

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**ELABORACIÓN DE HARINA A PARTIR DEL ORUJO DE DOS
VARIETADES DE *Vitis vinifera* PARA REDUCIR EL IMPACTO
AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA EN TACNA**

TESIS

PRESENTADA POR:

M.Sc. LEO ULISES MICHAELL TIRADO REBAZA

Para optar el Grado Académico de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

TACNA - PERÚ

2026


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
ELABORACIÓN DE HARINA A PARTIR DEL ORUJO DE
DOS VARIEDADES DE *Vitis vinifera* PARA REDUCIR EL
IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA
VITIVINÍCOLA EN TACNA

Tesis sustentada y aprobada el 27 de febrero del 2026; estando el jurado calificador integrado por:

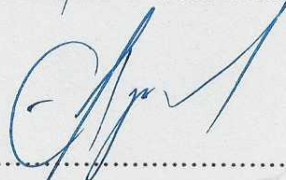
PRESIDENTE:


.....
Dr. Nataniel Mario Linares Gutiérrez

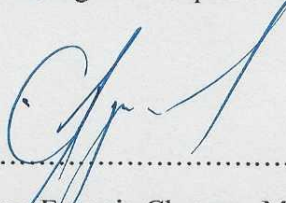
SECRETARIO:


.....
Dr. Alexander Churata Neira

MIEMBRO:


.....
Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya

ASESOR:


.....
Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya

CERTIFICADO DE SIMILITUD


Yo, Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución Escuela de Posgrado N°14380-2024-ESPG/UNJBG del 23 de agosto del 2024, del trabajo de tesis titulado: “Elaboración de harina a partir del orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* para reducir el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna”, presentado por el Mtro. Leo Ulises Michael Tirado Rebaza, para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual considerando que, según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual Turnitin cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es del **8 %**.

Por lo que, **CERTIFICO LA SIMILITUD** de la tesis y está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado a solicitud del interesado con fines de continuar los trámites respectivos para la obtención del Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambiental.

Tacna, 22 de enero del 2026.


FIRMA ASESOR
Dr. Efrén Eugenio Chaparro Montoya,

DNI 00450486




FIRMA TESISTA
Mtro. Leo Ulises Michael Tirado Rebaza,

DNI 73268191



DEDICATORIA

A mis padres, Eleocadio Tirado y Selinda Rebaza, a mi hermano Ivan Tirado, a mi hermana Ely Tirado, a mi sobrino Rafael Corcuera, a mi tío Luis Rebaza, a mi tío Felipe Rebaza y a mi tío Lorenzo Rebaza. Les dije que no los iba a defraudar y seguiré esforzándome al máximo.

AGRADECIMIENTO

Estaré infinitamente agradecido por este logro con:

Mi mamá, que siempre se ha preocupado por mí y ha sido mi soporte durante estos 28 años de vida, seguramente no lo hubiera logrado sin ella.

Mi papá, que me ha guiado en este camino académico y ha sido un ejemplo de profesional, con una carrera intachable y exitosa. Espero algún día llegar a ser como él.

Mi tío Lorenzo Rebaza, quien financió los análisis de laboratorio de la presente investigación, ha sido mi compañero de Doctorado y ha formado parte de mi formación profesional y personal, gracias a la amistad que hemos entablado desde hace muchos años.

El Dr. Efren Chaparro, mi asesor, que me acompañó durante esta etapa, apoyándome permanentemente, siendo quien me motivó para tomar el camino de la docencia e investigación cuando en una clase del 2018, me dijo: “Tienes talento para esto”.

El Dr. Alexander Churata y el Dr. Nataniel Linares, mis jurados, quienes se mostraron siempre prestos para enriquecer la presente investigación, permitiendo su culminación exitosa.

La Ing. Keila Muñante, que me ha brindado soporte técnico en la elaboración de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
RESUMO.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema	4
1.2 Formulación del problema	6
1.2.1 El problema principal.....	6
1.2.2 Problemas secundarios.....	6
1.3 Justificación en importancia de la investigación	6
1.3.1 Justificación social	6
1.3.2 Justificación económica	7
1.3.3 Justificación técnica	7
1.3.4 Justificación ambiental.....	7
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos	8

1.5 Hipótesis	8
1.5.1 Hipótesis general.....	8
1.5.2 Hipótesis específicas	8
1.6 Variables	9
1.6.1 Identificación de las variables.....	9
1.6.2 Caracterización de las variables	9
1.6.3 Definición operacional de las variables	13
1.7 Limitaciones de la investigación	14

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio	15
2.1.1 Antecedentes internacionales	15
2.1.2 Antecedentes nacionales	16
2.1.3 Antecedentes locales	18
2.2 Bases teóricas.....	18
2.2.1 Harina de orujo de vid (<i>Vitis vinifera</i>)	18
2.2.1.1 Definición	18
2.2.1.2 Ventajas y desventajas frente a la harina de trigo.....	18
2.2.1.3 Características de la harina de orujo de vid	19
2.2.2 Vid (<i>Vitis vinifera</i>)	19
2.2.2.1 Descripción botánica y características	19
2.2.2.2 Propiedades alimenticias y funcionales	20

2.2.2.3 Producción de vid en el Perú	21
2.2.3 Industria vitivinícola	22
2.2.3.1 Descripción y procesos industriales.....	22
2.2.3.2 Impacto ambiental.....	22
2.2.3.3 Usos actuales del orujo de <i>Vitis vinifera</i>	23
2.2.4 Potencial del orujo de <i>Vitis vinifera</i> en la elaboración de harina.....	23
2.2.4.1 Estudios previos y evidencia científica.....	23
2.2.4.2 Rendimiento de orujo de <i>Vitis vinifera</i> en la elaboración de harina.....	24
2.2.4.3 Beneficios ambientales y alimenticios.....	24
2.2.5 Desafíos y oportunidades en la producción de harina de orujo de <i>Vitis vinifera</i> ...	25
2.2.5.1 Barreras para la adopción de harina de orujo de <i>Vitis vinifera</i>	25
2.2.5.2 Tendencias y avances recientes en la investigación	25
2.2.5.3 Impacto socioeconómico y sostenibilidad	26
2.3 Definición de términos	28
2.3.1 Vid (<i>Vitis vinifera</i>)	28
2.3.2 Orujo de uva (<i>Vitis vinifera</i>)	28
2.3.3 Harina.....	28
2.3.4 Análisis proximales.....	28
2.3.5 Rendimiento de obtención de harina.....	28
2.3.6 Impacto ambiental.....	29
2.3.7 Tasa Interna de Retorno (TIR)	29
2.3.8 Valor Actual Neto (VAN).....	29

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación.....	30
3.2 Nivel de investigación	30
3.3 Diseño de la investigación	30
3.4 Materiales e instrumentos	31
3.5 Población y muestra de estudio	32
3.5.1 Población.....	32
3.5.2 Muestreo.....	32
3.5.3 Unidades experimentales y codificación.....	33
3.5.4 Procedimiento de recolección y manejo inicial del orujo	33
3.5.5 Acondicionamiento del orujo para la obtención de harina	34
3.5.6 Secado del orujo.....	34
3.5.7 Molienda y tamizado del orujo seco	34
3.5.8 Almacenamiento de harina y preparación para análisis.....	35
3.6 Técnica de análisis de datos.....	35
3.6.1 Análisis de las propiedades alimenticias del orujo de <i>Vitis vinifera</i>	35
3.6.2 Comparación de nivel de impacto ambiental	37
3.6.3 Análisis de factibilidad económica	43
3.6.4 Tratamiento de datos.....	46

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Comparación de las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de <i>Vitis vinifera</i> recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna.....	48
4.2 Valoración y comparación del impacto ambiental provocado por la industria vitivinícola en Tacna al desechar directamente el orujo de <i>Vitis vinifera</i> contra el de procesarlo para obtener harina	50
4.3 Análisis de factibilidad económica para la producción de harina de orujo de dos variedades de <i>Vitis vinifera</i> recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna.....	71
4.3.1 Descripción del servicio y/o producto	71
4.3.2 Análisis de demanda - mercado objetivo	71
4.3.3 Proyección de la demanda.....	73
4.3.4 Dimensionamiento oferta - demanda	74
4.3.5 Producción y ventas.....	75
4.3.6 Costos operativos	75
4.3.7 Inversión inicial (CAPEX) y capital de trabajo (CT)	79
4.3.8 Punto de equilibrio	79
4.3.9 Flujo de caja proyectado	83
4.3.10 Indicadores de factibilidad	86
4.3.11 Análisis de sensibilidad y escenarios	87

DISCUSIÓN	89
1 Comparación de las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de <i>Vitis vinifera</i> recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna.....	89
2 Valoración y comparación del impacto ambiental provocado por la industria vitivinícola en Tacna al desechar directamente el orujo de <i>Vitis vinifera</i> contra el de procesarlo para obtener harina	93
3 Análisis de factibilidad económica para la producción de harina de orujo de dos variedades de <i>Vitis vinifera</i> recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna.....	96
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS	102
ANEXOS.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Interpretación del VAN	44
Tabla 2 Interpretación de la TIR.....	45
Tabla 3 Resultados del rendimiento y propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de <i>Vitis vinifera</i>	49
Tabla 4 Prueba t de Student de las propiedades.....	50
Tabla 5 Escenario contemplado	51
Tabla 6 Identificación de aspectos e impactos ambientales en función a la actividad y/o proceso	58
Tabla 7 Valoración Conesa del impacto ambiental del orujo de <i>Vitis vinifera</i> producido por la industria vitivinícola en Tacna en el escenario “antes (disposición directa como residuo sólido)”	62
Tabla 8 Valoración Conesa del impacto ambiental del orujo de <i>Vitis vinifera</i> producido por la industria vitivinícola en Tacna en el escenario “después (procesamiento en harina)”	64
Tabla 9 Resumen de valoración Conesa por escenario.....	66
Tabla 10 Resumen de valoración Conesa por actividades.....	68
Tabla 11 Resumen de valoración Conesa por factor	69
Tabla 12 Segmentación recomendada para sustentar el mercado objetivo.	72
Tabla 13 Balance oferta – demanda para sustentar el dimensionamiento del proyecto (cálculo de orden de magnitud)	74
Tabla 14 Resumen de producción y ventas	77

Tabla 15 Costo variable unitario y margen de contribución (a precios del año base y un año)	78
Tabla 16 Resumen de inversión inicial (CAPEX) y capital de trabajo	81
Tabla 17 Flujo de caja libre (FCF) proyectado y acumulado	85
Tabla 18 Indicadores de rentabilidad del escenario base.....	86
Tabla 19 Sensibilidad del VAN, TIR y payback ante variaciones de supuestos	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Diagrama de flujo de elaboración de vino.....	27
Figura 2 Diseño de experimento	33
Figura 3 Suma de impactos negativos por factor ambiental antes y después	66
Figura 4 Curva costo - volumen - utilidad y punto de equilibrio operacional.....	82

RESUMEN

La industria vitivinícola de Tacna genera orujo de *Vitis vinifera* como subproducto del prensado, y su disposición directa a la intemperie genera una afectación a la calidad ambiental del entorno. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo elaborar harina a partir de orujo de dos variedades (Italia y Negra Criolla) y comparar, frente a la disposición directa, el impacto ambiental y la factibilidad económica del aprovechamiento. La metodología integró un componente tecnológico (secado del orujo a 60 °C hasta humedad < 8 %, molienda y tamizado a 300 µm), un componente de caracterización (análisis proximal y comparación entre variedades mediante prueba t, $\alpha = 0,05$) y un componente ambiental - económico (aplicación de evaluación Conesa para comparar el escenario “antes” con un escenario “después” del aprovechamiento, y análisis de prefactibilidad a 10 años para 30 000 kg/año con estimación de inversión, costos e ingresos, cálculo de VAN, TIR, payback, punto de equilibrio y sensibilidad). Los resultados evidenciaron rendimientos de harina de $11,20 \pm 1,08$ % para Italia y $10,20 \pm 0,70$ % para Negra Criolla, con humedades finales < 7 %; además, la harina de Negra Criolla presentó mayor contenido de proteínas ($14,43 \pm 0,54$ %) y grasa cruda ($8,97 \pm 0,81$ %) respecto de Italia ($11,54 \pm 0,57$ % y $5,36 \pm 1,17$ %; $p < 0,05$), sin diferencias significativas en los demás parámetros proximales. En la valoración Conesa, la disposición directa acumuló $\Sigma|I| = 773$, mientras que el escenario de aprovechamiento redujo $\Sigma|I|$ a 268, incorporó $\Sigma|I| = 113$ y eliminó impactos severos/críticos, equivalente a una reducción del 65,3 % de la carga negativa global. Económicamente, el escenario base presentó un VAN de S/. 890 989,83, un TIR del 140,38 %, un payback simple de 0,72 años y un punto de equilibrio operacional de 10 289 kg/año (34,3 % de la capacidad), manteniendo VAN positivo ante variaciones relevantes. Se concluye que la valorización del orujo como harina es técnicamente viable, reduce impactos ambientales y resulta económicamente factible para Tacna, aportando evidencia para orientar decisiones de gestión ambiental en bodegas locales.

Palabras clave: Orujo de *Vitis vinifera*, valorización de residuos, Conesa, factibilidad económica, Tacna.

ABSTRACT

Tacna's wine industry generates *Vitis vinifera* grape pomace as a by-product of grape pressing, and its direct open-air disposal adversely affects the environmental quality of the surrounding area. In this context, the study aimed to produce flour from pomace of two varieties (Italia and Negra Criolla) and, relative to direct disposal, to compare the environmental impacts and the economic feasibility of this valorization pathway. The methodology comprised a technological component (drying the pomace at 60 °C to moisture < 8 %, milling and sieving to 300 µm), a characterization component (proximate analysis and between-variety comparison using a t-test, $\alpha = 0,05$), and an environmental-economic component (application of the Conesa impact assessment to compare a "before" scenario with an "after" valorization scenario, and a 10 year pre-feasibility analysis for 30 000 kg/year including estimates of investment, costs, and revenues, and calculation of NPV, IRR, payback period, break-even point, and sensitivity). The results showed flour yields of $11,20 \pm 1,08$ % for Italia and $10,20 \pm 0,70$ % for Negra Criolla, with final moisture contents < 7 %; additionally, Negra Criolla flour exhibited higher protein ($14,43 \pm 0,54$ %) and crude fat ($8,97 \pm 0,81$ %) than Italia ($11,54 \pm 0,57$ % and $5,36 \pm 1,17$ %; $p < 0,05$), with no significant differences in the remaining proximate parameters. Under the Conesa assessment, direct disposal accumulated $\Sigma|I|^- = 773$, whereas the valorization scenario reduced $\Sigma|I|^-$ to 268, incorporated $\Sigma|I|^+ = 113$, and eliminated severe/critical impacts, corresponding to a 65,3 % reduction in the overall negative impact load. Economically, the base case yielded an NPV of S/. 890 989,83, an IRR of 140,38 %, a simple payback of 0,72 years, and an operational break-even point of 10 289 kg/year (34,3 % of capacity), maintaining a positive NPV under relevant variations. It is concluded that grape pomace valorization into flour is technically viable, reduces environmental impacts, and is economically feasible for Tacna, providing evidence to support environmental management decision-making in local wineries.

Keywords: *Vitis vinifera* grape pomace, waste valorization, Conesa, economic feasibility, Tacna.

RESUMO

A indústria vitivinícola de Tacna gera bagaço de uva (orujo) de *Vitis vinifera* como subproduto da prensagem, e sua disposição direta a céu aberto afeta negativamente a qualidade ambiental do entorno. Nesse contexto, o estudo teve como objetivo produzir farinha a partir do bagaço de duas variedades (Italia e Negra Criolla) e comparar, em relação à disposição direta, os impactos ambientais e a viabilidade econômica do aproveitamento. A metodologia integrou um componente tecnológico (secagem do bagaço a 60 °C até umidade < 8 %, moagem e peneiramento a 300 µm), um componente de caracterização (análise proximal e comparação entre variedades por teste t, $\alpha=0,05$) e um componente ambiental-econômico (aplicação da avaliação de impactos de Conesa para comparar um cenário “antes” com um cenário “depois” do aproveitamento, e análise de pré-viabilidade de 10 anos para 30 000 kg/ano com estimativas de investimento, custos e receitas, e cálculo de VPL, TIR, payback, ponto de equilíbrio e sensibilidade). Os resultados evidenciaram rendimentos de farinha de 11,20 ± 1,08 % para Italia e 10,20 ± 0,70 % para Negra Criolla, com umidades finais < 7 %; adicionalmente, a farinha de Negra Criolla apresentou maior teor de proteínas (14,43 ± 0,54 %) e de lipídios brutos (8,97 ± 0,81 %) em relação à Italia (11,54 ± 0,57 % e 5,36 ± 1,17 %; $p < 0,05$), sem diferenças significativas nos demais parâmetros proximais. Na avaliação Conesa, a disposição direta acumulou $\Sigma|I|^- = 773$, enquanto o cenário de aproveitamento reduziu $\Sigma|I|^-$ para 268, incorporou $\Sigma|I|^+ = 113$ e eliminou impactos severos/críticos, equivalente a uma redução de 65,3 % da carga negativa global. Do ponto de vista econômico, o cenário base apresentou VPL de S/. 890 989,83, TIR de 140,38 %, payback simples de 0,72 anos e ponto de equilíbrio operacional de 10 289 kg/ano (34,3 % da capacidade), mantendo VPL positivo frente a variações relevantes. Conclui-se que a valorização do bagaço de uva na forma de farinha é tecnicamente viável, reduz impactos ambientais e é economicamente factível para Tacna, fornecendo evidências para orientar decisões de gestão ambiental em vinícolas locais.

Palavras-chave: bagaço de uva de *Vitis vinifera*, valorização de resíduos, Conesa, viabilidade econômica, Tacna.

INTRODUCCIÓN

La industria vitivinícola constituye una cadena agroindustrial relevante y, a la vez, generadora de subproductos. A escala global, la elaboración de vino y derivados mantiene una dinámica de producción sostenida (Organización Internacional de la Viña y el Vino [OIV], 2022) y, en el caso peruano, la actividad vitivinícola se expresa en territorios donde el cultivo de vid contribuye al ingreso local y a la transformación agroindustrial, incluida la región Tacna (Mamani, 2017). En la vinificación, el principal subproducto sólido es el orujo, conformado por hollejos, semillas y remanentes de pulpa tras el prensado, cuyo volumen puede representar una fracción importante de la uva procesada (Chowdhary et al., 2021; Ilyas et al., 2021).

Cuando el orujo es dispuesto sin acondicionamiento ni control, tiende a acumularse y degradarse por acción microbiana, liberando compuestos orgánicos, olores y lixiviados; además, puede contribuir a cargas contaminantes en suelos y cuerpos de agua por escorrentía o percolación (Piña, 2016; Gancedo, 2018). En diagnósticos aplicados al contexto de Tacna se ha reportado la necesidad de fortalecer prácticas de gestión de residuos en bodegas y plantas asociadas, dado que la disposición final suele priorizar alternativas de bajo costo y bajo control ambiental (Delgado, 2019).

En respuesta a estos retos, la valorización de residuos agroalimentarios se ha consolidado como un enfoque técnico de la economía circular y la bioeconomía, orientado a reducir la presión ambiental, recuperar materias primas secundarias y generar productos con valor comercial (Bhat, 2021; Ashokkumar et al., 2022; Ribeiro et al., 2022). En el caso del orujo de *Vitis vinifera*, la literatura describe rutas de aprovechamiento para obtención de compuestos fenólicos, fibra dietaria, ingredientes funcionales y otras aplicaciones en la industria alimentaria, bajo criterios de inocuidad y

estabilidad del producto (García & González, 2017; Ferrer-Gallego & Silva, 2022; Abreu et al., 2024; Kokkinomagoulos & Kandyliis, 2023).

Una alternativa de aplicación directa en la industria alimentaria es la elaboración de harina de orujo, la cual permite estabilizar el subproducto mediante reducción de humedad y acondicionamiento de tamaño de partícula, facilitando su incorporación en formulaciones o su almacenamiento (Salinas, 2013; Morón et al., 2022). Diversos estudios han señalado que el orujo y sus fracciones pueden aportar fibra, minerales y compuestos bioactivos, con variabilidad atribuible al cultivar, a las condiciones de cultivo y al proceso tecnológico (Castro et al., 2014; Datsch et al., 2016; De La Cruz-Azabache et al., 2023; Espinoza, 2024).

En consecuencia, la selección de la materia prima y la caracterización proximal de la harina constituyen elementos necesarios para sustentar su potencial como ingrediente y su comparación entre variedades de vid. Asimismo, la decisión de incorporar esta ruta de aprovechamiento requiere evidencia sobre el cambio en el desempeño ambiental del sistema respecto de la disposición directa del residuo, y sobre la viabilidad económica de una operación a escala local (Piña, 2016; Ramos & Ferreira, 2022).

La evaluación del impacto ambiental puede abordarse mediante matrices de valoración, útiles para comparar escenarios y jerarquizar efectos sobre componentes del medio físico, biótico y socioeconómico; una de las guías de uso extendido en el ámbito hispanohablante es la propuesta metodológica de Conesa (2009). De forma complementaria, la factibilidad económica suele apoyarse en indicadores como el valor actual neto y la tasa interna de retorno, que permiten analizar proyectos bajo un horizonte

de evaluación definido y supuestos de inversión, costos e ingresos (Ross et al., 2010; Simisterra et al., 2018; Milián, 2012).

En este marco, la presente investigación se orienta a elaborar harina a partir de dos variedades del orujo de *Vitis vinifera* procedentes de la industria vitivinícola de Tacna, con tres propósitos articulados: (i) comparar las propiedades alimenticias de la harina obtenida, (ii) valorar y comparar el impacto ambiental asociado al manejo del orujo bajo un escenario de disposición directa frente a un escenario de procesamiento en harina, y (iii) evaluar la factibilidad económica de la producción, empleando indicadores financieros y un horizonte de análisis definido.

Los capítulos desarrollados en la presente investigación se organizan de la siguiente manera: El capítulo I, presenta el planteamiento del problema, describiendo la situación asociada a la generación y manejo del orujo en la industria vitivinícola y formulando el problema, los objetivos y la hipótesis. El capítulo II, expone el marco teórico, que integra antecedentes sobre valorización del orujo, elaboración de harinas y enfoques de evaluación ambiental y económica. El capítulo III, describe la metodología, detallando el tipo de estudio, el diseño adoptado, los procedimientos para obtención y caracterización de la harina, así como la valoración de impactos y el análisis financiero. Finalmente, en el capítulo IV, se presentan y discuten los resultados obtenidos en relación con los objetivos, estableciéndose las conclusiones y recomendaciones, respectivamente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

La industria vitivinícola en la región de Tacna, al igual que en muchas otras zonas productoras de vino, genera grandes cantidades de residuos, principalmente orujo, compuesto por las cáscaras, semillas y pulpa de la uva (Espinoza, 2024). Este residuo orgánico se maneja de manera limitada, y en muchos casos, es descartado sin un aprovechamiento adecuado, lo que contribuye a la contaminación ambiental (Ashokkumar et al., 2022). Aunque existen alternativas para su reutilización, como su uso en la producción de biocombustibles o compuestos bioactivos (Ilyas et al., 2021), aún no se ha explorado suficientemente su potencial como materia prima para la elaboración de harina, lo que representaría una solución innovadora tanto para la valorización del orujo como para la reducción del impacto ambiental (Kokkinomagoulos & Kandyliis, 2023). En la región de Tacna, no se han realizado estudios específicos sobre la viabilidad de la producción de harina a partir del orujo de las variedades locales de *Vitis vinifera*, lo que limita el aprovechamiento completo de este subproducto.

En la industria vitivinícola global, se estima que por cada tonelada de uvas procesadas, se generan aproximadamente 200 a 300 kg de orujo, lo que representa una fracción significativa del total de residuos producidos (Chowdhary et al., 2021). En el caso de Tacna, donde la viticultura es una actividad económica clave, el manejo inadecuado del orujo contribuye a la generación de desechos sólidos y emisiones de gases de efecto invernadero (Pérez et al., 2023). Estos residuos no solo representan una carga

para el medio ambiente, sino que también constituyen una pérdida económica, ya que no se aprovechan de manera eficiente (Ramos & Ferreira, 2022). La falta de soluciones innovadoras para su valorización pone en evidencia la necesidad urgente de explorar nuevas alternativas que contribuyan tanto a la sostenibilidad ambiental como al aprovechamiento económico de este subproducto (Ribeiro et al., 2022).

Diversos estudios han explorado el uso del orujo de *Vitis vinifera* en la obtención de productos de valor agregado, tales como compuestos bioactivos, biocombustibles y alimentos funcionales (Abreu et al., 2024). Investigaciones previas en diferentes regiones vitivinícolas han mostrado que el orujo puede ser utilizado para producir harinas, que, por sus propiedades nutricionales, pueden ser incorporadas en la industria alimentaria o como ingredientes para productos de panadería y pastelería (García-Lomillo & González-San José, 2017). Sin embargo, la conversión de orujo en harina en el contexto de la región de Tacna no ha sido ampliamente estudiada, ni se ha evaluado el potencial de las variedades locales de *Vitis vinifera* para este propósito. La mayoría de las investigaciones previas se han centrado en otros usos del orujo, sin explorar profundamente su aplicación en la elaboración de harina como alternativa alimentaria o para el desarrollo de productos de valor agregado (Difonzo et al., 2021).

En este contexto, surge la necesidad de buscar alternativas sostenibles para aprovechar el orujo de *Vitis vinifera*, minimizando así el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna y, al mismo tiempo, generando productos que puedan ser de interés para la industria alimentaria y los consumidores. La elaboración de harina a partir del orujo de diferentes variedades de *Vitis vinifera* podría ser una solución prometedora en este sentido, ofreciendo un doble beneficio: la reducción de residuos y la obtención de un producto con potencial nutritivo y comercial (Gorostiza, 2023; Morón et al., 2022).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 El problema principal

¿La elaboración de harina a base de orujo de dos variedades *de Vitis vinifera* permite minimizar el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna?

1.2.2 Problemas secundarios

¿Es viable comparar las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades *de Vitis vinifera* recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna?

¿Cómo se compara el impacto ambiental provocado por la industria vitivinícola al descartar directamente el orujo de dos variedades *de Vitis vinifera* con el de procesarlo para obtener harina?

¿Es económicamente factible la producción de harina obtenida del orujo de dos variedades *de Vitis vinifera* recolectada de la industria vitivinícola en Tacna?

1.3 Justificación en importancia de la investigación

1.3.1 Justificación social

La diversificación de la industria y la aparición de nuevos nichos de mercado pueden proporcionar mayores oportunidades laborales para la población (Zamora, 2017). El proceso de convertir el orujo de *Vitis vinifera* en harina orgánica es un ámbito aún poco explorado que podría generar empleo en la región. Además, esta transformación ayudaría a disminuir los residuos de la industria vitivinícola, lo que se traduce en un ambiente más limpio y saludable, evitando la proliferación de vectores de enfermedades y la emanación de malos olores (Tirado, 2021).

1.3.2 Justificación económica

La introducción de nuevas líneas de producción suele tener un impacto positivo en la economía local. Para los productores vitivinícolas, reutilizar el orujo de *Vitis vinifera*, un subproducto de su actividad principal, podría significar una fuente adicional de ingresos, añadiendo valor a un residuo que, de otro modo, representaría un costo por su disposición (Guzmán et al., 2018).

1.3.3 Justificación técnica

Tacna, siendo una región vitivinícola, genera grandes cantidades de orujo de *Vitis vinifera*. Reutilizar este residuo para producir harina no solo atiende un problema ambiental, sino que también incorpora principios de economía circular, asegurando que los recursos se empleen de manera sostenible y eficiente (Jofré et al., 2019).

1.3.4 Justificación ambiental

La industria vitivinícola tiene impactos ambientales asociados a sus residuos, siendo el orujo uno de los más significativos (Gancedo, 2018). Aprovechar este residuo para producir harina orgánica no solo representa una solución ecológica, sino que también introduce un producto con potencial nutricional en el mercado (Melero y Michel, 2020). Esto contribuye a una gestión sostenible de los recursos y evita problemas ambientales como la contaminación del suelo y del aire.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Elaborar harina a partir de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* con el propósito de reducir el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna.

1.4.2 Objetivos específicos

Comparar las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna.

Valorar y comparar el impacto ambiental provocado por la industria vitivinícola en Tacna al desechar directamente el orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* contra el de procesarlo para obtener harina.

Realizar un análisis de factibilidad económica para la producción de harina de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

- Si se elabora harina a partir de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* entonces se minimiza el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna.

1.5.2 Hipótesis específicas

- La obtención de harina a partir de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* seleccionadas en Tacna es viable y de calidad aceptable para su uso.
- El proceso de transformación de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* en harina tiene un menor impacto ambiental en comparación con su disposición directa, promoviendo prácticas más sostenibles en la industria vitivinícola de Tacna.
- La producción de harina de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna es factible económicamente.

1.6 Variables

1.6.1 Identificación de las variables

a. Variable independiente

X₁: Proceso de elaboración de harina

X₂: Tipo de orujo de *Vitis vinifera*

b. Variable dependiente

Y₁: Reducción del impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna

Y₂: Factibilidad económica de la elaboración de harina

1.6.2 Caracterización de las variables

X₁: Proceso de elaboración de harina

La harina de orujo de *Vitis vinifera* es un potencial alimento obtenido del prensado de las uvas durante la elaboración del vino. El orujo recibe un proceso de secado, deshidratado y molienda, bajo condiciones específicas para preservar sus componentes (Centro de Nutrición Molecular y Enfermedades Crónicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile [CNMEC], 2014).

X₂: Tipo de orujo de *Vitis vinifera*

Los tipos de orujo de *Vitis vinifera* obtenidos a partir de distintas variedades de uva poseen distintas propiedades alimenticias y funcionales (Castro et al., 2014).

Y₁: Reducción del impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna

La industria vitivinícola es una de las industrias tacneñas más atractivas económica y socialmente, sin embargo, genera también un considerable impacto ambiental debido a la liberación de gases de efecto invernadero producidos durante la fermentación del vino, así como la generación de residuos sólidos en todas sus etapas productivas (Delgado, 2019).

Y2: Factibilidad económica de la elaboración de harina

En el ámbito empresarial, la factibilidad económica se refiere a la capacidad de un proyecto o negocio para desarrollarse y mantener su rentabilidad a largo plazo. De manera simple, puede entenderse como la posibilidad de que un proyecto se ejecute y perdure en el tiempo. Para ello, es fundamental considerar los recursos necesarios, los disponibles y la capacidad de adquisición de los mismos (Simisterra et al., 2018).

1.6.3 Definición operacional de las variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos y técnicas	Escala de medición
Variables independientes	- Dos variedades de <i>Vitis Vinifera</i> : Variedad 1 y Variedad 2	- Características específicas de cada variedad.	- Análisis fisicoquímico de las dos variedades de orujo de <i>Vitis vinifera</i> mediante análisis de laboratorio.	- Escala numérica para medir sus componentes.
X ₁ : Tipo de orujo de <i>Vitis vinifera</i>				
Variable dependiente				
Y ₁ : Reducción del impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna	- Utilización de harina de orujo de <i>Vitis vinifera</i> en la industria.	- Disminución de indicadores de impacto ambiental.	- Evaluación de impacto ambiental a través de la metodología de Conesa (2000).	- Escala cualitativa para evaluar el grado de reducción.
Y ₂ : Factibilidad económica de la elaboración de Harina	- Análisis económico de la elaboración de harina	- VAN - TIR	- Utilización de fórmulas de cálculo del VAN. - Utilización de fórmulas de cálculo del TIR.	- Escala numérica positiva o negativa. - Comparación con tasas de descuento y costo de capital.

1.7 Limitaciones de la investigación

La presente investigación presentó limitaciones referentes a la representatividad del orujo analizado, el cual se circunscribió a la disponibilidad y condiciones de recolección durante la campaña de vendimia 2024 en Tacna, dentro del ámbito operativo evaluado (CEA La Agronómica).

En cuanto a la evaluación del impacto ambiental, se realizó mediante la metodología de Conesa, basada en una valoración ordinal por asignación de atributos.

La factibilidad económica se sustentó mediante supuestos de ingeniería y cotizaciones referenciales en un flujo de caja proyectado a 10 años, considerando supuestos de precio, utilización de capacidad, crecimiento y estructura de costos, sin incorporar un estudio de mercado formal.

En consecuencia, los indicadores financieros (VAN y TIR) deben leerse como estimaciones condicionadas a los supuestos del escenario base y al análisis de sensibilidad aplicado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes internacionales

De La Cruz-Azabache et al. (2023) en su investigación denominada: “Chemical composition and bioactive compounds of the peel and seed of grapes Quebranta (*Vitis vinifera L.*) obtained in the pre-fermentation stage of the elaboration of Pisco” estimaron que la cáscara de uva de variedad Quebranta a 30 RPM resultante de la elaboración de pisco tuvo una humedad del 11,26 %, proteínas en un 11,23 %, aceites y grasas en un 4,48 %, fibra cruda en 10,61 %, ceniza en un 6,12 % y elementos no nitrogenados en un 56,30 %. Por otro lado, tras analizar las semillas de esta misma variedad, tuvieron una humedad del 11,39 %, proteínas en un 7,34 %, aceites y grasas en un 9,12 %, fibra cruda en 40,67 %, ceniza en un 1,89 % y elementos no nitrogenados en un 29,59 %.

Salinas (2013) en su estudio titulado: “Estudio de los parámetros de elaboración de harina de bagazo de uva para la obtención de un producto con propiedades funcionales” estimó que la harina del bagazo de la uva “tinta” registró: 195,3 kcal/100 g, un 19,9 % de elementos no nitrogenados, una humedad del 4,9 %, 11 % de proteínas, lípidos en un 7,9 %, un 14,1 % de cenizas, fibra en un 42,2 %, con un rendimiento del 75 % empleando un tamiz de 500 μm . Por otro lado, la uva “blanca” registró: 280,6 kcal/100 g, elementos no nitrogenados en un 56,1 %, una humedad del 5,3 %, proteínas en un 6,4 %, un 3,4 % de lípidos, cenizas en un 4,6 %, una fibra del 24,2 %, con un rendimiento del 86 % empleando un tamiz de 500 μm .

Castro et al., (2014) en su investigación denominada: “Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera L.*), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil” determinaron que la harina proveniente del orujo de uva “Benitaka” reportó un 3,33 % de humedad, 4,65 g/100 g de ceniza, 8,16 g/100 g de lípidos totales, 8,49 g/100 g de proteínas, 29,2 g/100 g de carbohidratos, 46,17 g/100 g de fibra dietaria, 224 kcal/100 g y tuvo un rendimiento del 32 % para partículas comprendidas entre los 0,42 y 0,60 mm.

Barón (2024) en su investigación titulada: “Generación de harina microbiana a partir de orujo de uva como fuente de carbono” determinó que la harina obtenida a partir del orujo de uva de variedad Nebbiolo tuvo un contenido de fenoles totales de 23,79 mg/g de materia seca (m.s.) de orujo, una cantidad de flavonoides de 13,78 mg/g de m.s. de orujo, una concentración de lípidos de 92 mg/g de m.s. de orujo pasadas 48 h y una cantidad de carbohidratos de 200 mg/g de m.s. de orujo.

Melero y Michel (2020) en su investigación denominada: “Harina de semilla de uva, análisis del perfil nutricional y su aplicación en la elaboración de muffins” estimaron que la harina de semilla de uva obtenida a partir de la mezcla de las variedades Malbec, Merlot y Ancellota estuvo compuesta por 443,2 kcal/100g, 58,7 g/100g de hidratos de carbono, 10,9 g/100g de proteínas, 18,31 g/100g de grasas, 27,4 g/100g de fibra bruta y 1,89 g/100g de polifenoles.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Barco & Miranda (2022) en su investigación denominada: “Torta desgrasada de semillas de tres variedades de uva (*Vitis vinifera*), como fuente de antioxidantes fenólicos” determinaron que la harina de semilla de uva de variedad Negra Criolla tuvo una humedad del 8,13 %, una cantidad de ceniza de 1,51 %, un contenido de grasas de

11,24 %, una cantidad de proteínas de 10,60 % y un contenido de fibra de 45,43 %. En cuanto a la variedad Italia, esta obtuvo una humedad del 8,13 %, una cantidad de ceniza de 2,27 %, un contenido de grasas de 14,99 %, una cantidad de proteínas de 11,65 % y un contenido de fibra de 40,58 %.

Cumpa (2023) en su investigación denominada: “Determinación de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante y antimicrobiana y composición proximal de residuos de la agroindustria peruana” determinó que el orujo de uva de variedad Quebranta tuvo 4,36 % de p/p base seca de proteínas, 3,67 % de p/p base seca de grasa cruda, 9,33 % de p/p base seca de fibra cruda, 2,42 % de p/p base seca de ceniza y 80,22 % de p/p base seca de carbohidratos.

Melgarejo (2018) en su investigación denominada: “Uso de residuos sólidos de la industrialización del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) para la extracción de compuestos fenólicos” determinó que la alternativa de aprovechamiento y/o disposición de residuos sólidos generados en la industria del camu-camu más idónea ambiental y económicamente es la de extraer compuestos fenólicos de estos, por encima de su uso para la alimentación de animales y la disposición en relleno sanitario, obteniendo una ganancia aproximada por tonelada de residuo de S/. 72 700,00.

Espinoza (2024) en su investigación denominada: “Análisis químico proximal y micronutrientes de los hollejos, residuos de la producción de pisco” estimó que el orujo de uva de variedad Italia tras la obtención de pisco tuvo 5,16 % de humedad, 2,90 g/100 g de ceniza, 10,30 g/100 g de proteína y 3,27 g/100 g de grasa. Por otro lado, el hollejo de uva de variedad Quebranta tuvo 4,27 % de humedad, 2,85 g/100 g de ceniza, 13,8 g/100 g de proteína y 3,54 g/100 g de grasa. Mientras que la variedad Moscatel tuvo

9,25 % de humedad, 2,80 g/100 g de ceniza, 14,21 g/100 g de proteína y 4,20 g/100 g de grasa.

2.1.3 Antecedentes locales

Machaca (2018) en su investigación titulada: “Producción de agregado reciclado para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017”, determinó que antes de la medida de mitigación aplicada para minimizar los impactos ambientales, la categorización según la metodología de Conesa (2009) indicaba que tres impactos eran irrelevantes, ocho impactos eran moderados y dos impactos eran severos. Sin embargo, luego de la aplicación de estrategias de mitigación ambiental, ochos impactos serían irrelevantes y cinco moderados.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Harina de orujo de vid (*Vitis vinifera*)

2.2.1.1 Definición

La harina de orujo de uva es un alimento derivado del orujo obtenido del prensado de las uvas durante la elaboración del vino. El orujo recibe un proceso de secado, deshidratado y molienda, bajo condiciones específicas para preservar sus componentes (CNMEC, 2014).

2.2.1.2 Ventajas y desventajas frente a la harina de trigo

La gran ventaja que posee la harina de orujo de uva respecto a la harina de trigo es el incremento del valor nutritivo de los alimentos, pero adicionalmente, la adición de sabor, color y textura, las cuales deben también considerarse. La harina proveniente del orujo de *Vitis vinifera* puede emplearse para muchos subproductos, siendo algunos de los

más renombrados, los productos de pastelería y/o panadería como panes, muffins, galletas, pastas, reemplazando de manera parcial o total a la harina de trigo. Asimismo, su composición permite que puedan ser agregados en yogures, licuados o ser usados como aditivos para preparar alimentos lácteos, cárnicos, etc. (Gorostiza, 2023).

2.2.1.3 Características de la harina de orujo de vid

La harina de orujo de vid, independientemente de la variedad, posee un alto contenido de antocianina, fibra dietaria, proteínas, fósforo, nitrógeno, sulfuros, potasio, zinc, magnesio, cobre, manganeso, calcio y hierro (Datsch *et al.*, 2016; De La Cruz *et al.*, 2022).

Se ha encontrado que la harina de orujo de uva es rica en polifenoles, antioxidantes naturales que también se encuentran en el vino (CNMEC, 2014). En el hollejo de la uva se encuentran compuestos como los ácidos fenólicos y el resveratrol, siendo este último un agente “hipolipemiente”, “antiinflamatorio”, “antiagregante plaquetario”, y otros estudios han identificado propiedades “antitumorales” (Salinas, 2013).

2.2.2 Vid (*Vitis vinifera*)

2.2.2.1 Descripción botánica y características

La vid (*Vitis vinifera*) es un arbusto que posee sarmentos y es trepador, por lo que suele fijarse a tutores naturales o artificiales a través de órganos denominados zarcillos. Es perteneciente a la familia Vitaceae, que se distribuye principalmente en una zonificación tropical o subtropical. Dentro de los más representativos géneros de la vid, se conocen 19, de los cuales, el género *Vitis* es el más trascendente, por ser la única especie que posee cualidades para la producción vitivinícola (Moreno, 2011).

El fruto de la vid es la uva y está compuesto por cuatro elementos:

- Pedicelo, el cual soporta el grano y sirve como canal de alimentación, por lo que es conformado por taninos (Cotacallapa, 2017).
- Hollejo, también llamada piel, es el recubrimiento que se adelgaza y ablanda a medida que madura. La piel aporta una elevada dosis de taninos y otras sustancias como celulosa, ácidos, compuestos aromáticos y demás. Otra de las sustancia que contiene el hollejo es la pruina, un residuo que se adhiere a la piel del grano de uva a manera de “polvillo” con una tonalidad clara y que es primordial para elaborar vino, ya que contiene levaduras que iniciarán la fermentación de forma instantánea del vino (Cotacallapa, 2017).
- Pepas, también se le conoce con el nombre de semillas y son muy ricas en taninos y aceites secantes. Usualmente cada grano posee cuatro pepitas, aunque solo dos de estas se encuentran completamente desarrolladas (Cotacallapa, 2017).
- Pulpa, es la parte más blanda, incolora y jugosa que posee el fruto, ocupando toda la parte interior del grano, encontrándose conformado por agua en un 80 %, Es rico es minerales, azúcares, ácido tartárico y málico pero no posee taninos (Cotacallapa, 2017).

2.2.2.2 Propiedades alimenticias y funcionales

Según Chávez (2019), la uva se caracteriza por poseer compuestos polifenólicos, los cuales se subdividen en dos grandes grupos: los compuestos fenólicos flavonoideos (incorporadas en tres grupos: antocianos, flavonoles y flavan-3-oles) y los compuestos fenólicos no flavonoideos (en los que se encuentran: ácidos fenólicos, ácidos benzoicos y ácidos cinámicos).

2.2.2.3 Producción de vid en el Perú

Según Almanza (2020), las zonas de producción de uva en el Perú se encuentran situadas en:

- La costa sur (Ica, Lima, Arequipa, Moquegua y Tacna); cosechando durante los meses de noviembre y marzo.
- La costa norte (La Libertad, Lambayeque y Piura), cosechando durante todo el año, lo que representa una ventaja que le permite abastecer la demanda de este cultivo a nivel mundial en el periodo de baja producción que se da desde diciembre hasta febrero, época en la cual los principales mercados mundiales carecen de este producto.

Según estudios de Silva (2018), Ica es el productor líder del país con 169,042 t representando el 59 % del total y es seguido de Piura, con 125, 616 t, que representa el 27 %. Continuando con la lista, Lambayeque produce un 6 %, Arequipa, un 3 %, mientras que La Libertad, Moquegua, Tacna y demás regiones, el 1 %.

En la región de Tacna, la vid es uno de los cultivos de mayor relevancia económica y social, gracias a la constante participación de los productores en los distintos distritos sobresaliendo Pachía, Calientes, Calana, Pocollay y Miculla, por lo cual, la vid representa una gran fuente de trabajo, permitiendo actividades que derivan de ella como la elaboración de vinos y piscos (Mamani, 2017).

2.2.3 Industria vitivinícola

2.2.3.1 Descripción y procesos industriales

Durante el año 2022, en el mundo se produjo aproximadamente 71 millones de toneladas de uvas, de las cuales, alrededor de 31 millones se destinaron a la producción de uvas de mesa (44 %); seis millones, a la producción de pasas (8 %). El resto, que representó al 48 %, fue destinado a la elaboración del vino (OIV, 2022).

2.2.3.2 Impacto ambiental

Según el estudio realizado por Piña (2016), la producción de una botella de vino de las marcas más comerciales del vecino país de Chile puede llegar a costar 0,03 ecopuntos, que es una medida usual en términos ambientales. De esta valoración, el 42 % proviene de cultivar a la vid, un 29 % es proveniente del embotellado, un 18 % es explicado por su distribución y tan solo un 11 % se debe a su producción.

Asimismo, concluyó que las categorías más impactadas fueron el cambio climático y el uso de agua con un 51 y 23 %, respectivamente. Se conoce que las industrias del vino generan grandes volúmenes de residuos sobre todo durante el periodo de vendimia debido a su condicionamiento por estación, lo cual representa una importante fuente de contaminación ambiental del suelo, napas freáticas y emisiones atmosféricas (Macaya y Ponce, 2018). La mayoría de los residuos generados en una bodega son residuos orgánicos (80 al 85 %), compuestos principalmente por los raspones (12 %), orujos (62 %), las lías (14 %) y los lodos (12 %). Los orujos son generados cuando se lleva a cabo el prensado de uva y se encuentran integrados por sus semillas y piel; las lías aparecen en el proceso de clarificación tras la fermentación de la bebida y se conforman por sedimentos primigeniamente de restos de levaduras, entre otros sólidos; los raspones

son principalmente hojas y ramas de la vid, en tanto, los lodos derivan del tratamiento del agua residual (Uriel, 2019).

En el caso de las aguas de residuo de la actividad vitivinícola, lo más perjudicial e impactante para el ambiente se vincula con la elevada carga de material orgánico que posee, así como su pH excesivamente ácido, de tal forma que puede alterar la calidad del suelo (Macaya y Ponce, 2018).

2.2.3.3 Usos actuales del orujo de *Vitis vinifera*

La industria vitivinícola genera grandes cantidades de orujo de *Vitis vinifera*. Tradicionalmente, el orujo de vid se ha utilizado para obtener alcohol vínico, colorantes alimentarios y aceite de semilla de uva. Recientemente, la investigación se ha centrado en el origen de otros productos de valor añadido, como extractos de compuestos bioactivos, principalmente fenoles, recuperación de ácido tartárico (Becerra, 2022) y elaboración de harinas (Contreras, 2022). Las funciones más comunes asociadas con los productos de orujo de vino son su uso como antioxidantes (López et al., 2022), seguido de su uso como agentes fortificantes, colorantes y antimicrobianos. Estos productos se han aplicado principalmente a la elaboración de productos cárnicos y pesqueros y, en menor medida, a productos de cereales (García y González, 2017).

2.2.4 Potencial del orujo de *Vitis vinifera* en la elaboración de harina

2.2.4.1 Estudios previos y evidencia científica

Las investigaciones y estadísticas recientes sobre el mercado de la salud del consumidor, incluida la categoría de suplementos dietéticos, se revisan a la luz del potencial de orujo de uva como suplemento dietético. Según Euromonitor International Consulting, el tamaño del mercado es de S/. 3 600,5 millones, mientras que el consumo per cápita es de S/. 111,9. Según el estudio, se estimó que el tamaño del mercado debió

haber llegado a S/. 4 289,4 millones en el año 2021. El crecimiento en este mercado se explica por el mejor posicionamiento de los productos de salud en el canal minorista desde 2015. Por otro lado, según Euromonitor International, también ha aumentado el número de centros de acondicionamiento físico y servicios de nutrición. Este cambio, según los consultores, se debe a un mayor enfoque en estilos de vida más saludables, lo que también ha tenido un impacto positivo en la categoría de complementos nutricionales (Znyk et al., 2022). En declaraciones al diario Gestión que tiene como gerente general a Vitagel, se esperó que en 2020 el mercado de complementos nutricionales crezca un 20 % respecto al año 2019. Según un estudio Insight SEO realizado en el 2020 por Impulso PR y Marketing de Influencia para Vitagel, se determinó que el 54 % de la población limeña compra regularmente suplementos nutricionales (Contreras, 2022).

2.2.4.2 Rendimiento de orujo de *Vitis vinifera* en la elaboración de harina

En la investigación de Salinas (2013), se determinaron los rendimientos del tamizado de la harina de bagazo de uva tinta y blanca para los tamaños de partícula menores a 500 μm , menores a 300 μm y desde 300 a 500 μm , dando como resultado que el tamaño ideal es el menor a 500 μm para ambas harinas de bagazo de uva debido a que tras el tamizado tuvieron un mayor rendimiento de producto obtenido (75 y 86 %), así como mayores niveles de fibra dietaria y antioxidantes.

2.2.4.3 Beneficios ambientales y alimenticios

Cada año, la industria alimentaria y enológica genera una gran cantidad de residuos o subproductos de diversas fuentes en todo el mundo (Ferrer-Gallego & Silva, 2022). Los residuos o subproductos de los alimentos y bebidas son una excelente fuente de nutrientes que son biológicamente activos, de naturaleza funcional y contienen muchos

componentes beneficiosos para la salud humana. Los residuos o subproductos de alimentos y bebidas que se convierten en ingredientes funcionales en ciertas comidas es una tendencia saludable en la industria alimentaria (Bhat, 2021). La gestión de residuos es una de las partes más importantes de la industria alimentaria y enológica (Malindretos et al., 2016). La abundancia de subproductos baratos proporciona los beneficios económicos y ambientales de sus componentes potencialmente valiosos. Reciclar los subproductos en productos saludables genera beneficios económicos para los puestos de trabajo, las partes interesadas y el país (Colchado, 2019).

2.2.5 Desafíos y oportunidades en la producción de harina de orujo de *Vitis vinifera*

2.2.5.1 Barreras para la adopción de harina de orujo de *Vitis vinifera*

Según Contreras (2022), el alfrecho, también conocido como salvado de trigo, se ha encontrado entre los productos alternativos de la harina de orujo de *Vitis vinifera*. En particular, el salvado de trigo, un subproducto de la molienda del grano, se incluye en la dieta por su alto contenido en fibra. La harina de orujo de *Vitis vinifera* compite con otras harinas que aumentan o mejoran el perfil nutricional de las harinas tradicionales. Otras alternativas incluyen camote, tapioca, plátano, linaza y maca en polvo, etc. Las harinas a base de frutos secos como las almendras, los cacahuets y las nueces también tienen propiedades antioxidantes como el orujo de *Vitis vinifera*, pero son más caras y se utilizan para producir productos de alto valor añadido (Polmann et al., 2023).

2.2.5.2 Tendencias y avances recientes en la investigación

El orujo de *Vitis vinifera* es un residuo biodegradable de alta calidad de la industria vitivinícola. Se compone de semilla de uva, piel y tallos, y está bendecida con cantidades sustanciales de fenoles, flavonoides y antocianinas con alto potencial antioxidante (Sirohi et al., 2020). Actualmente, hay un gran énfasis en el aislamiento de moléculas bioactivas

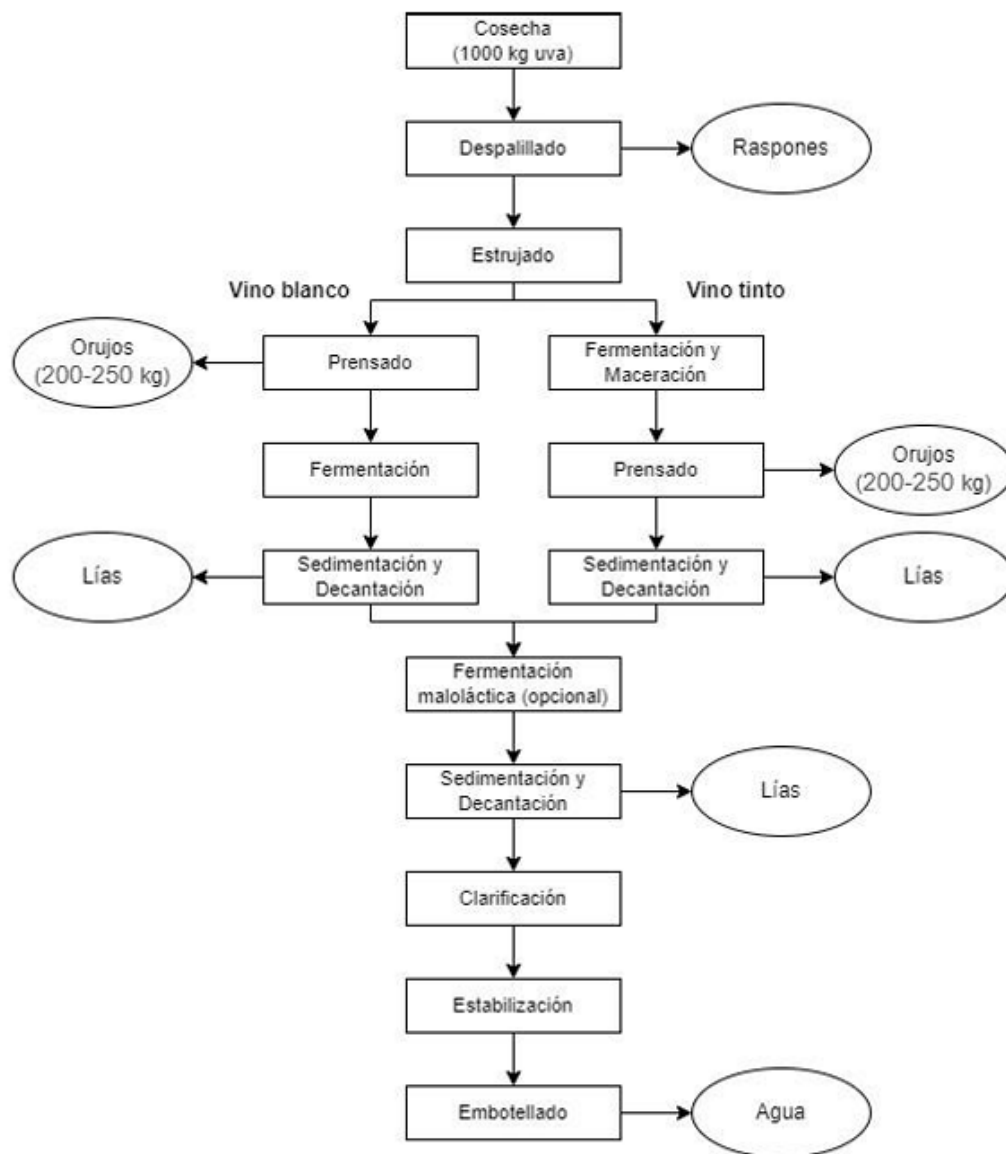
de orujo de *Vitis vinifera* utilizando tecnologías verdes como microondas, ultrasonido, fluidos supercríticos, descarga de alto voltaje, métodos enzimáticos y otras técnicas híbridas (More et al., 2022). Las principales aplicaciones de estos bioactivos se contemplan como nutraceuticos y prolongación de la vida útil de alimentos perecederos (Falguera et al., 2011). Alternativamente, la forma cruda de los residuos de orujo de *Vitis vinifera* se puede utilizar para la producción de energía, biofertilizantes, biocarbón, biopolímeros, compuestos, alimentos para rumiantes y también para el cultivo de hongos a través del procesamiento microbiano (Sirohi et al., 2020).

2.2.5.3 Impacto socioeconómico y sostenibilidad

Según Gorostiza (2023), la cantidad de orujo de uva que se obtiene de una cosecha destinada a la producción de vino es de la cuarta parte como se observa en la Figura 1. Teniendo en cuenta la considerable cantidad de uva que se destina a la elaboración de vino, la sostenibilidad de la elaboración de harina proveniente de esta materia prima estaría asegurada.

Figura 1

Diagrama de flujo de elaboración de vino



Nota. Extraído de “Valorización de residuos de la vinificación: Semillas de uva como fuente de productos de interés para la industria alimentaria” (p. 5), por A. Gorostiza, 2023, Trabajo de Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad del País Vasco.

2.3 Definición de términos

2.3.1 Vid (*Vitis vinifera*)

La uva de mesa, llamada uva da tavola en italiano, fruto de la vid, forma parte de la especie *Vitis vinifera*, de la familia Vitaceae, las cuales son usualmente consumidas de forma directa. Las uvas presentan variedades que poseen y carecen de semillas, que son de granos grandes y pequeñas y, que son de tonalidad roja, blanca y negra (Ponte y Torres, 2022).

2.3.2 Orujo de uva (*Vitis vinifera*)

Es un subproducto originado tras la elaboración de vino y está compuesto por semillas, hollejos y tallos de la uva. Generalmente es descartado, aunque en algunos lugares es reutilizado como forraje para el ganado (L. García et al., 2010).

2.3.3 Harina

La harina, al margen de su origen, es un alimento que aporta una gran fuente de carbohidratos, especialmente en forma de almidón, carece de agua, empero, cuenta con proteínas, lípidos, minerales, vitaminas, fibra (Requena, 2013).

2.3.4 Análisis proximales

Los análisis proximales se definen como el cálculo del nivel de los primordiales elementos que constituyen un alimento, como lo es la humedad, el contenido proteico, la grasa, el contenido de cenizas, la fibra y los carbohidratos (Iturbe y Sandoval, 2011).

2.3.5 Rendimiento de obtención de harina

El rendimiento es calculable al multiplicar por el 100 % al contenido de harina obtenidas tras el procesamiento de la materia prima y dividirlo sobre el peso inicial de la materia prima (Lavado et al., 2012).

2.3.6 Impacto ambiental

Un impacto ambiental es una consecuencia atribuible de forma parcial o total a una actividad, proyecto u obra que ha producido cierta alteración positiva o negativa en el medio o alguno de sus componentes ambientales (Conesa, 2009).

2.3.7 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un criterio clave en la evaluación de proyectos de inversión y financiamiento, ya que indica el crecimiento relativo del capital por período (Pasqual, 2007).

Se define como la tasa de descuento que equilibra el valor presente de los ingresos y egresos del proyecto, haciendo que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero. Su propósito es mostrar el rendimiento de los fondos invertidos mediante un único porcentaje que resume las características y beneficios del proyecto (Roberto, 2014).

Dado que no depende de las condiciones del mercado financiero, se considera una medida interna del proyecto, reflejando exclusivamente el rendimiento generado por sus flujos de efectivo (Roberto, 2014).

2.3.8 Valor Actual Neto (VAN)

El VAN evalúa la viabilidad de un proyecto en términos absolutos, determinando el incremento total del capital generado por su implementación (Pasqual, 2007).

El Valor Actual Neto (VAN) es el método más reconocido para analizar proyectos de inversión a largo plazo. Permite evaluar si una inversión contribuye al objetivo financiero fundamental de maximizar el capital invertido (Simisterra et al., 2018).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El tipo de estudio que se llevó a cabo en la investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo, debido a que se sustentó en la medición objetiva de variables y en el análisis estadístico de datos para contrastar diferencias y estimar indicadores de desempeño del proceso. En particular, se cuantificaron parámetros tecnológicos (rendimiento y humedad), composicionales (análisis proximal), ambientales (importancia de impactos mediante la metodología de Conesa) y económicos (VAN, TIR, periodo de recuperación, punto de equilibrio y sensibilidad), lo que permitió comparar de forma numérica el escenario de disposición directa del orujo frente al escenario de valorización como harina.

3.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación fue aplicativo, debido a que se orientó a proponer y evaluar una solución concreta de gestión y valorización de un residuo agroindustrial local. En particular, se aplicaron procedimientos de transformación del orujo a harina y se integraron evidencias de caracterización, valoración ambiental y evaluación económica para sustentar su utilidad como alternativa de reducción de impactos en la industria vitivinícola de Tacna.

3.3 Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue cuasiexperimental y comparativo. Fue cuasiexperimental porque se ejecutó una intervención tecnológica (secado, molienda y tamizado) para obtener harina a partir de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* (Italia y Negra Criolla) y se evaluaron los resultados del proceso mediante mediciones en condiciones controladas con grupos intactos. Asimismo, incorporó un diseño

comparativo porque se contrastaron escenarios para estimar cambios en el desempeño ambiental y económico asociados a la valorización del residuo. El diseño comprendió dos componentes:

a) Diseño experimental para la obtención y caracterización de materia prima y producto: Se aplicó la prueba de comparación entre grupos t de Student para muestras independientes ($\alpha = 0,05$) (variedad Italia versus Negra Criolla) para las variables de rendimiento, humedad y composición proximal de las harinas, asumiendo el cumplimiento de los supuestos de estadística paramétrica. Se trabajó con tres repeticiones por variedad ($n = 3$).

b) Diseño comparativo para la valoración ambiental y la factibilidad económica: En el componente ambiental se compararon dos escenarios, “Antes” (disposición directa del orujo) y “Después” (recolección, recepción bajo cubierta, secado, molienda/tamizado, envasado, limpieza y manejo de mermas), aplicando la metodología de Conesa (2009) para estimar la importancia de impactos por actividad y por factor afectado. En el componente económico se estructuró el flujo de caja del proyecto para un horizonte de evaluación definido en la investigación, estimándose inversión, costos e ingresos y calculándose indicadores de rentabilidad (VAN, TIR y periodo de recuperación), además del punto de equilibrio y un análisis de sensibilidad frente a variaciones de precio, volumen y costos.

3.4 Materiales e instrumentos

Para las operaciones unitarias y el acondicionamiento de muestras se utilizaron los siguientes equipos principales:

- Cámara de secado con convección forzada marca BINDER Serie ED 115, Alemania.

- Analizador de humedad marca AND modelo MS-70, USA.
- Picadora de alimentos marca Moulinex modelo D56, Francia.
- Minipimer para alimentos marca Black y Decker modelo SB400, USA.
- Dos tamices con mallas de 500 μm y 300 μm según norma ASTM E11 marca Endecotts Limited, Inglaterra.
- Incubadora general marca LabTech modelo LIB-080M, Corea.
- Refrigerador marca Fensa modelo Not Frost Advantage 7200, Chile.

Adicionalmente, se emplearon insumos de rutina para manipulación y conservación (bolsas de polietileno de baja densidad, bandejas, papel aluminio, etiquetas indelebles, guantes, mascarilla y recipientes limpios de almacenamiento), asegurando trazabilidad por código de muestra.

3.5 Población y muestra de estudio

3.5.1 Población

La población de estudio estuvo constituida por el total de orujo de *Vitis vinifera* generado por la actividad vitivinícola en la región Tacna. Este residuo se origina en bodegas y unidades productivas dedicadas a la elaboración de vino y derivados, donde el orujo se produce como subproducto del prensado.

3.5.2 Muestreo

La muestra correspondió a 15 kg de orujo de uva de variedad Italia y 15 kg de orujo de uva de variedad Negra Criolla, recolectados en el Centro Experimental Agrícola La Agronómica - UNJBG. Para asegurar representatividad dentro de cada variedad, el material recolectado se homogenizó y se aplicó el método de cuarteo para la segregación de muestras de residuos sólidos. Posteriormente, cada variedad se fraccionó en tres lotes

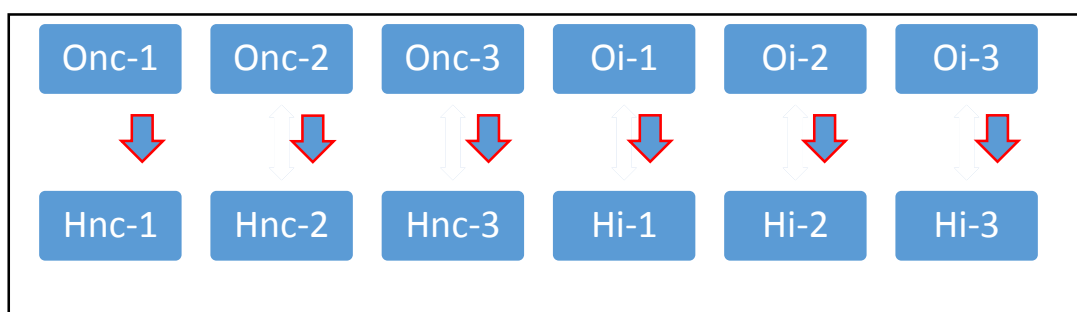
de 5 kg, obteniéndose un total de seis unidades experimentales (3 lotes Italia y 3 lotes Negra Criolla).

3.5.3 Unidades experimentales y codificación

Las unidades experimentales se organizaron por variedad y condición (orujo y harina), manteniendo un sistema de codificación para garantizar trazabilidad (Figura 2).

Figura 2

Etiquetado de las unidades experimentales



Nota. Cada letra que conformó la etiqueta se compone de: i) orujo con “O”, ii) harina con “H”, iii) variedad negra criolla con “nc” y iv) variedad Italia con “i”.

3.5.4 Procedimiento de recolección y manejo inicial del orujo

El orujo se recolectó inmediatamente después del prensado, evitando contaminación cruzada con otras fracciones o residuos externos. Se trasladó en contenedores limpios, se etiquetó y se registraron datos de control (variedad, fecha, lote y masa).

Con la finalidad de reducir cambios bioquímicos por actividad enzimática y microbiana antes del procesamiento, el orujo se conservó en congelación a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en bolsas de polietileno de baja densidad, minimizando exposición a luz y oxígeno.

3.5.5 Acondicionamiento del orujo para la obtención de harina

Antes del secado, el orujo congelado se acondicionó a temperatura ambiente controlada en cámara de ambientación a 25 °C hasta alcanzar un ablandamiento suficiente que permitió separar, extender y distribuir el material sin compactación.

Este acondicionamiento se realizó siguiendo el criterio metodológico descrito por Salinas (2013), manteniendo aproximadamente 3 horas como tiempo de referencia, o hasta observar consistencia manipulable y separación adecuada del material.

3.5.6 Secado del orujo

Para el secado, el orujo acondicionado se extendió en bandejas recubiertas con papel aluminio, formando una capa uniforme de aproximadamente 1,5 cm de espesor. Se evitó la aglomeración del material para favorecer la transferencia de calor y masa. Las bandejas se introdujeron en estufa con ventilación a 60 °C, con flujo de aire paralelo, por ser una condición que permite un secado eficiente sin deterioro excesivo de propiedades de interés reportadas para harinas de orujo (Salinas, 2013).

Durante el secado, el material se removió periódicamente para homogeneizar el proceso y prevenir zonas húmedas.

El criterio de finalización fue alcanzar una humedad menor al 8 % en base húmeda (equivalente aproximado a 8,7 % en base seca, según referencia de Salinas, 2013). La verificación se efectuó con analizador de humedad, realizando mediciones hasta confirmar que el material cumplía el umbral establecido.

3.5.7 Molienda y tamizado del orujo seco

Una vez seco, el material se sometió a molienda en etapas para obtener una granulometría lo más uniforme posible.

Primero se realizó una reducción de tamaño con picadora de alimentos, estandarizando (en cada lote) la cantidad procesada por operación y el tiempo de agitación para reducir variabilidad. Luego se realizó refinado mediante licuadora/minipimer según correspondió al comportamiento del material. Posteriormente, el producto molido se tamizó, utilizando como malla final 300 μm , de acuerdo con Salinas (2013), para estandarizar el tamaño de partícula de la harina. El material retenido se recirculó a molienda hasta completar el tamizado, registrándose el rendimiento de harina (masa final/masa inicial del lote).

3.5.8 Almacenamiento de harina y preparación para análisis

La harina obtenida se homogenizó por lote, se envasó en recipientes limpios y herméticos, se etiquetó y se almacenó en condiciones controladas (protegida de humedad ambiental, luz y calor) hasta su envío o análisis.

Para los análisis externos, las muestras se prepararon en cantidad suficiente, manteniendo la cadena de custodia y el rotulado para asegurar correspondencia entre códigos de muestra y resultados analíticos.

3.6 Técnica de análisis de datos

3.6.1 Análisis de las propiedades alimenticias del orujo de *Vitis vinifera*

Se determinó la fibra dietaria, materia grasa, proteínas, humedad, contenido de cenizas, y elementos no nitrogenados del orujo de *Vitis vinifera* de las dos variedades enviando las muestras para su análisis al Laboratorio de PROCEIN PERU S.A.C. de Arequipa.

a) Análisis de fibra cruda

En términos operativos, una porción representativa de la muestra se sometió a digestión ácida y posteriormente a digestión alcalina para remover componentes solubles;

el residuo insoluble se filtró y lavó, se secó a masa constante y finalmente se calcinó para descontar la fracción mineral (Ustero, 2022).

El contenido de fibra cruda se calculó gravimétricamente como la diferencia entre la masa del residuo seco y la masa del residuo tras la calcinación, expresándose en porcentaje respecto a la masa inicial analizada (Alburez, 2019).

b) Determinación de materia grasa

Se estimó empleando el método de extracción Soxhlet, el cual permite determinar el contenido de lípidos de muestras secas y húmedas (González et al., 2009).

El método es adecuado para productos con un bajo nivel de humedad, es decir, aquellos con mayor contenido de grasa libre. Se llevó a cabo con el método para determinación del contenido de grasa total descrito en la Norma Chilena NCh 1370/III - Of 77.

c) Determinación de proteínas

Se empleó el método Kjeldahl (AOAC Official Method 2001.11) para determinar el contenido de proteína cruda a partir de la cantidad de nitrógeno del producto (AOAC Official Method 2001.11 Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain and Oilseeds).

d) Determinación de cenizas totales

Se realizó mediante un método llamado mineralización seca o calcinación, que consistió en quemar la muestra en un horno de mufla y recolectar el residuo mineral (Cueva, 2022).

El peso resultante se estimó como el contenido de sales y minerales de la muestra. El análisis de cenizas totales se realizó mediante el método de determinación del contenido de cenizas según la Norma Chilena NCh 842 - Of 78.

e) Determinación de humedad

Este análisis se realizó utilizando el método descrito en la Norma Chilena NCh 841 - Af 78. Medición de la humedad.

f) Determinación de carbohidratos y energía

Para la determinación de los carbohidratos se calculó las diferencias con los valores obtenidos en análisis anteriores (grasa, proteína, humedad y ceniza). Los resultados de este análisis incluyen azúcares disponibles y fibra dietética; adicionalmente, se determinó la energía en kcal de acuerdo a fórmula (Salinas, 2013).

3.6.2 Comparación de nivel de impacto ambiental

Se valoró la importancia de los impactos ambientales asociados al manejo del orujo en la actividad vitivinícola de Tacna comparando dos escenarios: (i) “Antes”, disposición directa del orujo, y (ii) “Después”, aprovechamiento mediante producción de harina. La valoración se desarrolló aplicando la metodología de Conesa (2009), siguiendo tres etapas operativas:

a) Identificación de actividades y aspectos ambientales por escenario

Se definieron las actividades/procesos relevantes para cada escenario y se identificaron los aspectos ambientales asociados (derrames, generación de lixiviados, olores, emisiones, consumo energético, generación de residuos secundarios, entre otros), así como los factores del medio potencialmente afectados (suelo, agua, aire, población/entorno perceptual).

b) Identificación y descripción de impactos

Para cada actividad y aspecto se describió el impacto ambiental correspondiente, asegurando trazabilidad “acción - aspecto - impacto - factor afectado”. Cuando un mismo

impacto afectó más de un factor, se evaluó de forma independiente por factor (según práctica común en matrices de evaluación para aumentar precisión comparativa).

c) Valoración mediante atributos y cálculo de importancia

Se asignaron valores a los atributos: Naturaleza (N), Intensidad (IN), Extensión (EX), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR) y Recuperabilidad (MC). Con dichos valores se calculó la Importancia (IM).

Naturaleza (N). Este atributo hace referencia a la naturaleza del impacto.

- Si es beneficioso, se considera como positivo (con un valor de +1).
- Si es perjudicial, se considera como negativo (con un valor de -1).

Intensidad (IN). Este término se refiere al grado de incidencia sobre el componente ambiental en el ámbito específico en que se actúa.

- Si existe una destrucción total del componente en el área, la intensidad será Total (con un valor de 12).
- Si la destrucción es mínima o poco significativa, la intensidad será baja o mínima (con un valor de 1).
- Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias que incluyen: Media (con un valor de 2), Alta (con un valor de 4) y Muy alta (con un valor de 8).

Extensión (EX). Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. Se clasifica considerando:

- Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter “Puntual” (con un valor de 1).

- Si el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será “Total” (con un valor de 8).
- Las situaciones intermedias, según su graduación se considera “Parcial” o “Extenso” (con un valor de 2 y 4, respectivamente).
- En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crucial o crítico se considerará un impacto de ubicación “crítica” y se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería.

Momento (MO). Plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre desde la ejecución de la acción y el comienzo o aparición del efecto sobre el factor del medio considerado.

- Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será “inmediato” (con un valor de 4).
- Si es un período de tiempo que va de uno a tres años, el momento será “medio plazo” (con un valor de 2).
- Si el efecto tarda en manifestarse más de tres años, el momento será “largo plazo” (con un valor de 1).
- Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el plazo de manifestación del impacto, se le atribuirá cuatro unidades por encima de las especificadas.

Persistencia (PE). Se refiere al tiempo, que supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el componente afectado retornaría a las condiciones iniciales.

- Si la permanencia del efecto es mínima o nula, se considera “efímero o fugaz” (con un valor de 1).

- Si el efecto permanece sólo por un tiempo limitado, dura entre uno y diez años, haya finalizado o no la acción se considera “temporal o transitorio” (con un valor de 2).
- Si el efecto no cesa de manifestarse de manera continua, durante un tiempo ilimitado superior a los quince años, se considera como “permanente y constante” (con un valor de 4).

Reversabilidad (RV). Se refiere a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que deja de actuar sobre el medio.

- Si la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción tiene lugar durante menos de un año, se considera “corto plazo” (con un valor de 1).
- Si tiene lugar entre uno y diez años, se considera “medio plazo” (con un valor de 2).
- Si tiene lugar entre once y quince años, se considera el efecto “largo plazo” (con un valor de 3).
- Si es mayor a quince años, se considera “irreversible” (con un valor de 4).

Sinergia (SI). Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la esperada de la manifestación de efectos, cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

- Si no hay probabilidad de efecto multiplicador significativo o dicho efecto no es significativo, se considera “sin sinergismo o simple” (con un valor de 1).

- Si se presenta un sinergismo moderado, se considera “sinérgico” (con un valor de 2).
- Si se potencia la manifestación de manera ostensible, se considera “muy sinérgico” (con un valor de 4).

Acumulativo (AC)

- Atributo referido al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o se reitera la acción que lo genera.
- Cuando una acción se manifiesta sobre solo un componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, se considera acumulación “simple” (con un valor de 1).
- Cuando una acción al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto, se considera ocurrencia “acumulativa” (con un valor de 4).

Efecto (EF). Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, es decir, la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.

- El efecto puede ser “directo o primario”, si la repercusión de la acción es directa de ésta (con un valor de 4).
- En caso de que el efecto sea “indirecto o secundario”, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario (con un valor de 1).

Periodicidad (PR). Se refiere a la regularidad con que se manifiesta el efecto.

- Si el efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente, se considera “periódico” (con un valor de 1).

- Si el efecto se repite en el tiempo de una manera irregular e imprevisible sin cadencia alguna, se considera “irregular” (con un valor de 2).
- Constante en el tiempo, se considera “continuo” (con un valor de 4).

Recuperabilidad (MC). Se refiere a la reconstrucción, total o parcial del factor afectado, por la intervención humana.

- Si la recuperación es total, se considera “recuperable de manera inmediata” (con un valor de 1).
- Si es de uno a diez años, se considera “recuperable a medio plazo” (con un valor de 2).
- Si es a parcial, el efecto es “mitigable” (con un valor de 4).
- Si la alteración es imposible de reparar, el efecto es “irrecuperable” (con un valor de 8).

Importancia (IM). Finalmente, la importancia del impacto ambiental se calculará con la ecuación 1 indicada en la metodología de Conesa Fernández-Vitoria (2009).

$$IM = N * (3 * IN + 2 * EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \dots\dots\dots Ec. (1)$$

Valoración de impacto ambiental

- Los impactos con valores entre -13 hasta -25 se consideran bajos, compatibles o leves, con afectación mínima al ambiente o impactos no significativos. La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto o actividad en cuestión
- Los impactos con valores entre -26 hasta -50 se consideran moderados, con afectación al ambiente pero que pueden ser mitigados y/o recuperados. La

afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas, porque pueden ser mitigados y/o recuperados.

- Los impactos con valores entre -51 hasta -75 se consideran severos. Para ellos deberán plantearse medidas especiales para su manejo y monitoreo. La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado.
- Los impactos con valores entre -76 y -100 se consideran críticos, con destrucción total del ambiente. La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. No hay posibilidad de recuperación alguna.

3.6.3 Análisis de factibilidad económica

La factibilidad económica del aprovechamiento del orujo para producir harina se determinó construyendo el flujo de caja del proyecto e identificando costos e ingresos asociados al proceso (recolección/transporte, energía, mano de obra, mantenimiento, insumos, envasado, almacenamiento y disposición de mermas). Se estimó la inversión inicial (equipamiento y habilitación), así como los costos operativos anuales y los ingresos por venta del producto, conforme a los supuestos y el horizonte del proyecto establecidos en el estudio.

Con el flujo de caja se calcularon los indicadores:

- a) Valor Actual Neto (VAN)

Se calculó el VAN descontando los flujos netos de efectivo a una tasa definida en la investigación, aplicando el criterio de aceptación ($VAN > 0$) (Simisterra et al., 2018).

Según Simisterra et al. (2018), la fórmula del Valor Actual Neto se muestra en la ecuación 2.

$$VAN = -I \frac{FNE}{(1+i)^n} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- $-I$ = Inversión inicial.
- FNE = Flujos netos de efectivo.
- $(1 + i)^n$ = Tasa de descuento.

En la Tabla 1 se evidencia la forma en la que se debe interpretar el valor del VAN.

Tabla 1

Interpretación del VAN

Valor	Significado	Decisión
$VAN > 0$	La inversión generaría retornos superiores a la rentabilidad mínima requerida.	El proyecto se acepta
$VAN < 0$	La inversión generaría resultados negativos, quedando por debajo de la rentabilidad esperada.	El proyecto se rechaza
$VAN = 0$	La inversión alcanzaría un punto de equilibrio sin generar ni beneficios ni pérdidas.	Como el proyecto no genera un valor monetario superior a la rentabilidad requerida, la decisión debería apoyarse en otros criterios, como mejorar el posicionamiento en el mercado u otros aspectos estratégicos.

Nota. Recuperado de Milián (2012).

b) Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se estimó la TIR como la tasa que anula el VAN, interpretándola respecto a la tasa mínima aceptable del proyecto (Ross et al., 2010).

Según Ross et al. (2010), la fórmula para calcular la TIR se muestra en la ecuación 3.

$$TIR = i_1 \frac{[(i_2 - i_1)(VAN_1)]}{[ABS(VAN_2 - VAN_1)]} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

- i_1 = Tasa de interés con el VAN positivo.
- i_2 = La tasa de interés con el VAN negativo.
- VAN_1 = Valor actual neto positivo.
- VAN_2 = Valor actual neto negativo.
- ABS = Valor absoluto de los VAN, esto sin tener en cuenta el signo negativo.

En la Tabla 2 se muestra la forma en la que se debe interpretar el valor de la TIR.

Tabla 2

Interpretación de la TIR

Valor	Significado	Decisión
$TIR > 0$	La inversión generaría beneficios que superarían la tasa de rentabilidad mínima requerida.	El proyecto se acepta
$TIR < 0$	La inversión resultaría en rendimientos inferiores a la rentabilidad mínima esperada.	El proyecto se rechaza
$TIR = 0$	La inversión alcanzaría un punto de equilibrio, sin generar ni beneficios ni pérdidas.	Como el proyecto no genera un valor monetario superior a la rentabilidad requerida, la decisión debería fundamentarse en otros aspectos, como mejorar el posicionamiento en el mercado u otros factores estratégicos.

Nota. Recuperado de Milián (2012).

c) Periodo de recuperación (Payback)

Se determinó el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a partir de los flujos netos acumulados, con el fin de complementar la lectura de riesgo y retorno del proyecto.

3.6.4 Tratamiento de datos

Para el primer objetivo específico, los resultados se resumieron como media \pm desviación estándar (DE) por variedad y componente analizado. La estadística seleccionada fue la prueba t de Student ($\alpha = 0,05$) habiendo cumplidos los supuestos de normalidad (Shapiro Wilk), homocedasticidad (Levene) e independencia (Rachas), lo cual permitió establecer diferencias significativas estadísticas entre las propiedades alimenticias de la harina obtenida en cada variedad de orujo de *Vitis vinifera*.

Para el segundo objetivo específico, se consolidaron los siguientes cálculos agregados por escenario:

- ΣI : como suma de todos los impactos (positivos y negativos)
- $\Sigma |I|^-$: como suma de los valores absolutos de todos los impactos negativos
- $\Sigma |I|^+$: como suma de impactos positivos,
- $|I| \text{ máx}$: como el impacto con mayor valor

La reducción del impacto ambiental se expresó siguiendo los cálculos de la ecuación 4.

$$\text{Reducción (\%)} = [(\Sigma |I|^-_{\text{Antes}} - \Sigma |I|^-_{\text{Después}}) / \Sigma |I|^-_{\text{Antes}}] * 100 \quad \text{Ec. (4)}$$

La comparación “antes versus después” por factor se visualizó mediante un gráfico de barras de $\Sigma|I|$ -, lo que permitió evidenciar en qué componentes del ambiente se concentró la disminución del impacto.

Para el tercer objetivo específico, se construyó un flujo de caja libre (FCF) anual a 10 años, incorporando inversión inicial en el año 0, depreciación lineal a 10 años, impuesto aplicado con tasa de 29,5 % y recuperación del capital de trabajo al final del horizonte, todo esto siguiendo una secuencia estándar manteniendo consistencia interna entre ingresos, costos variables, costos fijos y depreciación. Con el FCF se estimaron los indicadores de rentabilidad del escenario base, donde el VAN se calculó descontando los flujos a una COK de 15 % mediante la ecuación 2 anteriormente mencionada; la TIR se determinó como la tasa que hace $VAN = 0$ según la ecuación 3; y el payback simple se obtuvo identificando el año en que el FCF acumulado no descontado cambia de negativo a positivo (y el payback descontado, cuando correspondió, con flujos descontados).

Para la presentación gráfica, el punto de equilibrio se plasmó mediante el esquema costo–volumen–utilidad a partir de CF, CVu y el margen de contribución unitario. Finalmente, la robustez del proyecto se evaluó mediante sensibilidad univariada y escenarios, recalculando VAN, TIR y payback ante variaciones controladas de precio, volumen, costos y CAPEX, y reportando únicamente los resultados comparables bajo los mismos criterios de decisión.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Comparación de las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna

Con respecto a las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* recolectadas en la industria vitivinícola de Tacna, se evaluaron el rendimiento de obtención y los componentes proximales (humedad, cenizas, proteínas, grasa cruda, fibra cruda, carbohidratos) junto con el valor energético. En la Tabla 3 se observa que el rendimiento promedio fue ligeramente mayor en la harina de orujo de *Vitis vinifera* variedad Italia ($11,20 \pm 1,08$ %) respecto a la variedad Negra Criolla ($10,20 \pm 0,70$ %). En cuanto a la humedad, ambas harinas presentaron valores bajos ($6,13 \pm 2,34$ % en Italia y $4,77 \pm 0,18$ % en Negra Criolla), con una tendencia a menor contenido de agua en la variedad Negra Criolla.

Para el componente mineral, la harina de Negra Criolla mostró un mayor porcentaje de cenizas ($14,08 \pm 4,96$ %) frente a Italia ($12,22 \pm 2,72$ %). En la fracción proteica y lipídica también se registraron mayores valores en Negra Criolla (proteínas: $14,43 \pm 0,54$ %; grasa cruda: $8,97 \pm 0,81$ %) en comparación con Italia (proteínas: $11,54 \pm 0,57$ %; grasa cruda: $5,36 \pm 1,17$ %). La fibra cruda fue comparable entre variedades, con una ligera mayor media en Negra Criolla ($12,43 \pm 0,30$ %) respecto a Italia ($11,52 \pm 1,14$ %). En contraste, la harina de variedad Italia presentó un mayor contenido de carbohidratos ($64,75 \pm 2,38$ %) que la de Negra Criolla ($57,75 \pm 4,35$ %). Coherentemente con el mayor aporte de grasa y proteínas, el valor energético medio fue superior en Negra Criolla ($369,44 \pm 22,47$ kcal) frente a Italia ($351,40 \pm 6,87$ kcal).

Tabla 3

Resultados del rendimiento y propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de Vitis vinífera (% en base seca)

Propiedades	Tipo	
	Variedad Italia	Variedad Negra Criolla
Rendimiento (%)	11,20 ± 1,08	10,20 ± 0,70
Humedad (%)	6,13 ± 2,34	4,77 ± 0,18
Cenizas (%)	12,22 ± 2,72	14,08 ± 4,96
Proteínas (%)	11,54 ± 0,57	14,43 ± 0,54
Grasa cruda (%)	5,36 ± 1,17	8,97 ± 0,81
Fibra cruda (%)	11,52 ± 1,14	12,43 ± 0,30
Carbohidratos (%)	64,75 ± 2,38	57,75 ± 4,35
Energía (kcal)	351,40 ± 6,87	369,44 ± 22,47

Nota. Valores expresados como media ± DE (n = 3). Carbohidratos calculados por diferencia.

La Tabla 4 muestra la comparación estadística mediante la prueba t de Student para cada propiedad. Se evidenció diferencia estadísticamente significativa entre variedades únicamente en proteínas ($t = -6,380$; $gl = 4$; $p = 0,003$) y grasa cruda ($t = -4,410$; $gl = 4$; $p = 0,011$), confirmando que la harina de orujo de Negra Criolla presentó mayores contenidos de estos componentes respecto a la variedad Italia. Para las demás variables, no se identificaron diferencias significativas ($p > 0,05$), incluyendo humedad ($p = 0,423$), cenizas ($p = 0,600$), fibra cruda ($p = 0,250$) y energía ($p = 0,254$).

No obstante, el rendimiento ($p = 0,055$) y los carbohidratos ($p = 0,070$) mostraron una tendencia a diferir entre variedades sin alcanzar el umbral de significancia adoptado, lo que sugiere un patrón consistente con las medias observadas (mayor rendimiento y carbohidratos en Italia), pero estadísticamente no concluyente bajo el tamaño muestral disponible y la variabilidad registrada.

Tabla 4*Prueba t de Student de las propiedades*

Propiedad	T	gl	p-valor
Rendimiento	2,690	4,000	0,055
Humedad	1,000	2,000	0,423
Cenizas	-0,570	4,000	0,600
Proteínas	-6,380	4,000	0,003
Grasa cruda	-4,410	4,000	0,011
Fibra cruda	-1,34	4,000	0,250
Carbohidratos	2,450	4,000	0,070
Energía	-1,33	4,000	0,254

En conjunto, los resultados indicaron que ambas harinas de orujo presentaron perfiles proximales comparables en humedad, cenizas, fibra y energía, mientras que la diferenciación más marcada entre variedades se concentró en la fracción de macronutrientes: Negra Criolla se caracterizó por mayor contenido de proteínas y grasa cruda, y la variedad Italia por mayor proporción de carbohidratos y una ligera ventaja en rendimiento de obtención, aunque estas dos propiedades no son del todo significativas ($p > 0,05$).

4.2 Valoración y comparación del impacto ambiental provocado por la industria vitivinícola en Tacna al desechar directamente el orujo de *Vitis vinifera* contra el de procesarlo para obtener harina

Se consideraron las actividades y/o procesos realizados para la gestión de una cantidad equivalente de orujo producido durante la campaña de vendimia en el CEA La Agronómica, con el propósito de mantener la comparabilidad entre escenarios. La

valoración se estructuró en dos escenarios, de acuerdo con la metodología planteada y la información recopilada en campo.

Tabla 5

Escenario contemplado

Escenario	Descripción	Actividades/ procesos principales considerados
Antes (disposición directa como residuo sólido)	El orujo es trasladado y acumulado como residuo común siendo desechado y/o es abandonado sin tratamiento (acopio en la intemperie o disposición no controlada).	- Descarga y traslado interno - Acopio a la intemperie - Descomposición y generación de lixiviados - Percolación de lixiviados - Arrastre de sólidos
Después (procesamiento en harina)	El orujo se recolecta y transporta a la planta; se receptiona y almacena temporalmente bajo cubierta; luego es secado; molido y tamizado; para finalmente ser envasado y almacenado. Se culmina el proceso con una limpieza de equipos para realizar el manejo de mermas y otros residuos.	- Acondicionamiento - Secado en estufa con ventilación - Molienda y tamizado - Envasado y almacenamiento - Limpieza de equipos

La Tabla 5 delimitó con claridad los procesos incluidos en cada escenario y, por tanto, las fuentes de presión ambiental evaluadas. En el escenario “antes”, la cadena operativa se concentró en etapas de descarga, traslado interno y acopio del orujo, seguidas por su permanencia y descomposición, con posibilidad de arrastre de sólidos y percolación de lixiviados. En el escenario “después”, el sistema se redefinió hacia

operaciones controladas de procesamiento (secado, molienda y tamizado, envasado y almacenamiento), incorporando además actividades auxiliares (limpieza de equipos y manejo de mermas). Esta diferenciación fue relevante porque desplazó el foco del impacto desde procesos biológicos no controlados (descomposición y lixiviación) hacia procesos industriales típicamente gestionables mediante controles operacionales (energía, polvo, ruido y efluentes de limpieza), lo que anticipó cambios sustantivos en la magnitud y el tipo de impactos residuales.

La Tabla 6 sistematizó los aspectos ambientales (lo que se genera) y los impactos (dónde se manifiesta) en cada etapa. En el escenario “antes”, predominaron aspectos asociados a material húmedo y orgánico expuesto (derrames/goteos, montículos, manchas y olores), así como la generación de lixiviados por escurrimiento o infiltración. En términos de impacto, esto se tradujo en afectación del suelo por contaminación puntual, molestias por olores y potencial deterioro de la calidad de agua superficial o subterránea, además de un componente sanitario vinculado a vectores. Este patrón es consistente con la evidencia técnica encontrada en otros estudios como el Cotacallapa-Sucapuca et al., (2020) que describe al orujo como un residuo de alta carga contaminante cuando no se gestiona adecuadamente, debido a la liberación de lixiviados y a emisiones asociadas a la degradación del material orgánico.

Tabla 6

Identificación de aspectos e impactos ambientales en función a la actividad y/o proceso

Escenario	Actividad/Proceso	Aspecto ambiental (qué se genera)	Impactos principales (dónde se refleja)	Naturaleza
Antes	Descarga y traslado interno	Derrames/goteos de material húmedo	Afectación puntual de suelo	(-)
		Emisiones y ruido por equipos.	Molestias por ruido/emisiones.	
	Acopio a la intemperie	Presencia de montículos/manchas/olores.	Rechazo social, conflicto con entorno, pérdida estética.	(-)
		Exposición a sol/viento/lluvia.	Deterioro paisajístico	(-)
		Ausencia de impermeabilización/canalización.	Mayor susceptibilidad a escorrentía.	
		Permanencia, descomposición y generación de lixiviados	Fermentación y descomposición; generación de olores y lixiviados con alta carga orgánica.	Alteración a la calidad de aire Atracción de vectores; potencial sanitario.
Percolación de lixiviados	Infiltración al suelo por falta de base impermeable.	Alteración a la calidad del suelo y riesgo a la napa freática y/o agua subterránea.	(-)	
Arrastre de sólidos	Transporte de partículas por viento y escorrentía	Incremento de sólidos y carga orgánica en drenajes/cunetas.	(-)	

Escenario	Actividad/Proceso	Aspecto ambiental (qué se genera)	Impactos principales (dónde se refleja)	Naturaleza
	Acondicionamiento	Emisiones por transporte; riesgo de derrames; almacenamiento temporal controlado	Emisiones moderadas a aire; riesgo bajo de afectación a suelo por derrames.	(-)
	Secado en estufa con ventilación	Consumo de energía; emisiones indirectas asociadas; calor residual	Contribución a GEI indirectos; mejora sanitaria por estabilización del material.	(-)/(+)
Después	Molienda y tamizado	Generación de material particulado; ruido; consumo eléctrico	Polvo (PM) y molestias; riesgo ocupacional.	(-)
	Envasado y almacenamiento	Uso de envases; residuos de embalaje; almacenamiento en seco	Residuos sólidos no peligrosos; mejora de orden/limpieza (Suelo/Paisaje)	(-)/(+)
	Limpieza de equipos y manejo de mermas	Consumo de agua; efluente de lavado; residuos (EPP/mermas)	Potencial afectación de agua superficial si no se gestiona; mejora higiénica operativa.	(-)/(+)

En el escenario “después”, la matriz de aspectos-impactos cambió hacia presiones de proceso como las del consumo eléctrico y emisiones indirectas asociadas al secado/molienda, generación de polvo y ruido en molienda/tamizado, residuos sólidos de empaque y mermas, y efluentes de limpieza/sanitización. En este caso, el impacto se concentró en la calidad del aire por material particulado, ruido ocupacional y riesgo de afectación de agua superficial si los efluentes no se manejan con prácticas estándar. Este comportamiento es coherente con manuales de buenas prácticas para bodegas, que identifican precisamente a la limpieza y sanitización como una de las principales fuentes de potencial impacto por generación de aguas residuales, y a los residuos del triturado/prensado como el componente sólido crítico a gestionar.

La Tabla 7 evidenció que, bajo disposición directa, los impactos con mayor significancia ($|I|$ más alto) se asociaron a aire (olores/PM), agua subterránea, salud pública y suelo. Destacaron valores críticos para la alteración de la calidad del aire por olores ($I = -88$) y para la contaminación potencial de agua subterránea por lixiviados ($I = -86$), además de impactos severos/críticos vinculados a proliferación de vectores ($I = -82$) y afectación del suelo por lixiviación o escurrimiento ($I = -82$). Este perfil fue consistente con el comportamiento esperado de un residuo orgánico húmedo: su permanencia a la intemperie incrementa la descomposición, la generación de olores y la producción de lixiviados; además, se han reportado emisiones asociadas al manejo/almacenamiento de este tipo de residuos (como compuestos nitrogenados y gases de degradación), lo que refuerza la justificación técnica de los puntajes altos en aire y salud. Adicionalmente, la criticidad asignada al agua subterránea y al suelo fue consistente con recomendaciones técnicas que señalan que el “wet marc” u orujo húmedo puede generar lixiviados ácidos con carga de nutrientes que, si no se contiene, puede alcanzar suelos y cuerpos de agua,

por lo que se recomienda evitar almacenamiento prolongado y disponer superficies impermeables o sistemas de contención. En términos de contexto sectorial, la relevancia del problema se incrementa porque el orujo constituye uno de los principales subproductos sólidos de la vinificación y puede representar una fracción importante de la uva procesada, lo que amplifica el riesgo cuando su gestión es inadecuada.

Tabla 7

Valoración Conesa del impacto ambiental del orujo de Vitis vinifera producido por la industria vitivinícola en Tacna en el escenario “antes (disposición directa como residuo sólido)”

Impacto	Factor afectado	N (+/-)	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	RB	I	 I 	Categoría
Manchas/alteración puntual de suelo; potencial generación de olores locales	Suelo	(-)	8	1	4	2	2	1	4	4	2	4	-49	49	Moderado
Molestias por emisiones (polvo/olores) en el entorno cercano	Aire (olores/PM)	(-)	4	2	4	2	2	1	1	4	2	4	-36	36	Moderado
Molestias por ruido en entorno y trabajadores	Ruido	(-)	4	2	4	2	2	1	1	4	2	4	-36	36	Moderado
Rechazo social y conflicto con el entorno	Medio socioeconómico	(-)	8	4	4	4	4	2	4	4	4	8	-74	74	Severo
Pérdida estética/deterioro del paisaje	Paisaje	(-)	8	4	4	4	4	2	4	4	4	8	-74	74	Severo
Escorrentía con carga orgánica/sólidos hacia drenajes/cuerpos de agua	Agua superficial	(-)	8	4	2	2	2	2	4	4	2	4	-62	62	Severo
Alteración de calidad de aire por olores	Aire (olores/PM)	(-)	12	4	4	4	4	4	4	4	4	8	-88	88	Crítico
Atracción de vectores; riesgo sanitario	Salud pública	(-)	12	4	2	4	2	4	4	4	2	8	-82	82	Crítico
Alteración del suelo por lixiviación	Suelo	(-)	12	2	4	4	4	2	4	4	4	8	-82	82	Crítico
Riesgo a napa/agua subterránea	Agua subterránea	(-)	12	4	4	4	4	2	4	4	4	8	-86	86	Crítico
Obstrucción de drenajes/cunetas por sólidos	Infraestructura (drenajes)	(-)	8	2	2	2	2	2	4	4	2	4	-50	50	Severo
Aumento de turbidez/sólidos en escorrentía	Agua superficial	(-)	8	4	2	2	2	2	4	4	2	4	-54	54	Severo

La Tabla 8 mostró una reducción cualitativa de la severidad: el máximo impacto negativo se ubicó en categoría moderada ($|I|_{\text{máx}} = 40$), sin impactos severos ni críticos. Los impactos negativos residuales se concentraron en: (i) posible afectación a agua superficial asociada a efluentes de limpieza/sanitización ($I = -40$), (ii) emisiones y polvo de molienda/tamizado ($I = -35$) y (iii) ruido ocupacional ($I = -30$). En coherencia con manuales técnicos de bodegas de vino, la limpieza de equipos y áreas de proceso es una fuente típica de aguas residuales con cargas variables (pH, DBO/DQO), por lo que su control y segregación condiciona la magnitud del impacto sobre agua superficial.

A la par, el escenario “después” incorporó impactos positivos explícitos por mejora de la gestión: reducción de olores y vectores ($I = +37$), disminución de lixiviados por tratamiento del residuo ($I = +30$) y mejora en el orden/condición del entorno operativo ($I = +26$). En términos ambientales, estos efectos positivos reflejaron que el procesamiento interrumpe el mecanismo que explica los impactos dominantes del escenario “antes” (descomposición abierta y percolación), sustituyéndolo por un flujo con controles operacionales. Este resultado es consistente con la literatura de economía circular aplicada a subproductos vitivinícolas, que resalta que la valorización reduce presiones ambientales del manejo de residuos y genera una ruta de aprovechamiento con potencial agregado.

Tabla 8

Valoración Conesa del impacto ambiental del orujo de Vitis vinifera producido por la industria vitivinícola en Tacna en el escenario “después (procesamiento en harina)”

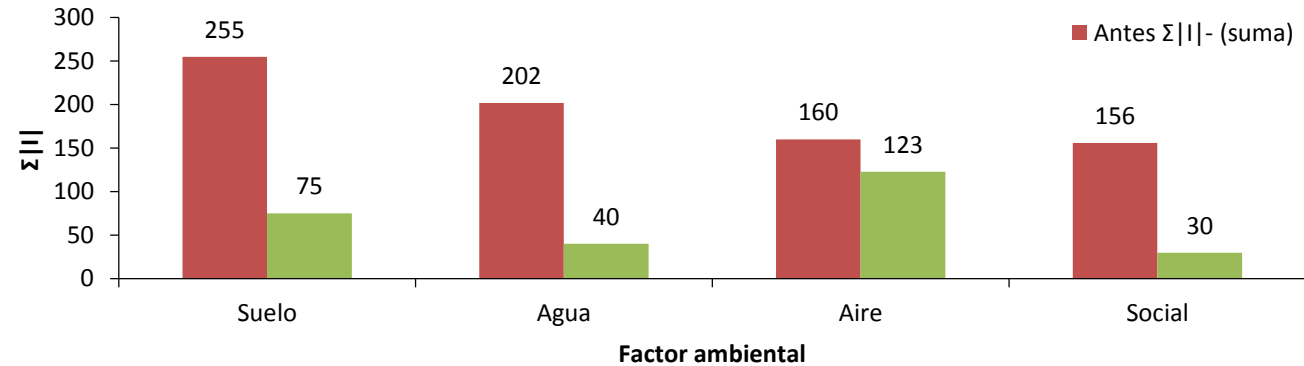
Impacto	Factor afectado	N (+/-)	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	RB	I	 I 	Categoría
Emisiones moderadas (gases/PM) por transporte	Aire (olores/PM)	(-)	4	2	4	1	1	1	1	4	2	2	-32	32	Moderado
Afectación puntual de suelo por derrames (riesgo bajo)	Suelo	(-)	2	1	4	1	1	1	1	4	1	2	-23	23	Bajo/Compatible
Contribución indirecta a GEI	Clima/GEI	(-)	2	2	4	2	2	1	4	1	2	2	-28	28	Moderado
Mejora sanitaria: disminución de olores y vectores	Salud pública	(+)	4	2	4	4	2	2	1	4	2	2	37	37	Moderado
Emisión de polvo (PM) y molestias	Aire (olores/PM)	(-)	4	1	4	1	1	1	4	4	2	2	-33	33	Moderado
Molestias por ruido de equipos	Ruido	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-30	30	Moderado
Riesgo ocupacional (inhalación/accidentes menores)	Salud ocupacional	(-)	4	1	4	1	1	1	1	4	2	2	-30	30	Moderado
Residuos sólidos no peligrosos (embalajes)	Residuos sólidos	(-)	2	2	4	2	1	1	4	1	2	2	-27	27	Moderado
Mejora de orden/limpieza (menor dispersión)	Suelo	(+)	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	26	26	Moderado
Mejora del paisaje/estética del área	Paisaje	(+)	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	26	26	Moderado
Afectación potencial a agua superficial/alcantarillado si no se gestiona	Agua superficial	(-)	4	2	4	2	2	2	4	4	2	4	-40	40	Moderado
Residuos operativos (EPP, mermas)	Residuos sólidos	(-)	2	1	4	2	1	1	4	1	2	2	-25	25	Moderado
Mejora higiénica operativa (menor olores secundarios)	Salud ocupacional	(+)	2	1	4	2	1	1	1	4	2	1	24	24	Bajo/Compatible

La Tabla 9 cuantificó la mejora ambiental neta al pasar de disposición directa a procesamiento. En el escenario “antes”, la suma de impactos negativos alcanzó $\Sigma|I|^- = 773$ con un $|I|$ máximo de 88, y se registraron 9 impactos severos/críticos. En el escenario “después”, la suma de impactos negativos disminuyó a $\Sigma|I|^- = 268$ y el $|I|$ máximo bajó a 40, sin impactos severos/críticos; además, se incorporaron 4 impactos positivos con $\Sigma|I|^+ = 113$, llevando el neto a $\Sigma|I|_{\text{neto}} = -155$. En términos de magnitud, la reducción de la carga negativa agregada fue de 65,3 %, y el cambio más relevante fue la eliminación completa de impactos severos y críticos (Figura 3), lo que indica que el perfil de riesgo ambiental pasó de alta significancia a un conjunto de impactos moderados compatibles con gestión operativa. La interpretación es consistente con los umbrales de severidad usados en la metodología Conesa, donde valores absolutos altos representan impactos severos/críticos y justifican prioridad de intervención (Conesa, 2009).

Tabla 9*Resumen de valoración Conesa por escenario*

Escenario	# filas	Suma I (negativos)	Suma I (positivos)	Neto (ΣI)	I máximo	# Bajo	# Moderado	# Severo	# Crítico
Antes	12	773	0	-773	88	0	3	5	4
Después	13	268	113	-155	40	2	11	0	0

Indicadores de reducción (ANTES vs DESPUÉS)	
Reducción de suma I negativa	65,3%
Cambio en I máximo	54,5%
Severos + Críticos	De 9 a 0

Figura 3*Suma de impactos negativos por factor ambiental antes y después*

La Tabla 10 permitió ubicar con precisión “dónde” se originó la mayor reducción. En el escenario “antes”, los aportes dominantes a $\Sigma|I|$ provinieron de la permanencia y descomposición del orujo (170) y la percolación de lixiviados (168), seguidos por acopio no controlado (148) y descarga/traslado interno (121). En conjunto, estas actividades explicaron la mayor parte de la significancia negativa total, lo que mostró que el impacto estuvo gobernado por el manejo pasivo del residuo. En contraste, en el escenario “después” los mayores aportes negativos se concentraron en molienda y tamizado (93), limpieza y manejo de mermas (65) y acondicionamiento (55), mientras que las actividades críticas del escenario “antes” quedaron en cero. Este patrón evidenció que el impacto residual del procesamiento se asoció a fuentes típicas de operación industrial (polvo/ruido/efluentes), cuya mitigación se orienta a controles conocidos (captación de partículas, mantenimiento, segregación de efluentes, buenas prácticas de limpieza), en línea con manuales de mejores prácticas para bodegas de vino.

La Tabla 11 confirmó que la reducción no fue homogénea, sino que se concentró en factores críticos del escenario “antes”. Agua subterránea, salud pública, paisaje, medio socioeconómico e infraestructura asociada a drenajes mostraron una reducción del 100 % porque dichos impactos estaban directamente vinculados a lixiviación, vectores y degradación visual/funcional del área por acopio y descomposición. El suelo redujo su significancia negativa en 82,4 % (de 131 a 23), mientras que agua superficial redujo 65,5 % (de 116 a 40) y aire (olores/PM) 47,6 % (de 124 a 65).

Tabla 10*Resumen de valoración Conesa por actividades*

Actividad/Proceso	Antes: # filas	Antes: ΣI-	Antes: I máx	Antes: # Sev+Crit	Después: # filas	Después: ΣI-	Después: I máx	Después: # Sev+Crit	Reducción ΣI- (%)
Acondicionamiento (recepción/transporte)	0	0	0	0	2	55	32	0	-
Acopio a la intemperie	1	62	62	1	0	0	0	0	100
Acopio no controlado	2	148	74	2	0	0	0	0	100
Arrastre de sólidos	2	104	54	2	0	0	0	0	100
Descarga y traslado interno	3	121	49	0	0	0	0	0	100
Envasado y almacenamiento	0	0	0	0	3	27	27	0	-
Limpieza de equipos y manejo de mermas	0	0	0	0	3	65	40	0	-
Molienda y tamizado	0	0	0	0	3	93	33	0	-
Percolación de lixiviados	2	168	86	2	0	0	0	0	100
Permanencia y descomposición	2	170	88	2	0	0	0	0	100
Secado en estufa con ventilación	0	0	0	0	2	28	37	0	-
TOTAL	12	773	88	9	13	268	40	0	65,3 %

Tabla 11*Resumen de valoración Conesa por factor*

Factor afectado	Antes: # filas	Antes: ΣI-	Antes: I máx	Antes: # Sev+Crit	Después: # filas	Después: ΣI-	Después: I máx	Después: # Sev+Crit	Reducción ΣI- (%)
Suelo	2	131	82	1	2	23	26	0	82,40
Agua superficial	2	116	62	2	1	40	40	0	65,50
Agua subterránea	1	86	86	1	0	0	0	0	100,00
Aire (olores/PM)	2	124	88	1	2	65	33	0	47,60
Ruido	1	36	36	0	1	30	30	0	16,70
Paisaje	1	74	74	1	1	0	26	0	100,00
Medio socioeconómico	1	74	74	1	0	0	0	0	100,00
Salud pública	1	82	82	1	1	0	37	0	100,00
Salud ocupacional	0	0	0	0	2	30	30	0	-
Clima/GEI	0	0	0	0	1	28	28	0	-
Residuos sólidos	0	0	0	0	2	52	27	0	-
Infraestructura (drenajes)	1	50	50	1	0	0	0	0	100,0
TOTAL	12	773	88	9	13	268	40	0	65,3 %

A la vez, aparecieron factores nuevos en el escenario “después” (salud ocupacional, clima/GEI y residuos sólidos), lo que fue consistente con el cambio tecnológico: al formalizar el tratamiento del residuo, parte de la carga ambiental se traslada a consumos energéticos, condiciones de trabajo y generación de residuos de empaque, que son impactos moderados y gestionables en un sistema de producción. Este tipo de “desplazamiento” del impacto es frecuente en estrategias de valorización, donde se reduce el daño asociado a la disposición y se introduce una huella operativa que puede optimizarse (Abbate et al., 2025).

En términos de causalidad ambiental, el cambio de escenario redujo de manera marcada la probabilidad de lixiviación de carga orgánica y la alteración edáfica asociada a percolación desde acopios, al sustituirse por un esquema de almacenamiento temporal bajo cubierta y procesamiento inmediato. El componente aire mantuvo una magnitud similar en la suma de importancias, pero cambió de olores difusos y persistentes hacia emisiones y polvo de baja persistencia y mitigables mediante control operacional (encapsulamiento, limpieza y EPP).

Además, el predominio de condiciones áridas en la costa peruana, donde se ubica Tacna, incrementa la relevancia del control de polvo en la fase de molienda (SENAMHI, 2020).

4.3 Análisis de factibilidad económica para la producción de harina de orujo de dos variedades de *Vitis vinífera* recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna

4.3.1 Descripción del servicio y/o producto

El producto evaluado es harina de orujo de *Vitis vinifera* obtenida a partir de dos variedades (Italia y Negra Criolla), valorizando un subproducto vitivinícola que representa un residuo abundante del proceso de vinificación (entre el 20 al 30 % del peso de uva procesada). En el modelo de negocio, la formulación “multivarietal” se justifica por los resultados del objetivo específico 1 (caracterización/rendimiento y selección de la alternativa técnica), de modo que ambas variedades se incorporan al proceso para estabilizar el abastecimiento estacional y sostener un volumen comercial continuo.

Desde la perspectiva de propuesta de valor, la harina de orujo se comercializa como ingrediente funcional para formulaciones alimentarias (panificados, snacks, repostería y mezclas), dado que diversos estudios muestran que la incorporación de polvo/harina de orujo incrementa fibra dietaria (Antoniolli et al, 2024) y compuestos fenólicos, mejorando el perfil antioxidante de productos horneados sin requerir tecnologías complejas (Troilo et al., 2022). En términos regulatorios, al tratarse de un alimento envasado, su comercialización exige registro sanitario y rotulado conforme a normativa sanitaria y normas técnicas nacionales, lo cual se consideró dentro de los costos de permisos/registro y el diseño de etiquetado.

4.3.2 Análisis de demanda - mercado objetivo

El mercado objetivo se definió como B2B (Business To Business - principal) y B2C (Business To Consumer - complementario). En B2B, se consideran panaderías, pastelerías, cafeterías, empresas de alimentos saludables y emprendimientos de productos

funcionales que incorporan ingredientes ricos en fibra/antioxidantes; en B2C, consumidores finales mediante venta directa y canales minoristas especializados.

Para Tacna, la existencia de una base vitivinícola regional (producción de uva 2024 se aproxima a 6,7 mil t/año) respalda la disponibilidad de materia prima y la continuidad del suministro del subproducto; además, la propia dinámica regional del vino/pisco muestra actividad y expectativas de crecimiento que fortalecen el argumento de encadenamiento productivo y diversificación de productos.

Como se puede observar en la Tabla 12, en estudios de prefactibilidad de ingredientes funcionales, el mercado B2B suele concentrarse en panaderías industriales/artesanales, fabricantes de galletas, pastas, barras y mezclas, mientras que el mercado B2C se orienta a consumidores que compran por canales saludables/online y demandan atributos de “fibra/antioxidantes” y economía circular. En Tacna, la presencia de producción vitivinícola local y el interés por valorización de residuos favorecen acuerdos con bodegas y una narrativa de sostenibilidad.

Tabla 12

Segmentación recomendada para sustentar el mercado objetivo.

Segmento	Aplicaciones típicas	Requerimientos de compra	Implicancia económica
B2B: panaderías /galletitería	Sustitución parcial de harina; enriquecimiento (2 al 10 %)	Granulometría de estable; inocuidad; entrega periódica; precio mayorista	Volumen recurrente; precio por saco/bolsa; costo de distribución
B2B: pastas/snacks	Mezclas con sémola/harina	Color/sabor controlado;	Volumen medio–alto; necesidad de control de calidad

Segmento	Aplicaciones típicas	Requerimientos de compra	Implicancia económica
		certificaciones; ficha técnica	
B2C: retail saludable	Venta en g o kg	Etiqueta nutricional; marca; vida útil; empaque	Margen mayor; mayor gasto en marketing y canal
B2C/Institucional	Programas de alimentación, compras públicas	Registros y estándares; licitaciones	Volumen alto pero mayor exigencia regulatoria

Como evidencia de disposición de pago en un estudio peruano de prefactibilidad de harina de orujo, se reportaron rangos en el orden de S/. 20 a S/. 25 por kilogramo para una presentación de 1 kg, lo cual resulta útil para sustentar el precio base cuando se adopta una estrategia de valor agregado (Contreras, 2022).

4.3.3 Proyección de la demanda

La demanda proyectada se construyó como demanda efectiva alineada a la capacidad comercializable, usando un esquema de ramp-up de utilización desde 90 % (año 1) hasta 100 % (año 6), manteniéndose en el máximo hasta el final del horizonte (10 años). Metodológicamente, esta forma de proyección es aceptable en prefactibilidad cuando el proyecto se dimensiona por capacidad y se asume colocación progresiva, siempre que se sustente con (i) mercado objetivo identificado y (ii) estrategia comercial para absorber el volumen. Así, la demanda anual (kg/año) se aproximó como:

$$\text{Demanda total} = \text{Capacidad nominal (30 000 kg/año)} \times \text{Utilización total}$$

Con precio base de S/. 22/kg, se estimaron ingresos anuales entre S/. 594 000 (año 1) y S/. 660 000 (año 6 al 10), con reparto 50/50 por variedad (Italia y Negra Criolla) para efectos de trazabilidad y control de abastecimiento.

4.3.4 Dimensionamiento oferta - demanda

La caracterización económica del BCRP reporta una producción aproximada de 6 700 t de uva en Tacna para 2024 (BCRP, 2025).

En procesos vitivinícolas/pisqueros se ha descrito que el orujo puede representar alrededor del 20 al 25 % del peso de la uva prensada (De La Cruz-Azabache et al., 2022).

Con ello, el orden de magnitud de disponibilidad anual de orujo sería suficiente para abastecer una planta pequeña (30 t/año de harina), incluso bajo escenarios conservadores de captura parcial mediante convenios con bodegas (Tabla 13).

Tabla 13

Balance oferta - demanda para sustentar el dimensionamiento del proyecto (cálculo de orden de magnitud)

Variable	Valor	Unidad
Producción anual de uva (Tacna, 2024)	6,700	t/año
Fracción de orujo en uva prensada	0,20 – 0,25	t orujo / t uva
Disponibilidad potencial de orujo	1,340 – 1,675	t/año
Rendimiento orujo→harina (rango observado)	0,10 – 0,13	t harina / t orujo
Oferta potencial de harina (orden de magnitud)	134 – 218	t/año
Capacidad nominal del proyecto	30	t/año
Participación de captura necesaria (orujo)	16 - 20	%
Participación de captura necesaria (harina)	14 – 22	%

En el presente estudio se adoptó un rendimiento orujo húmedo para harina de 11,2 kg por cada 100 kg de orujo, valor obtenido en la investigación. Dado que el modelo productivo considera dos variedades (Italia y Negra Criolla), el dimensionamiento se realizó sumando la disponibilidad de orujo de ambas, y estimando la harina total como la suma de la harina producida por cada línea varietal. En términos operativos, el uso de dos variedades incrementa el volumen anual de materia prima y, por tanto, el volumen absoluto de harina obtenida; sin embargo, el rendimiento porcentual no se duplica, ya que se expresa respecto a la masa de orujo procesada. Así, si se procesan 100 kg de orujo de Italia y 100 kg de orujo de Negra Criolla (200 kg en total), la producción esperada es 22,4 kg de harina.

4.3.5 Producción y ventas

La programación de producción y ventas (Tabla 14) incorpora una curva de aprendizaje operativa: se inicia con 90 % de utilización en el año 1 y se incrementa gradualmente hasta alcanzar 100 % a partir del año 6. Esta decisión se justifica por la estacionalidad del abastecimiento, el tiempo requerido para estabilizar el secado/molienda y la consolidación de clientes B2B. Para fines de control y trazabilidad, la producción se asignó en partes iguales a las dos variedades evaluadas (Italia y Negra criolla), manteniendo el precio base identificado (S/. 22/kg). Bajo estos supuestos, los ingresos acumulados en 10 años alcanzan los S/. 6 402 000, con ingresos anuales entre S/. 594 000 y S/. 660 000 según el nivel de utilización.

4.3.6 Costos operativos

En la Tabla 15, para sustentar el flujo de caja, los costos se presentan en dos niveles: (a) costo variable unitario por kg de harina (directamente proporcional al volumen), y (b) costos fijos anuales (no proporcionales al volumen en el corto plazo). La estructura de costos muestra que el costo variable unitario asciende a S/. 5,48/kg, donde los componentes más

incidentes son la energía eléctrica del secado y molienda (S/. 2,15/kg) y el acondicionamiento del orujo. Con un precio de venta de S/. 22,00/kg, el margen de contribución unitario es S/. 16,52/kg (razón de contribución aproximada de 75,1 %), lo que refleja una alta capacidad para absorber costos fijos cuando el volumen se aproxima a la capacidad nominal. Los costos fijos del año 1 se estimaron en S/. 170 000/año e incluyen mano de obra con beneficios, alquiler y servicios, administración/ventas, marketing y otros costos recurrentes; su inclusión explícita permite evaluar el desempeño en escenarios de menor utilización y facilita el análisis del punto de equilibrio.

Tabla 14*Resumen de producción y ventas*

Año	Utilización (%)	Harina total (kg)	Italia (kg)	Negra Criolla (kg)	Precio (S/. kg)	Ventas Italia (S/.)	Ventas Negra (S/.)	Ventas Totales (S/.)
1	90,00	27 000	13 500	13 500	22,00	297 000,00	297 000,00	594 000,00
2	92,00	27 600	13 800	13 800	22,00	303 600,00	303 600,00	607 200,00
3	94,00	28 200	14 100	14 100	22,00	310 200,00	310 200,00	620 400,00
4	96,00	28 800	14 400	14 400	22,00	316 800,00	316 800,00	633 600,00
5	98,00	29 400	14 700	14 700	22,00	323 400,00	323 400,00	646 800,00
6	100,00	30 000	15 000	15 000	22,00	330 000,00	330 000,00	660 000,00
7	100,00	30 000	15 000	15 000	22,00	330 000,00	330 000,00	660 000,00
8	100,00	30 000	15 000	15 000	22,00	330 000,00	330 000,00	660 000,00
9	100,00	30 000	15 000	15 000	22,00	330 000,00	330 000,00	660 000,00
10	100,00	30 000	15 000	15 000	22,00	330 000,00	330 000,00	660 000,00
TOTAL (10 años)								S/. 6 402 000,00

Tabla 15

Costo variable unitario y margen de contribución (a precios del año base y un año)

Componente	Fórmula/Valor	S/. por kg	Fuente
Acopio + traslado (convertido por rendimiento)	S/. 0,73	0,73	Costo por kg orujo húmedo / rendimiento, kWh/kg × tarifa BT5B ElectroSur sin IGV
Energía eléctrica	S/. 2,15	2,15	
Envase + etiqueta	S/. 1,20	1,2	
Consumibles variables	S/. 0,60	0,6	
Control de calidad (prorratio)	S/. 0,30	0,3	
Distribución variable	S/. 0,50	0,5	
TOTAL costo variable unitario		5,47	
Costos fijos año 1			
Componente	S/. año 1	Detalle	
Mano de obra + beneficios	S/. 110,000,00	2–3 personas (operación + responsable)	
Alquiler/servicios (agua, limpieza)	S/. 28,000,00	Local pequeño–mediano	
Administración y ventas	S/. 20,000,00	Internet, telefonía, logística	
Marketing	S/. 8,000,00	Promoción	
Otros fijos	S/. 4,000,00	Seguros, permisos recurrentes	
TOTAL costos fijos año 1	S/. 170 000,00		

Nota. La tarifa eléctrica usada como referencia para clientes no residenciales (BT5B) sin IGV es de S/. 0,7163 por kWh según pliego tarifario reportado en OSINERGMIN (2025). Para el cálculo del componente energía se empleó un consumo específico de 2,95 kWh/kg de harina (secado + molienda).

4.3.7 Inversión inicial (CAPEX) y capital de trabajo (CT)

La inversión inicial (Tabla 16) se estructuró como CAPEX y capital de trabajo. El CAPEX totaliza S/. 117 772 e incluye equipos principales (deshidratadores, molino, tamizador, selladora), equipamiento auxiliar (balanza, bandejas y utensilios) y adecuaciones del ambiente (infraestructura eléctrica, ventilación y acondicionamiento sanitario). Estos rubros se basaron en cotizaciones referenciales de proveedores nacionales y estimaciones para una planta pequeña. Para asegurar continuidad operativa, se consideró un capital de trabajo inicial de S/. 25 000 como caja mínima y soporte de gastos del arranque; de este modo, la inversión total del año 0 asciende a S/. 142 772, coherente con el egreso inicial registrado en el flujo de caja.

Para la estimación de depreciación se adoptó el método lineal, aplicando una vida útil de 10 años sobre el CAPEX (10 % anual), sin considerar valor de rescate y asumiendo que el IGV no forma parte del costo del proyecto por ser recuperable como crédito fiscal en operaciones gravadas.

4.3.8 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio operacional (BEP) indica el volumen mínimo de ventas requerido para cubrir los costos fijos del año 1, dado el margen de contribución unitario. Este indicador es estándar en estudios de prefactibilidad porque conecta mercado, precio y costos.

El cálculo se efectuó bajo un enfoque costo-volumen-utilidad (operacional, antes de impuestos), empleando los costos del año 1. En particular:

(i) costos fijos $CF = S/. 170,000/\text{año}$.

(ii) margen de contribución unitario $CMu = P - CVu = 22,00 - 5,48 = S/. 16,52/\text{kg}$.

Por tanto, el punto de equilibrio BEP en unidades se determina como:

$$Q^*_{\text{BEP}} = \text{CF}/\text{Cmu}$$

$$Q^*_{\text{BEP}} = 10,289 \text{ kg/año.}$$

En términos monetarios, el punto de equilibrio corresponde a ventas de aproximadamente S/. 226 347/año.

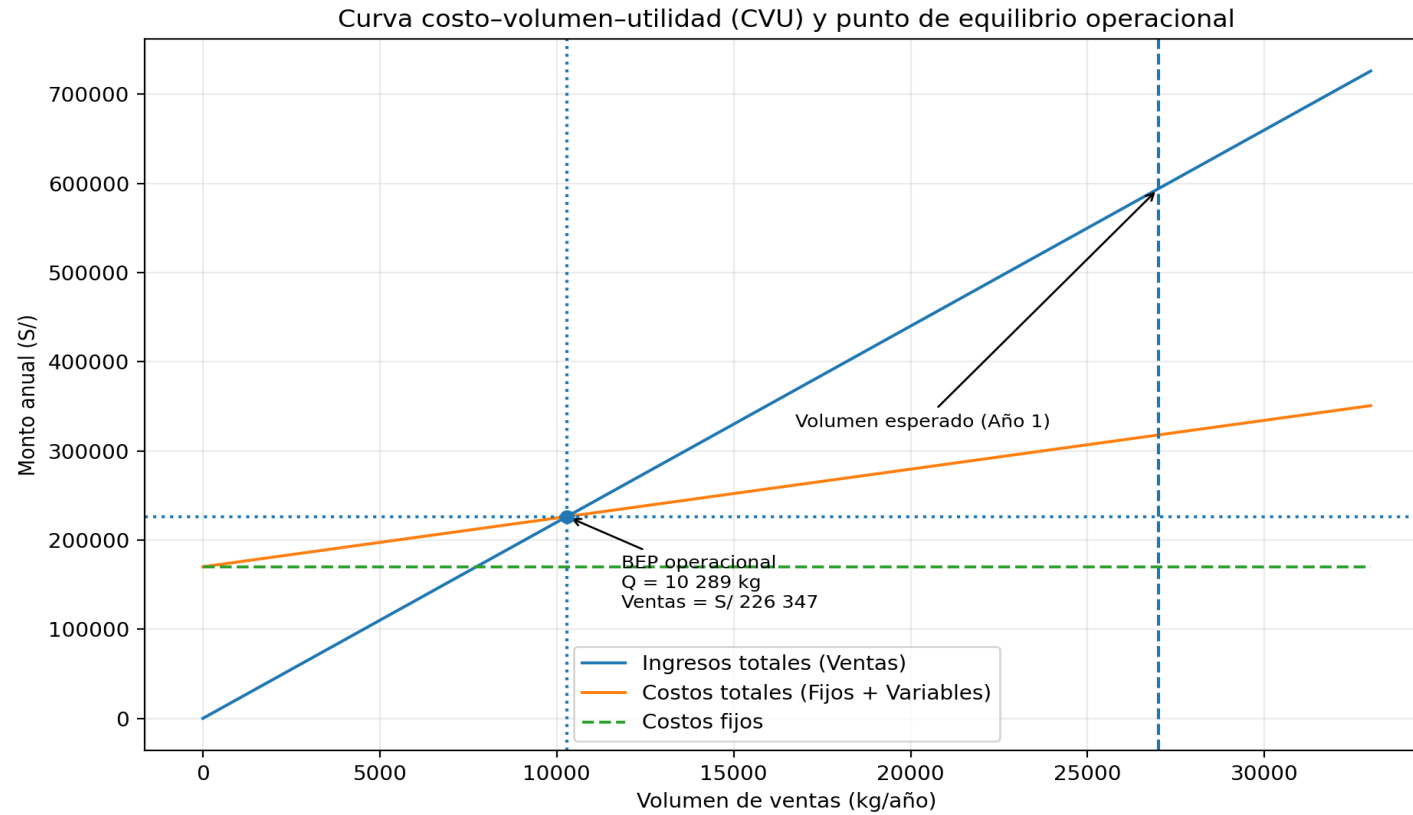
Este volumen equivale a 34,3 % de la capacidad nominal instalada (30 000 kg/año), lo que indica que el proyecto cubre sus costos operativos con una utilización moderada de la planta, esto se puede observar en la Figura 4.

Tabla 16*Resumen de inversión inicial (CAPEX) y capital de trabajo*

Ítem	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Subtotal (S/.)	Tipo	Fuente/Nota
Deshidratador 20 bandejas (Henkel MQ-DH20) – cotización en Tacna	4	4 943,00	19 772,00	Equipo	DistribuidorPeru – 'Deshidratador en Tacna' (Henkel MQ-DH20).
Molino pulverizador 2HP	1	1 490,00	1 490,00	Equipo	Selcom Perú – molino pulverizador 2HP
Tamizador automático (super fino)	1	9 720,00	9 720,00	Equipo	Corporación Comatpe – tamizador automático
Selladora de banda continua	1	1 590,00	1 590,00	Equipo	Electroventas – selladora de banda continua
Balanza plataforma (300 kg) + balanza precisión	1	1 800,00	1 800,00	Equipo	Cotización referencial (mercado Perú).
Mesas inox., bandejas extra, utensilios, EPP	1	6 500,00	6 500,00	Equipo	Cotización referencial (Tacna/Perú).
Adecuación de ambiente (electricidad, ventilación, pintura sanitaria, drenajes)	1	70 000,00	70 000,00	Obra	Estimación para planta pequeña (Tacna).
Permisos/Registros (sanitario, municipal, marca/etiquetado)	1	6 900,00	6 900,00	Trámite	Estimación
TOTAL CAPEX			S/. 117 772,00		

Figura 4

Curva costo-volumen-utilidad y punto de equilibrio operacional



Nota. Teniendo en cuenta que TC es el CF + CVu, el punto de equilibrio se identifica en la intersección TR y TC.

4.3.9 Flujo de caja proyectado

En el año 0 (t_0) se reconoce el desembolso de la inversión inicial como la suma del CAPEX y el capital de trabajo (CT). A partir del año 1, el flujo se construyó como flujo de caja libre del proyecto, separando el desempeño operativo de los cargos contables no monetarios y de los requerimientos de inversión. Bajo este enfoque, primero se estima el EBITDA (flujo de caja operativo) como resultado operativo antes de depreciación, luego se obtiene el EBIT (beneficio operativo) descontando la depreciación, se calcula el impuesto corporativo sobre la utilidad operativa y finalmente se arriba al FCF incorporando reintegros y partidas de inversión. Esta estructura responde al esquema estándar de evaluación financiera de proyectos:

$$\text{EBITDA} \rightarrow \text{EBIT} \rightarrow \text{impuesto} \rightarrow \text{FCF}$$

Donde:

- $\text{EBITDA} = \text{Ingresos} - \text{Costos variables} - \text{Costos fijos}$.
- $\text{EBIT} = \text{EBITDA} - \text{Depreciación}$.
- $\text{Impuesto} = t \text{ máx.} (\text{EBIT}, 0)$, donde t corresponde a la tasa del régimen general.
- $\text{FCF} = \text{EBIT} \cdot (1-t) + \text{Depreciación} - \text{CAPEX} - \Delta \text{CT}$.

De ese modo, se evitó inconsistencias como la consideración doble del CAPEX o tratar la depreciación como salida de efectivo. Operativamente, los componentes se calcularon de forma consistente adicionando en el último año la recuperación del capital de trabajo, conforme a la lógica de que el CT es un stock operativo que se libera al término del horizonte.

En el caso peruano, la tasa corporativa aplicable a rentas de tercera categoría en régimen general es 29,5 %, por lo que el impuesto se computó sobre la renta neta anual correspondiente (SUNAT, 2026).

Con base en los supuestos del escenario base (Tabla 17), el proyecto presenta FCF positivo desde el año 1. Esto se explica porque el margen operativo (Ingresos menos costos variables y costos fijos) es suficiente para cubrir el impuesto calculado sobre el EBIT y, además, la depreciación (S/. 11 777,2 anuales por método lineal en 10 años) se reintegra en el paso hacia flujo de caja al tratarse de un cargo no monetario. En términos dinámicos, el FCF se mantiene del orden de S/. 198 mil a S/. 214 mil en los años intermedios, reflejando estabilidad operativa bajo los supuestos de producción y estructura de costos del horizonte. En el año 10, el FCF se incrementa respecto al año 9 por la incorporación explícita de la recuperación del capital de trabajo (S/. 25 000), lo cual es consistente con el tratamiento financiero estándar del CT como inversión operativa recuperable al cierre del proyecto.

Tabla 17*Flujo de caja libre (FCF) proyectado y acumulado*

Año	Producción (kg)	Ingresos (S/.)	Costos variables(S/.)	Costos fijos (S/.)	EBITDA (S/.)	Depreciación (S/.)	EBIT (S/.)	Impuesto (S/.)	FCF (S/.)	FCF (acumulado)
0									- 142 772,00	- 142 772,00
1	27 000	594 000,00	147,870,96	170 000,00	276 129,04	11 777,20	264 351,84	77 983,79	198 145,25	55 373,25
2	27 600	607 200,00	151,156,98	175 100,00	280 943,02	11 777,20	269 165,82	79 403,92	201 539,11	256 912,35
3	28 200	620 400,00	154,443,00	180 353,00	285 604,00	11 777,20	273 826,80	80 778,91	204 825,10	461 737,45
4	28 800	633 600,00	157,729,02	185 763,59	290 107,39	11 777,20	278 330,19	82 107,41	207 999,98	669 737,43
5	29 400	646 800,00	161,015,04	191 336,50	294 448,46	11 777,20	282 671,26	83 388,02	211 060,44	880 797,87
6	30 000	660 000,00	164,301,06	197 076,59	298 622,35	11 777,20	286 845,15	84 619,32	214 003,03	1 094 800,90
7	30 000	660 000,00	164,301,06	202 988,89	292 710,05	11 777,20	280 932,85	82 875,19	209 834,86	1 304 635,76
8	30 000	660 000,00	164,301,06	209 078,56	286 620,38	11 777,20	274 843,18	81 078,74	205 541,64	1 510 177,40
9	30 000	660 000,00	164,301,06	215 350,91	280 348,03	11 777,20	268 570,83	79 228,39	201 119,63	1 711 297,03
10	30 000	660 000,00	164,301,06	221 811,44	273 887,50	11 777,20	262 110,30	77 322,54	221 564,96	1 932 861,99

4.3.10 Indicadores de factibilidad

Con base en el flujo de caja libre (FCF) del escenario base, construido para un horizonte de 10 años y descontado a una tasa de 15 % (COK), se estimaron los indicadores financieros de decisión: VAN, TIR y periodo de recuperación. En el escenario base, el VAN asciende a S/. 890 989,83 ($VAN > 0$), la TIR es 140,38 % ($TIR > COK$) y el payback simple es 0,72 años. Estos resultados cumplen los criterios de aceptación definidos para proyectos de inversión (Tabla 18) y evidencian que, bajo los supuestos adoptados, el proyecto genera valor económico y recupera la inversión inicial en un periodo menor a un año.

Tabla 18

Indicadores de rentabilidad del escenario base

Indicador	Valor	Criterio	Decisión
VAN	S/. 890 989,83	$VAN > 0$	Acepta
TIR	140,38 %	$TIR > \text{tasa de descuento}$	Acepta
Payback simple	0,72 años	Menor al horizonte	Acepta

Cabe mencionar, que la tasa de descuento (COK) se adoptó del 15% como rendimiento mínimo exigido por el inversionista para un proyecto privado agroindustrial de escala pequeña.

Este valor se ubica dentro del rango reportado en estudios peruanos de prefactibilidad que evalúan proyectos productivos y emplean COK del orden del 15 al 17 % para contrastar VAN y TIR (Cáceres Guerra, 2023; Cadillo Cardoza, 2021).

Verificación de hipótesis: dado que el VAN es mayor que cero y la TIR superaron la COK, se acepta la hipótesis alterna (H_1) y se concluye que el modelo de negocio

propuesto para la producción de harina de orujo de *Vitis vinifera* en Tacna es económicamente factible en el horizonte de evaluación bajo los supuestos del escenario base.

4.3.11 Análisis de sensibilidad y escenarios

Con el fin de evaluar la robustez del proyecto frente a incertidumbre en variables críticas, se desarrolló un análisis de sensibilidad univariada sobre los supuestos del escenario base, considerando variaciones controladas en precio ($\pm 10\%$ y $\pm 20\%$), volumen ($\pm 10\%$ y $\pm 20\%$), costos variables, costos fijos y CAPEX (Tabla 19).

Tabla 19

Sensibilidad del VAN, TIR y payback ante variaciones de supuestos

Escenario	VAN (S/.)	TIR (%)	Payback simple (años)	Payback descontado (años)
Precio -20%	444,39	81,00	1,24	1,49
Precio -10%	667,69	110,80	0,91	1,06
Base	890,99	140,40	0,72	0,83
Precio +10%	1 114,29	169,80	0,59	0,68
Precio +20%	1 337,59	199,30	0,51	0,58
Volumen -20%	555,56	95,90	1,05	1,24
Volumen -10%	723,27	118,20	0,86	0,98
Volumen +10%	1 058,70	162,50	0,62	0,72
CV +20%	779,81	125,70	0,81	0,93
CV +50%	613,04	103,50	0,98	1,14
CAPEX +20%	870,92	121,10	0,84	0,96
Costos fijos +20%	757,59	123,40	0,82	0,94

Los resultados muestran que, en todos los casos evaluados, el VAN se mantiene positivo y la TIR permanece por encima de la COK, por lo que la decisión de inversión

no cambia bajo las perturbaciones analizadas. Por ejemplo, con una reducción del precio de 20 %, el VAN sigue siendo positivo y la TIR se mantiene superior a la tasa de descuento, mientras que el payback simple se incrementa a 1,24 años. De forma análoga, una disminución del volumen de 20 % o incrementos en costos (incluyendo CV +50 %, costos fijos +20 % y CAPEX +20 %) conservan indicadores de rentabilidad aceptables.

Como referencia de riesgo comercial, los umbrales de quiebre estimados indican que el precio promedio mínimo para $VAN = 0$ es aproximadamente S/. 13,22/kg (manteniendo volumen y costos), y que el volumen de demanda podría caer hasta alrededor del 47 % del proyectado (manteniendo el precio base) antes de anular el VAN. Estos umbrales permiten interpretar el margen de seguridad del proyecto y orientar decisiones de negociación comercial y gestión de costos.

En conjunto, la sensibilidad confirma que la rentabilidad del proyecto está principalmente condicionada por las variables de ingreso (precio y volumen) y por los componentes de mayor incidencia en el costo variable unitario (en particular, energía y envases), por lo que la lectura financiera debe integrarse con la estrategia comercial (como contratos/acuerdos B2B y escalamiento de utilización) y con medidas de eficiencia operativa orientadas a estabilizar costos y desempeño productivo.

DISCUSIÓN

1. Comparación de las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna

Los resultados proximales evidencian que ambas harinas de orujo presentan un perfil macronutricional compatible con lo reportado para subproductos vitivinícolas: baja humedad (4,77 y 6,13 %), fracciones apreciables de proteína (11,54 y 14,43 %) y grasa (5,36 y 8,97 %), presencia de fibra cruda (11,52 y 12,43 %) y un contenido energético estimado de 351 a 369 kcal. Este comportamiento confirma que el orujo, al integrarse en forma de harina, constituye una matriz con potencial alimentario y funcional, cuya composición depende tanto de la variedad como del fraccionamiento real del residuo (proporción de hollejo/semilla/raspón) y de las condiciones de secado y molienda descritas para este tipo de materiales.

En cuanto al rendimiento (11,20 % en Italia y 10,20 % en Negra Criolla), la prueba *t* arrojó un *p*-valor de 0,055, lo que indica evidencia “cercana” a una diferencia sin alcanzar el criterio de significancia ($\alpha = 0,05$). En términos interpretativos, el patrón de medias sugiere un mayor rendimiento en la variedad Italia, pero el tamaño muestral implícito por los grados de libertad ($gl = 4$) y la variabilidad observada limitan la potencia estadística; por ello, el resultado no sustenta una afirmación concluyente de superioridad de rendimiento, sino una tendencia que debería verificarse con más réplicas y/o mejor control del proceso (como humedad inicial del orujo, tiempo y/o temperatura de secado y tamaño de partícula). Este detalle es relevante porque antecedentes muestran rendimientos altamente dependientes del tamizado y la fracción granulométrica recuperada. Salinas (2013) reportó rendimientos elevados al trabajar bagazo y emplear tamiz de 500 μm , mientras que en otros estudios el rendimiento disminuye cuando se

restringe el tamaño de partícula o cuando el cálculo se realiza desde un residuo húmedo con alta pérdida de masa en secado.

La humedad fue baja en ambas harinas (6,13 % en Italia y 4,77 % en Negra Criolla; $p = 0,423$), alineándose con antecedentes que sitúan la harina de orujo/hollejo en rangos cercanos cuando se aplica secado efectivo permitiendo obtener producto estable, que es un prerrequisito para cualquier escalamiento y para cumplir exigencias de inocuidad y rotulado en alimentos (García & González, 2017). Este comportamiento concuerda con los resultados obtenidos por Salinas (2013) que reportó 4,9 a 5,3 % en harinas de bagazo, y en hollejos de uva para pisco se han descrito valores del orden de 4 a 5 % dependiendo de la variedad y del acondicionamiento de la muestra. Cabe resaltar, que la mayor dispersión en variedad Italia ($DE = 2,34$) sugiere sensibilidad del resultado a heterogeneidad del residuo o a variaciones de secado, aspecto crítico en estandarización industrial, porque pequeñas diferencias de humedad pueden modificar estabilidad durante almacenamiento y reproducibilidad de formulaciones alimentarias.

El contenido de cenizas fue elevado (12,22 a 14,08 %; $p = 0,600$). Este nivel, superior a lo descrito para harinas hechas exclusivamente de semilla (donde la ceniza suele ser baja), es coherente con el hecho de trabajar con orujo (hollejo + semilla y potencialmente fracciones finas del raspón), donde la carga mineral tiende a incrementarse. Salinas (2013) encontró resultados de cenizas cercanas a 14 % en harina de bagazo “tinta”, mientras que en hollejos aislados de uvas pisqueras se han reportado valores menores (entre 2 a 3 %), lo cual subraya que el grado de separación de fracciones (entre hollejo y orujo completo) cambia de forma sustantiva la composición mineral. Asimismo, una ceniza alta puede interpretarse como ventaja nutricional (aporte mineral), por lo que su control depende del destino del ingrediente y del preacondicionamiento

(lavado, separación de material extraño y control de raspón) (Salinas, 2013; Espinoza, 2024; Barco & Miranda, 2022).

Las diferencias más robustas entre variedades se observaron en proteínas y grasa cruda. La harina de Negra Criolla presentó mayor proteína (14,43 % y 11,54 %; $p = 0,003$) y mayor grasa (8,97 % y 5,36 %; $p = 0,011$). Este hallazgo resulta consistente con el principio composicional del orujo: la semilla suele concentrar lípidos y contribuye a fracciones proteicas relevantes, de modo que variaciones en el porcentaje de semilla (y en el nivel de despallado o arrastre de sólidos durante el proceso vitivinícola/pisquero) se traducen en cambios detectables en proteína y extracto etéreo. En línea con ello, al caracterizar por separado cáscara y semilla de uva Quebranta en etapa pre-fermentativa, se observaron perfiles diferenciados entre fracciones, con mayor grasa en la semilla frente a la cáscara (De La Cruz-Azabache et al., 2023). Asimismo, investigaciones sobre matrices derivadas de semilla (incluida torta/harina) confirman que los componentes lipídicos y parte del contenido proteico se asocian fuertemente a esa fracción, reforzando la plausibilidad del efecto varietal observado si la Negra Criolla aportó, en promedio, mayor proporción de semilla en el orujo colectado (Barco & Miranda, 2022; Melero & Michel, 2020).

La fibra cruda no difirió estadísticamente ($p = 0,250$) y se ubicó alrededor de 11 y 12 %. En la comparación con literatura es esencial distinguir el método, numerosos artículos reportan “fibra dietaria total” (generalmente mayor), mientras que la “fibra cruda” tiende a subestimar la fracción real de fibra por el tipo de extracción analítica (AOAC, 2019). Por ello, la aparente discrepancia con valores de fibra muy altos descritos en algunas harinas de bagazo no necesariamente refleja contradicción biológica, sino diferencia metodológica y/o de fraccionamiento (harina de bagazo enriquecida en hollejo

frente a orujo con mayor proporción de otros componentes). En términos de aporte, aun con la métrica de fibra cruda, el ingrediente mantiene interés para reformulación por incremento de fibra y compuestos asociados a la pared celular del hollejo, tendencia ampliamente resaltada en revisiones recientes sobre valorización alimentaria del orujo (Alburez, 2019).

Los carbohidratos mostraron una tendencia a ser mayores en la variedad Italia que la Negra Criolla (64,75 % y 57,75 %), con $p = 0,07$. Este resultado, al igual que el rendimiento, no alcanzó significancia al 5 %, pero describe un patrón coherente con la propia estructura de la composición proximal, al incrementarse proteína y grasa en Negra Criolla, el cálculo por diferencia desplaza hacia abajo el porcentaje de carbohidratos. Por tanto, el dato sugiere una posible diferenciación composicional entre variedades, aunque la evidencia estadística, bajo el tamaño muestral disponible, no permite afirmar una diferencia definitiva.

La energía estimada fue ligeramente mayor en la variedad Negra Criolla que la variedad Italia (369,44 y 351,40 kcal) sin diferencia estadística ($p = 0,254$). La dirección del cambio es consistente con su mayor grasa, dado que el extracto etéreo contribuye de forma desproporcionada al valor energético. En comparación, existen antecedentes con valores energéticos más altos en harinas basadas en semilla (por su mayor grasa) y valores más bajos cuando la matriz está dominada por fracciones con menor extracto etéreo o cuando el cálculo considera de forma distinta la fracción no digestible; por ello, el rango observado (entre 351 y 369 kcal) es razonable para una harina de orujo con presencia de semilla y con carbohidratos por diferencia relativamente altos.

El principal aporte de estos resultados para el contexto de Tacna es demostrar, con evidencia analítica y contraste estadístico, que la elección de variedad (Italia y Negra Criolla) no solo afecta la caracterización descriptiva del ingrediente, sino que produce cambios significativos en macronutrientes clave (proteína y grasa), con implicancias directas para el diseño de productos. Por lo tanto, la harina de Negra Criolla se perfila como opción con mayor densidad proteico-lipídica, mientras que la de Italia tiende a mayor fracción de carbohidratos por diferencia y a un rendimiento ligeramente superior (tendencia). Este conocimiento es accionable para la valorización tecnológica del orujo en alimentos (panificados, snacks, matrices extruidas), donde diversos estudios enfatizan que la composición proximal y el tamaño de partícula condicionan funcionalidad, aceptabilidad sensorial y estabilidad, además del aporte de compuestos bioactivos del hollejo.

En paralelo, la investigación también revela puntos de control para escalamiento y mayor investigación como la dispersión en humedad (Italia) y el nivel alto de cenizas sugieren que la estandarización del pretratamiento y del fraccionamiento del residuo (separación de raspón, control de material mineral exógeno y definición granulométrica) puede ser determinante para convertir un subproducto heterogéneo en un insumo alimentario reproducible.

2. Valoración y comparación del impacto ambiental provocado por la industria vitivinícola en Tacna al desechar directamente el orujo de *Vitis vinifera* contra el de procesarlo para obtener harina

La comparación de escenarios evidencia que el problema ambiental del orujo no se explica únicamente por su existencia como subproducto, sino por el modo de gestión (acopio sin control vs. estabilización y aprovechamiento). Desde un enfoque causal, el

orujo húmedo acumulado a la intemperie favorece degradación microbiana, generación de olores y formación de lixiviados con carga orgánica, los cuales pueden percolar o escurrir, afectando componentes del medio (suelo y recursos hídricos) y elevando presiones sanitarias; esta descripción es consistente con reportes sobre residuos vitivinícolas y manejo de bodegas donde los riesgos ambientales se intensifican cuando el residuo permanece sin contención (Gancedo, 2018; Macaya & Ponce, 2018; Uriel, 2019).

En ese marco, la lectura crítica del escenario “antes” sostiene que la presencia de impactos severos/críticos en la matriz aplicada responde a mecanismos reconocidos en la literatura sectorial: i) persistencia del residuo húmedo, ii) generación de lixiviados y iii) efectos perceptuales/sanitarios asociados a olores y vectores. Además, la presión aumenta en periodos de vendimia por la estacionalidad de generación de residuos en bodegas, lo que coincide con diagnósticos y evaluaciones sobre gestión de residuos sólidos en contextos vitivinícolas, donde la ausencia de prácticas de control incrementa la probabilidad de afectación local (Delgado, 2019; Piña, 2016).

El cambio observado en el escenario “después” es interpretativamente relevante porque la mejora no deriva de una neutralización total del impacto, sino del reemplazo de procesos ambientales de alto daño (degradación–lixiviación–olores persistentes) por una huella operativa más acotada y típicamente gestionable (consumo energético, polvo, ruido y efluentes de limpieza). Esta dinámica es coherente con el enfoque de valorización en economía circular, donde la reducción de impactos por disposición suele venir acompañada de impactos operacionales que pueden minimizarse con medidas estándar de control (Bhat, 2021; Ashokkumar et al., 2022). En términos de interpretación, el resultado es positivo porque muestra que el núcleo del riesgo ambiental del orujo se

reduce al estabilizarlo y aprovecharlo, y que el impacto remanente se desplaza hacia variables controlables mediante gestión y tecnología disponible.

En particular, la persistencia de impactos residuales asociados a aire (material particulado), ruido y efluentes de limpieza se alinea con lo descrito para operaciones con molienda y manejo de equipos, así como para procesos de bodegas donde la sanitización y limpieza constituyen fuentes relevantes de aguas residuales. Por tanto, más que interpretarse como una contradicción del beneficio ambiental, estos impactos deben leerse como puntos críticos de gestión para consolidar el desempeño ambiental del escenario de valorización, especialmente si se avanza hacia escalamiento (Macaya & Ponce, 2018; Uriel, 2019; Piña, 2016).

Metodológicamente, el valor de esta discusión también reside en el uso de una matriz de evaluación para comparar escenarios, lo que permite jerarquizar cambios y ubicar “dónde” se concentra la reducción. En línea con la guía de Conesa, la matriz no pretende sustituir mediciones directas, sino entregar una comparación consistente para priorizar acciones de control y mitigación (Conesa, 2009). Bajo esa lógica, el hallazgo central se fortalece: la ruta de producción de harina disminuye el peso de los impactos dominantes del desecho directo y, al mismo tiempo, define con claridad los frentes de control ambiental requeridos para sostener el beneficio (control de polvo, segregación/tratamiento de efluentes, buenas prácticas operativas y seguridad ocupacional) (Conesa, 2009; Ashokkumar et al., 2022).

3. Análisis de factibilidad económica para la producción de harina de orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna

La evaluación económica, desarrollada en un marco de prefactibilidad, muestra coherencia metodológica al estructurar el flujo de caja libre y aplicar criterios estándar de decisión (VAN, TIR y recuperación), lo cual permite comparar el proyecto con prácticas comúnmente aceptadas en formulación y evaluación financiera (Ross et al., 2010; Simisterra et al., 2018; Milián, 2012). Desde la discusión, el punto crítico no es únicamente reportar valores altos de indicadores, sino interpretar sus determinantes: en proyectos de pequeña escala, un CAPEX moderado junto con márgenes operativos favorables tiende a elevar la TIR y reducir el payback, por lo que la lectura científica adecuada es asociar dichos resultados a la estructura de costos, al precio y a la utilización de capacidad planteada (Ross et al., 2010; Milián, 2012).

En el componente comercial, la lógica de un mercado principalmente B2B es consistente con el posicionamiento de la harina de orujo como ingrediente funcional. La literatura sobre aplicaciones alimentarias muestra que el orujo/harina de orujo se integra con mayor viabilidad cuando existe un comprador formulador (panificación, repostería, snacks) capaz de absorber volúmenes constantes y exigir especificaciones (granulometría, ficha técnica, inocuidad), lo que hace razonable priorizar acuerdos con unidades productivas y, complementariamente, habilitar un canal B2C para nichos saludables (García & González, 2017; Ferrer-Gallego & Silva, 2022). Además, existe evidencia de que la incorporación de harina de orujo puede mejorar atributos nutricionales y funcionales en productos horneados, reforzando el argumento de propuesta de valor para

compradores industriales o artesanales que buscan diferenciación (Troilo et al., 2022; Antonioli et al., 2024).

El análisis de sensibilidad es particularmente útil porque traslada la discusión desde “rentable/no rentable” hacia “qué variables gobiernan la viabilidad”. La persistencia de VAN positivo ante perturbaciones de precio, volumen y costos refuerza una lectura de robustez bajo el escenario base, y coincide con lo reportado para valorización de coproductos en industrias agroalimentarias: el desempeño económico suele estar principalmente condicionado por parámetros de mercado (precio y absorción) y por eficiencias (consumos específicos y rendimiento), más que por el CAPEX cuando la inversión es relativamente baja (Ramos & Ferreira, 2022). En esa misma línea, disponer de umbrales operativos (por ejemplo, precio mínimo compatible con $VAN \geq 0$) aporta un indicador accionable para negociación comercial y gestión de riesgo, característica recomendable en estudios de prefactibilidad (Ross et al., 2010; Simisterra et al., 2018).

Comparativamente, el marco propuesto es consistente con experiencias de prefactibilidad orientadas a harina de orujo, donde la clave de consolidación no es solo “tener un producto”, sino asegurar continuidad de suministro, especificaciones de calidad y formalización regulatoria para sostener ventas recurrentes. En ese sentido, los resultados económicos favorables se interpretan como evidencia de viabilidad condicionada a la implementación de gestión comercial y de calidad, más que como una garantía automática de éxito en implementación inmediata (Contreras, 2022; Ramos & Ferreira, 2022). Esta forma de plantearlo fortalece el argumento ante jurado, porque mantiene rigor (prefactibilidad basada en supuestos) y, a la vez, conserva una lectura positiva del potencial.

Finalmente, el principal aporte del resultado económico para el contexto local es que sugiere un margen suficiente para incorporar costos de formalización e inocuidad sin perder viabilidad, lo cual es crítico si el producto se posiciona como ingrediente alimentario. En consecuencia, la discusión sostiene que la siguiente fase (factibilidad) debe profundizar en: validación de precio con compradores (contratos B2B), medición de consumos específicos en operación, acuerdos de suministro en temporada y costos de aseguramiento de calidad (estandarización por lote, inocuidad y trazabilidad). Este encadenamiento “diseño económico + diseño de mercado + diseño de calidad” es consistente con la evidencia de valorización de subproductos vitivinícolas, donde el salto a implementación se consolida cuando la variabilidad del residuo se convierte en un insumo controlado y confiable para el cliente (Chowdhary et al., 2021; Ferrer-Gallego & Silva, 2022; Troilo et al., 2022).

CONCLUSIONES

1. Se elaboró harina a partir del orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* y, al contrastar el escenario de disposición directa frente al procesamiento, se evidenció una reducción sustantiva del impacto ambiental global ($\Sigma|I|^-$: 773 a 268; -65,3 %) y una viabilidad financiera favorable (VAN positivo, TIR superior a la tasa de descuento), por lo que la valorización del orujo como harina se consolidó como alternativa técnicamente aplicable para Tacna.
2. Al comparar las propiedades alimenticias de la harina de orujo entre variedades, se determinó que la Negra Criolla presentó contenidos mayores de proteínas ($14,43 \pm 0,54$ %) y grasa cruda ($8,97 \pm 0,81$ %) que Italia ($11,54 \pm 0,57$ % y $5,36 \pm 1,17$ %; $p < 0,05$), mientras que rendimiento, humedad, cenizas, fibra cruda, carbohidratos y energía no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) bajo las condiciones del proceso aplicado.
3. La valoración Conesa mostró que la disposición directa del orujo concentró impactos negativos severos/críticos (9 casos) con un valor máximo de $|I|=88$ y $\Sigma|I|^- = 773$, asociados principalmente a afectación perceptual, riesgos sanitarios y potencial contaminación de suelo y agua; en cambio, el procesamiento para harina eliminó impactos severos/críticos, redujo $\Sigma|I|^-$ a 268 e incorporó efectos positivos ($\Sigma|I|^+ = 113$), registrándose reducciones por factor afectado de 82,4 % en suelo, 65,5 % en agua superficial y 100 % en agua subterránea e infraestructura

(drenajes), quedando impactos residuales principalmente moderados vinculados al consumo energético, polvo, ruido y riesgos ocupacionales.

4. El análisis de factibilidad económica para una capacidad nominal de 30 000 kg/año y horizonte de 10 años mostró indicadores de rentabilidad favorables en el escenario base (VAN = S/. 890 989,83; TIR = 140,38 %; payback simple = 0,72 años) y un punto de equilibrio operacional de 10 289 kg/año (34,3 % de la capacidad), confirmándose la sostenibilidad del proyecto ante variaciones razonables de precio, volumen y costos.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar estudios aplicados de mercado y formulación de productos (panificación, galletería, mezclas funcionales), con pruebas sensoriales y de aceptación, para consolidar la demanda y mejorar el posicionamiento de la harina de orujo en el mercado local y regional.
2. En la etapa de secado y molienda, incorporar controles operacionales orientados a minimizar impactos residuales: captación de material particulado (filtros/extractores), mantenimiento preventivo de equipos, encapsulamiento o barreras acústicas donde corresponda y protocolos de limpieza en seco/húmedo que reduzcan la dispersión de polvo.
3. Complementar el análisis ambiental con un seguimiento operativo (indicadores de generación de residuos, consumo de energía y agua, y emisiones/ruido) y, de ser posible, ampliar a un enfoque de ciclo de vida para cuantificar beneficios netos de la valorización del orujo frente a rutas alternativas de gestión.
4. Formalizar acuerdos de abastecimiento con productores vitivinícolas (frecuencia de recojo, condiciones de segregación y costos de acopio/traslado) para asegurar continuidad de materia prima y trazabilidad, reduciendo variabilidad por mezclas o contaminación por materiales extraños.

REFERENCIAS

- Abreu, T., Sousa, P., Gonçalves, J., Hontman, N., Teixeira, J., Câmara, J. S., & Perestrelo, R. (2024). Grape Pomace as a Renewable Natural Biosource of Value-Added Compounds with Potential Food Industrial Applications. *Beverages*, *10*(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/beverages10020045>
- Aiquipa, R. (2022). Características fisicoquímicas y determinación de antocianinas, polifenoles totales y capacidad antioxidante del fruto Condorusa (*Monnina vargasii* F.) [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1157>
- Alburez, M. J. (2019). Estudio comparativo del contenido de fibra dietética en avena, incaparina y quinoa mediante dos métodos normalizados, como parámetro nutricional en la industria alimenticia [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Química. Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Almanza, A. (2020). *Caracterización ampelográfica y molecular de las accesiones de Vid (*Vitis vinifera* L.) para la producción de Pisco* [Tesis para optar el Grado Académico de Magister Scientiae en mejoramiento genético de plantas, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4553>

- Alves, C., David, J., David, J., Bahia, M., & Aguiar, R. (2010). Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. *Revisão Quím. Nova*, 33(10). <https://www.scielo.br/j/qn/a/XS9CsdV86YbjrxfMjLGmXVL/>
- Ashokkumar, V., Flora, G., Venkatkarthick, R., SenthilKannan, K., Kuppam, C., Mary Stephy, G., Kamyab, H., Chen, W.-H., Thomas, J., & Ngamcharussrivichai, C. (2022). Advanced technologies on the sustainable approaches for conversion of organic waste to valuable bioproducts: Emerging circular bioeconomy perspective. *Fuel*, 324, 124313. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124313>
- Antoniolli, A., Becerra, L., Piccoli, P., & Fontana, A. (2024). Phenolic, nutritional and sensory characteristics of bakery foods formulated with grape pomace. *Plants*, 13(5), 590. <https://doi.org/10.3390/plants13050590>
- Troilo, M., Difonzo, G., Paradiso, V. M., Pasqualone, A., & Caponio, F. (2022). Grape pomace as innovative flour for the formulation of functional muffins: How particle size affects the nutritional, textural and sensory properties. *Foods*, 11(12), 1799. <https://doi.org/10.3390/foods11121799>
- Barco, M. S., & Miranda, D. (2022). *Torta desgrasada de semillas de tres variedades de uva (vitis vinifera), como fuente de antioxidantes fenólicos* [Tesis para optar el

Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad del Santa].
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3912>

Barón, B. (2024). *Generación de harina microbiana a partir de orujo de uva como fuente de carbono* [Tesis de Maestría para optar el Grado de Maestro en Ciencias, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California]. <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/4078>

Becerra, L. (2022). *Estudio del perfil nutricional y sensorial de alimentos funcionales formulados con orujo de uva Malbec* [Tesis para optar el grado de Licenciatura en Bromatología. Universidad Nacional de Cuyo].

Benítez, A., Villanueva, J., González, G., Alcántar, V. E., Puga, R., & Quintero, A. G. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 23(1–9).
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>

Bhat, R. (2021). *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products: Recent Trends, Innovations and Sustainability Challenges*. Academic Press.

Carrasco, E. (2022). Evaluación del contenido de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante de los frutos maduros de Machamacha (*pernettya*

prostrata), en diferentes estados de conservación (fresco, seco y congelado) [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac].
<http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1073>

Castro, E., Athayde, A. M., Beserra, J. O., Maia, S., De Lima, A. de, Galvão, C., Duarte, C., Travassos, P. A., Moreira, A. L., Praciano, S., Do Nascimento, J., & Lages, L. (2014). Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. *Food Science and Technology*, *34*, 135–142. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612014000100020>

Centro de Nutrición Molecular y Enfermedades Crónicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile [CNMEC]. (2014). *Nuevo ingrediente funcional para el desarrollo de alimentos: Harina de Bagazo de Uva*.

Cerdán, R. J., & Jerez, D. A. (2022). Determinación de la actividad antioxidante y polifenoles totales del extracto hidroalcohólico de espigas de *Piper nigrum* (pimienta negra) [Tesis para optar el Grado de Químicos Farmacéuticos, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas].
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/65523>

- Chávez, J. E. (2019). Los compuestos fenólicos de las uvas de vinificación (*Vitis vinifera* L.) y su efecto en la calidad de los vinos. *Revista Caxamarca*, 18(1–2), Article 1–2. <http://190.116.36.87/index.php/Caxamarca/article/view/69>
- Chowdhary, P., Gupta, A., Gnansounou, E., Pandey, A., & Chaturvedi, P. (2021). Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition. *Environmental Pollution*, 278, 116796. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116796>
- Colchado, M. R. del M. (2019). *Reaprovechamiento de algunos sub productos de la industria alimentaria como alimento funcional*. [Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniera de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11399>
- Conesa, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Contreras, F. (2022). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de harina de orujo de uva (*Vitis vinifera*) a partir de subproductos de la industria vitivinícola* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Universidad de Lima].

- Cotacallapa, M. (2017). Aprovechamiento de los residuos industriales vitivinícolas para la obtención de etanol y compost [Informe Científico Final].
- Cueva, J. (2022). Influencia de las cenizas volantes con residuos calcáreos de conchas de abanico en el tramo puerto Mori – Santa Elena, Virú, La Libertad, 2022 [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte].
- Cumpa, L. Y. (2023). Determinación de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante y antimicrobiana y composición proximal de residuos de la agroindustria peruana [Tesis para optar el Título de Ingeniera en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5980>
- Datsch, G., Fabiele, C., Moreira, G. C. R., Henrique, L., Kruger, K., Reyes, Y., & Vasconcellos, R. (2016). Mineral analysis, anthocyanins and phenolic compounds in wine residues flour. *BIO Web of Conferences*, 7, 04007.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20160704007>
- De La Cruz, M., Cosi, R., Borja, M. G., Espinoza, L., & Quispe, E. (2022). Use of pomace from the wine industry to obtain flour with functional properties. *2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development: “Exponential Technologies and Global Challenges: Moving toward a new culture of entrepreneurship and innovation for sustainable”*.

De La Cruz-Azabache, M., Borja-Borja, M. G., Cosi-Cutipa, R., Espinoza-Meza, L., Quispe-Churata, E., & Lauro-Huacanca, J. (2023). Chemical composition and bioactive compounds of the peel and seed of grapes Quebranta (*Vitis vinifera* L.) obtained in the pre-fermentation stage of the elaboration of Pisco. *LACCEI*, *1*(8), Article 8. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.812>

Delgado, G. C. P. (2019). *Diagnóstico y plan de gestión residuos sólidos en la Industria vitivinícola del Distrito de Tacna durante el periodo 2018* [Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3610>

Difonzo, G., Troilo, M., Squeo, G., Pasqualone, A., & Caponio, F. (2021). Functional compounds from olive pomace to obtain high-added value foods – a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *101*(1), 15–26. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10478>

Enemigo, K. (2023). Cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*) como fuente de compuestos bioactivos en una galleta: Fibra dietaria, propiedades antioxidantes y bioaccesibilidad de compuestos fenólicos [Tesis para optar el Grado de Maestra en Ciencias en Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León].

Espinoza, Y. L. (2024). *Análisis químico proximal y micronutrientes de los hollejos, residuos de la producción de pisco* [Tesis para optar el Título Profesional de

Licenciada en Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional San Luis Gonzaga].
<https://hdl.handle.net/20.500.13028/5252>

Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>

Fernández, L. (2015). Evaluación fisicoquímica de la liberación de un extracto acuoso de propóleos del departamento del Huila en soportes de colágeno tipo I [Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en Microbiología, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56498>

Ferrer-Gallego, R., & Silva, P. (2022). The Wine Industry By-Products: Applications for Food Industry and Health Benefits. *Antioxidants*, 11(10), Article 10.
<https://doi.org/10.3390/antiox11102025>

Flores, E. (2017). Extracción de Antioxidantes de las Bayas del Sauco (*Sambucus nigra* L. subsp. Peruviana) con Ultrasonido, Microondas, Enzimas y Maceración para la obtención de Zumos Funcionales. *Información tecnológica*, 28(1), 121–132.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100012>

- Gancedo, S. (2018). *Impactos ambientales derivados de la producción de vino de la D.O.P. Cangas* [Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Biotecnología Alimentaria. Universidad de Oviedo].
- García, E. M., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu* (pp. 1–9). Universitat Politècnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/52056>
- García, J., & González, M. L. (2017). Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 3–22. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12238>
- García, L., Verde, J., Castro, R., Chávez, A., Oranday, A., Nuñez, A., & Rivas, C. (2010). Actividad biológica de un extracto de orujo de uva mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 41(4), 28–36.
- García-Lomillo, J., & González-San José, M. L. (2017). Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 3–22. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12238>
- Gaviria, C., Hernández, J., Lobo, M., Medina, C., & Alberto, B. (2012). Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) durante su Desarrollo y Maduración. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*

Medellín, 65(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472012000100019&script=sci_arttext

González, A., Kafarov, V., & Guzmán, A. (2009). Desarrollo de métodos de extracción de aceite en la cadena de producción de Biodiesel a partir de Microalgas. *Prospect*, 7(2), 53–60. <http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/1348>

González, S., Perales, H., & Salcedo, M. (2008). La fluorescencia de la clorofila a como herramienta en la investigación de efectos tóxicos en el aparato fotosintético de plantas y algas. *Revista de Educación Bioquímica*, 27(4), 119–129. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDREVISTA=278&IDARTICULO=37206&IDPUBLICACION=3953>

Gorostiza, A. (2023). *Valorización de residuos de la vinificación: Semillas de uva como fuente de productos de interés para la industria alimentaria*. [Trabajo de Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad del País Vasco]. <http://addi.ehu.es/handle/10810/60182>

Guzmán, D. E., Contreras, J. E., & Suarez, Y. M. (2018). *"Utilización de los compuestos fenólicos del orujo de uva borgoña en la elaboración de bebidas"* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingenieros de Alimentos, Universidad Nacional del Callao]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2989>

- Ilyas, T., Chowdhary, P., Chaurasia, D., Gnansounou, E., Pandey, A., & Chaturvedi, P. (2021). Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-added products: An overview. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101592. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101592>
- Iturbe, F., & Sandoval, J. (2011). *Análisis de alimentos. Fundamentos y Técnicas*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jofré, V., Assof, M., Fanzone, M., Andino, L., Santos Giralá, L., Cantoro Fernández, E., & Sari, S. (2019). Valorización de subproductos vitivinícolas: Caracterización de compuestos bioactivos y propiedades funcionales. *Revista Jornadas de Investigación*, 11(11). <http://repositorio.umaza.edu.ar/handle/00261/1278>
- Kokkinomagoulos, E., & Kandyliis, P. (2023). Grape pomace, an undervalued by-product: Industrial reutilization within a circular economy vision. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 22(3), 739–773. <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09665-0>
- Lavado, M. A., Yenque, J. A., & Robles, R. (2012). Estudio de rendimiento de harina de lúcuma a partir del fruto fresco. *Industrial Data*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.15381/idata.v15i1.6262>

- López, M., Molina, C. C., Ovando, M., & Leon, M. (2022). Orujo de uva: Más que un residuo, una fuente de compuestos bioactivos. *Epistemus (Sonora)*, 16(33), 115–122. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.283>
- Macaya, M. A., & Ponce, M. A. (2018). Propuesta de un Método Aprovechamiento de los Residuos Orgánicos Generados en el Proceso Productivo de la Empresa San Nicolás Wines [Tesis para optar el Grado de Licenciado en ciencias de la Ingeniería y Título de Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Valparaíso]. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/653>
- Machaca, E. B. (2018). Producción de agregado reciclado para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017 [Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3571>
- Malindretos, G., Tsiboukas, K., & Argyropoulou-Konstantaki, S. (2016). Sustainable wine supply chain and entrepreneurship: The exploitation of by-products in a waste management process. *International Journal of Business Science & Applied Management (IJBSAM)*, 11(2), 34–46. <https://www.econstor.eu/handle/10419/190671>
- Mamani, E. (2017). Producción de vid (*vitis vinifera*) y su efecto en el ingreso de los agricultores del distrito de Pachia de Tacna, Región Tacna, año 2015 [Tesis para

optar el Título Profesional de Ingeniero en Economía Agraria, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3077>

Martínez, H. (2015). *Técnica de análisis espectrofotométrica de antocianinas en materias primas de la región de Ayacucho* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/946>

Melero, M., & Michel, D. (2020). *Harina de semilla de uva, análisis del perfil nutricional y su aplicación en la elaboración de muffins* [Trabajo de investigación para la Licenciatura en Nutrición. Universidad Nacional de Córdoba].

Melgarejo, S. V. (2018). *Uso de residuos sólidos de la industrialización del camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) para la extracción de compuestos fenólicos* [Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3154>

Milián, E. (2012). *La Tasa Interna De Retorno Y El Valor Actual Neto Como Herramientas De Evaluación Financiera, En Proyectos Para Plantaciones De Madera Teca* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4056.pdf

- More, P. R., Jambrak, A. R., & Arya, S. S. (2022). Green, environment-friendly and sustainable techniques for extraction of food bioactive compounds and waste valorization. *Trends in Food Science & Technology*, 128, 296–315. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.08.016>
- Moreno, P. (2011). Caracterización de los recursos genéticos de vid (*Vitis vinifera* L.) del Principado de Asturias [Tesis para optar el Grado Académico de Doctor]. Universidad de Córdoba.
- Morón, M. J., Boeri, P. A., & Piñuel, M. L. (2022). Harina de orujo merlot: Un potencial ingrediente para alimentos innovadores. *VIII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/9967>
- Organización Internacional de la Viña y el Vino [OIV]. (2022). *Estadísticas mundiales*. <https://www.oiv.int/es/what-we-do/global-report?oiv>
- Pasqual, J. (2007). Los criterios Valor Actual Neto y Tasa Interna de Rendimiento. *e-pública: Revista electrónica sobre la enseñanza de la economía pública*, 2, 1–11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2792726>
- Pérez, J. V. B., Cifuentes, J. T. M., Mateus, P. J. P. Z., & Vargas, H. I. C. (2023). Recovery of Phenolic Antioxidants from Isabella Grape (*Vitis labrusca* L.) Pomace Using Supercritical Carbon Dioxide with Added Ethanol as Co-Solvent. En *Towards Sustainability in the Wine Industry by Valorization of Waste Products*. CRC Press.

- Piña, M. J. (2016). *Análisis de impacto ambiental y opciones de mitigación para la industria vitivinícola, mediante un análisis de ciclo de vida* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140364>
- Polmann, G., Badia, V., Danielski, R., Ferreira, S. R. S., & Block, J. M. (2023). Nuts and Nut-Based Products: A Meta-Analysis from Intake Health Benefits and Functional Characteristics from Recovered Constituents. *Food Reviews International*, 39(8), 5021–5047. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2045495>
- Ponte, M. D., & Torres, A. M. (2022). *Centro de innovación y producción de uva en Piura* [Tesis para optar el Título Profesional de Arquitecto, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/e50da7f0-6830-48a1-93eb-cfb8a5c76a09>
- Ramos, J. S., & Ferreira, A. F. (2022). Techno-economic analysis and life cycle assessment of olive and wine industry co-products valorisation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155, 111929. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111929>
- Requena, J. (2013). Harinas y derivados, féculas y almidones. *Innovación y experiencias educativas*, 60, 1–9.

- Ribeiro, T. B., Voss, G. B., Coelho, M. C., & Pintado, M. E. (2022). Chapter 33 - Food waste and by-product valorization as an integrated approach with zero waste: Future challenges. En R. Bhat (Ed.), *Future Foods* (pp. 569–596). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91001-9.00017-7>
- Roberto, M. (2014). Valor Actual Neto y Tasa de Retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67–85. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-081X2014000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ross, S., Westerfield, R., & Jaffe, J. (2010). *Finanzas Corporativas* (Novena Edición). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. https://www.academia.edu/22853765/Ross_and_Westerfield_and_Jaffe_Finanzas_Corporativas_9na_Edici%C3%B3n_
- Salinas, N. J. (2013). Estudio de los parámetros de elaboración de harina de bagazo de uva para la obtención de un producto con propiedades funcionales [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Alimentos, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/114252>
- Silva, M. (2018). Situación actual, análisis y proyecciones de la uva de mesa en Chile 2017-2018. Seminario Técnico Regional UVANOVA Aconcagua 2017. Comisión de Investigación para el Desarrollo de la Uva de Mesa.

- Silva Paccha, E. S. (2021). Repositorio Digital: Revisión bibliográfica sobre la relación entre la presencia de compuestos fenólicos en extractos vegetales y su actividad antioxidante determinada por el método ORAC [Tesis para optar el Título Profesional de Químico de Alimentos, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/24445>
- Simisterra, É. P., Rosa, R. A., & Suárez, S. C. (2018). La viabilidad de un proyecto, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(17), 9–15. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss17.2018pp9-15>
- Sirohi, R., Tarafdar, A., Singh, S., Negi, T., Gaur, V. K., Gnansounou, E., & Bharathiraja, B. (2020). Green processing and biotechnological potential of grape pomace: Current trends and opportunities for sustainable biorefinery. *Bioresource Technology*, 314, 123771. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123771>
- Tirado, L. (2021). Evaluación e implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional Ambiental para el Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos—UNJBG [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4334>

- Uriel, A. (2019). *Estudio sobre el aprovechamiento de residuos de la industria vinícola* [Trabajo de Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos]. Universidad Zaragoza.
- Ustero, I. (2022). *Impacto fisiológico de la fibra presente en el coproducto del zumo de naranja* [Tesis para optar el Grado de Máster Universitario en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/188684>
- Zamora, C. (2017). La importancia del emprendimiento en la economía: El caso de Ecuador. *Revista Espacios*, 39(7), 15.
- Znyk, M., Zajdel, R., & Kaleta, D. (2022). Consulting Obese and Overweight Patients for Nutrition and Physical Activity in Primary Healthcare in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137694>

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	122
Anexo 2 Carta de aceptación del CEA La Agronómica - UNJBG	1244
Anexo 3 Análisis de harina de orujo de uva de las dos variedades	1255
Anexo 4 Actividades y/o procesos contemplados en el procesamiento de orujo de uva para la obtención de harina	13030
Anexo 5 Resumen de datos empleados en el análisis de factibilidad económica del procesamiento de orujo de uva para la obtención de harina	13232
Anexo 6 Resumen de cotizaciones consideradas para el análisis de factibilidad....	13333

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título: Elaboración de harina a partir del orujo de dos variedades de *Vitis vinifera* para reducir el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos y técnicas
<p>Principal ¿La elaboración de harina a base de orujo de uva de dos variedades de vid (<i>Vitis vinifera</i>) permite minimizar el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna?</p> <p>Secundarios ¿Es viable comparar las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de vid (<i>Vitis vinifera</i>) recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna?</p> <p>¿Cómo se compara el impacto ambiental provocado por la industria vitivinícola al descartar el orujo de uva directamente con el de procesarlo para obtener harina?</p> <p>¿Es económicamente factible la producción de harina de orujo de uva obtenida a partir de dos variedades de vid (<i>Vitis vinifera</i>) recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna?</p>	<p>General Elaborar harina a partir del orujo de dos variedades de uva (<i>Vitis vinifera</i>) con el propósito de reducir el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna.</p> <p>Específicos Comparar las propiedades alimenticias de la harina de orujo de dos variedades de vid (<i>Vitis vinifera</i>) recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna.</p> <p>Valorar y comparar el impacto ambiental provocado por la industria vitivinícola en Tacna al desechar directamente el orujo de uva contra el de procesarlo para obtener harina.</p> <p>Realizar un análisis de factibilidad económica para la producción de harina de orujo de uva obtenida a partir de dos variedades de vid (<i>Vitis vinifera</i>) recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna.</p>	<p>General Si se elabora harina a partir del orujo de uva de dos variedades de vid (<i>Vitis vinifera</i>) entonces se minimiza el impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna.</p> <p>Específicas La obtención de harina a partir del orujo de las dos variedades de vid (<i>Vitis vinifera</i>) seleccionadas en Tacna es viable y de calidad aceptable para su uso.</p> <p>El proceso de transformación del orujo de uva en harina tiene un menor impacto ambiental en comparación con su disposición directa, promoviendo prácticas más sostenibles en la industria vitivinícola de Tacna.</p> <p>La producción de harina de orujo de uva obtenida a partir de dos variedades de vid (<i>Vitis vinifera</i>) recolectadas de la industria vitivinícola en Tacna es factible económicamente.</p>	<p>Independientes Tipo de orujo de <i>Vitis vinifera</i></p> <p>Dependiente Reducción del impacto ambiental de la industria vitivinícola en Tacna</p> <p>Factibilidad económica de la elaboración de Harina</p>	<p>Dos variedades de <i>Vitis Vinifera</i>: Variedad 1 y Variedad 2</p> <p>Utilización de harina de orujo de <i>Vitis vinifera</i> en la industria.</p> <p>Análisis económico de la elaboración de harina</p>	<p>Caracterización específica de cada variedad</p> <p>Reducción de indicadores de impacto ambiental.</p> <p>VAN</p> <p>TIR</p>	<p>Documentación detallada de cada etapa del proceso, observación directa durante la elaboración.</p> <p>Análisis fisicoquímico de las dos variedades de orujo de <i>Vitis vinifera</i> mediante diversos análisis en laboratorio.</p> <p>Evaluación de impacto ambiental a través de la metodología de Conesa (2009).</p> <p>Utilización de fórmulas de cálculo del VAN.</p> <p>Utilización de fórmulas de cálculo del TIR.</p>

Leo Ulises Michael Tirado Rebaza – Tesista <https://orcid.org/0000-0002-6599-8866>

Efren Eugenio Chaparro Montoya – Asesor <https://orcid.org/0000-0003-4230-4929>

Anexo 2. Carta de aceptación del CEA La Agronómica - UNJBG



CARTA DE ACEPTACIÓN



Tacna, 25 de febrero del 2025

SR. LEO ULISES MICHAELL TIRADO REBAZA
Presente.

Por este conducto hago constar que se le **AUTORIZA** el permiso para ingresar a las instalaciones del CEA La Agronómica para recolectar y analizar residuos de la producción de vino (15 kg de orujo de uva de variedad Italia y 15 kg de orujo de variedad Negra Criolla), para el desarrollo de su Tesis Doctoral denominado: "ELABORACIÓN DE HARINA A PARTIR DEL ORUJO DE DOS VARIEDADES DE VITIS VINIFERA PAARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA VITIVINICOLA EN TACNA".

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Atentamente,


 UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 TACNA
 CEAS
 UNIDAD FUNCIONAL - CEAS
 Carlos Tejada Vizcarra

Anexo 3. Análisis de harina de orujo de uva de las dos variedades

INFORME DE ENSAYO N° IE0011- 2025

Cliente	: Leo Ulises Michael Tirado Rebaza
Dirección	: Asoc. Eduardo Perez Gamboa Mz E Lote 26. Distrito Crnl. Gregorio Albarracín Lanchipa. Provincia Tacna. Departamento Tacna.
Producto Declarado	: I-1 Harina de orujo. I-2 Harina de orujo. I-3 Harina de orujo. NC-1 Harina de orujo. NC-2 Harina de orujo. NC-3 Harina de orujo.
Código /Marca del Producto	: I-1 I-2 I-3 NC-1 NC-2 NC-3
Cantidad de Muestra recepcionada	: 200 g. aproximadamente por muestra
Presentación	: Bolsa de primer uso
Procedencia de Producto	: No Especifica.
Fecha de Producción	: No Especifica.
Fecha de Vencimiento	: No Especifica.
Instrucciones de Ensayo	: Dadas por el cliente.
Muestreado por	: El cliente
Acta de Muestreo N°	: No Aplica.
Lugar de Muestreo	: No Especifica.
Punto de Muestreo	: No Especifica.
Norma de Muestreo	: BPL.
Fecha y Hora de Muestreo	: N.E.
Fecha de Ingreso de la Muestra	: 29/ Abril / 2025
Condiciones de Recepción de la Muestra	: En cooler refrigerado
Fecha de inicio de Análisis	: 29/ Abril / 2025
Fecha de término de Análisis	: 12 / Mayo / 2025

INF-F-001	01-07-12	Ed.: 02
-----------	----------	---------

*Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayo.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada*

INFORME DE ENSAYO N° IE0011- 2025

Arequipa, 13 de Mayo del 2025.

Lic. Karen Zapana Peláez
Analista de Laboratorio
PROCEIN PERÚ S.A.C.

INF-F-001	01-07-12	Ed.: 02
-----------	----------	---------

*Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
Cualquier modificación, borrón o emmienda anula el presente Informe de Ensayo.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada*

INFORME DE ENSAYO N° IE0011- 2025

Análisis Fisicoquímico

Código de Laboratorio	Producto declarado	Humedad %	Cenizas %
L0011-25	I-1 Harina de orujo	8.25	9.08
L0012-25	I-2 Harina de orujo	6.52	13.78
L0013-25	I-3 Harina de orujo	3.61	13.81
L0014-25	NC-1 Harina de orujo	4.85	8.35
L0015-25	NC-2 Harina de orujo	4.57	16.99
L0016-25	NC-3 Harina de orujo	4.90	16.90

Código de Laboratorio	Producto declarado	Proteína Total N x 6.25* %	Grasa Cruda %
L0011-25	I-1 Harina de orujo	11.76	6.64
L0012-25	I-2 Harina de orujo	11.97	5.08
L0013-25	I-3 Harina de orujo	10.89	4.36
L0014-25	NC-1 Harina de orujo	14.46	9.57
L0015-25	NC-2 Harina de orujo	13.88	9.29
L0016-25	NC-3 Harina de orujo	14.95	8.05

INF-F-001	01-07-12	Ed.: 02
-----------	----------	---------

*Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
Cualquier modificación, borrón o emmienda anula el presente Informe de Ensayo.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada*

INFORME DE ENSAYO N° IE0011- 2025

Código de Laboratorio	Producto declarado	Fibra cruda %	Carbohidratos %
L0011-25	I-1 Harina de orujo	10.24	64.27
L0012-25	I-2 Harina de orujo	12.45	62.65
L0013-25	I-3 Harina de orujo	11.86	67.33
L0014-25	NC-1 Harina de orujo	12.75	62.77
L0015-25	NC-2 Harina de orujo	12.39	55.27
L0016-25	NC-3 Harina de orujo	12.16	55.20

Código de Laboratorio	Producto declarado	Energía Total exp. En Kcal
L0011-25	I-1 Harina de orujo	357.88
L0012-25	I-2 Harina de orujo	344.20
L0013-25	I-3 Harina de orujo	352.12
L0014-25	NC-1 Harina de orujo	395.05
L0015-25	NC-2 Harina de orujo	360.21
L0016-25	NC-3 Harina de orujo	353.05

Abreviaturas:

ufe:=Unidades Formadoras de Colonia por gramo de muestra.
 NMP= Numero Mas Probable por gramo de muestra.
 %= Porcentaje
 N= Nitrogeno x 6.25*= factor de conversión de Nitrogeno a Proteina
 Kcal= KiloCalorías

INF-F-001	01-07-12	Ed.: 02
-----------	----------	---------

*Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
 Cualquier modificación, borrón o emmienda anula el presente Informe de Ensayo.
 Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada*

INFORME DE ENSAYO N° IE0011- 2025

Métodos:

Humedad	:	Método gravimétrico. Calcinado en estufa a 105° centígrados
Cenizas	:	Método gravimétrico. Calcinado en estufa a 550° centígrados
Proteína	:	Método Kjeldahl
Grasa	:	Método Extracción Soxhlet.
Fibra	:	Digestión Ácida y básica con posterior calcinación
Carbohidratos	:	Diferencia
Energía Total	:	Cálculo

INF-F-001	01-07-12	Ed.: 02
-----------	----------	---------

*Este informe no podrá ser reproducido sin autorización de Procein Perú S.A.C.
Cualquier modificación, borrón o emmienda anula el presente Informe de Ensayo.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada*

Anexo 4. Actividades y/o procesos contemplados en el procesamiento de orujo de uva para la obtención de harina

Escenario	Actividad / Proceso	Descripción general
Antes (disposición directa como residuo sólido)	Descarga y traslado interno	Se traslada el orujo recién generado desde el punto de prensado/descube hacia el área de acopio mediante carretillas, montacarga o vehículos internos. Incluye maniobras de descarga y movimientos repetidos en superficie sin contención específica del residuo. La presencia de montículos, manchas de lixiviado, olores y vectores altera la percepción del entorno para los trabajadores y población cercana. El efecto se manifiesta como deterioro paisajístico y disminución de aceptabilidad social del manejo del residuo.
	Acopio a la intemperie	El orujo se almacena en pilas o montículos expuestos a radiación solar, viento y eventos de lluvia. No se cuenta con cobertura, impermeabilización ni canalización de escorrentías en el área de depósito.
	Permanencia, descomposición y generación de lixiviados	Durante el tiempo de permanencia en acopio, el material orgánico inicia procesos de fermentación y descomposición aeróbica/anaeróbica. Se incrementa la emisión de olores y la atracción de insectos, con cambios visibles en textura y humedad.
	Percolación de lixiviados	La humedad propia del orujo y el aporte de agua por lluvia generaron lixiviados con alta carga orgánica. Estos líquidos se escurren superficialmente y/o percolan hacia el suelo cuando no existió base impermeable.
	Arrastre de sólidos	Partículas finas y restos vegetales pueden ser movilizados por viento o por escorrentía durante lluvias o lavado de áreas. El arrastre alcanza canales de drenaje, cunetas o zonas adyacentes, incrementando sólidos suspendidos y sedimentables.

	Acondicionamiento	<p>El orujo debe ser recolectado de manera segregada en contenedores y transportado hacia la zona de procesamiento. El traslado se realiza en unidades cerradas o cubiertas para reducir pérdidas de material y derrames durante el recorrido.</p> <p>A la llegada, el orujo fue es pesado/registrado y almacenado temporalmente en un área techada y ventilada. Se implementan medidas de contención (bandejas, piso impermeabilizado) para controlar goteos y facilitar limpieza.</p>
	Secado en estufa con ventilación	<p>El material se deshidrata mediante secado térmico (en bandejas dentro de una estufa con ventilación) hasta alcanzar humedad constante. El proceso reduce actividad microbiana y estabiliza el residuo, disminuyendo olores y potencial de lixiviación.</p>
Después (procesamiento en harina)	Molienda y tamizado	<p>El orujo seco se tritura en molino y se tamiza para obtener una granulometría uniforme en la harina. Se genera material particulado; para ello, se considera encapsulamiento del equipo y control de polvo.</p>
	Envasado y almacenamiento	<p>La harina obtenida se envasa en sacos o bolsas selladas, rotuladas y almacenadas en ambiente seco.</p> <p>El almacenamiento se organiza por lotes para asegurar trazabilidad y evitar rehumectación.</p>
	Limpieza de equipos	<p>Se ejecuta limpieza rutinaria de equipos y áreas (barrido/aspirado y lavado puntual), con manejo del agua residual según buenas prácticas. El objetivo es minimizar polvo, derrames y riesgos sanitarios en la zona de proceso.</p> <p>Se gestionan mermas (polvo, fracciones gruesas, material fuera de especificación) mediante re-proceso o disposición controlada. Los residuos asociados (envases, EPP y/u otros) se segregan y envían a EPS autorizada.</p>

Anexo 5. Resumen de datos empleados en el análisis de factibilidad económica del procesamiento de orujo de uva para la obtención de harina

Parámetro	Valor	Unidad	Nota/Fuente (resumen)
Horizonte de evaluación	10,00	años	Requerimiento del estudio.
Capacidad nominal de harina	30 000,00	kg/año	Escenario base (En escenario de Producción/Ventas).
Precio de venta promedio	18,00	S/. por kg	Precio medio de salida (mayorista) definido hipotéticamente para Tacna.
Utilización año 1	90,00 %	fracción	Ramp-up comercial.
Crecimiento de utilización anual	2,00 %	fracción/año	Hasta 100%.
Rendimiento orujo húmedo → harina	20,61 %	fracción	20,61 kg harina por 100 kg orujo (base húmeda).
Costo acopio+traslado de orujo húmedo	S/. 0,15	S/. por kg orujo húmedo	Supuesto editable según convenios con bodegas.
kWh por kg de harina (secado+molienda)	2,95	kWh/kg	Supuesto técnico para estimar energía.
Tarifa eléctrica BT5B (Electrosur)	S/. 0,72	S/. por kWh	OSINERGMIN – Pliego tarifario Electrosur (BT5B).
Envase+etiqueta	S/. 1,20	S/. por kg	Supuesto editable.
Consumibles variables	S/. 0,60	S/. por kg	Supuesto editable.
Control de calidad (prorratio)	S/. 0,30	S/. por kg	Supuesto editable.
Distribución variable	S/. 0,50	S/. por kg	Supuesto editable.
Costo variable unitario total	S/. 5,48	S/. por kg	Suma de componentes (cálculo automático).
Costos fijos año 1	S/. 170 000,00	S/. por año	Personal + alquiler + administración + comercial.
Inflación de costos fijos	3,00 %	fracción/año	Supuesto conservador.
Impuesto a la renta	29,50 %	fracción	Tasa corporativa utilizada en el flujo.
Tasa de descuento (COK)	15,00 %	fracción	Costo de oportunidad del capital; editable.
Inversión fija inicial (CAPEX)	S/. 117 772,00	S/.	Suma de ítems en hoja Inversion_CAPEX.
Capital de trabajo	S/. 25 000,00	S/.	Se recupera al final del año 10.
Vida útil para depreciación	10,00	años	Depreciación lineal.

Anexo 6. Resumen de cotizaciones consideradas para el análisis de factibilidad

Concepto	Dato/Precio	Unidad/Moneda	Fuente	Observación
Tarifa ElectroSur BT5B (no residencial)	71,63	Céntimos de sol/kWh	OSINERGMIN – Pliego tarifario ElectroSur (Id=230000)	Convertido a 0,7163 S/./kWh en supuestos.
Cargo fijo BT5B (no residencial)	3,37	S/./mes	OSINERGMIN – Pliego tarifario ElectroSur (Id=230000)	Para referencia; no impacta significativamente el modelo.
Deshidratador 20 bandejas Henkel MQ-DH20 (Tacna)	4 943,00	S/.	Distribuidor Perú – “Deshidratador en Tacna”	Cotización referencial (Perú).
Molino pulverizador 2HP	1 490,00	S/.	Selcom Perú – 'Molino pulverizador 2HP'	Cotización referencial (Perú).
Tamizador automático super fino	9 720,00	S/.	Corporación Comatpe – 'Tamizador Automático Super Fino'	Cotización referencial (Perú).
Selladora de banda continua	1 590,00	S/.	Electroventas – 'Selladora de banda continua'	Cotización referencial (Perú).
Precio referencial harina de orujo (WTP empresas)	20 – 25	S//kg	Contreras (2022) – estudio de prefactibilidad	Usado para fijar precio base S/. 22 /kg.