

**ESTUDIO TECNO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE
ENZIMAS HIDROLÍTICAS, OBTENIDAS POR
FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO Y UTILIZADAS EN
PROCESOS ENOLÓGICOS**

Agosto de 2016

Categoría: Trabajo de investigación

Ripa Agustín
agustin.ripa@yahoo.com.ar

Caamaño Florencia

Martín María Lucía
mlmartin@unsj.edu.ar

Martín Augusto

Santana Anelise

Gouiric Silvia

Estudio tecno económico de la producción de enzimas hidrolíticas, obtenidas por fermentación en estado sólido y utilizadas en procesos enológicos.

Resumen

En la provincia de San Juan, el orujo de uva es un residuo agroindustrial muy abundante. Su eliminación se convierte en un problema cada vez más importante para la industria vitivinícola, surgiendo la necesidad de encontrar nuevas formas de remoción segura y/o revalorización del mismo. En trabajos previos se obtuvo un complejo de enzimas hidrolíticas a partir de orujo de uva, haciendo uso de una tecnología amigable con el medio ambiente, como es la fermentación en estado sólido. Así mismo, se ensayó su aplicabilidad en procesos de maceración y clarificación de vinos. En este trabajo se realiza un análisis tecno-económico de la sustentabilidad de la aplicación del complejo de enzimas hidrolíticas, frente a preparados enzimáticos comerciales, aportando a la posibilidad de valorización de los orujos de uva generados por las industrias vitivinícolas.

Abstract

In the City of San Juan, the grape pomace is a very abundant agro-industrial waste. Their removal becomes an increasingly important issue for the wine industry, with the need to find new ways of safe removal and/or revaluation of it. In previous work it was achieved obtaining a complex of hydrolytic enzymes from grape pomace, making use of a technology friendly to the environment, such as solid state fermentation. Likewise, its applicability was studied in processes of maceration and wine clarification. With this proposal seeks to carry out a techno-economic analysis of the sustainability of the implementation of the complex of hydrolytic enzymes, compared with enzyme preparations commercial, contributing to the possibility of recovery of grape pomace generated by the wine industries.

Palabras claves: Orujo de uva, enzimas hidrolíticas, análisis tecno-económico, fermentación en estado sólido.

Eje temático: Economía ambiental y de los recursos naturales.

Introducción

En la provincia de San Juan el orujo de uva (OU) es el residuo agroindustrial más abundante. De los informes anuales oficiales de elaboración de vinos y mostos del año 2015 [1] el OU que se produce en Argentina se estima en 500.000 Ton/año. Alrededor del 25% se produce en San Juan. Si estos residuos se acumulan en forma gradual o se eliminan incorrectamente, pueden causar problemas de polución al medio ambiente. Esto está regulado con exigencias legislativas [2, 3, 4, 5 y 6]. Dicha legislación no es cumplida estrictamente por la autoridad competente, es por ello, que la eliminación de grandes cantidades de residuos vitivinícolas se ha convertido en un problema cada vez más grave, surgiendo la necesidad de encontrar nuevas formas de obtención de productos con valor agregado a partir del OU.

Los OU, por su composición química, pueden ser considerados subproductos que pueden ser aprovechados para la obtención de nuevos productos, con el aporte de agregado de valor. Los residuos vitivinícolas en la actualidad son utilizados para producción de aceite de uva [7, 8 y 9], grappa [10 y 11], alcohol vínico y tartratos [12 y 13]. Así como suplemento de alimento para ganado [14 y 15], compost [16] o para obtención de energía [17], entre los usos más importantes.

Además, según estudios realizados, por FES se pueden obtener enzimas hidrolíticas [18 y 19]. Las enzimas son catalizadores biológicos muy utilizados en la industria de los alimentos y en particular en el sector enológico. Fundamentalmente, se utilizan en las etapas de maceración, clarificación y filtración de mostos y vinos, aumentando su estabilidad fisicoquímica y fortaleciendo el perfil aromático y color de los vinos producidos a partir de determinadas variedades de uva. Las bodegas de la Región se abastecen de preparados enzimáticos comerciales para las distintas etapas de elaboración de mostos y vinos, lo cual conduce a un gasto importante que deben realizar las empresas.

Son varios los trabajos que corroboran el efecto positivo de la utilización de maceración enzimática en la extracción de compuestos fenólicos, aromas y color en el vino [20 y 21, 22].

Aunque el uso de evaluaciones tecno-económicas está aumentando significativamente, el término “análisis tecno-económico” o “evaluación técnico-económica” es relativamente nuevo y se utiliza con mayor frecuencia desde 2010, vinculado a menudo a la biomasa. Por otra parte, las líneas de financiación a través de programas regionales, nacionales e internacionales requieren, herramientas tecno-económicas de modelado orientadas a ilustrar el potencial de valorización las tecnologías objeto de investigación. [23]

Frecuentemente, las evaluaciones tecno-económicas se llevan a cabo con nuevas tecnologías diseñadas con fines ambientales. La diversidad de estas tecnologías estudiadas se ilustra en ejemplos tales como las prácticas de reciclaje de residuos sólidos urbanos [24], procesos de gasificación de carbón con y sin captura de CO₂ [25], la supresión de emisiones[26] y la producción de hidrógeno a partir de melaza de remolacha azucarera [27].

El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio tecno-económico de la sustentabilidad de la utilización de un complejo de enzimas hidrolíticas obtenido por fermentación en estado sólido de orujo de uva, mediante el uso de una tecnología amigable con el medio ambiente y su aplicabilidad en procesos de vinificación.

Metodología aplicada

La producción del complejo enzimático, se lleva a cabo en un reactor de lecho fijo con aireación forzada. El OU se esteriliza durante 20 minutos a 121 °C en un autoclave y el reactor con vapor de agua. La fermentación sólida se lleva a cabo en las condiciones indicadas en la tabla 1, que resultaron de ensayos previos de optimización.

Tabla 1. Condiciones de cultivo para la fermentación sólida en reactor de lecho fijo.

Inóculo, esporos/g	1x10 ⁸
Contenido inicial de agua, % p/p	61
pH inicial	3
Agitación, vueltas/día	sin agitación
Temperatura, °C	22
Adición de urea, % p/p	1,96
Tiempo de cultivo, h	72

Los extractos enzimáticos, se preparan haciendo una extracción en el cultivo sólido fermentado con agua destilada (20 ml/5 g de sustrato húmedo). Luego, se agita a 200 rpm en agitador orbital, durante 20 minutos a 25-27°C. Los materiales en suspensión y la biomasa se separan del líquido por filtración. El sobrenadante (complejo enzimático) se reserva en recipiente de acero inoxidable (a 20°C).

Para la obtención del complejo enzimático, se determina un escenario con un nivel de producción de 600 litros anuales, volumen necesario para que una bodega mediana, que procesa anualmente de 2 millones kilos de uva, sea autoabastecida de dicho producto. El volumen de enzimas, se alcanzará efectuando una serie de 10 fermentaciones en estado sólido. En cada fermentación se emplearán 15 kg de OU, es decir se procesara un total de 150 kg de OU.

Para evaluar la factibilidad y la rentabilidad de este proceso se realizó un proyecto de inversión.

Para su evaluación tecno-económica se desarrollaran modelos para cada uno de los procesos contemplados; que implica, para cada caso, definir condiciones de contorno en lo que respecta a datos de balance de masa y energía, y a toda la información de parámetros económicos.

Esto implica realizar:

- 1- Diagramas de flujo de material en el proceso
- 2- Balances de masa y energía
- 3- Análisis costo-beneficio

Se calculará:

- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Periodo de recupero de la inversión (PRI)

El análisis incluirá una cuantificación de las sinergias, que considerará el incremento del valor de los recursos y la reducción de uso de energías convencionales y de agua.
La visión de factibilidad técnica estará integrada con el estudio económico.

El VAN es un indicador del valor actual descontado de los beneficios netos futuros se logran y se calcula como:

$$\text{VAN} =$$

Donde:

- t: número de períodos considerado
- FFn: flujo de fondos para cada período
- i: tasa de interés considerada

Si el valor del VAN es positivo, se acepta el proyecto, si es nulo indica que la rentabilidad que obtendríamos del proyecto sería igual a la que obtendríamos si los fondos se colocaran en la actividad que determina el costo de oportunidad, a la tasa de interés considerada.

Resultados y Discusión

La inversión inicial necesaria para la obtención del complejo enzimático, se muestra a continuación en moneda extranjera. Sus valores, fueron determinados para localidades del interior de la provincia de San Juan, donde se encuentran localizada gran parte de las bodegas demandantes del producto. En la Tabla 2, se incluyen gastos en insumos que serán utilizados en cada periodo; pero como las cantidades a consumir son ínfimas, se opta por una única compra inicial.

Tabla 2: Costos de Inversión Inicial del Proyecto

INVERSIÓN INICIAL					
Equipo e instrumentos	Cantidad		Costo unitario		Costo Total
Autoclave	1	u	USD 5.028,87	/u	USD 5.028,87
Filtro prensa	1	u	USD 1.192,05	/u	USD 1.192,05
Filtro de anillas	1	u	USD 26,49	/u	USD 26,49
Agitador industrial	1	u	USD 205,30	/u	USD 205,30
Bomba de aireación	2	u	USD 15,56	/u	USD 31,13
Reactor estático	1	u	USD 298,21	/u	USD 298,21
Columna con anillos rasching	1	u	USD 162,25	/u	USD 162,25
Tubo de ensayo	100	u	USD 0,17	/u	USD 16,56
Ph metro digital	1	u	USD 26,49	/u	USD 26,49
Recipiente p/ humidificación	1	u	USD 330,06	/u	USD 330,06
Recipiente p/ inoculación	1	u	USD 145,40	/u	USD 145,40
Recipiente p/ extracción	1	u	USD 70,05	/u	USD 70,05
Recipiente p/ OUT agotado	1	u	USD 33,11	/u	USD 33,11
Recipiente p/ filtración	1	u	USD 70,05	/u	USD 70,05
Recipiente p/ conservación	1	u	USD 476,52	/u	USD 476,52
Subtotal 1					USD 8.112,52
Laboratorio	Cantidad		Costo unitario		Costo Total
<i>Aspergillus kawachii</i>	1	u	USD 352,32	/u	USD 352,32
Microscopio Binocular	1	u	USD 516,56	/u	USD 516,56
Balanza	1	u	USD 198,61	/u	USD 198,61
Erlenmeyer 500ml	1	u	USD 6,95	/u	USD 6,95
Subtotal 2					USD 1.074,44
Otros gastos	Cantidad		Costo unitario		Costo Total
Algodón	1	kg	USD 5,17	/kg	USD 5,17
Fibra de vidrio	1,5 0	m 2	USD 4,12	/m 2	USD 6,18
Piedras	0,5 0	m 3	USD 19,87	/m 3	USD 9,93

Media sombra	10	m 2	USD 0,99	/m 2	USD	9,93
Manguera	5	m	USD 1,99	/m	USD	9,93
HCl	1	l	USD 2,25	/l	USD	2,25
Tween	1	kg	USD 0,20	/kg	USD	0,20
Bolsas de polietileno	30	u	USD 0,14	/u	USD	4,29
Bolsas de arpillera	15	u	USD 0,25	/u	USD	3,73
Precintos plasticos	15	u	USD 0,05	/u	USD	0,77
Subtotal 3					USD	52,39
TOTAL =					USD	9.239,35

En la Tabla 3 se muestran los costos operativos anuales de la planta de la producción del complejo de enzimas.

Tabla 3: Costos anuales operativos

COSTOS ANUALES OPERATIVOS						
<u>Inmuebles</u>	<u>Cantidad</u>		<u>Costo unitario</u>		<u>Costo Total</u>	
Alquiler galpón	1	mes	USD 264,90	/mes	USD	264,90
Subtotal 1					USD	264,90
<u>Mano de obra</u>	<u>Cantidad</u>		<u>Costo unitario</u>		<u>Costo Total</u>	
Operario	26,7	hs	USD 3,33	/hs	USD	88,84
Subtotal 2					USD	88,84
<u>Materia prima</u>	<u>Cantidad</u>		<u>Costo unitario</u>		<u>Costo Total</u>	
Agua destilada	650	l	USD 0,25	/l	USD	163,58
Urea	12	l	USD 1,66	/l	USD	19,87
OU	150	kg	USD -	/kg	USD	-
Subtotal 3					USD	183,44
<u>Servicios</u>	<u>Cantidad</u>		<u>Costo unitario</u>		<u>Costo Total</u>	
Electricidad	57,558	kWh	USD 0,02	/kWh	USD	1,33
Subtotal 4					USD	1,33
<u>Otros costos</u>	<u>Cantidad</u>		<u>Costo unitario</u>		<u>Costo Total</u>	
Costos generales	-		-		USD	1,75
Subtotal 5					USD	1,75
TOTAL =					USD	540,28

La principal materia prima del proceso, es el OU. A este, se le asigna un valor comercial nulo, debido a ser un residuo que obtiene la misma empresa de su proceso principal, se encuentra en la misma instalación y ya está considerado en los costos de producción del vino.

En esta última tabla, se incluyen los costos de mano de obra. Cabe aclarar, que este proceso se considera como secundario al principal de las bodegas, por lo tanto se podrá llevar a cabo en los meses de invierno donde la empresa no se encuentra (generalmente) utilizando el 100% de su capacidad instalada de mano de obra. Por esta razón, solo se considera el tiempo estándar que una única persona invertirá en el proceso y que será de forma interrumpida a lo largo de un mes. Su paga es determinada, según la escala salarial del convenio N° 85/89 para obreros de bodegas de F.O.E.V.A. Nacional (con vigencia hasta diciembre de 2016). Considerando que a un operario especializado con una antigüedad de 5 años en el cargo, le corresponde una paga de \$401,95 por jornada, es decir \$50,244 por hora trabajada. Para determinar el requerimiento total de mano de obra, en la Tabla 4 se muestra un estudio de tiempos.

Tabla 4: Estudio de tiempos requeridos en mano de obra. Siendo: Tn: tiempo normal; Ts: tiempo estándar; TT: tiempo total; S: holgura.

Etapa		Operación		Procesamiento de 15kg de OUT					
				Tn (min)	S	Ts (min)	TT (min)	Rep.	Costo Total
1	Secado OU	a	Esparcimiento de piedras	4	21,00 %	4,84	26,62	1	USD 1,48
		b	Extensión media sombra	10	21,00 %	12,1			
		c	Esparcimiento de OU	8	21,00 %	9,68			
2	Almacenamiento OU	a	Recolección de OU	15	21,00 %	18,15	25,41	1	USD 1,41
		b	Cerrado de bolsas	1	21,00 %	1,21			
		c	Traslado de bolsas	5	21,00 %	6,05			
4	Humidificación de OU y corrección de pH	a	Solución de agua y urea	8	21,00 %	9,68	43,56	10	USD 24,16
		b	Agregado de HCl	1	21,00 %	1,21			
		c	Colocado de OU	15	21,00 %	18,15			
		d	Agregado de solución	10	21,00 %	12,1			
		e	Medición de pH	1	21,00 %	1,21			
		f	Corrección	1	21,00 %	1,21			
5	Esterilización	a	Carga de autoclave	5	21,00 %	6,05	12,1	10	USD 6,71
		b	Descarga	5	21,00 %	6,05			
6	Inoculación de	a	Solución de agua-	3	21,00	3,63	22,99	10	USD

	microorganismo		tween		%				
		b	Inoculación	15	21,00 %	18,15			12,75
		c	Agregado a OU	1	21,00 %	1,21			
7	Columna de agua	a	Armado de instalación	15	21,00 %	18,15	36,3	1	USD 2,01
		b	Desarmado	15	21,00 %	18,15			
8	FES en reactor estático	a	Colocación de OU	10	21,00 %	12,1	24,2	10	USD 13,42
		b	Apertura del reactor	10	21,00 %	12,1			
9	Extracción solido liquido	a	Abrir llave	3	21,00 %	3,63	16,94	10	USD 9,39
		b	Cerrar llave	1	21,00 %	1,21			
		C	Retirada de OU agotado	10	21,00 %	12,1			
10	Agitación	a	Colocación de agitador	5	21,00 %	6,05	7,26	10	USD 4,03
		b	Retiro de agitador	1	21,00 %	1,21			
11	Filtración	a	Colocación de filtro	3	21,00 %	3,63	7,26	10	USD 4,03
		b	Retiro de filtro	3	21,00 %	3,63			
12	Conservación de CE	a	Traslado y disposición final	15	21,00 %	18,15	18,15	10	USD 10,07
TOTAL =									USD 89,45
Tiempo total (hs)=									1,78

También fueron incluidos los costos de servicios, donde únicamente se demandará energía eléctrica. Para una instalación de 100 m² donde se trabaja de día, los requerimientos de electricidad calculados, se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Costos de servicios

ENERGÍA ELECTRICA					
Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Pot. Inst (kW)	Tiempo (Hs)	Energía (kWh)
Autoclave	1	3000	3	8	24
Filtro prensa	1	372,8	0,3728	4	1,4912
Agitador	1	372,8	0,3728	4	1,4912
Bomba de aireación	2	3,7	0,0074	240	1,776
Luminaria	10	18	0,18	160	28,8
			3,9	416,0	57,6
Costo variable (\$/Kw):					USD 0,35

Costo de Energía Eléctrica:	USD	1,32
------------------------------------	------------	-------------

Los bienes depreciables, se muestran en la Tabla 6, según lo tabulado en la Norma TTN 11 (Tribunal de Tasaciones de la Nación).

Tabla 6: Depreciaciones

DEPRECIACIONES				
Equipo e instrumentos	Valor	Vida útil (años)	Cantidad	Depreciación
Autoclave	USD 5.028,87	10	1	USD 502,89
Filtro prensa	USD 1.192,05	3	1	USD 397,35
Filtro de anillas	USD 26,49	3	1	USD 8,83
Agitador	USD 205,30	10	1	USD 20,53
Bomba de aireación	USD 15,56	10	2	USD 3,11
Reactor estático	USD 298,21	10	1	USD 29,82
Columna con discos rasching	USD 162,25	10	1	USD 16,23
pHmetro digital	USD 26,49	5	1	USD 5,30
Recipiente p/ humidificación	USD 330,06	10	1	USD 33,01
Recipiente p/ inoculación	USD 145,40	10	1	USD 14,54
Recipiente p/ extracción	USD 70,05	10	1	USD 7,00
Recipiente p/ OU agotado	USD 33,11	10	1	USD 3,31
Recipiente p/ filtración	USD 70,05	10	1	USD 7,00
Recipiente p/ conservación	USD 476,52	10	1	USD 47,65
TOTAL =				USD 1.096,57

Los beneficios obtenidos de este proceso no corresponden a ingresos monetarios, debido a que es proyectado para un autoabastecimiento (no para una actividad comercial directa); sino a un ahorro de costos por parte de quien lo implementa.

El ahorro más considerable es el uso del complejo enzimático obtenido a partir del OU, en lugar de las enzimas comerciales utilizadas en la industria vitivinícola. Estas tienen un valor comercial de \$775 el litro, pero un rendimiento tres veces mayor. Además, debe contemplarse el ahorro en el traslado del OU de la bodegas, que pasa a considerarse materia prima. Su transporte cotiza en \$500 por tonelada más la mano de obra necesaria. Por lo tanto:

Tabla 7: Ahorro de costos

BENEFICIOS	Costo Total
Enzimas comerciales por 200 litros	USD 10.264,90
Trasporte de 150kg de OUT y mano de obra	USD 6,08
TOTAL =	USD 10.270,98

Se debe reconocer otro gran beneficio que se obtendría en el marketing del producto final de la empresa, al reutilizar desechos orgánicos en la producción del mismo y obteniendo la misma calidad. Este no se considero en los cálculos, por la dificultad de cuantificarlo con exactitud, pero se traduciría en un beneficio económico. Es un claro ejemplo de externalidad positiva, ya que hay beneficios de la producción que no se reflejan en su precio de mercado y son percibidos por agentes económicos distintos a los que pagan por el producto ofrecido por la empresa.

Otro beneficio del proyecto, es el valor de desecho. Como la vida útil real del proyecto supera ampliamente el horizonte de evaluación, se determino mediante el llamado “método económico” de la siguiente manera:

$$VD = = U\$S 58.418$$

Donde:

- VD: valor de desecho
- (B – C)t: beneficio neto del año t
- i: tasa de interés considerada

Un quinto beneficio para la bodega que produce su propio recurso, es disminuir la demanda de logística de aprovisionamiento (independencia de un proveedor).

Para el estudio de la viabilidad económica del proyecto de inversión, se realizo un flujo de fondos proyectado a un periodo de 5 años (debido a que el capital invertido, es recuperado antes del segundo periodo) y para el nivel de producción anteriormente especificado. En el mismo, se incluye una única inversión (Tabla 2) ya que se considera que el poco tiempo que se utilizará cada activo en el proceso, no es suficiente para que el mismo sea considerado defectuoso. Por otro lado, el único costo fijo anual considerado, fue el del alquiler de un galpón de 100m² (costo de oportunidad de utilizar dicho inmueble, ya que generalmente, las empresas del rubro tienen la instalación mínima disponible para realizar el proyecto en su propio predio).

Tabla 8: Flujo de Fondos

Concepto	Periodos					
	0	1	2	3	4	5
Beneficio	-	USD 10.271	USD 10.271	USD 10.271	USD 10.271	USD 10.271
Costos fijos	-	USD 265	USD 265	USD 265	USD 265	USD 265
Costos variables	-	USD 272	USD 272	USD 272	USD 272	USD 272
Gastos administrativos	-	USD 26	USD 26	USD 26	USD 26	USD 26
Depreciación	-	USD 1.097	USD 1.097	USD 1.097	USD 690	USD 690
Utilidad antes del impuesto	-	USD 8.611	USD 8.611	USD 8.611	USD 9.017	USD 9.017
Impuesto a las	-	USD 3.014	USD 3.014	USD 3.014	USD 3.156	USD 3.156

ganancias						
Utilidad neta	-	USD 5.597	USD 5.597	USD 5.597	USD 5.861	USD 5.861
Depreciación	-	USD 1.097	USD 1.097	USD 1.097	USD 690	USD 690
Inversión inicial	USD 9.239	-	-	-	-	-
Inversión de capital de trabajo	-	-	-	-	-	-
Valor de desecho	-	-	-	-	-	USD 58.418
Flujo de caja	USD -9.239	USD 6.692	USD 6.692	USD 6.692	USD 6.549	USD 64.967

Para la determinación de distintos indicadores financieros, que permitan evaluar la inversión, se tomó una tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) de 7% anual. Este valor, se basa en Bonos del Tesoro Argentino en dólar estadounidense, con rendimiento cercano al 6,5% anual y que es tomado como costo de oportunidad.

Con esta tasa, se definirán el costo anual uniforme equivalente (CAUE), el beneficio anual uniforme equivalente (BAUE) y su relación:

- $VAN = = USD 59.638$
- $CAUE = = USD 5.885$
- $BAUE = = USD 20.435$
- $BAUE/CAUE = 3,472$

En el gráfico 1 se observa la variación del VAN respecto de la TMAR.

VAN vs TMAR

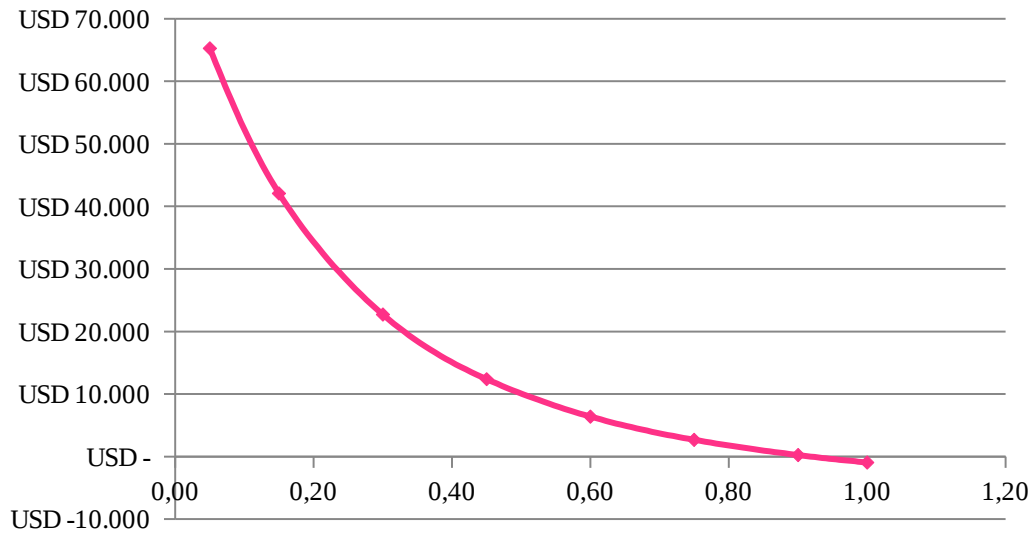


Gráfico 1: VAN vs TMAR

Este gráfico, permite determinar el valor de tasa interna de retorno (TIR) a través de una interpolación de la curva o de la siguiente manera:

$$\text{TIR} : : 0 \Rightarrow \text{TIR} : 91,82 \%$$

La TIR es la tasa de interés que iguala la suma de los ingresos actualizados, con la suma de los egresos actualizados, es decir, es la tasa de interés a la cual el VAN es igual a cero. Esta tasa es un criterio de rentabilidad, en la que su comparación con una tasa de referencia, determinará la conveniencia de la inversión, siendo esta conveniente cuando su TIR es superior al costo de oportunidad del capital invertido. En este caso, es ampliamente superior a la TMAR.

Los otros indicadores mostrados, están en función de la tasa mínima seleccionada por el evaluador o por el inversionista. En el caso planteado, arrojaron resultados optimistas para el proyecto. El VAN, muestra la conveniencia de la inversión frente a la TMAR, mostrándolo mucho más rentable en términos económicos. La relación BAUE/CAUE, como es de esperar, también indica una aceptación del proyecto, ya que muestra como los beneficios multiplican por más de 3 veces a los costos, en los 5 años de análisis.

El capital invertido, es recuperado completamente durante el quinto mes de la segunda temporada de producción y se determino de la siguiente manera:

$$\text{PRI} = + = 1,38 \text{ años}$$

Conclusiones

El hecho que el OU sea un residuo que obtiene la misma empresa de su proceso principal, que se encuentra en la misma instalación y que ya esté considerado en los costos de producción del vino, aumenta considerablemente la rentabilidad del producto (por su valor comercial nulo).

Por otro lado, se observa que para el nivel de producción proyectado, gran parte del costo unitario total del producto (más del 90%) corresponde a costos fijos, por lo tanto existe un precio marginal muy bajo.

Esto favorece a aumentar el nivel de producción a valores mayores a lo necesario para un autoabastecimiento de enzimas hidrolíticas, y poder comercializar el producto sobrante del proyecto.

Para esto se deberá realizar un nuevo estudio, donde se necesitara incorporar nuevas variables; estudiando previamente la viabilidad técnico-económica de niveles de producción mayores al analizado.

Bibliografía

[1] Instituto Nacional de Vitivinicultura: <http://www.inv.gov.ar>

[2] Ley General del Ambiente N° 25.675.

[3] Ley N° 5.824/87 “Preservación de los recursos naturales, suelo, agua y aire” y Decreto Reglamentario N° 2.107.

[4] Ley N° 6.571, modificatoria Ley N° 6.800 de Evaluación de Impacto Ambiental y Decreto Reglamentario N° 2.067/97.

[5] Ley N° 6.634 General del Ambiente.

[6] Reglamentaciones Municipales.

[7] Bail S., Stuebiger G., Krist S., Unterweger H., Buchbauer G. Characterization of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. *Food Chemistry*. **2008**, 108, 1122–1132.

[8] Passosa C.P., Silva R.M., Da Silva F.A., Coimbra M.A., Silva C.M. Supercritical fluid extraction of grape seed (*Vitisvinifera L.*) oil. Effect of the operating conditions upon oil composition and antioxidant capacity. *Chemical Engineering Journal*. **2010**, 160, 634–640.

[9] Fiori L. Supercritical extraction of grape seed oil at industrial-scale: Plant and process design, modeling, economic feasibility. *Chemical Engineering and Processing*. **2010**, 49, 866–872.

- [10] Bovo B., Andrighetto C., Carlot M., Corich V., Lombardi A., Giacomini A. Yeast population dynamics during pilot-scale storage of grape marcs for the production of Grappa, a traditional Italian alcoholic beverage. *International Journal of Food Microbiology*. **2009**, 129, 221–228.
- [11] Hang Y.D., Woodams E. E. Methanol content of grappa made from New York grape pomace. *Bioresource Technology*. **2008**, 99, 3923–3925.
- [12] Devesa-Rey R., Vecino X., Varela-Alende J.L., Barral M.T., Cruz J.M., Moldes A.B. Valorization of winery waste vs. the costs of not recycling. *Waste Management*. **2011**, 31, 2327–2335.
- [13] Pia J.M., Cáceres R.E., Cáceres C.X., Jaime L., Lami J.C. El orujo de uva como un subproducto de la vinificación con valor económico significativo. *Revista Enología* N° 6. **2008**.
- [14] Baumgärtel T., Kluth H., Epperlein K., Rodehutsord M. A note on digestibility and energy value for sheep of different grape pomace. *Small Ruminant Research*. **2007**, 67, 302–306.
- [15] Abarghuei M.J., Rouzbehan Y., Alipour D. The influence of the grape pomace on the ruminal parameters of sheep. *Livestock Science*. **2010**, 132, 73–79.
- [16] Ferrer J., Páez G., Mármol Z., Ramones E., Chandler C., Marín M., Ferrer A. Agronomic use of biotechnologically processed grape wastes. *Bioresource Technology*. **2001**, 76, 39–44.
- [17] de Pablo L.L. Diseño de una planta térmica de residuos vitivinícolas para una bodega. *Proyectos fin de carrera de la ETSII*. Dpto. Ingeniería Química. **2005**.
- [18] Vallejo M.D., Martín M.L., Monetta P., Gouiric S. Selection of Relevant Variables to the Enzyme Production on Red Grape Pomace by Solid-State Fermentation. *Journal of Life Sciences*. **2012**, 6, 608-614.
- [19] Díaz A.B., de Ory I., Caro I., Blandino A. Enhance hydrolytic enzymes production by *Aspergillus awamori* on supplemented grape pomace. *Food and bioproducts processing*. **2012**, 90, 72–78.
- [20] Armada L., Fernández E., Falqué E. Influence of several enzymatic treatments on aromatic composition of white wines. *LWT - Food Science and Technology*. **2010**, 43, 1517-1525.
- [21] Romero Cascales I., Ros Garcia J.M., Lopez Roca J.M., Gomez-Plaza E. The effect of a commercial pectolytic enzyme on grape skin cell wall degradation and colour evolution during the maceration process. *Food Chemistry*. **2012**, 130, 626–631.
- [22] Merino S.T., Cherry J. Progress and challenges in enzyme development for biomass utilization. *AdvBiochemEngBiotechnol*. **2007**, 108, 95-120.

- [23] Kuppens T., Van Dael M., Vanreppelen K., Thewys T., Yperman J., Carleer R., Schreurs S., Van Passel S. Techno-economic assessment of fast pyrolysis for the valorization of short rotation coppice cultivated for phytoextraction. *Journal of Cleaner Production*. **2015**, 88, 336-344.
- [24] Athanassiou M., Zabaniotou, A. Techno-economic assessment of recycling practices of municipal solid wastes in Cyprus. *Journal of Cleaner Production*. **2008**, 16, 1474-1483.
- [25] Man Y., Yang S., Xiang D., Li X., Qian Y. Environmental impact and techno-economic analysis of the coal gasification process with/without CO₂ capture. *Journal of Cleaner Production*. **2014**, 71, 59-66.
- [26] Geldermann J., Rentz O. The reference installation approach for the techno-economic assessment of emission abatement options and the determination of BAT according to the IPPC-directive. *Journal of Cleaner Production*. **2004**, 12, 389-402.
- [27] Urbaniec K., Grabarczyk R. Hydrogen production from sugar beet molasses - a techno-economic study. *Journal of Cleaner Production*. **2014**. 65, 324-329.