



Universidad del Bío-Bío
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería en Maderas
Escuela Ingeniería Civil Química



**Validación del uso de un Extractor Multipropósito para producir
jugo natural de uva “País” (*Vitis vinifera L.*), usando el método de
extracción por vapor**

Informe de Habilitación Profesional presentado en conformidad a los requisitos
para obtener el título de Ingeniero Civil Químico

Cristian Leonardo Jara Espinoza

Supervisora: Dra. Saddys Rodríguez Llamazares

Profesora Tutora: Dra. Paola Bustos Gutiérrez

Concepción, 17 agosto 2023

I RESUMEN

En el estudio realizado se abordó la validación del uso de un extractor multipropósito para la producción de jugo natural de uva “País” mediante el método de extracción por vapor. En el contexto de la búsqueda de oportunidades de comercialización para los viticultores del Valle del Itata, se evaluó la eficacia del extractor y las variables de proceso influyentes en la calidad del producto final.

El objetivo principal del estudio fue validar la viabilidad de producir jugo natural utilizando el extractor multipropósito, el cual fue diseñado y construido por el Centro de Investigación de Polímeros Avanzados, este emplea el uso de vapor como método para la extracción. Para lograrlo, se llevaron a cabo experimentos que abordaron diferentes variables de proceso, como la temperatura y el uso de la camisa de enfriamiento.

Se realizaron experimentos a 105°C y 120°C en diferentes condiciones como el uso o no de la camisa de enfriamiento. Cada experimento procesó alrededor de 75 kg de fruta por lote. Los parámetros analizados del jugo incluyeron polifenoles totales, sólidos solubles, antocianinas, azúcares reductores y color del jugo resultante, como también parámetros de operación como rendimientos, y dilución del jugo.

Los resultados obtenidos demostraron que el extractor multipropósito logró rendimientos superiores al 65% generando mas de 50 litros por lote de 75 kg de fruta. Además, el equipo tiene la capacidad de extraer jugo con un contenido significativo de polifenoles totales, antocianinas, azúcares reductores y sólidos soluble totales. De acuerdo con los resultados analizados, indican que trabajar a 120°C sin usar la camisa de enfriamiento entrega rendimientos mayores de producción con un % mínimo de dilución de vapor en el jugo. Sin embargo, manipular el proceso a esta temperatura provoca una descomposición de compuestos termosensibles, como las antocianinas.

En conclusión, este trabajo contribuyó a la innovación de una tecnología que permite la producción de jugo natural de uva País a través de la técnica de extracción por vapor utilizando el extractor multipropósito diseñado por el CIPA. Lo anterior abre nuevas alternativas de comercialización de la fruta, el cual va en directo beneficio para los viticultores del Valle del Itata.

II AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta memoria, en primer lugar, darle mi gratitud a la Dra. Saddys Rodríguez por darme la oportunidad de trabajar en este lindo proyecto y poder desempeñarme como profesional en diferentes áreas pertinentes a la investigación. También agradezco el apoyo de la profesora Paola Bustos, por sus buenos consejos a lo largo de toda mi formación como Ingeniero civil Químico y en la elaboración de este informe. También quiero hacer una mención a mis compañeros del CIPA, los cuales desde el día uno siempre fue de gran ayuda, dando sus consejos y también dándose el tiempo de enseñarme las cosas que no sabía; Angelo Pincheira, Catalina Muñoz, Nahia Dueñas y Erick Araya, gracias por colaborar conmigo. Por otro lado, agradezco a mi madre Carmen Gloria Espinoza que siempre confió en mis habilidades y en los peores momentos estuvo conmigo dándome energía. A mis amigos que sin lugar a duda fueron parte fundamental de mi crecimiento como estudiante, amigos de mi ciudad, de la universidad y del trabajo, gracias por siempre acompañarme. De manera especial quiero dedicarle este informe a mi padrastro Q.E.P.D Pedro Contreras, el cual fue la primera persona en darme la confianza y la oportunidad de emprender un viaje a otra ciudad para poder formarme como Ingeniero civil Químico, gracias papá, sé que sea donde estés, estarías orgulloso de este logro. Por último y sin menor importancia quiero agradecer a mí mismo, nunca me rendí, a pesar de lo agotador que era trabajar y estudiar a la vez, estando lejos de casa y teniendo momentos de tristeza y enfados, siempre seguí adelante por mi objetivo.

III CONTENIDO

I RESUMEN	i
II AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA	ii
III CONTENIDO.....	iii
IV NOMENCLATURA	v
V Lista de Figuras	vi
VI Lista de Tablas.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 Tecnologías para la obtención de jugo natural de fruta	6
3.2 Técnica de extracción de jugo por vapor	7
3.2.1 Extractores para la producción de jugo de fruta con vapor.....	8
3.3 Extractor multipropósito para la obtención de jugo de fruta.....	10
3.4 Materia prima: uva variedad País	12
4. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4.1 Objetivo General	14
4.2 Objetivos Específicos.....	14
5. METODOLOGÍA	15
5.1 Materiales y equipamiento	15
5.2 Instalación de instrumentación y puesta en marcha del equipo.....	15
5.3 Estudio de variables de proceso de extractor multipropósito	15
5.4 Estudio del proceso de extracción	16
5.4.1 Preparación de la fruta.	16
5.4.2 Preparación del extractor.	17
5.4.3 Producción del jugo	17
5.4.4 Recolección del jugo	17
5.4.5 Descarga y limpieza del extractor.....	18
5.5 Análisis del producto	18
5.5.1 Determinación de polifenoles totales	18

5.5.2 Determinación de sólidos solubles.....	18
5.5.3 Determinación de antocianinas.....	18
5.5.4 Determinación de azúcares reductores	19
5.5.6 Determinación del color	19
5.6 Análisis estadístico de los resultados.....	20
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
6.1 Instalación de instrumentación e implementación de P&ID del extractor multipropósito para su puesta en marcha.....	21
6.1.3 Análisis del proceso de extracción de jugo por arrastre de vapor.....	22
6.1.4 Balances de materia	22
6.1.5 Resultados generales de las producciones usando el extractor multipropósito	24
6.1.6 Caracterización fisicoquímicas del jugo de uva País	25
6.2 Calculo del costo de producción de jugo natural.....	34
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
7.2 Recomendaciones	37
7.2.1 Recomendaciones para la operación	37
7.2.2 Almacenamiento y gestión de los residuos.....	37
7.2.3 Carga y descarga del extractor multipropósito	37
8. REREFENCIAS.....	38
9. ANEXOS	43

Pág.

IV NOMENCLATURA

°Brix = grados Brix

105CR = 105°C con camisa de refrigeración

105SR = 105°C sin camisa de refrigeración

120CR = 120 °C con camisa de refrigeración

120SR = 120 ° C sin camisa de refrigeración

A = Costo consumo de agua

CIPA = Centro de Investigación de Polímeros Avanzados

CLP = pesos chilenos

h = hora

H_{aa} = Entalpía del agua de alimentación

H_v = Entalpía del vapor saturado a P de trabajo (0 bar)

JP = Jugo producido mecánicamente por prensado manual

min = minutos.

n = Eficiencia

ODEPA = Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

P = presión

P&ID = Piping and Instrumentation Diagram/Drawing

PC = Precio combustible

PCS = Poder calorífico superior del combustible

PT = Polifenoles Totales

PV = Precio de vapor producido

SST = Solidos solubles totales

T = temperatura

UDT = Unidad de Desarrollo Tecnológico

V Lista de Figuras

Figura 1. Sistema de extracción por vapor (Araneda, 20124).....	8
Figura 2. A) Plano del extractor multipropósito y sus componentes. B) Esquema del Extractor Multipropósito operando como extractor de jugo con vapor (Fuente: Elaborado por CIPA).....	11
Figura 3. P&ID del extractor multipropósito (Fuente: Elaboración propia)	21
Figura 4. Cinética de las concentraciones de polifenoles totales presentes en las muestras de jugo de cada experimento (Fuente: Elaboración propia).....	25
Figura 5. Cinética de los SST presentes en las muestras de jugo de cada experimento (Fuente: Elaboración propia)	27
Figura 6. Cinética de las concentraciones de antocianinas presentes en las muestras de jugo de cada experimento. (Fuente: Elaboración propia).....	29
Figura 7. Cinética de azúcares reductores presentes en las muestras de jugo producidas por el extractor multipropósito (Fuente: Elaboración propia).....	30
Figura 8. Análisis colorimétrico de los jugos producidos por el extractor multipropósito para cada experimento (Fuente: Elaboración propia).....	32

VI Lista de Tablas

Tabla 1. Técnicas de extracción de jugo más utilizadas (Fuente: Elaboración propia).....7

Tabla 2. Variables y niveles de operación estudiados en la producción de jugo utilizando el extractor multipropósito (Fuente: Elaboración propia).....16

Tabla 3. Balance de materia de los experimentos realizados con el extractor multipropósito (Fuente: Elaboración propia)23

Tabla 4. Resultados generales de los experimentos realizados con el extractor multipropósito (Fuente: Elaboración propia).....24

Tabla 5. Valores utilizados para determinar el costo de producción (Fuente: Elaboración propia..33

1. INTRODUCCIÓN

Los jugos naturales de fruta son una fuente deseable de minerales, vitaminas y antioxidantes que contribuyen positivamente a una dieta equilibrada. El método más utilizado para la obtención de jugo es el mecánico, el cual consiste en someter la fruta a presión, centrifugación u otra fuerza física externa para extraer el jugo (Extracción de los Zumos, 2016).

Este método tiene la ventaja de obtener jugos con similares características que la fruta de partida. Sin embargo, no todos los componentes bioactivos presentes en la fruta pasan al jugo, ya que estos se encuentran en otras partes de la fruta como la cáscara, semillas y pulpa (Naczk & Shahidi, 2006).

Un proceso alternativo para la extracción de jugo de fruta es la extracción con vapor, el cual tiene como ventaja la protección de compuestos bioactivos presente en la fruta, debido al desplazamiento del oxígeno por parte del vapor (Mendes, 2016). Asimismo, el vapor aumenta el porcentaje de extracción de los compuestos bioactivos que no son solubles a temperatura ambiente, y no se requiere de un proceso posterior de pasterización y filtrado del producto final. No obstante, lo anterior, tiene el inconveniente de que el vapor diluye al jugo de fruta, por lo que constituye una limitante para la comercialización del jugo como jugo natural utilizando este método.

En el Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (CIPA) se ha desarrollado una tecnología basada en el método de extracción con vapor donde se reduce la dilución del jugo. Para ello, se ha diseñado y construido un extractor multipropósito (Rodríguez, 2021) que opera en dos modos: extracción de jugo y extracción de compuestos bioactivos.

A fin de evaluar el funcionamiento del extractor y las variables que mayor importancia tienen en la calidad del producto se visualiza como oportunidad su uso para la producción de jugo

utilizando la uva de la variedad País. Fruta estoica que constituye el sustento de más de 4.441 viticultores del Valle del Itata (Lima, 2015). Actualmente, los precios de comercialización de la uva País no cubren ni los gastos asociados a su producción, por lo que la producción de jugo de uva País podría ser una alternativa para revalorizar esta fruta (Biblioteca general INIA, 2023).

Teniendo en cuenta que el extractor multipropósito solo ha sido probado con residuos de biomasa vegetal de la producción de uva. Específicamente, sarmiento de las parras de uva de la variedad País, plantadas en la comuna de San Nicolás, Valle del Itata, Región del Ñuble, Chile. Es por el cual existe la necesidad de probarlo en la producción de jugo y aprovechando la disponibilidad de la uva País en la Región del Ñuble.

En este informe de habilitación profesional, se propone validar el uso del extractor multipropósito desarrollado en el CIPA, para la producción de jugo de uva País, considerando aspectos técnicos tales como rendimiento, productividad y las características física-químicas del jugo. A estas últimas, se les prestará especial atención debido a las propiedades antioxidantes mejoradas de este jugo con respecto a jugos de otras variedades de uva (Ide, 2021). A nuestro criterio, la tecnología del extractor multipropósito a disposición de la uva País podría ser atractiva para la inversión privada en el Valle del Itata con el consiguiente beneficio para los viticultores de uvas de cepas patrimoniales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los jugos naturales o zumo puro de fruta u hortaliza según el artículo N°482 del Reglamento Sanitario de los Alimentos de la República de Chile (2018) se definen como (p.143): “Producto sin fermentar, pero fermentable, pulposo, turbio o claro, destinado al consumo directo, obtenido por procedimientos mecánicos a partir de frutas u hortalizas maduras en buen estado o de sus carnes y conservados exclusivamente por medios físicos. El jugo podrá haber sido concentrado y luego reconstituido con agua para conservar la composición esencial y los factores de calidad de este”. Una de las técnicas para la obtención del jugo de fruta que no se encuentra en esta clasificación es la extracción con vapor, ya que el jugo no se obtiene a través de un proceso mecánico. Teniendo en cuenta en cuenta este vacío legal del Código sanitario, a los jugos obtenidos por la técnica de extracción con vapor, se le puede denominar jugo natural de fruta.

La técnica de extracción por vapor no solo sirve para extraer jugo, sino que también es ampliamente utilizada para extraer aceites esenciales de frutas como el limón, naranjas y pomelos (Padilla et al., 2007). La técnica consiste en someter la fruta al vapor saturado. El vapor rompe parcialmente la estructura celular de la fruta y permite la difusión del jugo y que por gravedad este se recolecta en el fondo del recipiente que contiene la fruta.

Cabe señalar que la técnica no requiere de tratamientos mecánicos previos ni posteriores a la extracción, por ende, no necesita un proceso de pasterización ni filtrado del jugo. Sin embargo, debido a los tiempos de operación y a la temperatura del vapor el contenido de compuestos termosensibles como las antocianinas disminuyen. Asimismo, la técnica presenta mayores tiempos de operación y requiere el consumo de energía para la producción de vapor. No obstante, la técnica de extracción por vapor requiere de una baja inversión y complejidad, además de ser un proceso de fácil utilización.

En el plano internacional existen diferentes documentos vinculados a la técnica mencionada y que han utilizado este procedimiento para producir jugos de todo tipo de fruta, excluyendo las cítricas en las que se altera su sabor debido por su composición físico química, logrando rendimientos del 60% en tiempos de operación de 2 horas (Quezada, 2008). Cabe destacar que, en estos trabajos, no se presenta un análisis sobre el efecto de variables de proceso, como temperatura del sistema, tiempo de residencia, presión del equipo y flujos de vapor, que tienen sobre los compuestos bioactivos del jugo. Teniendo un control de estas variables es posible optimizar el proceso de extracción, disminuyendo la dilución, sin comprometer los compuestos bioactivos del jugo y sin el detrimento de la fruta.

La tecnología desarrollada en CIPA (extractor multipropósito) presenta como desafío disminuir la dilución del jugo por efecto del vapor y por consiguiente obtener un jugo natural con mayores concentraciones de compuestos bioactivos como polifenoles, lo que conllevaría a obtener un producto con una alta capacidad antioxidante y atractivo para el mercado de productos saludables y orgánicos. En este contexto es que se aprovecha la variedad de uva País para la producción de jugo, específicamente de viñas localizadas en el valle del Itata.

La Región del Ñuble se caracteriza por albergar alrededor del 37% de los viticultores del país. El liderazgo en el cultivo de la cepa tinta País no se traduce en una gran producción vinícola representando solo el 1,57% de la producción nacional del 2018. En la región del Ñuble, donde prevalecen productores pequeños, la venta de uva a intermediarios convierte a la zona en proveedora de materia prima para regiones vecinas (Lima, 2015).

Por otro lado, la producción de uva País conlleva diversas etapas y costos, incluyendo poda, riego, pesticidas y fertilizantes, así como gastos en transporte y mano de obra (Borja et al., 2016). La Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) informa que los precios ofrecidos por la uva País están por debajo de los costos de producción, presentando un reto para los viñateros, especialmente aquellos con menor rendimientos y mayores costos. Esta problemática no solo afecta aspectos económicos, sino que también sociales y culturales ligados a la identidad de las

comunidades vitivinícolas. Por ende, el uso del extractor multipropósito abriría nuevas oportunidades laborales, aportando en el crecimiento económico de la comunidad y revalorizando el uso de la uva País como materia prima.

El presente informe de habilitación profesional busca validar el uso del extractor multipropósito y su vez mitigar la dilución del vapor en el jugo a través de la manipulación de variables de proceso en el equipo diseñado por CIPA, produciendo jugo proveniente de la variedad País, se espera que mediante el control de la temperatura, el flujo de vapor, el tiempo de residencia de la fruta en el equipo y el flujo de la camisa de enfriamiento permitan controlar el sistema y disminuir el exceso de vapor para que pueda ser recolectado, gracias al diseño del extractor, como condensado en el fondo cónico del equipo. Esto permitiría comercializar el jugo cumpliendo con todos los requerimientos que exige el Decreto Supremo 977 de 1996, Reglamento sanitario de los alimentos de la República de Chile.

La combinación de la producción de jugo de uva País con el uso de extractores por vapor representa una solución innovadora y prometedora para los viñateros de la comuna de San Nicolás. Al añadir valor a la fruta y ofrecer un producto de alta calidad, se abren nuevas oportunidades en el mercado y se incrementa la rentabilidad de los productores. La comercialización del jugo de uva País, respaldado por sus beneficios para la salud y la calidad alcanzada gracias a la innovación tecnológica, puede atraer la atención de consumidores exigentes que buscan opciones saludables.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Tecnologías para la obtención de jugo natural de fruta

Los procesos mecánicos de producción de jugo presentan tiempos de operación bajos con respecto a la técnica de arrastre con vapor. Una de sus limitantes es que requieren procesos extras a la extracción para su posterior embotellado. Estos procesos adicionales son la filtración, para eliminar los sólidos en el jugo, y la pasteurización para mitigar la formación de microorganismos y así aumentar la vida útil del jugo.

Dentro de los métodos mecánicos se encuentra el prensado el cual es uno de los métodos más utilizados y tradicionales para la extracción de jugos, consiste en el uso de fuerzas externas que comprimen la fruta. Esta técnica se utiliza en capas finas de pulpa con suficiente porosidad para proporcionar vías de flujo cortas hacia el exterior. Existen diferentes tipos de prensa como la de tornillo, telas, cinta y horizontales (Beveridge et al., 1997).

La extracción por centrifugación, este también es un método mecánico en el cual la fruta se procesa en una centrífuga que separa el jugo de la pulpa y otros sólidos. La fuerza centrífuga empuja el jugo hacia afuera, mientras que la pulpa se separa y se descarta. Es un método rápido y eficiente, utilizado principalmente en la producción industrial de jugos (Lee et al., 2013).

Existe también técnicas que favorecen la extracción del jugo de la fruta como son el uso de enzimas pectolíticas. Este procedimiento es especialmente útil para frutas con una estructura celular más rígida, como las manzanas (Garti-McClements,2012). En la tabla 1 se resume las principales técnicas utilizados en la industria de los jugos.

Tabla 1. Técnicas de extracción de jugo más utilizadas. Datos extraídos de *Extracción de los Zumos*, 2016 y Miguel et al., 2004.

Métodos	Técnica	Tipo de fruta
Mecánico	Prensado por cilindros perforados	Uva, manzanas, piña
Mecánico	Prensa hidráulica	Manzanas, duraznos, piñas
Mecánico	Tamizado o refinadora	Tomates
Mecánico	Centrifugación y ultracentrifugación	Paltas, granadas
Termo físico	Extracción por vapor	Uvas, maqui, arándanos, murtilla, berries en general

Fuente: Elaboración propia

3.2 Técnica de extracción de jugo por vapor

La obtención de jugo de fruta mediante la extracción por vapor es una técnica utilizada a pequeña y mediana escala. Este método al operar a temperaturas cercanas a la ebullición del agua permite inactivar enzimas, no requiriendo la pasteurización. El vapor desplaza al oxígeno, reduciendo la oxidación de compuestos bioactivos (Yuan et al., 2017); además los jugos extraídos con vapor tienen mayores contenidos de polifenoles solubles y por tanto mayor capacidad antioxidante (Mendes, M., 2016). Asimismo, es una técnica de fácil manipulación, con buenos rendimientos y es aplicable a una gama amplia de tipos de frutas (Hackelsberger, E., 1987).

Durante la extracción, el vapor saturado impacta a la fruta, se rompe la estructura celular, y el jugo difunde por gravedad y se acumula en el fondo del recipiente que contiene la fruta. En este proceso, además del jugo se extraen compuestos bioactivos de la cáscara, paredes celulares y semillas que no son solubles a temperatura ambiente. Asimismo, por este método se mejora las propiedades organolépticas del jugo, el vapor arrastra los compuestos volátiles responsables del

sabor y aroma de la fruta, lo que resulta en un jugo más aromático en comparación con otros métodos de extracción (Stashenko-Martínez, 2012).

Además, el proceso de extracción con vapor ayuda a eliminar impurezas y microorganismos presentes en la fruta, lo que contribuye a la obtención de un jugo menos contaminado por microorganismo. La extracción con vapor reduce significativamente la aparición de microorganismos tales como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* (Kumar et al., 2017).

3.2.1 Extractores para la producción de jugo de fruta con vapor

Los extractores de jugo mediante vapor que se comercializan se caracterizan principalmente por un diseño simple de tres receptáculos de acero apilados en forma vertical, donde uno de ellos se coloca en la parte superior y presenta perforaciones para permitir el flujo del vapor y la salida del jugo. Un primer receptáculo se ubica en la parte inferior y contiene el agua para generar el vapor que asciende hasta el tercer receptáculo, donde está contenida la fruta. En el receptáculo intermedio se recolecta el jugo proveniente del receptáculo superior. Adicionalmente, este canasto intermedio posee una llave para la recolección del jugo (Martínez, 2015). La capacidad de producción de estos extractores depende de volumen del receptáculo donde se adiciona la fruta a procesar. La fuente de calor externa es variada, pero generalmente se utilizan cocinas de gas o a leña que suministran el vapor de abajo hacia arriba. En la figura 1 se muestra un esquema de un extractor por vapor.

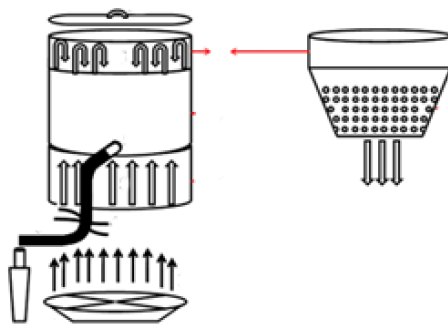


Figura 1. Sistema de extracción por vapor (Araneda, 20124).

Una limitación de los extractores comerciales a vapor es la dilución del jugo por la incorporación del vapor condensado en las paredes frías del extractor. En general, en estos equipos la incorporación del vapor fluctúa entre 15 - 20%, lo que impide, sin un proceso de concentración previo, comercializarlo como “zumo (jugo) natural”. Referente a la tecnología y la producción de jugo usando esta técnica, es que existen diversas patentes internacionales que se han dedicado a darle solución y optimizar el proceso.

La patente US4,640,186(A) y Solicitud DE 3540785 diseñadas por Hackelsberger, (Hackelsberger, 1987) consisten en contenedores de agua que se utilizan para generar vapor saturado. Estos diseños cuentan con un recipiente colector que permite almacenar el jugo que se está produciendo. La ventaja de estos diseños es que permiten una fácil extracción permitiendo que el jugo producido se pueda retirar ya sea retirando el colector o abriendo una llave para la salida del jugo.

Por otro lado, Pulfrich Horst a través de su Solicitud EP0282890 (Horst et al., 1988) diseñó un extractor que cuenta con una tapa que tiene la capacidad de regular la presión interna del extractor mediante el uso de una válvula de seguridad, la cual se encuentra en la tapa cilíndrica, que además es fijada al borde del receptáculo. El extractor también cuenta con una fuente recolectora del jugo que se está extrayendo. El diseño permite controlar mejor la entrada de vapor y contribuye al proceso de extracción al proporcionar calor y mantener las condiciones adecuadas para la separación del jugo de la fruta.

En un estudio realizado para la producción de jugo de maqui usando la técnica de extracción con vapor, usaron un extractor de acero inoxidable, el cual contenía receptáculos en su interior apilables y acoplados individualmente. El vapor caliente impactaba la fruta de abajo hacia arriba provocando la precipitación del jugo, asimismo, el jugo, era recolectado en un receptáculo menor que contiene una malla metálica para permitir el libre paso del vapor por el sistema (Araneda et al., 2014).

3.3 Extractor multipropósito para la obtención de jugo de fruta

El extractor multipropósito diseñado y construido por CIPA cuenta con tres canastos apilables que se cargan con fruta o biomasa, y la extracción se realiza mediante un flujo principalmente radial de vapor (para obtener jugo) o solvente (para extracción hidroalcohólica). En esta memoria se hará referencia sólo al proceso de extracción de jugo con vapor.

En la figura 1, donde se muestra el esquema del extractor operando con vapor. Los canastos están perforados con agujeros de 2-4 mm de diámetro en toda la extensión del tubo interior y 7-10 mm de paso en las paredes exteriores y el fondo. La capacidad de procesamiento del equipo depende de la densidad a granel del material a extraer.

El extractor también está equipado con una tapa desmontable (4), que cuenta con un sistema de sellado compuesto por un anillo de goma (9) y pasadores tipo horquilla con tuercas mariposa (8). En el centro de la tapa desmontable (4), se encuentra una válvula (6) para la entrada de vapor. Encima de los canastos apilados (2), se coloca una tapa sin perforaciones (3) que se utiliza principalmente en la extracción hidroalcohólica para retener el material vegetal fino que flota. Además, el proceso de operación del Extractor Multipropósito con vapor requiere la una fuente que genere vapor limpio. En la figura 1 se observa un esquema de cómo funciona el extractor diseñado por el Centro de Investigación de Polímeros avanzados (B), en donde las líneas azules representan el movimiento del flujo de vapor y los puntos rosados la uva cargada en los canastillos del equipo.

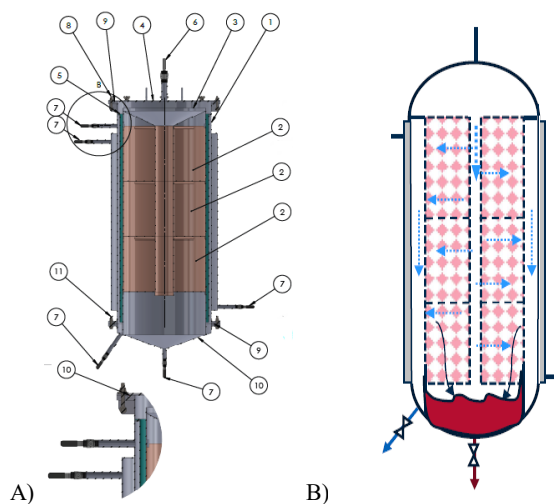


Figura 2. A) Plano del extractor multipropósito y sus componentes. B) Esquema del Extractor Multipropósito operando como extractor de jugo con vapor.

Fuente: Elaborado por CIPA.

La principal diferencia del Extractor Multipropósito con respecto a los extractores comerciales es que el vapor ingresa desde arriba hacia abajo y fluye de forma radial, debido a la diferencia de presión entre las paredes frías del extractor y el centro de este. Este flujo radial permite mayor superficie de contacto entre la uva y el vapor, y así aumentar la producción de jugo (existe mayor transferencia de materia). Además, el diseño del equipo contiene una camisa o chaqueta que cumple la función de enfriar el sistema y así generar la condensación del vapor que no tuvo contacto con la fruta, este condensado se recolecta en una fuente que se encuentra en el fondo cónico del extractor multipropósito. Esto permite disminuir la dilución del vapor en el jugo. Por otro lado, este equipo permite tiempo más cortos de extracción y mitiga la pérdida de sustancias termosensibles.

3.4 Materia prima: uva variedad País

Las frutas son ricas en sustancias bioactivas, siendo los compuestos fenólicos uno de los más abundantes. La cantidad y proporción de estos compuestos depende directamente de la especie cultivada, las condiciones ambientales de cultivo, prácticas agronómicas y condiciones de almacenamiento en su cosecha y en su procesamiento (Xia et al., 2010). Se debe considerar que no se distribuyen uniformemente en los diferentes tejidos o secciones de la fruta, por ejemplo, en la uva, la pulpa es rica en ácidos fenólicos, la piel en flavonoides y las semillas en procianidinas (Naczek & Shahidi, 2006).

La uva País (*Vitis vinifera*) es una variedad de uva ampliamente cultivada en diferentes regiones del mundo, entre ellas, es especialmente conocida por su presencia en Chile, donde se ha cultivado desde la época de la colonia española (Ceballos, 2014). La variedad País se considera una fruta resistente y adaptable, capaz de crecer en diversas condiciones climáticas y de suelo. Es conocida por su buena resistencia a enfermedades como el mildiu y la podredumbre gris (Muñoz-Espinoza et al., 2019). Además, se utiliza principalmente para la producción de vinos tintos jóvenes y de estilo ligero. También se emplea en la elaboración de vinos de mesa, mezclas y piscos. En Chile se utiliza principalmente para producir el tradicional vino denominado “pipeño” (Urzúa et al., 2020). En el Anexo 1 se encontrará una imagen que muestra la variedad uva tinta País.

La variedad País y su contenido de compuestos bioactivos puede variar según las condiciones de cultivo (clima, suelo, fertilizantes, agua, etc) y la zona geográfica de donde se cultiva la uva (Sánchez, 2012). Por otro lado, esta variedad presenta una acidez natural que contribuye al equilibrio y frescura en el sabor de la fruta y los productos provenientes de ella (González-Centeno et al., 2012). Además, la uva contiene una variedad de compuestos fenólicos, como antocianinas y taninos, que contribuyen al color, sabor, aroma y potencial antioxidante de la fruta y los vinos (García-Romero et al., 2014). Por último, también contiene compuestos antioxidantes, como flavonoides y resveratrol, que pueden tener efectos beneficiosos para la salud humana al actuar como agente protector contra el estrés oxidativo (Castañeda-Ovando et al., 2009).

En un estudio realizado por Silva y Queiroz identificaron un total de 24 compuestos fenólicos, los cuales se distribuían en varias clases, antocianinas, ácidos hidroxibenzoico, ácidos hidroxicinámicos, estilbeno y flavonoles (Silva-Queiroz, 2016). Por otro lado, un estudio hecho por Sousa e investigadores, llegaron a la conclusión que la fruta presenta un alto contenido de minerales como hierro, potasio, zinc, manganeso y calcio, además de vitamina C (Sousa,2014).

Debido a lo previamente comentado es que el consumo de jugo de uva País presenta una serie de beneficios para la salud humana, dentro de los cuales se encuentra la capacidad antioxidante que puede tener efectos beneficiosos para la salud cardiovascular y la reducción del estrés oxidativo en el organismo (Afonso et al., 2017). El consumo de jugo de uva ha sido asociado con la reducción del riesgo de enfermedades del corazón y la mejora de la función vascular. Los compuestos presentes en las uvas, como los polifenoles, pueden ayudar a mejorar la salud del corazón al reducir la presión arterial y mejorar la función endotelial (Chou et al., 2018).

Según Ide et al.,2021, se documentó sobre la producción de jugo de uva País mediante la extracción con vapor. En dicho estudio, se evaluó el efecto del tiempo de extracción en la composición y su actividad antioxidante del jugo, así como en el perfil fenólico durante el almacenamiento. A medida que aumentó el tiempo de extracción, aumentaron los valores de sólidos solubles, el contenido de polifenoles y antocianinas totales en el jugo. Sin embargo, se observó que un tiempo de residencia del jugo en el dispositivo de extracción superior a 10 minutos provocó una degradación térmica de las antocianinas y flavonoles. Además, se determinó que durante el almacenamiento ocurrieron las mayores pérdidas de antocianinas y flavonoles en comparación con el tiempo de residencia del jugo en el dispositivo de extracción. En conclusión, los investigadores reportaron que la extracción por vapor es una metodología viable para producir jugo de uva País con capacidad antioxidante, pero es importante tener en cuenta los tiempos de extracción para preservar los compuestos beneficiosos presentes en el jugo.

4. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.1 Objetivo General

Validar la producción de jugo de uva con vapor utilizando un extractor multipropósito, desarrollado en el Centro de Investigación de Polímeros Avanzados.

4.2 Objetivos Específicos

Definir la instrumentación y su correcta operación para la puesta en marcha del extractor multipropósito.

Evaluar las variables críticas del proceso de obtención de jugo con vapor (tiempo de operación y temperatura de extracción del vapor) utilizando el extractor multipropósito, en el rendimiento, la productividad del proceso de extracción y en la calidad del producto.

Determinar el balance de materia del proceso de extracción de jugo de uva, utilizando el extractor multipropósito, con las condiciones de operación que maximicen el rendimiento y la productividad del proceso sin detrimento de la calidad del jugo.

5. METODOLOGÍA

5.1 Materiales y equipamiento

- Extractor Multipropósito: Diseñado por el Centro de Investigación de Polímeros Avanzados.
- uva País: Fruta que se obtuvo de la Cooperativa de viñateros de San Nicolás, Región de Ñuble, Chile. Aproximadamente se adquirieron 1900 kg de fruta.
- Espectrofotómetro Shimadzu UV 2600, Shimadzu corporation kyoto, Japón

5.2 Instalación de instrumentación y puesta en marcha del equipo

Se fabricó un P&ID del extractor multipropósito, en el cual se implementó toda la instrumentación necesaria para la correcta manipulación de las variables de proceso (temperatura y flujos). El diagrama permitió tomar datos en tiempo real, reconocer el equipo y su funcionamiento.

5.3 Estudio de variables de proceso de extractor multipropósito

Se llevó a cabo la puesta en marcha del extractor multipropósito y la evaluación de variables críticas en el proceso de obtención de jugo. Se instalaron instrumentos específicos para registrar detalladamente los datos de operación del proceso, como indicadores de temperatura, indicador de presión del equipo y flujómetro para conocer flujos de entrada de agua (para la camisa de enfriamiento), además se instalaron válvulas de tipo bola para la apertura y cierre de flujos de entrada y salida. La manipulación del extractor multipropósito se realizó en la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT). Durante un periodo de 7 semanas, se procesaron aproximadamente 1900 kg de materia prima. Este tiempo se dividió en 2 etapas: Reconocimiento del equipo y la ejecución del screening exploratorio.

La primera etapa duró 2 semanas y permitió la familiarización con el funcionamiento del equipo y la instalación de la instrumentación requerida para su correcta operación. Posteriormente, durante las siguientes 5 semanas, se llevó a cabo el estudio exploratorio para dilucidar el efecto de las variables de procesos factibles de modificar. Se estableció que la temperatura de operación (105°C

y 120°C) y el uso o no de la camisa de enfriamiento son las variables que podrían condicionar la velocidad y el flujo del vapor dentro del extractor. Es importante destacar que todas las producciones se realizaron por duplicado. En la tabla 2 se muestra las variables y los niveles utilizados.

Tabla 2. Variables y niveles de operación estudiados en la producción de jugo utilizando el extractor multipropósito.

Variables	niveles	
Temperatura	105°C	120°C
Camisa de enfriamiento	Con red de enfriamiento	Sin red enfriamiento

Fuente: Elaboración propia.

Para cada experimento se determinó la siguiente nomenclatura, 105CR para el experimento a 105°C con refrigeración, 120CR para el experimento a 120°C con refrigeración, 105SR para el experimento con 105°C y sin enfriamiento y 120SR para el experimento que trabaja a 120°C sin refrigeración.

5.4 Estudio del proceso de extracción

5.4.1 Preparación de la fruta.

Se procesaron alrededor de 75 kg de fruta por lote. Previamente, la fruta se lavó y se retiraron los residuos de sarmiento que puedan estar en el lote. Luego, se cargó cada uno de los canastos con 25 kg aproximadamente y con un tecla se trasladó hasta la parte superior del extractor multipropósito para acomodar los canastos y que, a su vez, estos no estuvieran en contacto con las paredes del equipo, para evitar que el condensado se mezcle con el jugo extraído. Este proceso duró aproximadamente 30 minutos en ejecutarlo.

5.4.2 Preparación del extractor.

Para la extracción de jugo debían cumplir ciertos requisitos, dentro de los cuales estaba el sellado del equipo, en donde se procuró que el o'ring estuviera bien puesto y la tapa del extractor no tuviera fugas de vapor al momento de comenzar la operación. Además, las válvulas de entrada y salida de la camisa de enfriamiento estuvieron siempre abiertas. Por otro lado, la válvula de salida del condensado estuvo abierta para que el flujo sea constante y evitar de esta forma la dilución del jugo por rebalse del colector que acumula el condensado.

5.4.3 Producción del jugo

Como primer paso se liberó la entrada de vapor al sistema. El momento en el cual se permitió la entrada de vapor al extractor es cuando comienza el proceso (tiempo cero). En este proceso fue necesario manipular tanto el flujo de agua de la camisa de enfriamiento como también la presión del evaporador para mantener constante la temperatura en el sistema. El exceso de vapor condensó en la pared del extractor y se recogió por separado como condensado en el colector de fondo desmontable, evitando así la dilución del jugo de fruta. La capacidad de generación de vapor del evaporador, la posición de la válvula de bola de la tapa de extractor y el flujo de agua de refrigeración en el manto regularon la presión en el extractor y, por ende, la temperatura de extracción.

5.4.4 Recolección del jugo

Al momento de que se comenzó a producir “jugo” por la línea de salida se midieron los sólidos solubles totales (°Brix). Se determinó que 15 °Brix es aceptable para comenzar a recolectar el flujo de salida de jugo. En paralelo a esta línea existía la salida constante del condensado, cabe destacar que la válvula de salida de condensado estuvo siempre abierta para evitar que se formara vacío en el extractor o que el condensado pasara al recolector de jugo.

5.4.5 Descarga y limpieza del extractor

Una vez enfriado el extractor multipropósito (30 min aprox.) se recolectó el jugo que percoló durante este tiempo. Finalmente, después de tener todo el condensado y el jugo recolectado se abrió la tapa y se retiraron los canastos con la fruta agotada mediante el uso del tecele. Se masaron los canastos, para el registro y cálculos de rendimiento, y luego se lavó el equipo por dentro con agua fría.

5.5 Análisis del producto

5.5.1 Determinación de polifenoles totales

La cuantificación de polifenoles totales de las muestras de jugo se realizó por el método de Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965), usando ácido gálico como estándar. La absorbancia de las muestras se leyó a 765 nm usando un espectrofotómetro UV-Visible (Shimadzu 2600), los resultados se expresaron como equivalente de ácido gálico (GAE). El análisis se realizó con 2 repeticiones por muestra.

5.5.2 Determinación de sólidos solubles

La determinación de los sólidos solubles totales (SST) se realizó utilizando un refractómetro análogo con corrección de temperatura (RHB-32ATC). Previo a cada medición el refractómetro se calibró con agua destilada de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Luego, se tomaron 2-3 gotas (con un gotario) de jugo previamente homogeneizado por agitación mecánica durante 10 segundos y se llevó al vidrio de medición del refractómetro, para finalizar se bajó la tapa sin presencia de burbujas. Se esperó 30 segundos a que se estabilizara a la temperatura ambiente y se observó por el ocular del refractómetro, luego se anotó la lectura.

5.5.3 Determinación de antocianinas

La cuantificación de antocianinas, en las muestras de jugo, se basa en la transformación estructural del grupo cromóforo de la antocianina en función del pH. El método de pH-diferencial se utilizó para cuantificar las antocianinas monoméricas (Giusti, M. M.,2001). Los resultados se

expresaron como cianidina-3-glucósido, antocianina más abundante en la naturaleza, debido a que ni la identidad ni la composición de antocianinas en la muestra es conocida. Se realizó mediciones de absorbancia a 500 y 700 nm utilizando un espectrofotómetro (Shimadzu 2600) con pH de 1 y 4,5 para ambas absorbancias. El análisis se realizó con 2 repeticiones por muestra.

5.5.4 Determinación de azúcares reductores

Se midió los azúcares reductores en las muestras de jugo utilizando el método DNS (dinitrosalicílico). En este método, el azúcar presente en la muestra se sometió a una disolución alcalina y se hidrolizó, produciendo un compuesto que se reduce a un grupo nitro del DNS produciendo el monoamino correspondiente. Antes de medir los azúcares reductores, las muestras se sometieron a un proceso de centrifugación. La cuantificación de los azúcares reductores se llevó a cabo midiendo la absorbancia a 540 nm usando un espectrofotómetro (Shimadzu 2600) (Southgate, 1991). El análisis se realizó con 2 repeticiones por muestra.

5.5.6 Determinación del color

La determinación de color de las muestras de jugo se obtuvieron indirectamente con la medida espectral de transmitancia obtenida con el espectrofotómetro para el cálculo de las variables triestímulo X, Y y Z, se consideraron la medición de color los datos del iluminante D65 y los datos del observador de 10° CIE 1964, para después ser utilizados en la conversión del espacio X, Y, Z al espacio CIELAB

La combinación de los valores L*, a* y b* permitió describir de manera precisa y cuantitativa el color del jugo de uva. La medición se realizó mediante el uso de un espectrofotómetro (Shimadzu 2600), donde se obtuvo espectros de transmisión y reflexión de las muestras de jugo; los datos se analizaron en el rango del espectro visible de 400 a 700 nm (Quispe,2022). Los valores utilizados para el cálculo están disponibles en el anexo 2,3 y 4.

Para cuantificar la diferencia de color CIE se aplica la ecuación 1, la cual permite estimar las diferencias entre un color y otro.

$$\Delta E = \sqrt{(a^2) + (b^2) + (L^2)} \quad [\text{Ecuación 1}]$$

5.6 Análisis estadístico de los resultados

Los resultados del análisis del jugo de uva País fueron analizados estadísticamente mediante el uso del Software GraphPad Prism 8. Todos los valores (de los gráficos obtenidos) corresponden a muestras tomadas a lo largo de la producción. Los datos fueron analizados por duplicado y la composición final del jugo fue el promedio de las concentraciones obtenidas de la producción en cada experimento realizado. Los resultados fueron analizados mediante la prueba t-student ($p < 0,05$).

Comentado [S1]: Debes incluir este acápite.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Instalación de instrumentación e implementación de P&ID del extractor multipropósito para su puesta en marcha

En esta sección se muestra un P&ID el cual permitió reconocer el equipo y su funcionamiento, con la finalidad de determinar la instrumentación y accesorios que eran necesarios implementar para la correcta manipulación del extractor. Además, tener indicadores de variables de proceso ayudan en la toma de resultados, los cuales son usados para los respectivos análisis y posteriores conclusiones.

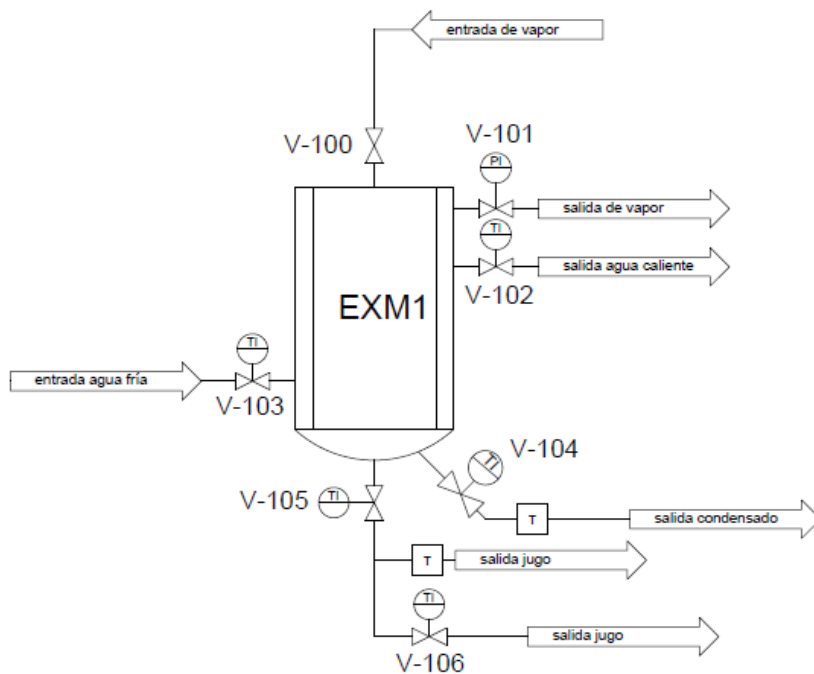


Figura 3. P&ID del extractor multipropósito.

Fuente: Elaboración propia.

El P&ID del equipo, indica las líneas de entrada y salida del vapor, entrada y salida del agua que pasa por la camisa de enfriamiento y las salidas tanto del jugo como del condensado. Por otro lado, también se ven representada la instrumentación que fue instalada para la puesta en marcha del extractor multipropósito. Esta instrumentación consiste principalmente en indicadores, los cuales sirven como medidores para obtener resultados de temperatura en las salidas y entradas del equipo. Además, se instaló un manómetro para conocer la presión del sistema dentro del equipo. Por otro lado, las trampas de vapor se instalaron en las salidas de jugo y condensado con la finalidad de obtener una línea continua de flujo para los componentes mencionados anteriormente. Las válvulas utilizadas en el equipo son del tipo bola, estas permiten manipular el flujo de entrada para la camisa de enfriamiento, como también las entradas y salidas de todos los componentes (jugo, vapor y condensado). Por último, se instaló un flujómetro en la entrada de la camisa de enfriamiento para obtener resultados en tiempo real de la cantidad de agua que se estaba utilizando en los experimentos que usaban refrigeración.

6.1.3 Análisis del proceso de extracción de jugo por arrastre de vapor

6.1.4 Balances de materia

En la tabla 3 se encuentran los resultados obtenidos de los procesos correspondientes a los 4 experimentos que se realizaron en la UDT. Los experimentos se realizaron por duplicado. Sin embargo, en la tabla, los resultados representados son los promedios obtenidos por cada experimento. Es importante resaltar que el equipo opera bajo el principio de funcionamiento discontinuo, lo que implica que las cantidades se representan como masas y no como flujos, a excepción de los experimentos que utilizaron la camisa de enfriamiento. En estos casos particulares, se estableció un flujo continuo de entrada y salida de agua mientras dura el proceso.

Tabla 3. Balance de materia de los experimentos realizados con el extractor multipropósito.

Experimento	Total entradas [kg]		Total salidas [kg]		Flujo de agua (L/hr)	
	uva	vapor	uva agotada	vapor condensado	entrada	salida
105CR	75	75	34,17	63,45	2	2
120CR	75	75	28,97	67,1	4,8	4,8
105SR	75	75	25,52	20,65	0	0
120SR	75	75	19,075	23,35	0	0

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se puede apreciar que tanto los experimentos que involucraron el uso de la camisa de enfriamiento como aquellos que no la utilizaron lograron obtener valores de más de 50 litros por lote de 75 kg de fruta. Esto implica que la masa de la fruta original se redujo en más de un 50% durante el proceso de extracción. Además, el uso de la camisa de enfriamiento causa un consumo excesivo de vapor en comparación a los experimentos que no la utilizaron. Esto se debe a que al usar la red de refrigeración el sistema tiende a alcanzar el equilibrio, por ende, aumenta el consumo de vapor con la finalidad de mantener constante la temperatura interna del extractor multipropósito.

6.1.5 Resultados generales de las producciones usando el extractor multipropósito

En la siguiente tabla están reflejados los resultados obtenidos correspondiente a cada experimento realizado en la UDT. En ella se pueden apreciar resultados de rendimientos, productividad, consumo de vapor y la masa de la uva (uva agotada) luego de ser procesada.

Tabla 4. Resultados generales de los experimentos realizados con el extractor multipropósito.

Experimento	Productividad [L/h]	Rendimiento [%]	Masa de jugo producido [L]	Flujo de vapor utilizado [kg/h]	Tiempo de operación [min]	% Pérdida vapor	% agua en jugo
105CR	15,68	67,95	51,1	16,55	204,5	1,3	24,56
120CR	25,89	66,65	50	32,1	116	1,75	8,65
105SR	17,15	77,8	58,4	5,3	210	2,9	18,08
120SR	24,62	77,8	58,4	8,15	142,5	5,65	4,31

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de los resultados generales se determinaron dos conceptos como la productividad, la cual es la cantidad de jugo producido por tiempo de operación (L/h) y el rendimiento, el cual es la cantidad de jugo producido dividido por la masa inicial de uva cargada en el extractor, este resultado se multiplica por 100 para definirlo en términos de %.

Los resultados obtenidos a partir de las experimentaciones realizadas en la Unidad de Desarrollo Tecnológico han demostrado que el equipo diseñado y construido por el CIPA presenta un

rendimiento que supera el 65% destacando los experimentos que no utilizaron camisa de enfriamiento, los cuales supero el 75% de rendimiento en producción de jugo

Los rendimientos se traducen en mínimas pérdidas en el sistema, gracias en gran parte a su adecuado sellado que evita fugas de vapor. Las pérdidas se calcularon por diferencia entre vapor recolectado como condensado y agua remanente en el evaporador. Se puede apreciar que los experimentos que trabajan a 105°C presentan un contenido elevado de agua en jugo, esto resulta en un jugo diluido que no contiene las concentraciones originales de la fruta natural. Esto se debe a que el vapor tiende a condensar en la fruta y no en las paredes del equipo, causando una dilución de agua en el jugo recolectado. Lo anterior se confirma debido a que los experimentos que trabajaron a una temperatura de 120°C presentaron diluciones bajas de alrededor $6,5 \% \pm 2$. Importante he de destacar que para estos parámetros calculados (dilución del jugo y rendimiento) el uso de la camisa de enfriamiento no aportó en la disminución de la dilución, esto se ve explicado ya que para ambos casos (105SR y 120 SR) tuvieron valores menores de agua en el jugo. Por otro lado, se aprecia que trabajar a 120°C produce una mayor extracción de jugo, debido a que para ambos casos (120CR y 120SR) presenta valores menores de uva agotada, ósea que la masa disminuye considerablemente con respecto a la cantidad de fruta original cargada al extractor multipropósito.

6.1.6 Caracterización fisicoquímicas del jugo de uva País

a.- Polifenoles totales

En la Figura 3 se muestra la variación del contenido de polifenoles del jugo de uva País en función del tiempo de extracción a diferentes temperaturas de operación y condiciones en la camisa de enfriamiento. El tiempo cero se definió a partir de que se abrió la válvula de entrada del vapor al extractor. La línea punteada paralela al eje x representa el contenido de polifenoles del jugo producido mecánicamente por prensado. Los valores del contenido de polifenoles se resumen en el Anexo 5.

Comentado [S2]: Verificar que es así.

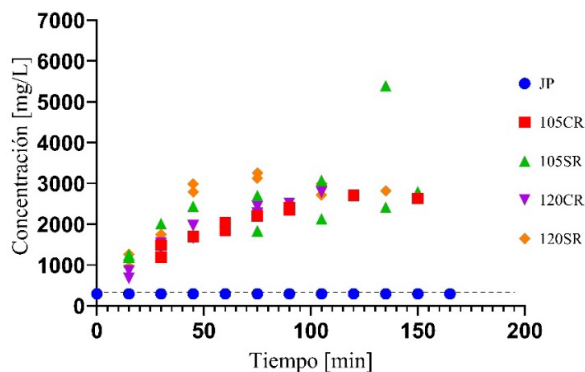


Figura 4. Cinética de las concentraciones de polifenoles totales presentes en las muestras de jugo de cada experimento. JP es jugo producido mecánicamente por prensado manual.

Fuente: Elaboración propia

En general, el contenido de polifenoles del jugo obtenido mediante extracción con vapor fue superior al obtenido mecánicamente por prensado, con valores promedio 1800-2400 mg GAE/L de jugo. Estos resultados concuerdan con lo reportado en la literatura en la obtención de jugo de fruta utilizando extractores comerciales. Por ejemplo, en un estudio realizado por Vergara y su equipo en 2012, se constató que el incremento en el contenido de polifenoles está vinculado con la degradación de compuestos bioactivos sensibles al calor, tales como las antocianinas o los taninos, los cuales se transforman en polifenoles de menor peso molecular.

Además, se determinó que la temperatura ejerce un papel preponderante para alcanzar una elevada actividad antioxidante (Vergara et al., 2012). Es importante destacar que, el contenido de polifenoles del jugo de uva País utilizando el extractor multipropósito fue superior al de otros jugos utilizando extractores comerciales de 35 y 5 kg de capacidad, los cuales estuvieron en el rango de 790 a 1490 mg GAE/L (Ide et al.) y 1300 ± 200 mg GAE/L (Bustos, 2021), respectivamente.

Asimismo, al comparar estadísticamente el promedio del contenido de polifenoles del jugo de uva en las diferentes condiciones de extracción, se encontró que sólo había diferencia significativa

en estos valores cuando la extracción se realizó a 120 °C con y sin red de enfriamiento ($p > 0,05$). A medida que aumenta el tiempo de extracción aumentó el contenido de polifenoles, siendo este incremento hasta los 40 min aprox. Después de este tiempo la velocidad de incremento del contenido de polifenoles disminuye apreciablemente. La revisión según Antonio y Farid, 2022 concluye que la degradación térmica no explica la disminución del rendimiento fenólico a temperaturas superiores a 90 °C.

Comentado [S3]: Estás bien? No será 0,05?

b.- Sólidos solubles

La figura 5 representa la variación del contenido de sólidos solubles totales (SST) presentes en las muestras de jugo, producidas con las diferentes condiciones previamente mencionadas. El tiempo cero comienza desde que entra el vapor saturado al extractor multipropósito. Los valores obtenidos son comparados con la línea verde, la cual indica el contenido de SST presentes en las muestras de jugo producidas mecánicamente por prensado manual. Las concentraciones de SST, producidos por el extractor multipropósito, son representados por los puntos azules y la línea roja representa un modelo matemático de segundo orden, planteado por Hobbi y colaboradores (2021), el cual sirvió para ajustar los datos. Los valores del contenido de SST se resumen en el Anexo 6.

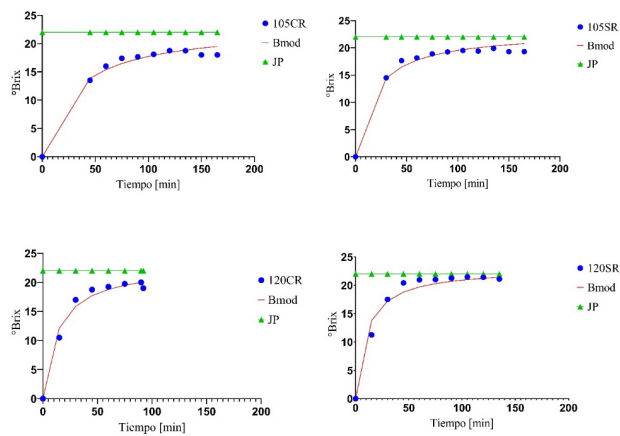


Figura 5. Cinética de los SST presentes en las muestras de jugo de cada experimento. Bmod es el modelo matemático aplicado y JP es jugo producido mecánicamente por prensado manual.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se observa que durante los primeros 45 minutos existe un aumento de SST más pronunciado en comparación al resto de la operación. Este comportamiento se debe a la fase inicial de calentamiento del sistema, donde entre 30-45 minutos comienza la extracción del jugo. Esto se determina mediante un análisis instantáneo a la muestra de jugo extraída. Una vez alcanzado el pico de SST, las concentraciones se mantienen estables y lineales a lo largo del proceso, aunque en ciertas ocasiones, debido a fluctuaciones en las variables de proceso, como la temperatura del vapor que entra al sistema o el flujo de agua que entra y sale por la camisa de enfriamiento, pueden mostrar una ligera disminución hacia el final de la operación.

Para las experimentaciones realizadas solo 105SR y 120SR presentan una diferencia significativa (para una $p > 0,05$). Esto se puede explicar debido a la cantidad de vapor que entra al sistema. Es decir, al no utilizar la camisa de enfriamiento se genera un exceso de vapor dentro del equipo, por lo cual permitiría una mayor condensación de vapor en la fruta y que este a su vez se diluye en el jugo, provocando una disminución de SST en el contenido del jugo producido, especialmente para la producción realizada a 105°C sin refrigeración.

Es importante resaltar que los niveles de Sólidos solubles (SST) medidos en grados Brix en el producto se mantienen en proximidad a los encontrados en la fruta de su estado original, indicando que el extractor multipropósito conserva en gran medida la calidad y la composición original de los componentes solubles presentes en la uva. En contraste, al comparar los resultados con los jugos de la variedad País obtenidos mediante el proceso de extracción por vapor utilizando un equipo comercial, se observaron valores cercanos a 25 ± 0 Brix (Ide et al., 2021). Estos valores se asemejan a los obtenidos mediante el uso del extractor multipropósito. Sin embargo, es esencial tener en cuenta que el contenido de SST en un jugo está directamente influenciado por la cantidad de componentes presentes en la fruta natural utilizada en el proceso.

c.- Antocianinas

La figura 5, muestra la cinética de concentraciones de antocianinas presentes en las muestras de jugo. Los resultados se cuantifican como concentraciones de cianidina-3-glucósido, antocianina monomérica más presente en los jugos de uva País. El tiempo cero comienza desde que entra el vapor saturado al extractor multipropósito. La línea punteada, de la figura mencionada previamente, representa el contenido de antocianinas de un jugo producido manualmente por prensado. El resto de punto son las muestras tomadas en tiempo real de jugos producidos por el extractor multipropósito en las diferentes condiciones descritas con anterioridad. Los valores del contenido de antocianinas se resumen en el Anexo 7.

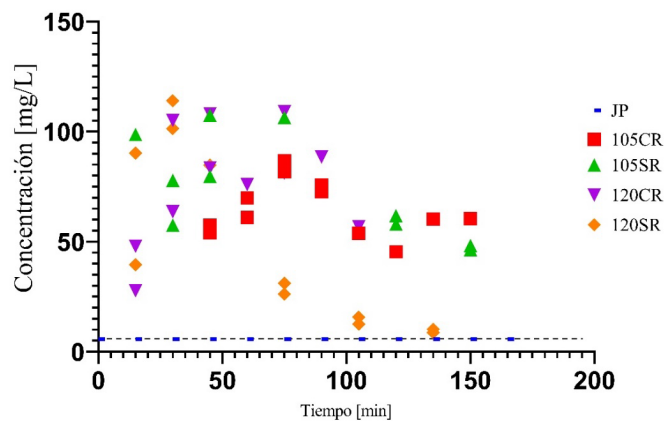


Figura 6. Cinética de las concentraciones de antocianinas presentes en las muestras de jugo de cada experimento. JP es jugo producido mecánicamente por prensado manual.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de concentraciones de antocianinas indican que, durante el proceso de extracción, utilizando el equipo diseñado por el CIPA, se obtienen valores mayores que un jugo producido por prensado manual (JP). Esto se debe al efecto de la temperatura que permite solubilizar los compuestos termosensibles como las antocianinas en la fase líquida del jugo (Cemeroglu, 1994). No obstante, cabe señalar que a lo largo de la producción el contenido de antocianinas va disminuyendo, incluso alcanzando valores que se obtiene por una técnica de prensado. Esto se explica debido a que los compuestos termosensibles, como las antocianinas, se degradan a temperaturas mayores de 85°C (Patras et al.,2010).

Por otro lado, según lo que obtuvo Ide y colaboradores (2021), el contenido de antocianinas para jugos producidos por la técnica de extracción por vapor, usando un extractor comercial, fueron de $4,47 \pm 0,4$ mg de cianidina-3-o-glucósico/L estos valores están por debajo de los obtenidos con el extractor multipropósito. Se sugiere mantener constante la temperatura de salida del jugo de uva, a temperaturas menores de 85°C con la finalidad de obtener un alto contenido de este compuesto bioactivo.

Además, al comparar estadísticamente el promedio del contenido de polifenoles del jugo de uva en las diferentes condiciones de extracción, se encontró que en ningún caso de los experimentos realizados hubo diferencias significativas (para una $p < 0,05$). Esto confirma la capacidad que tiene el equipo para extraer jugo de uva con un contenido significativo de antocianinas.

d.- Azúcares reductores

En la figura 6 se presenta la variación de la cantidad de azúcares reductores que están en el jugo de uva. Podemos apreciar que los valores obtenidos de los 4 experimentos realizados son comparados con la línea azul, la cual muestra la concentración de azúcares totales que están presentes en el jugo natural producido a través de un prensado manual. Además, se puede apreciar que la gran mayoría de los valores están por sobre la línea del jugo JP, esto significa que los jugos producidos en el extractor multipropósito contienen concentraciones más elevadas que el jugo JP.

La concentración de azúcares reductores es representada por el contenido de glucosa, fructosa y sacarosa en el jugo. Los valores del contenido de azúcares reductores se resumen en el Anexo 8.

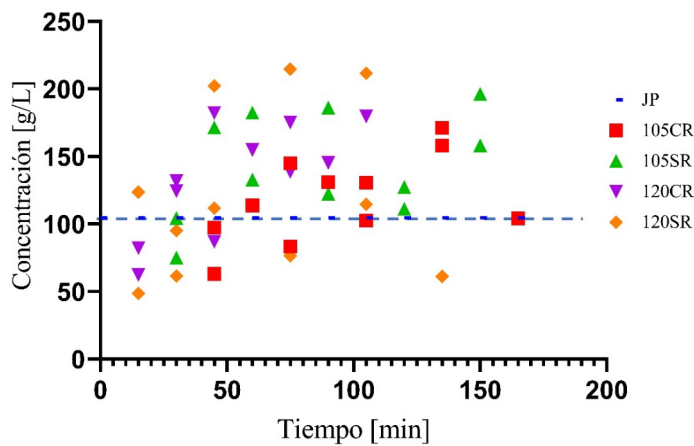


Figura 7. Cinética de azúcares reductores presentes en las muestras de jugo producidas por el extractor multipropósito. JP es jugo producido mecánicamente por prensado manual

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo presentado por la figura anterior se puede apreciar que el contenido de azúcares reductores de los jugos producidos por el extractor multipropósito en general son mayores que el jugo producido mecánicamente JP (manualmente prensado). Esto se podría explicar a que el uso de calor afecta directamente en el aumento de los extractos de azúcares presentes en la uva de la variedad País (Quintero et al., 2017). Para uvas de mesa su contenido de azúcares son de fructosa 0,15-8,74 g/100g uva, glucosa 0,02-0,091 g/100 g uva y sacarosa 0,02-0,91 g/100g uva. Dentro de aquellos la más abundante es la glucosa (Muñoz-Robredo et al., 2011). Estos valores están por debajo de los obtenidos por las muestras de jugos producidos con el extractor multipropósito. Lo que significa que el extractor multipropósito tiene una alta capacidad de extraer jugo de uva con un contenido significativo de azúcares reductores. Además, entre más tiempo de

residencia tiene el jugo en el equipo es ve favorecido el aumento de la concentración de azúcares reductores. No obstante, al comparar estadísticamente el promedio del contenido de azúcares reductores del jugo de uva en las diferentes condiciones de extracción, se encontró que en ningún caso de los experimentos realizados hubo diferencias significativas (para una $p < 0,05$).

Los resultados evidencian que el uso del equipo puede ser beneficioso para aquellos que busquen un mayor contenido de azúcares en el jugo de uva, mientras que el prensado manual (JP) podría ser una opción más adecuada para aquellos que prefieren un contenido de azúcares más bajo en el producto.

e.- Color

La siguiente figura representa un esquema de los colores obtenido por las muestras de jugo recolectadas, mediante el uso del extractor multipropósito, usando el método CIELAB. Estos colores son comparados con el jugo producido manualmente por prensado.



Figura 8. Análisis colorimétrico de los jugos producidos por el extractor multipropósito para cada experimento.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se ve representada una clara diferencia de matices de colores para los jugos producidos por la técnica de extracción con vapor usando el extractor multipropósito. Es importante destacar que los jugos obtenidos por la técnica de extracción por vapor tienen colores similares a la fruta original a diferencia del color obtenido mecánicamente por prensado manual, el cual es un color tenue y opaco.

Tras obtener los datos obtenidos de colorimetría a diferentes muestras de jugos se ha podido identificar criterios claves para seleccionar el mejor color en dichas bebidas.

Los aspectos más relevantes para tener en cuenta al elegir el color óptimo son la intensidad del color, el cual juega un papel esencial en la percepción del producto por parte de los consumidores (Schwab., et al 2013). Asimismo, la naturalidad es un aspecto crucial en la selección del mejor tono para los jugos. Los consumidores tienden a preferir colores que sugieren ingredientes naturales, evitando aquellos que aparenten ser artificiales o excesivamente procesado (Díez, 2012).

Es fundamental asegurarse de que el color seleccionado sea coherente con el perfil sensorial y los ingredientes reales del jugo. La elección del color debe alinearse con la identidad de la marca y su posicionamiento en el mercado, cabe destacar que para obtener estos datos de apreciación al color del jugo depende directamente del público objetivo y de lo que puedan señalar posibles encuestas que se realicen en un futuro (Dupont, 2004).

La elección del color se puede obtener mediante el uso de la ecuación 1 y se puede aplicar para determinar un estándar o un matiz de colores aceptables para ofrecer el producto al mercado

(Quispe, 2022). Sin embargo, el color lo determinará la empresa o el área de marketing a cargo del proceso.

6.2 Calculo del costo de producción de jugo natural

Para poder estimar el costo de producir jugo natural de uva País se tomó en cuenta el gasto de vapor que se requerirá para que el proceso funcione. Cabe destacar que en esta sección los cálculos están basados en la operación más costosa. El cual significa operar a 120°C y hacer uso de la red de enfriamiento todo el tiempo que dura el proceso. Estas condiciones son las que maximizan gasto de vapor y el consumo de agua para la chaqueta de enfriamiento.

$$PV: \frac{(h_v - h_{aa})}{PCS * n} * PC * 100 + A \text{ [Ecuación 2]}$$

Tabla 5. Valores utilizados para determinar el costo de producción.

Termino	Significado	Valor
PV	Precio de vapor producido	CLP/kg
PC	Precio combustible	CLP/kg
H_v	Entalpía del vapor saturado a P de trabajo (0 bar)	2675,15 kJ/kg
H_{aa}	Entalpía del agua de alimentación	105 kJ/kg, 25°C
PCS	Poder calorífico superior del combustible	kJ/kg
A	Costo consumo de agua	CLP/kg
n	Eficiencia	%

Teniendo esto valores podemos calcular el precio de vapor producido:

$$PV = 20,68 \text{ CLP/kg}$$

Con esto podemos calcular el costo de producción de jugo natural en condición extrema de 120 °C con refrigeración (mayor cantidad de uso de vapor).

Precio de la uva: 500 CLP

Cantidad de uva utilizada: 75 kg

Costo de agua: 720 CLP/m³

Total = 16.577 CLP

Con esto considerando que los valores de precio mercado para jugos naturales de 350 ml es de 2500\$ CLP. Se pudo estimar un aproximado de las ganancias por lote de producción (60 L aprox.), esto significa que se pueden obtener 170 botellas de 350 ml aproximadamente, lo que lleva a un cálculo de:

Ganancia = 425.000 \$CLP

Teniendo en consideración que la uva País se comercia a 90\$/kg la ganancia es significativa para lotes de 75 kg.

Ganancia = 6.750 \$CLP.

Es muy importante destacar que este cálculo no tiene considerado costos de mantención del equipo, ni de operadores, tampoco el costo del valor unitario de la etiqueta en conjunto con la botella envasada.

Con respecto a los costos de producción, se ha demostrado que presenta márgenes positivos, esto quiere decir que la producción de jugo entrega ganancias para el inversor. Esto es de suma importancia al momento de buscar empresarios inversionistas que quieran abrir el mercado de los jugos naturales y así comercializarlos para tener un producto competitivo en la industria de bebidas orgánicas y saludables.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La fabricación de un P&ID permitió definir e instalar la instrumentación necesaria para la puesta en marcha del extractor multipropósito. Además, permitió reconocer las variables de proceso a modificar, lo que favoreció la comprensión del funcionamiento, la manipulación del equipo y la toma de datos.

La manipulación de la temperatura y el uso de la camisa de refrigeración resultaron fundamentales para conocer las relaciones de entre el contenido de compuestos bioactivos y jugo extraído. Los resultados obtenidos a partir de las experimentaciones con el extractor multipropósito, diseñado por el CIPA, han demostrado su destacada capacidad para extraer jugo con un contenido significativo de polifenoles totales, antocianinas, azúcares reductores y SST.

Se demostró la confiabilidad y eficacia del extractor multipropósito mediante un balance de materia, destacando su sólido rendimiento como herramienta para la producción de jugos. Su capacidad para minimizar pérdidas y prevenir fugas de vapor lo posiciona como una opción sobresaliente para la obtención de bebidas orgánicas. De acuerdo con los resultados, estos indican que trabajar a 120°C sin usar la camisa de enfriamiento entrega rendimientos mayores de producción con un % mínimo de dilución de vapor en el jugo. Sin embargo, manipular el proceso a esta temperatura provoca una descomposición de compuestos termosensibles, como las antocianinas. No obstante, es crucial considerar el posible impacto de la dilución del vapor en los resultados y es necesario seguir explorando mejoras en el proceso para optimizar su rendimiento

Los resultados respaldan la relevancia y utilidad del extractor multipropósito en aplicaciones de extracción de jugos, especialmente cuando los compuestos bioactivos son fundamentales en las bebidas orgánicas. Por consiguiente, puede ser comercializado como jugo natural de acuerdo con las disposiciones del artículo N°482 del Reglamento Sanitario de los Alimentos de la República de Chile (2018), página 143.

7.2 Recomendaciones

7.2.1 Recomendaciones para la operación

Con el objetivo de obtener un jugo enriquecido con compuestos bioactivos, se aconseja que durante la producción utilizando el extractor multipropósito, se mantenga una salida constante de jugo de uva a una temperatura estabilizada. Esto garantiza la preservación de los compuestos bioactivos sensibles al calor y evita su degradación en el producto final. Por otro lado, se recomienda incorporar indicadores de nivel tanto en el colector de jugo como en el colector de condensado. Esta medida resulta especialmente relevante cuando la salida de jugo no es continua, ya que, en tales situaciones, el equipo no es capaz de detectar la acumulación de líquidos o la ausencia de extracción en un momento dado.

7.2.2 Almacenamiento y gestión de los residuos

La gestión de residuos en la obtención de jugo puede variar debido a la escala de producción y los recursos disponibles. El compostaje de residuos orgánicos, incluida la pulpa y las cáscaras de la fruta, se considera una opción sostenible para la gestión de residuos, proporciona una forma de reciclar la materia orgánica y convertirla en compost, que se puede utilizar como fertilizante en la agricultura. Este enfoque se basa en los principios de la gestión de residuos orgánicos y la agricultura sostenible.

7.2.3 Carga y descarga del extractor multipropósito

El proceso de utilización del extractor multipropósito es de tipo batch, lo que implica que se requiere cargar y descargar la materia prima al inicio y al final de la producción de jugo, respectivamente. Durante esta etapa, los canastillos del extractor se cargan manualmente, y el equipo se carga utilizando un puente de grúa. Para la descarga, es necesario abrir el equipo y retirar los canastillos utilizando el mismo método.

Es importante destacar que este proceso permite un manejo eficiente de la materia prima y facilita la operación del equipo. Además, se pueden implementar medidas de seguridad adicionales, como el uso de equipos de protección personal y protocolos de seguridad, para garantizar la integridad de los operadores y la calidad del producto final.

8. REREFENCIAS

(No date) Biblioteca Digital Inia - Biblioteca Digital Inia. Available at: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/3622/NR42051.pdf?sequence=19> (Accessed: 16 August 2023).

Afonso, M. S., Machado, R. M., & Zambon, M. D. (2017). Antioxidant effects of grape juice concentrate supplementation on oxidative stress in experimental model of liver cancer. *Journal of Medicinal Food*, 20(7), 678-684.

Antonio, A. y Farid, M. (2022). Efecto de las temperaturas sobre los polifenoles durante la extracción. *Ciencias Aplicadas*, 12 (4), 2107.

AOAC 932.12 Método general del Codex para la determinación de sólidos solubles.

Araneda, X., Quilamán, E., Martínez, M., & Morales, D. (2014). Elaboración y evaluación de jugo de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) por arrastre de vapor. *Scientia Agropecuaria*, 5(3), 149-156.

Beveridge, T. y Rao, MA (1997). Extracción de jugo de manzanas y otras frutas y verduras. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(5), 449-469. doi:10.1080/10408399709527784

Borja-Bravo, M., García-Salazar, J. A., Reyes-Muro, L., & Arellano-Arciniega, S. (2016). Rentabilidad de los sistemas de producción de uva (*Vitis vinífera*) para mesa e industria en Aguascalientes, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(1), 151-168.

Bustos, richard (2021) EFECTO DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE JUGO ARTESANAL DE UVA (*VITIS VINIFERA* L.) 'PAÍS' POR EL MÉTODO DE ARRASTRE CON VAPOR, PDI - resultado de búsqueda. Available at: https://investigadores.anid.cl/es/public_search/researcher?id=24398 (Accessed: 16 August 2023).

Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M. L., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: a review. *Food Chemistry*, 113(4), 859-871.

Ceballos, J. G. (2014). Chile país del vino: historia de la industria vitivinícola, 1492-2014. Editorial Universitaria de Chile.

CEMEROGLU, B., VELIOGLU, S., & ISIK, S. (1994). Cinética de degradación de antocianinas en jugo y concentrado de cereza agria. *Revista de ciencia de los alimentos*, 59 (6), 1216-1218. doi:10.1111/j.1365-2621.1994.tb14680.x

Chou, E. J., Keevil, J. G., & Aeschlimann, S. (2018). Strength and cardiovascular responses to grape juice with and without polyethylene glycosylated G-CSF. *Journal of Medicinal Food*, 21(4), 395-399.

Eberhard Hackelsberger, Steam juice extractor, United States US4640186A, filed May 14, 1985, and issued February 3, 1987, <https://patents.google.com/patent/US4640186A/en?q=4640186>.

Eberhard Hackelsberger, Steam juice extractor, United States US4640186A, filed May 14, 1985,

Extracción de los Zumos (2016) Cursos gratis. Available at: <https://conocimientosweb.net/dcmf/ficha20173.html> (Accessed: 16 August 2023).

Fanzone Sánchez, M. L. (2012). Caracterización de la composición fenólica de uvas y vinos de la variedad Malbec (*Vitis vinifera* L.): su relación con el origen geográfico, factores vitivinícolas y valor comercial (Doctoral dissertation, Universitat Rovira i Virgili).

García-Romero, E., Winkler, R., & Revilla, E. (2014). Phenolic content in the fruit of wild *Vitis* spp. germplasm from the Iberian Peninsula. *Food Chemistry*, 152, 460-471.

Garti, N., & McClements, D. J. (Eds.). (2012). Encapsulation technologies and delivery systems for food ingredients and nutraceuticals. Elsevier.

Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*.

González-Centeno, M. R., Chira, K., & Teissedre, P. L. (2012). Phenolic composition of brown and white Argentinean *Vitis vinifera* L. grape varieties. *Molecules*, 17(9), 11154-11167.

Hackelsberger, E. (1987). U.S. Patent No. 4,640,186. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Hobbi, P., Okoro, O. V., Delporte, C., Alimoradi, H., Podstawczyk, D., Nie, L., ... & Shavandi, A. (2021). Kinetic modelling of the solid-liquid extraction process of polyphenolic compounds from apple pomace: Influence of solvent composition and temperature. *Bioresources and Bioprocessing*, 8(1), 1-14.

Horst, P. (1988) 'Dispositivo de extracción de jugo de frutas.'

Ide, W., Sabando, C., Castaño, J., Pettinelli, N., Bustos, R., Linares, A., ... & Rodríguez-Llamazares, S. (2021). Grape (*Vitis vinifera* L. cv. País) juices obtained by steam extraction. *Processes*, 9(9), 1670.

Kumar, A., Anand, S., Sharma, N., & Bhardwaj, P. (2017). Comparative study on the quality of juice extracted from apple using different extraction techniques. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 4002-4008.

Lee, SG, Kim, J.-H., Son, M.-J., Lee, E.-J., Park, W.-D., Kim, J.-B., ... Lee, I.-S. (2013). Influencia del Método de Extracción en la Calidad y Funcionalidad del Jugo de Brócoli. *Nutrición preventiva y ciencia de los alimentos*, 18(2), 133-138. doi:10.3746/pnf.2013.18.2.133)

Lima, J. L. (2015). Estudio de caracterización de la cadena de producción y comercialización de la agroindustria vitivinícola: estructura, agentes y prácticas. Santiago: Odepa, Gobierno de Chile.

Martínez, A. C. (2015). Determinación de Polifenoles Totales, Actividad Antioxidante y Antocianinas de Jugo de Murtilla (*Ugni molinae* Turcz) Obtenido por Condensación de Vapor. Desde: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fac675d/doc/fac675d.pdf>.

Mendes Lopes, M. L., Miguel, M. A. L., Fialho, E., & Valente-Mesquita, V. L. (2016). Grape juice obtained using steam extraction and other small-scale extraction methods: phenolic content, antioxidant capacity and stability during storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(7), 1696–1702.

Miguel, G., Dandlen, S., Antunes, D., Neves, A. y Martins, D. (2004). El efecto de dos métodos de extracción de jugo de granada (*Punica granatum* L) sobre la calidad durante el almacenamiento a 4°C. *Revista de Biomedicina y Biotecnología*, 2004(5), 332–337.

Muñoz-Espinoza, C., Gutiérrez-Gamboa, G., Carrasco-Quiroz, M., Alegría-Acevedo, C., & Peña-Neira, A. (2019). Phenolic composition and antioxidant capacity of two Pais grape clones (*Vitis vinifera* L.) grown under distinct climatic conditions in Chile. *Ciencia e investigación agraria*, 46(1), 13-24.

Muñoz-Robredo, P., Robledo, P., Manríquez, D., Molina, R., & Defilippi, BG (2011). Caracterización de azúcares y ácidos orgánicos en variedades comerciales de uva de mesa. *Revista Chilena de Investigaciones Agropecuarias*, 71 (3), 452.

Nacz & Shahidi, 2006, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, Volume 41, Issue 5, 28 August 2006, Pages 1523-1542. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. Marian Nacz y Fereidoon Shahidi. Xia et al., 2010.

Nacz & Shahidi, 2006, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, Volume 41, Issue 5, 28 August 2006, Pages 1523-1542. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. Marian Nacz y Fereidoon Shahidi. Xia et al., 2010.

Padilla, F. J., González, O., Prado, R., Gutiérrez, H., Estarrón, M., & Vega, H. A. (2007). Nuevo equipo de proceso de destilación fraccionada en continuo por arrastre con vapor de aceites esenciales del jugo de limón mexicano. *e-Gnosis*, (5), 1.)

Patras, A., Brunton, NP, O'Donnell, C. y Tiwari, BK (2010). Efecto del procesamiento térmico sobre la estabilidad de las antocianinas en los alimentos; mecanismos y cinética de degradación. *Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos*, 21 (1), 3-11.

Quezada, de L. et al. (2008) Cómo fabricar jugos c/técnica por arrastre a vapor., MICROPEQ. Available at: <https://micropeq.wordpress.com/2008/10/26/como-fabricar-jugos-ctecnica-por-arrastre-a-vapor/> (Accessed: 16 August 2023).

Quintero-Ramos, A., Amaya-Guerra, C. A., Neder-Suárez, D., Ortiz-Basurto, R. I., Beltrán-Verdugo, V. R., Ruiz-Gutiérrez, M. G., ... & Meléndez-Pizarro, C. O. (2017). Effect of ultrasound

on the carbohydrate extraction from sotol plants (*Dasyliion wheeleri*) at different powers and temperatures. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 16(3), 845-859.

Quispe, M. E. T. (2022). *Análisis y Caracterización Colorimétrica de Zumos de Naranja por Espectrofotometría de Reflexión y Transmisión* (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica Católica del Peru (Peru)).

Revista IDESIA (Chile). Junio 2021. Volumen 39, No 2. Páginas 75-84.

Rodríguez, I., Álvarez, I., & Gómez-Cordovés, C. (2012). Polyphenols and antioxidant potential of *Vitis vinifera* grapes and cell cultures from La Mancha region. *Food Chemistry*, 133(2), 516-522.

Rodriguez, S. (no date) 'Extractor multipropósito con vapor para extraer jugo de fruta o extractos vegetales, con 3 canastos apilables para la carga de material a extraer, y ducto en su parte central; manto de doble pared con valvulas superior, entrada y salida; fondo cónico con colector y dos válvulas; tapa sin perforacion; camisa y tapa desmontables'.

Silva, L. R., & Queiroz, M. (2016). Bioactive compounds of red grapes from Dão region (Portugal): Evaluation of phenolic and organic profile. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(4), 315–321.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

Sousa, E. C., Uchôa-Thomaz, A. M. A., Carioca, J. O. B., Morais, S. M. de, Lima, A. de, Martins, C. G., ... Rodrigues, L. 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 (Campinas)*, 34(1), 135–142.

Southgate, D. A. (1976). Determination of food carbohydrates. (No Title).

Stashenko, E., & Martínez, J. (2012). *Plantas aromáticas y aceites esenciales: estudio y aplicaciones* (Primera ed.). Bucaramanga: CEVINAM.

Urzúa, C., Figueroa, C., & López, H. (2020). Red wines in Chile: past, present, and future. *Ciencia e investigación agraria*, 47(1), 95-108.

Vergara-Salinas, J. R., Pérez-Jiménez, J., Torres, J. L., Agosin, E., & Pérez-Correa, J. R. (2012). Effects of Temperature and Time on Polyphenolic Content and Antioxidant Activity in the Pressurized Hot Water Extraction of Deodorized Thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(44), 10920–10929

Xia, E., G.F. Deng, Y.J. Guo and H.B. Li. 2010. Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Science*. 11: 622–646

Yuan, G., Li, D., Zhang, W., Hu, Q., & Li, L. (2017). Comparison of juice quality characteristics between steam explosion-assisted expression and traditional mechanical expression of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) juice. *Journal of Food Science*, 82(11), 2703-2711.

9. ANEXOS

Anexo 1: Variedad uva tinta País.



Fuente: La variedad de uva País en el Cono Sur de América: trayectoria histórica. Publicado en Revista IDESA (Chile). Junio 2021. Volumen 39, No 2. Páginas 75-84.

Anexo 2: Valores utilizados de Iluminante D65

Iluminante D65
S (λ)
82,75
91,49
93,43
86,68
104,86
117,01
117,81
114,86
115,92
108,81
109,35
107,8
104,79
107,69
104,41
104,05
100
96,33
95,79
88,69
90,01
89,6
87,7
83,29
83,7
80,03
80,21
82,28
78,28
69,72
71,61

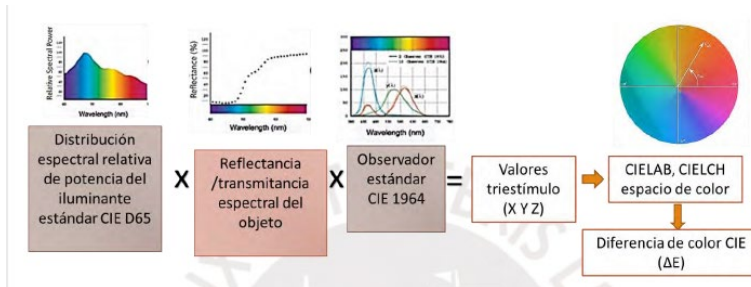
Fuente: Análisis y caracterización colorimétrica de zumos de naranja por espectrofotometría de reflexión y transmisión.

Anexo 3: Datos del observador de 10° CIE 1994

Observador estándar de 10°		
x10 (λ)	y10 (λ)	z10 (λ)
0,0191	0,002	0,086
0,0847	0,0088	0,3894
0,2045	0,0214	0,9725
0,3147	0,0387	1,5535
0,3837	0,0621	1,9673
0,3707	0,0895	1,9984
0,3023	0,1282	1,7454
0,1956	0,1852	1,3176
0,0805	0,2536	0,7721
0,0162	0,3391	0,4153
0,0038	0,4608	0,2185
0,0375	0,6067	0,112
0,1177	0,7618	0,0607
0,2365	0,8752	0,0305
0,3768	0,962	0,0137
0,5298	0,9918	0,004
0,7052	0,9973	0
0,8757	0,955	0
1,0142	0,8689	0
1,1185	0,7774	0
1,124	0,6583	0
1,0305	0,528	0
0,8563	0,3981	0
0,6475	0,2835	0
0,4316	0,1798	0
0,2683	0,1076	0
0,1526	0,0603	0
0,0813	0,0318	0
0,0409	0,0159	0
0,0199	0,007	0
0,0096	0,0037	0

Fuente: Análisis y caracterización colorimétrica de zumos de naranja por espectrofotometría de reflexión y transmisión.

Anexo 4: Diagrama de cálculo de valores CIELAB.



Fuente: Análisis y caracterización colorimétrica de zumos de naranja por espectrofotometría de reflexión y transmisión.

Anexo 5. Tabla del análisis estadístico de polifenoles totales de los jugos obtenidos con el extractor multipropósito.

105°C		120°C	
Experimento	Concentración [mg/L]	Experimento	Concentración [mg/L]
105CR	2120 ± 91094	120CR	1819 ± 16302
105SR	2412 ± 562,9	120SR	2391 ± 92,59
con camisa refrigeración		sin camisa refrigeración	
Experimento	Concentración [mg/L]	Experimento	Concentración [mg/L]
105CR	2120 ± 91,94	105SR	2412 ± 562,9
120CR	1819 ± 163,2	120SR	2391 ± 92,59

Todos los valores corresponden al promedio de 6 muestras tomadas a lo largo de la producción. Los datos se analizaron mediante la prueba de student ($p < 0,05$). Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes.

Anexo 6. Tabla del análisis estadístico de SST de los jugos obtenidos con el extractor multipropósito.

105°C	120°C

Experimento	Concentración [mg/L]	Experimento	Concentración [mg/L]
105CR	17,31 ± 0,51	120CR	19,25 ± 0,77
105SR	18,57 ± 0,5445	120SR	20,36 ± 0,042
con camisa refrigeración		sin camisa refrigeración	
Experimento	Concentración [mg/L]	Experimento	Concentración [mg/L]
105CR	17,31 ± 0,51	105SR	18,57 ± 0,54
120CR	19,25 ± 0,77	120SR	20,63 ± 0,042

Todos los valores corresponden al promedio de 6 muestras tomadas a lo largo de la producción. Los datos se analizaron mediante la prueba de student ($p < 0,05$). Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes.

Anexo 7. Tabla del análisis estadístico de Antocianinas de los jugos obtenidos con el extractor multipropósito.

105°C		120°C	
Experimento	Concentración [mg/L]	Experimento	Concentración [mg/L]
105CR	64,93 ± 2,134	120CR	78,24 ± 19,02
105SR	74,11 ± 7,019	120SR	49,16 ± 11,99

con camisa refrigeración		sin camisa refrigeración	
Experimento	Concentración [mg/L]	Experimento	Concentración [mg/L]
105CR	64,93 ± 2,134	105SR	74,11 ± 7,09
120CR	78,24 ± 19,02	120SR	49,16 ± 11,99

Todos los valores corresponden al promedio de 6 muestras tomadas a lo largo de la producción. Los datos se analizaron mediante la prueba de student ($p < 0,05$). Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes.

Anexo 8. Tabla del análisis estadístico de Azúcares reductores de los jugos obtenidos con el extractor multipropósito.

105°C		120°C	
Experimento	Concentración [g/L]	Experimento	Concentración [g/L]
105CR	116,8 ± 20,69	120CR	131,5 ± 22,76
105SR	140,9 ± 25,07	120SR	124,2 ± 63,98
con camisa refrigeración		sin camisa refrigeración	
Experimento	Concentración [g/L]	Experimento	Concentración [g/L]
105CR	116,8 ± 20,69	105SR	140,9 ± 25,07

120CR	131,5 ± 22,76	120SR	124,2 ± 63,98
-------	---------------	-------	---------------

Todos los valores corresponden al promedio de 6 muestras tomadas a lo largo de la producción. Los datos se analizaron mediante la prueba de student ($p < 0,05$). Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes.