







Pre-Fermentation of crushed Quebranta grape in the production of Pisco with separation of skins and seeds.

Mario R. De La Cruz Azabache¹, Mario G. Borja Borja², Libio Espinoza Meza¹, Félix Calderón-Morocho¹, Reynaldo Diburga-Villanueva² and Edson Quispe-Churata¹

¹Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú mario45b@gmail.com, libioem12@gmail.com, fcalderonmo@uni.pe, equispech@uni.pe.

²Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú mborjab@uni.pe, rdiburgav@uni.pe.

Abstract– In the conventional process of elaboration of Pisco in Peru, the first operations of destemming and pressing, mainly the last one, are carried out avoiding the possibility of tearing the seeds and skins of the grape, which could denature the Pisco. In the destemming, the stalk is separated from the cluster, forming the crushed. This is pressed, obtaining must and a residue called pomace, which is very difficult to treat and separate for later use of its components. The pomace, together with other residues from the process, represent around 87% of the original grape. To achieve the effective separation of the pomace, without altering the brandy, a method and equipment for controlled pre-fermentation of the grape crushing are presented, eliminating the conventional pressing stage from the process. As a result of the proposed process, the effective separation of the seeds and shells is achieved, obtaining a greater amount of must, reducing the consumption of Quebranta grapes in the process from 6-8 kg of grapes/L of Pisco to 4 - 4.5 kg of grapes / L of Pisco. The physicochemical, organoleptic, and sensory characteristics of the Pisco obtained are within those required by the Denomination of Origin Regulation.

Keywords-- Pisco, prefermentation, crushed, Quebranta grape

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

La Pre-Fermentación del estrujado de uva Quebranta en la producción de Pisco con separación de cáscara y semillas.

Mario De La Cruz Azabache¹, Mario G. Borja Borja², Libio Espinoza Meza¹, Félix Calderón-Morocho¹, Reynaldo Diburga-Villanueva² y Edson Quispe-Churata¹

¹Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú mario45b@gmail.com, libioem12@gmail.com, fcalderonmo@uni.pe, equispech@uni.pe.

²Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima -Perú mborjab@uni.pe, rdiburgav@uni.pe.

Resumen– En el proceso convencional de elaboración del Pisco en el Perú, las primeras operaciones de despallado y prensado, principalmente la última, se realizan evitando que se puedan rasgar las semillas y cáscaras de la uva, lo que podría desnaturalizar el Pisco. En el despallado se separa el escobajo del racimo formando el estrujado. Este se prensa obteniéndose mosto y un residuo denominado orujo, que es muy difícil de tratar y separar para un posterior uso de sus componentes. El orujo, junto con otros residuos del proceso representan alrededor del 87% de la uva original. Para lograr la separación efectiva del orujo, sin alterar el aguardiente, se presentan un método y un equipo de pre-fermentación controlada del estrujado de uva, eliminando del proceso la etapa de prensado convencional. Como resultado del proceso propuesto se logra la separación efectiva de las semillas y las cáscaras, obteniéndose una mayor cantidad de mosto, llegándose a reducir el consumo de uva Quebranta en el proceso de 6-8 kg de uva/L de Pisco a 4 – 4.5 kg de uva/L de Pisco. Las características fisicoquímicas, organolépticas y sensoriales del Pisco obtenido se encuentran dentro de las exigidas por el Reglamento de Denominación de Origen.

Keywords– Pisco, pre-fermentación, estrujado, uva Quebranta.

I. INTRODUCCIÓN

En la elaboración de vinos tintos es usual el uso de un proceso de maceración previo a la fermentación con el fin de enriquecer el vino y que consiste en mantener en el mosto a las semillas y cáscaras sumergidas durante un tiempo y a condiciones especiales con el fin de extraer sus componentes bioactivos. Los compuestos fenólicos son importantes en un vino tinto porque mejoran la calidad organoléptica de los mismos, afectan el color, la sensación en boca y la capacidad de maduración. Las antocianinas, los flavanoles, sus polímeros y los compuestos formados en la reacción de estos, son los compuestos fenólicos con mayor impacto sensorial en el vino tinto. El tiempo de contacto de mosto con semillas y cáscaras, la temperatura y un menor consumo de dióxido de sulfuro, son variables determinantes en la extracción de estos componentes bioactivos, siendo la temperatura el de mayor efecto [1].

Se reportan métodos de pre-fermentación como el de termo vinificación donde se calienta la pulpa hasta 75°C y luego de 20 minutos se prensa sin enfriar. Luego se enfría el mosto hasta 25°C y se inocula la levadura, fermentándose en recipientes de 50 L. Otro método es el bazuqueo del sombrero de sólidos que está encima del mosto en forma manual en recipientes abiertos de 200 L, cuatro veces de 10 minutos por día. Otro similar al anterior, pero en tanques de bazuqueo mecánico con 4000 L de pulpa, en tanques de 5000 L de capacidad. En otro método se retira 1000 L de mosto líquido del fermentador y se bombea o remonta, cuatro veces al día, sobre la parte superior del tanque donde hay presencia masiva de cáscara. Se utilizan dos cilindros neumáticos para romper la estructura de las cáscaras. Finalmente, la fermentación de 4000 L de pulpa en un tanque de 5000 L con rotor espiral con agitación de 9 rpm 4 veces al día 10 minutos. En todos los casos el tiempo de operación es de 5 días. Se concluye que con los métodos de maceración de bazuqueo con bombeo se extrae más componentes de las semillas y cáscaras, especialmente compuestos fenólicos [2].

Una variante del método de bazuqueo consiste en el retiro parcial (25%) de las semillas de la mezcla en pre-fermentación en los primeros días. Se reporta que en 90 horas de

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

fermentación se extraen el 65% de taninos de la semilla y en 180 horas la extracción se eleva a 70% [3].

Se evaluaron las siguientes técnicas de maceración a) maceración carbónica con adición de CO₂, levadura y lizosima durante 8 días con bazuqueo diario, b) maceración pre-fermentativa caliente durante 2 horas a 70°C, se prensa, se clarifica, se añade enzimas pectolíticas, se fermenta el mosto a 18°C, c) maceración pre-fermentativa caliente seguida de fermentación sólida, d) maceración en frío a 4°C durante 72 horas. Luego a 15°C se añade levadura y se fermenta, e) maceración corta fermentando las uvas 5 días a 25°C, se descuba y se fermenta a 18°C. Concluyéndose que la maceración carbónica y la maceración pre-fermentativa caliente seguida de una fermentación en fase líquida tienen el mayor impacto sobre el perfil sensorial del vino [4].

Se ha encontrado que el volumen y frecuencia del remontado con bombeo para romper y homogenizar el sombrero que se forma en la fermentación del mosto con presencia de semillas y cáscaras no tiene un efecto significativo en la extracción fenólica. Igualmente, que el mezclado mínimo para asegurar una fermentación homogénea es a través del remontado de la mitad del volumen dos veces al día [5].

El Pisco es una bebida espirituosa tradicional del Perú, que se produce desde los tiempos de la colonia española y cuyo registro impreso como denominación al aguardiente de uva data del siglo XIX [6]. Actualmente se encuentra protegida por una denominación de origen [7]. Es un aguardiente incoloro, claro, límpido y brillante, obtenido exclusivamente por destilación de mostos frescos de uvas pisqueras recientemente fermentadas [8]. El Perú posee 8 variedades de uvas pisqueras, tenemos las uvas aromáticas (Italia, Moscatel, Albilla y Torontel) y las uvas no aromáticas (Quebranta, Negra Criolla, Mollar y Uvina) [9]. Las zonas de producción de estas uvas en el Perú se encuentran en regiones de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna; siendo la región Ica la de mayor producción de uvas y la variedad de uva Quebranta la más usada en su producción [10],[11].

Su producción ha crecido en los últimos años, en el año 2019 se produjo alrededor de 7 millones de litros [12]. Su producción sigue los procesos de despalillado, maceración, prensado, con ello se retira el orujo y escobajo, el mosto obtenido es mandado a los reactores de fermentación, para luego ser destilado, el pisco se almacena para su maduración, finalmente es filtrado y envasado. Se calcula que la industria pisquera tradicional usa en promedio entre 6 a 8 kg de uvas pisqueras para la elaboración de un litro de Pisco [13]. Del proceso de elaboración de Pisco cerca del 87 % de la uva es considerada un residuo. Se tienen los residuos sólidos conformados por el escobajo, el orujo y restos de levadura. Asimismo, los residuos líquidos denominados vinaza, cabeza y cola; producidos en la destilación y el residuo gaseoso, anhídrido carbónico producido en la fermentación [14].

La industria de elaboración de vino viene reaprovechando sus residuos sólidos, en especial el orujo, utilizándolo en la producción de diversos productos como aceite y harina [15], [16]. Estos residuos se caracterizan por su contenido de

compuestos bioactivos, como los diversos polifenoles, que poseen propiedades antioxidantes, además de tener un alto contenido de fibra dietaria [17],[18]. Ambas propiedades son muy beneficiosas para la salud humana, así como en la conservación de alimentos y en la producción de productos farmacéuticos [16].

El presente trabajo busca realizar una mejora de proceso en la obtención de Pisco de uva Quebranta, por medio de la inclusión de una etapa de pre-fermentación del estrujado; en reemplazo de la maceración y prensado, buscando separar durante el proceso mosto adicional, así como como también lograr una mejor separación de las cáscaras y semillas para otros usos que generen productos de mayor valor agregado. A su vez se medirá las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del Pisco obtenido de acuerdo con el Reglamento de Denominación de Origen.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Uva Quebranta

La uva de variedad Quebranta fue proporcionada por la Bodega Sotelo, ubicada en Ica-Perú, llevada al Laboratorio 23-A de la Facultad de Ingeniería Química y Textil de la Universidad Nacional de Ingeniería, lugar donde se realizaron las pruebas experimentales. Estas fueron cosechadas entre los meses de febrero y marzo de los años 2020 (1 Tonelada) y 2021 (2 Toneladas) respectivamente. Su contenido de azúcar se midió en 23 grado brix.

B. Unidad de Pre-Fermentación y equipos auxiliares

El equipo de Pre-fermentación está compuesto por un tanque cilíndrico de fondo cónico de acero inoxidable, con una capacidad de procesar 500 kg de uva Quebranta, provisto de un agitador helicoidal, elementos separadores internos, un medidor de temperatura, una chaqueta de enfriamiento y un sistema de control PLC para el control de la velocidad de agitación y temperatura. El sistema de pre-fermentación está acompañado de equipos auxiliares como un despalillador, bombas y una centrifuga (ver Fig. 1 y Fig. 2). El resto de los equipos es completado por reactores de fermentación de fondo cónico, un destilador de acero inoxidable, y tanques de almacenamiento de polietileno, especial para almacenamiento de Pisco.

El Pre-fermentador tiene tres dispositivos esenciales que en conjunto permiten la separación efectiva de mosto, cáscaras, semillas y residuos de raspón o escobajo, sin alterar la calidad del aguardiente final; 1) una placa perforada superior que permite pasar el mosto pre-fermentado pero no así las cáscaras que una vez que se separan del estrujado tienden a flotar, manteniéndolas siempre sumergidas hasta culminar la separación 2) Un agitador helicoidal con velocidad de agitación variable corregida permanentemente a través del PLC debido a la variación de la viscosidad y la densidad en la pre-fermentación y 3) una placa perforada en la parte inferior que permite sedimentar las semillas en el fondo del tanque y a

la vez aislarlas del efecto de agitación del mosto pre-fermentado. Se ha presentado una solicitud de patente de invención del dispositivo en la Oficina de patentes del Perú-INDECOPI (PE2021-0931 A1, 19.05.21).

C. Proceso de Producción de Pisco de uva Quebranta

El proceso comienza con la recepción, almacenamiento y pesado de la uva Quebranta, luego se separa el escobajo con un equipo despallador, obteniendo el estrujado, el cual se traslada al tanque de pre-fermentación. El proceso dura alrededor de 8 horas de agitación, manteniendo una temperatura de 28-30 °C, a velocidades de 30, 40 y 50 rpm basadas en los resultados obtenidos en la etapa de fermentación reportados por [19],[20]. En el tanque de pre-fermentación se logra la separación efectiva de las partes del orujo.

Las cáscaras que sobrenadan y las semillas del fondo se separan del mosto mediante centrifugación. El mosto centrifugado, pasa a los tanques de fermentación. Luego de 10 a 15 días de fermentación se procede a destilar el mosto fermentado, separando previamente las levaduras. El destilado se almacenó en tanques de polietileno por un periodo de tiempo de maduración, lote 2020 (6 meses), lote 2021-A/2021-B (12 meses). Finalmente, el Pisco se envasó en botellas de vidrio selladas.

En la etapa de la Pre-fermentación se midió la consistencia del estrujado, separando del reactor cada 30 minutos una muestra de estrujado de 1.5 – 2.0 litros y midiendo el contenido de sólidos y mosto, por medio del porcentaje en peso. Asimismo, se registró en línea con el PLC la intensidad de corriente y el torque en el agitador.

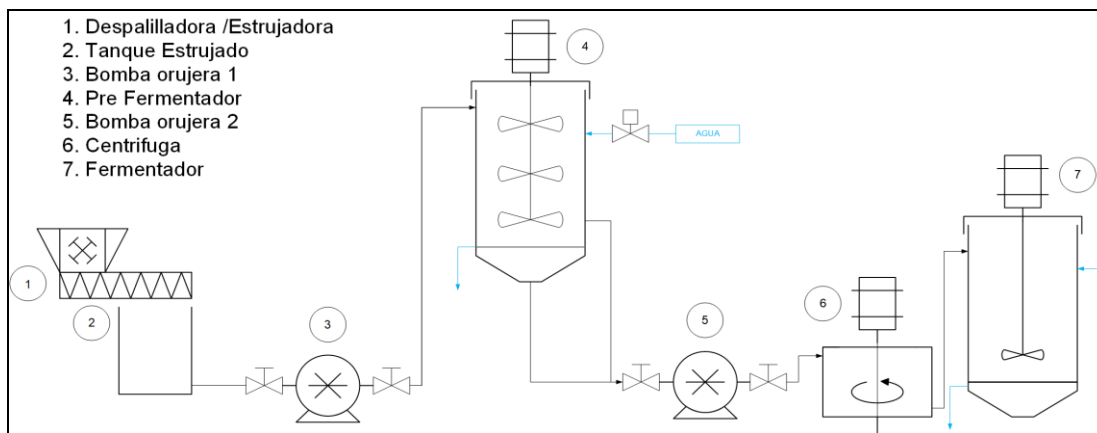


Fig. 1 - Diagrama de Flujo de Proceso que muestra la Pre-fermentación de estrujado de uva Quebranta



Fig. 2- Planta Piloto de Elaboración de Pisco

D. Análisis Fisicoquímico del Pisco

La calidad del Pisco se evaluó sobre la base de las características fisicoquímicas establecidas en la NTP211.001:2006 y el Reglamento de Denominación de Origen del Pisco [7].

El grado alcohólico fue medido mediante la NTP 211.052:2018, el extracto seco fue medido mediante la NTP 211.041:2012 y los componentes volátiles según la NTP211.035:2015 y NTP 211.035:2019.

E. Análisis organoléptico y sensorial

Las muestras de Pisco fueron analizadas luego del proceso de envasado, de acuerdo con una ficha de cata, cuya calificación es evaluada en cuatro aspectos: visual, olfativo, gustativo y global. Cada uno de estos aspectos a su vez son divididos en descriptores de tipicidad, calidad, intensidad y persistencia. Los puntajes máximos correspondientes a cada evaluación del Pisco son: visual 10 puntos, olfativo 30 puntos, gustativo 40 puntos y global 20, dando un total máximo de 100 puntos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de las operaciones de despallado, que es la separación de las bayas del raspón en los racimos de uva, se forma una mezcla sólido-líquida denominada estrujado, de características especiales y con una consistencia pseudo plástica. En la elaboración convencional de Pisco en el Perú, el estrujado se prensa con equipos especiales que evitan daño de cáscaras y semillas, para evitar la desnaturalización del aguardiente producido. En algunos casos se propone una etapa previa de maceración con operaciones mecánicas denominadas remontado y bazuqueos similares a la producción de vinos [4],[5].

Cuando se prensa el estrujado se separa mosto y el orujo, que es una mezcla de cáscaras, mosto, semillas y fragmentos de escobajo. El orujo es un residuo de la industria del Pisco en el Perú y muy difícil de separar en sus componentes. La presente propuesta considera un equipo de pre-fermentación controlada y que incorpora elementos internos que promuevan la separación efectiva de los componentes del estrujado (Ver Fig. 7), en un tiempo determinado. Luego de esta etapa se lleva a cabo los demás procesos para lograr la obtención de Pisco, tal como describe la patente PE2010-04202A1 [19], la cual fue probada a nivel banco [21].

En la elaboración de ciertos vinos se utiliza la maceración del orujo como una manera de extracción de los polifenoles y aromas varietales presentes en la cáscara de la uva para incorporarlos al mosto y enriquecerlo en el proceso de su transformación a vino. Esta extracción es por acción mecánica de remontado y bazuqueo de la masa sólida, por acción enzimática y por acción del alcohol formado en la fermentación del mosto [1]. Siendo el objetivo del proceso estudiado, el aguardiente Pisco, no es relevante enriquecer el mosto con antioxidantes, porque éste, luego de la fermentación, será destilado a temperaturas superiores de

98°C, nivel de temperatura que desnaturalizarían estos componentes. Por tanto, el objetivo fue romper la estructura del estrujado hasta un límite, sin alterar la calidad de las cáscaras y semillas, las que una vez separadas puedan ser útiles para otros propósitos con mayor valor agregado, tales como la producción de harina a partir de ellas [15].

En la propuesta se utilizaron los mismos mecanismos con una diferencia: incorporando un agitador tipo helicoidal que simuló y aceleró el efecto de remontado y bazuqueo, con un flujo no turbulento. Se controló el proceso hasta un punto óptimo donde se realizó la separación efectiva del mosto y los componentes sólidos [22]. Como consecuencia las cáscaras sobrenadaron en el mosto y las semillas sedimentaron en el fondo del recipiente a través de un dispositivo que las separa del efecto de la agitación. Luego las cáscaras y semillas se separaron del mosto pre-fermentado por centrifugación

Como el proceso de pre-fermentación se caracteriza por una reducción de la viscosidad y la densidad de la mezcla, estas variables pueden ser utilizadas para indicar el momento adecuado en que se logra la separación. Pero la naturaleza física química del estrujado dificultó la medición continua y en línea de la viscosidad y de la densidad del estrujado, de tal manera que para este fin se relacionó la reducción de la viscosidad del estrujado a través de la intensidad de corriente y el torque del Agitador [22]. Esta reducción da un indicador de la reducción hasta un límite inferior indicando el momento de detener el proceso de agitación.

De acuerdo con las gráficas de la Fig. 3 (variación de la intensidad de corriente respecto al tiempo) y Fig. 4 (variación del torque respecto al tiempo), la finalización del proceso se da cercana a las 8 horas de agitación del estrujado de uva Quebranta, donde se observa que permanece constante los valores de intensidad de corriente y torque.

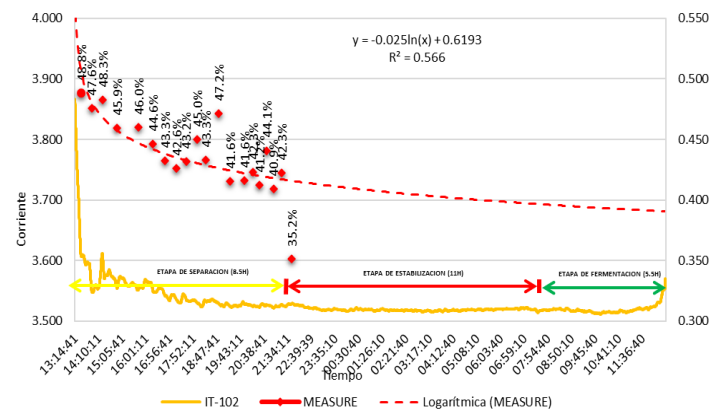


Fig. 3 - Variación de la intensidad de corriente del agitador en función del tiempo de agitación de la pre-fermentación a 30 rpm

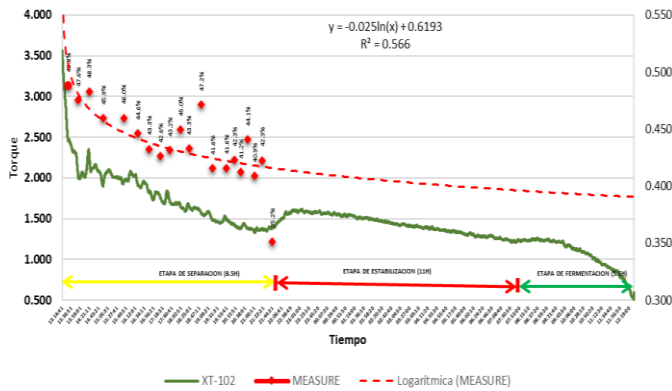


Fig. 4 - Variación del Torque del agitador en función del tiempo de agitación del pre-fermentador a 30 rpm

Paralelamente se hizo un seguimiento de la reducción de la viscosidad a través de la consistencia de la mezcla, definida como la cantidad de sólidos sueltos en el estrujado sujeto a la pre-fermentación (Ver Fig. 5 y Fig. 6). Las pruebas realizadas consideraron el efecto de la velocidad del agitador, manteniendo flujo laminar, con velocidades de 30, 40 y 50 rpm. La velocidad de 30 rpm se determina a base de la velocidad de agitación calculada y utilizada en el fermentador principal [20]. La Fig. 5 muestra el comportamiento de la consistencia del estrujado a una velocidad de agitación de 30 rpm. La Fig. 6 muestra el comportamiento de la consistencia del estrujado a una velocidad de agitación de 40 rpm.

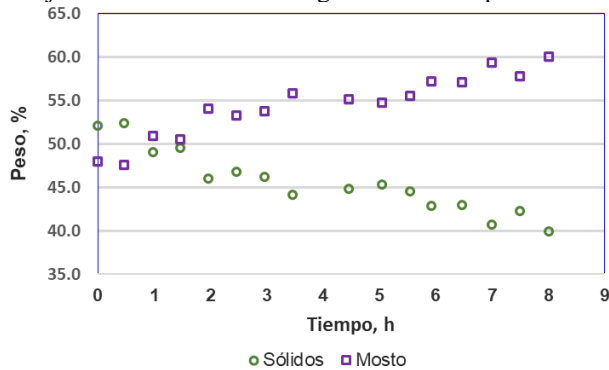


Fig. 5 - Consistencia del Estrujado en Pre-Fermentador con una velocidad de agitación de 30 rpm

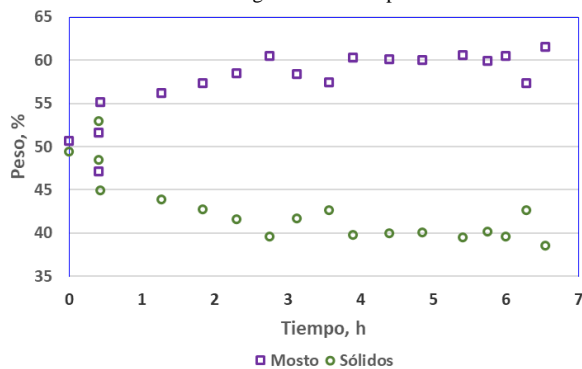


Fig. 6 - Consistencia del Estrujado en Pre-Fermentador con una velocidad de agitación de 40 rpm

Los resultados del balance de masa de cada una de las etapas se muestran en la Tabla I, los cuales se han tomado en cuenta para lotes de producción de media tonelada de uva Quebranta, debido a que es la cantidad base del pre-fermentador. Se tomaron medidas de los pesos y volúmenes en cada parte del proceso. Dando como resultado un consumo de uva de 4.0 kg por litro de Pisco en el año 2020, 4.3 y 3.9 kg de uva por litro de Pisco en la temporada 2021-A y 2021-B respectivamente, en promedio el rendimiento es de 4.1 kg de uva por litro de Pisco.

Estos resultados muestran un menor consumo de uvas respecto al proceso convencional, donde se usan un promedio de 6 a 8 kg de uva por litro de Pisco [13]. A su vez el consumo de uva es menor que las pruebas realizadas a nivel banco de la etapa de pre-fermentación, donde se reportó un consumo promedio de 5.0 kg de uva Quebranta por litro de Pisco [22].

Por lo tanto, tener un mejor control de los parámetros de operación, tanto en la etapa de pre-fermentación como en todo el proceso, ayuda a lograr la reducción del consumo de uva Quebranta por litro de Pisco, sin alterar las características principales del aguardiente, tal como se indica en la Tabla II.

En la etapa de pre-fermentación, dependiendo de la velocidad de agitación y el tiempo de agitación, se mantiene parte de la semilla en la cáscara. Sin embargo, es fácil su separación mediante un tamizado luego del secado, obteniéndose una separación más completa de las partes del orujo tal como se muestra en la Fig. 7. Esta separación podría ser conveniente para usar tanto la cáscara como la semilla como materia prima en la generación de otros productos de mayor valor agregado como aceite y harina [15],[16]. Algunos trabajos sobre estos residuos han reportado un gran valor por su contenido de fibra dietaria y compuestos fenólicos [17],[18]. Sirviendo como materia prima en la formulación de diferentes productos derivados de la industria de cosméticos, alimentaria y farmacéutica [16].



Fig. 7 – Productos obtenidos en la etapa de pre-fermentación del estrujado de uva Quebranta: mosto, cáscaras y semillas.

TABLA I

BALANCE DE MASA Y RENDIMIENTOS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE PISCO DE UVA QUEBRANTA MEDIANTE USO DEL PRE-FERMENTADOR

	2020		2021-A		2021-B	
Uva Alimentada, kg	478.1	462.6	463.0	462.7	474.9	495.7
Escobajo,kg	11.5	11	14	13.9	11.7	15.4
Velocidad de agitación del Pre Fermentador, rpm	40	40	40	50	40	30
Estrujado, kg	467.6	451.6	449.0	448.7	463.2	480.3
Mosto Total, kg	409.3	422.6	348.8	349.2	362.1	391.6
Aguardiente obtenido, L	235		213		251	
Rendimiento (kg uva/L aguardiente)	4.0		4.3		3.9	

TABLA II

ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DEL PISCO DE UVA QUEBRANTA PRODUCIDO MEDIANTE USO DEL PREFERMENTADOR

Parámetro Físicoquímicos	Unidades	2020	2021-A	2021-B	Requisitos Físicoquímicos*		Método de ensayo
					Mín	Máx	
Grado Alcohólico Volumétrico	°Gl	38	44.4	38.9	38	48	NTP 211.052:2018
Extracto seco	g/L	0.02	0.03	0.01	Trazas	0.6	NTP 211.041:2012
Acidez Volátil, como ácido acético	mg/100 ml A.A.	76.1	118.1	89.5	-	200	NTP 211.035:2015
Formiato de Etilo	mg/100 ml A.A.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-	NTP 211.035:2015
Acetato de Etilo	mg/100 ml A.A.	37.8	37.1	31.3	10	280	NTP 211.035:2019
Acetato de Iso-Amilo	mg/100 ml A.A.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-	NTP 211.035:2015
Esteres, como acetato de etilo**	mg/100 ml A.A.	37.8	37.1	31.3	10	330	NTP 211.035:2019
Acetaldehído	mg/100 ml A.A.	18.6	15.1	15.7	3	60	NTP 211.035:2019
Furfural	mg/100 ml A.A.	N.D.	N.D.	N.D.	-	5	NTP 211.035:2019
Iso-Propanol	mg/100 ml A.A.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-	NTP 211.035:2015
Propanol	mg/100 ml A.A.	18.8	22.9	25.3	-	-	NTP 211.035:2019
Butanol	mg/100 ml A.A.	1.6	1.1	1.3	-	-	NTP 211.035:2019
Iso-Butanol	mg/100 ml A.A.	53	30.3	38.4	-	-	NTP 211.035:2019
3-Metil-1-butanol / 2-metil-1-butanol	mg/100 ml A.A.	245.4	169.1	198.3	-	-	NTP 211.035:2019
Alcoholes superiores**	mg/100 ml A.A.	318.8	223.4	263.3	60	350	NTP 211.035:2019
Alcohol Metílico	mg/100 ml A.A.	82.7	63	81.2	4	100	NTP 211.035:2019
Total de Componentes Volátiles y Congéneres**	mg/100 ml A.A.	534	456.7	481	150	750	-

A. A. = Alcohol Anhidro; N.D. No Detectable; Temperatura ambiente: 20.0°C y Humedad Relativa:52.1% *Del Reglamento de Denominación de Origen Pisco / ** Los resultados obtenidos corresponden a métodos no acreditados por el INACAL – DA - Resultado obtenido por calculo. Observación: Límite de detección del Formiato de Etilo es: 0.088635 mg/100ml A.A., Límite de detección del Acetato de Iso-amilo es: 0.0936039 mg/100mL A.A., Límite de detección del Furfural es: 0.01198875mg/100mL A.A. y Límite de detección del Iso-Propanol es: 0.0391808 mg/100mL A.A.

Las características físicoquímicas del Pisco obtenido son mostradas en la Tabla II, donde se observa que todos los parámetros se encuentran dentro de los rangos exigidos por el Reglamento de Denominación de Origen. En el caso de los alcoholes superiores se ha reportado que el efecto del proceso destilado puede afectar su alto contenido, aumentando al tener un mayor contenido de cabeza y en un corte de cola menor, reportándose en la elaboración de Pisco de uva Italia valores de 209 a 217 mg/100 ml A.A. , además de que este contenido se reduce al tener mayor tiempo de reposo antes del envasado, debido a la formación de esterres, reportándose una disminución de 225 mg/100 ml A.A. a cerca de 200 mg/100 ml A.A. en 3 meses [23]. En el caso de la muestra obtenida en el año 2020 y 2021 B el contenido de alcoholes superiores reporta contenido elevados a los reportados por [23], siendo la muestra del año 2021-A, de un valor cercano con un contenido

de alcohol superior de 223.4 mg/100 ml A.A., y esta a su vez menor que el Pisco de uva Quebranta obtenida por [24], que se encuentran en el rango de 245.2 a 272.2 mg/100 ml AA.

En cuanto a las condiciones organolépticas, estas son mostradas en la Tabla III y en la Fig. 8 para los tres casos, obteniéndose un pisco de calidad con un puntaje promedio de 85.5/100, siendo el de mayor puntaje el Pisco del lote del 2021-A con un puntaje de 88/100. El valor del puntaje promedio es mayor a los puntajes obtenidos por [25], donde el mínimo tuvo un puntaje de 73/100, siendo destilado en un alambique, y el de mayor valor tuvo un puntaje de 84/100, siendo destilado en una columna.

Según el Reglamento del Concurso Nacional del Pisco llevado a cabo por la Comisión Nacional del Pisco (CONAPISCO) [26], el Pisco obtenido en el año 2021-A y 2021-B califica a una medalla de oro (mayor a 85/100 puntos),

y la del año 2020 califica a una medalla de plata (mayor a 83/100 puntos). Del concurso nacional del Pisco del año 2019, se reportaron como puntaje mínimo 82.40/100 correspondiente al Pisco Acholado y Pisco mosto verde, y un puntaje máximo de 90.4/100 correspondiente al Pisco puro de uva Moscatel, en el caso del Pisco de uva Quebranta tuvo un puntaje entre el rango de 87.0/100 y 89.4/100 [27]. De acuerdo con esto se puede concluir que la calidad organoléptica del pisco de uva Quebranta obtenido se encuentra dentro de los estándares del Pisco comercial. Sin embargo, es recomendable un estudio en el proceso de destilación para obtener un Pisco con altos estándares de calidad, que puedan llegar a ser calificado con la gran medalla de oro (superior a 92/100 puntos).

TABLA III
EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA Y SENSORIAL DEL PISCO PRODUCIDO

EVALUACIÓN	DESCRIPTOR	2020	2021-A	2021-B
VISUAL	Limpidez	5/5	5/5	5/5
	Color	5/5	5/5	5/5
OLFATIVO	Tipicidad	5/6	5/6	4/6
	Calidad	13/15	13/15	13/15
	Intensidad Positiva	7/9	7/9	7/9
GUSTATIVO	Tipicidad	6/8	7/8	7/8
	Calidad	14/20	18/20	18/20
	Persistencia Armoniosa	10/12	10/12	8/12
JUICIO GLOBAL		18/20	18/20	18/20
TOTAL		83/100	88/100	85/100

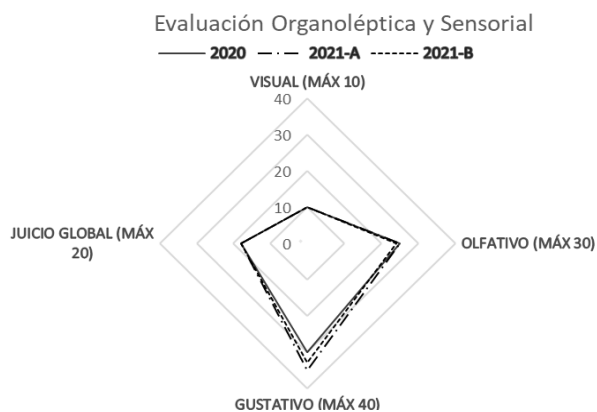


Fig. 8- Descripción gráfica de los análisis organolépticos y sensorial del Pisco de uva Quebranta.

IV. CONCLUSIONES

El presente proceso de pre-fermentación mejora el rendimiento de Pisco a un promedio de 4.1 kg de uva por Litro de Pisco. Además, logra obtener subproductos que pueden ser reaprovechados como la cáscara y semilla de uva. En el proceso se ha reemplazado la etapa del prensado por una etapa de pre-fermentación del estrujado, controlada con tiempo y velocidad de agitación, utilizando un agitador helicoidal, con resultados positivos. El valor óptimo del tiempo de pre-fermentación es de 8 horas. Como resultado se obtuvo el aguardiente denominado Pisco, el cual se encuentra dentro de

la calidad en base a la medición de los parámetros fisicoquímicos y organolépticos que solicita el Reglamento de Denominación de Origen del Perú, obteniendo un puntaje de cata entre 83/100 - 88/100.

AGRADECIMIENTOS

Todos los investigadores agradecen el apoyo de financiamiento del Banco Mundial, Concytec y Prociencia, de acuerdo con el contrato **082-2018-FONDECYT-BM-IADT-AV/CONCYTEC**.

Asimismo, agradecen a las autoridades, docentes, alumnos y personal administrativo de la Universidad Nacional de Ingeniería y de la Facultad de Ingeniería Química y Textil, por la confianza y valioso apoyo al proyecto de investigación.

REFERENCIAS

- [1] K. L. Sacchi, L. F. Bisson y D. O. Adams, «A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines» American Journal of Enology and Viticulture, vol. 56, n° 3, pp. 197-206, 2005.
- [2] U. Fisher, M. Strasser y K. Gutzter, «Impact of fermentation technology on the phenolic and volatile composition of German red wines. International Journal of Food Science & Technology» International journal of food science & technology, vol. 35, n° 1, pp. 81-94, 2000.
- [3] B. W. Zoecklein, L. M. Pélanne y S. S. Birkenmaier, «Effect of délestage with partial seed deportation on merlot and cabernet sauvignon wines» pp. 1-8, 2013.
- [4] J. C. Gracia-Moreno y V. Ferreira, «impacto de cinco técnicas de maceración sobre las características analíticas, aromáticas y sensoriales de los vinos tintos» Arômes du vin Aromas del vino, pp. 83-86, 2012.
- [5] L. A. Lerno, S. Panprivech, R. Ponangi, L. Hearne, T. Blair, A. Oberholster y D. E. Block, «Effect of pump-over conditions on the extraction of phenolic compounds during cabernet sauvignon fermentation» American Journal of Enology and Viticulture, vol. 69, n° 3, pp. 295-301, 2018.
- [6] E. D. Chamot, «El pisco. Patrimonio del Perú, Turismo y patrimonio», n° 8, pp. 147-156, 2014.
- [7] G. Gutiérrez, «El Pisco, denominación de origen peruana.» Agenda Internacional, vol. 10, n° 9, pp. 245-298, 2003.
- [8] INDECOPI, «Reglamento de la Denominación de origen.» 2012. [En línea]. Disponible en: https://www.indecopi.gob.pe/documents/20195/200722/6+Reglamento_D O-PISCO.pdf/a2259836-69e6-4c8c-b403-f8c3c38f7039.
- [9] H. Cáceres, P. Quispe, D. Pignataro, G. Orjeda y T. Lacombe, «Caracterización morfológica de variedades de vid para producción de Pisco bajo condiciones de la zona media del valle de Ica, Perú.» Scientia Agropecuaria, vol. 8, n° 1, pp. 63-72, 2017.
- [10] J. Cacho, L. Culleré, L. Moncayo, J. C. Palma y V. Ferreira, «Characterization of the aromatic profile of quebranta variety of Peruvian pisco by gas chromatography-olfactometry and chemical analysis.» Flavour and fragrance Journal, vol. 27, n° 4, pp. 322-333, 2012.
- [11] W. Yzarra, J. Sanabria, H. Cáceres, O. Solis y J. P. Lhomme, «Impact of climate change on some grapevine varieties grown in Perú for Pisco production.» Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, vol. 49, n° 2, pp. 103-112, 2015.
- [12] PRODUCE, «Produce: Producción de pisco alcanzó los 7 millones de litros en el 2019.» 13 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/79354-produce-produccion-de-pisco-alcanzo-los-7-millones-de-litros-en-el-2019>.
- [13] I. Vázquez-Rowe, A. L. Cáceres, J. R. Torres-García, I. Quispe y R. Kahhat, «Life cycle assessment of the production of Pisco in Perú.» Journal of Cleaner Production, vol. 142, pp. 4369-4383, 2017.
- [14] E. Linares Zaferon y K. Mendoza Solari, «Diseño de una bodega vitivinícola pisquera en el valle de Ica utilizando acondicionamiento

- ambiental pasivo.» Universidad Nacional Agraria La Molina, pp. 1-24, 2015.
- [15] Mario R. De La Cruz-Azabache, Rubén Cosi-Cutipa, Mario G Borja-Borja, Libio Espinoza-Meza, Edson Quispe-Churata. «Use of pomace from the wine industry to obtain flour with functional properties.» , 2022.
- [16] M. Bordiga, F. Travaglia y M. Locatelli, «Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity- a review.» International Journal of Food Science & Technology, vol. 54, n° 4, pp. 933-942, 2019.
- [17] A. M. Fariás-Campomances y M. A. A. Meireles, «Pisco bagasse as a potential source of bioactive compounds - A review.» Recent patents on Engineering, vol. 7, n° 1, pp. 41-50, 2013.
- [18] E. Alvarez-Yanamango, F. Vietti-Guzman, L. Napan, F. Huayta y R. Cueva, «Recovery of phenolic compounds from grape residues from the production of pisco Quebranta» EasyChair, n° No. 1063, pp. 1-7, 2019.
- [19] M. R. De La Cruz Azabache, «Proceso para la elaboración de aguardiente de uvas». Patente PE2010-0402 A1, 02 junio 2010.
- [20] M. De La Cruz Azabache, «Dispositivo para fermentar mosto de uva con control de agitación». Patente PE2019-0896 A1, 2 junio 2019.
- [21] M. R. De La Cruz Azabache; D. A. Marcelo Astocondor. «Elaboración y especificaciones técnicas del pisco peruano tercera etapa-planta prototipo». TECNIA, vol. 23, no 1, pp. 51-65, 2013.
- [22] M. G Borja Borja, M. De La Cruz Azabache, F. Calderon, R. Diburga, E. Quispe, L. Espinoza. «Fuzzy monitoring of the pisco grape pomace pre-fermentation process using the active power of the three-phase squirrel cage motor of the stirring system» 2021 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON). IEEE, pp. 1-5, 2021
- [23] N. L. Huaman Castilla., G.F. Reaño García, E.E. Alcca Alca, «Efecto del corte de cola y tiempo de guarda sobre las características fisicoquímicas del pisco de uva Italia». Revista de la Sociedad Química del Perú, 2016, vol. 82, no 1, pp. 3-14, 2016.
- [24] J. C. Palma y J. Schuler. «Evaluación del efecto de tres sistemas de destilación en la calidad del pisco de uva quebranta en el Perú» III Congreso Nacional de Pisco-Lunahuaná, Perú, 2004.
- [25] J. A. Sotelo Alca. «Optimización de variables en la destilación discontinua del pisco», Tesis de Posgrado. Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
- [26] CONAPISCO Reglamento de Concurso Nacional del Pisco 2016, [En línea] disponible de: <https://conapisco.org.pe/eventos-y-concursos/reglamento-XXII-concurso-pisco.pdf>
- [27] CONAPISCO Resultados del XXV Concurso Nacional del Pisco, Paracas, Pisco-Ica 2019. [En línea] disponible de: <https://drive.google.com/file/d/1ip49-qBN5-E7oovgHsYp5pwbNi1A2uxI/view>