 2024.	General: La aplicación de prácticas de economía circular contribuiría significativamente al reúso de los residuos líquidos generados en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica, 2024.	Independiente (X): Economía circular aplicada al manejo de residuos líquidos	Parámetros fisicoquímicos de los residuos líquidos	- pH de los residuos líquidos - Acidez total (g/L) - Concentración de azúcar (°Brix)	Tipo de investigación: Cuantitativa, experimental. Diseño: Experimental puro. Población: 36 bodegas artesanales del Valle de Ica. Muestra: Una bodega artesanal seleccionada.
Específico 1: ¿En qué medida la concentración de azúcar de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024?	Específico 1: Determinar en qué medida la concentración de azúcar de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024.	Específica 1: La concentración de azúcar de los residuos líquidos contribuye significativamente en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024.	Dependiente (Y): Nivel de aprovechamiento artesanal de vinos jóvenes	Nivel de aprovechamiento y reutilización de residuos líquidos	- Cantidad de residuos líquidos reutilizados - Porcentaje de reducción de residuos líquidos	Técnicas: Muestreo de residuos líquidos, medición de pH, acidez y azúcar. Instrumentos: Fichas de muestreo y valoración, análisis estadístico (regresión y correlación).
Específico 2: ¿En qué medida el pH de los residuos líquidos	Específico 2: Determinar en qué medida el pH de los	Específica 2: El pH de los residuos líquidos contribuye			- Número de procesos que incorporan	

contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024?	residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024.	significativamente en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024.	reúso de líquidos
Específico 3: ¿En qué medida la acidez total de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024?	Específico 3: Determinar en qué medida la acidez total de los residuos líquidos contribuye en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024.	Específica 3: La acidez total de los residuos líquidos contribuye significativamente en la elaboración artesanal de vinos jóvenes en el Valle de Ica - 2024.	

Anexo 2: Instrumento

Tabla 11

Registro de concentración de azúcares ($^{\circ}$ Brix)

Semana (t)	CONCENTRACIÓN $^{\circ}$ Brix)	(C Concentración (rango)	esperada	Observaciones
1	—	9–10 $^{\circ}$ Brix		
2	—	10–12 $^{\circ}$ Brix		
3	—	12–14 $^{\circ}$ Brix		
4	—	14–17 $^{\circ}$ Brix		
5	—	17–19 $^{\circ}$ Brix		
6	—	19–21 $^{\circ}$ Brix		
7	—	21–22 $^{\circ}$ Brix		
8	—	22–23 $^{\circ}$ Brix		
9	—	23–25 $^{\circ}$ Brix		
10	—	25–26 $^{\circ}$ Brix		
11	—	26 $^{\circ}$ Brix		

Tabla 12*Registro de pH de fermentación*

Semana (t)	pH	pH esperado (rango)	Observaciones
1	—	2.2–2.5	
2	—	2.7–2.9	
3	—	3.1–3.3	
4	—	3.4–3.5	
5	—	3.6–3.7	
6	—	3.8–4.0	
7	—	4.1–4.2	
8	—	4.3–4.5	
9	—	4.6	
10	—	4.7	

Tabla 13

Registro de acidez total (Ácido Tartárico g/L)

Semana (t)	ACIDEZ TOTAL (g/L)	Acidez esperada (rango)	Observaciones
1	—	10.0–9.5 g/L	
2	—	9.5–9.0 g/L	
3	—	8.0–7.5 g/L	
4	—	7.0–6.5 g/L	
5	—	6.5–6.0 g/L	
6	—	6.0–5.5 g/L	
7	—	5.5–5.0 g/L	
8	—	5.0–4.9 g/L	
9	—	4.8–4.7 g/L	
10	—	4.7 g/L	

Tabla 14*Velocidad de cambio de parámetros*

Semana (t)	dC/dt (°Brix/semana)	dPH/dt (pH/semana)	d(AT)/dt (g/L/semana)	Observaciones
1	— (1.6–1.7)	— (0.29–0.30)	— (1.7–1.8)	
2	— (1.7–1.8)	— (0.29–0.30)	— (1.5–1.7)	
3	— (1.8–1.9)	— (0.29–0.30)	— (1.4–1.5)	
4	— (1.9)	— (0.28–0.29)	— (1.2–1.3)	
5	— (2.0)	— (0.27–0.28)	— (1.1–1.2)	
6	— (1.9)	— (0.25–0.26)	— (0.9–1.0)	
7	— (1.8)	— (0.23–0.24)	— (0.7–0.8)	
8	— (1.7)	— (0.21)	— (0.6–0.7)	
9	— (1.6)	— (0.18–0.19)	— (0.5–0.6)	
10	— (1.4)	— (0.16–0.17)	— (0.4–0.5)	

Figura 16

Toma panorámica de las parras de uva en la viña

**Figura 17**

Vista amplia de los cúmulos de uvas maduras.



Figura 18

Pruebas de destilación

**Figura 19**

Pruebas con el refractómetro

