Obtención de productos biotecnológicos en planta procesadora de citrus en Chajarí, Entre Ríos: Vino y Vinagre de Naranjas.

Alves, Joaquín
Gamarra, David
Soldá, Carina

Resumen

La provincia de Entre Ríos es la principal productora de naranjas (C*itrus sinensis*) con un 52 % de la producción nacional y un destino principal a la distribución en fresco en el mercado interno. Sin embargo, el porcentaje de fruta que se envía para industrialización es elevado e incluye la elaboración de jugo concentrado, aceites esenciales y cáscara deshidratada. Los dos primeros son utilizados en la elaboración de gaseosas y otras bebidas sin alcohol mientras que la cáscara se utiliza para la fabricación de pectina y fruta abrillantada. La planta Villa Rica S.A. opera actualmente en la ciudad de Chajarí produciendo cáscara deshidratada y contando en los últimos años con un excedente de jugo de 1.000 L/día aproximadamente, el cual es difícil de comercializar. Los excedentes de jugo de naranjas pueden ser empleados en procesos de producción de vino y vinagre, ya que el jugo de esta fruta ha demostrado ser un sustrato adecuado para el desarrollo de los microorganismos empleados en cada uno de los procesos. Así, se estaría agregando valor a través del desarrollo de productos regionales novedosos ya que ambos procesos biotecnológicos pueden unirse para obtener resultados más rentables y operativamente más eficaces. Los microrganismos implicados en los procesos son levaduras del género *Saccharomyces* para el caso del vino y bacterias del género *Acetobacter* para el del vinagre. Las temperaturas óptimas para llevar a cabo los procesos son 15 y 30° C respectivamente. Por medio de un estudio de mercado realizado utilizando redes sociales, se definió una necesidad de producción de 107.711 L de vino y de 83.953 L de vinagre. Partiendo de balances de masa y energía, se calcularon los requerimientos de materia prima e insumos, se eligieron y adoptaron equipos y se calcularon tanto la obra civil como los servicios auxiliares para llevar a cabo la implementación del proyecto. Se definió además la necesidad de incorporación de nuevos operarios a los ya existentes en la planta. El análisis económico mostró

una necesidad de inversión en activos y capital de trabajo de $ $ 10.999.695, con un TIR del 47% y un VAN de $9.394.453 para un lapso de cinco años, lo que claramente indica la rentabilidad del proyecto.

I. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1. Introducción

La producción citrícola argentina viene creciendo aceleradamente desde mediados de los '80, acompañada por mejoras tecnológicas en toda la cadena que le permitieron alcanzar altos niveles de eficiencia y productividad. Con óptimas condiciones agroecológicas, Argentina se destaca como noveno productor mundial de cítricos y principal productor mundial de limón. Exporta cítricos en fresco, jugos, y aceites hace más de 40 años, en una industria que genera 110 mil empleos directos y un movimiento económico anual superior a US$ 1.160 millones. (FeCiER, 2015)

Como se mencionó, su principal producción corresponde a limones (47%), seguido por las naranjas (29%), mandarinas (16%) y pomelos (8%). Las provincias del Noroeste Argentino (Tucumán, Salta, Jujuy y Catamarca) producen el 54,21% y las del Noreste Argentino (Entre Ríos, Corrientes, Misiones y Buenos Aires) el 44,81 %, otros el 0,98% (FEDERCITRUS, 2014). Se destinan actualmente a estos cultivos 147.000 hectáreas en el país.

Dentro del mapa citrícola nacional, la provincia de Entre Ríos es la principal productora de naranjas (C*itrus sinensis*) con un 52 % de la producción nacional. La superficie plantada en frutales cítricos de naranja durante 2015, alcanzó las 20.056 hectáreas (FEDECITRUS, 2016).

En la figura 1, se observa que la zona de Chajarí está comprendida entre una de las de mayor producción de esta fruta.

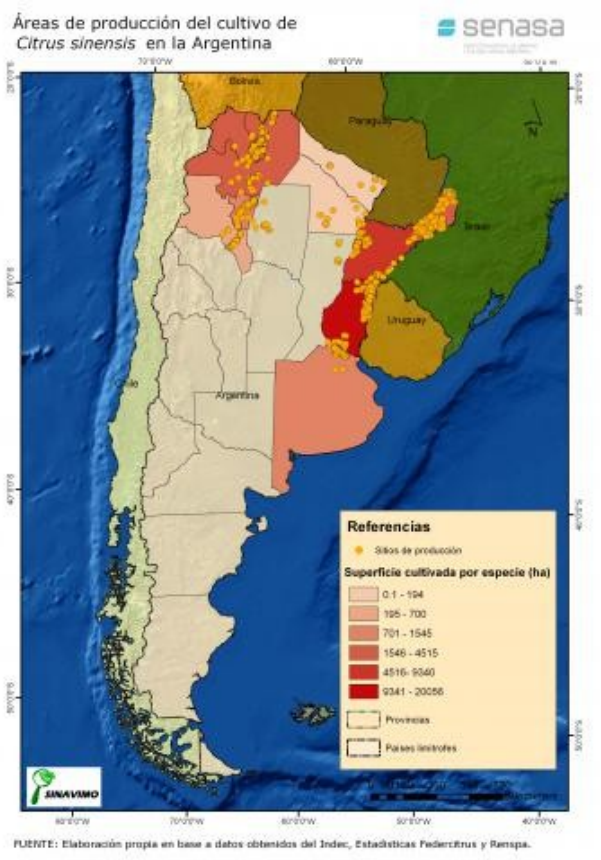


Figura 1: Zonas productoras de naranjas en la República Argentina

.

Si bien el principal destino de la producción de naranjas es la distribución en fresco en mercado interno, el porcentaje de fruta que se envía para industrialización es elevado y representa una proporción muy similar a la destinada a exportación. La fruta que se destina a industrialización suele ser el descarte de los productos frescos puesto que los precios de estos últimos son más altos (FeCiER 2016; FEDECITRUS 2014).

Actualmente la industrialización de los descartes de naranjas incluye la elaboración de jugo concentrado, aceites esenciales y cáscara deshidratada. Los dos primeros son utilizados en la elaboración de gaseosas y otras bebidas

sin alcohol, mientras que la cáscara se utiliza para la fabricación de pectina. (Dansa *et al*. 2005).

Como la mayoría de las producciones agropecuarias, la citricultura es una actividad cíclica, muy dependiente de factores exógenos como el clima, los precios o la oferta y demanda mundial, pero también permeable a cuestiones coyunturales del país, como el tipo de cambio, los costos internos, las decisiones de los productores y las políticas de gobierno (CAME, 2015).

Si bien la mayor parte de la producción de cítricos se destina al consumo en fresco, ya sea al mercado interno o externo, la producción industrial ha ido creciendo a un ritmo similar al que creció la producción primaria. En general, la mayor cosecha suele incidir directamente en una mayor cantidad de fruta destinada a la industria para su procesamiento. Así, los ciclos de crecimiento y caída en la elaboración ya sea de jugos concentrados congelados, aceites esenciales, pulpa congelada, cáscara deshidrata u otros derivados, son coincidentes con los ciclos de crecimiento y decrecimiento en la cosecha (CAME, 2015).

En la zona de Chajarí, la producción de las diversas variedades de naranjas, aseguran un abastecimiento continuo de esta fruta durante siete meses del año (de abril a octubre), como muestra la información suministrada por INTA en la figura siguiente.

Meses del año donde se cosechan los cítricos

	Variedad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Meses al año
Naranjas	Navelina				X	X	X	X	X					7
	Salustiana					X	X	X						
	Washington Navel					X	X							
	Navelate						X	X	X					
	Valencia seedless						X	X	X	X				
	Valencia late							X	X	X	X			
Mandarinas	Clementina				X	X	X							7
	Clemenvilla				X	X								
	Llendale					X	X	X	X	X				
	Malvasio							X	X	X				
	Montenegrina								X	X				
	Murcott						X	X	X	X	X			
	Ortanique								X	X				
Limón	Genova		X	X	X	X	X	X	X	X	X			9
	Eureka		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Pomelo	Marsh seedles						X	X	X					10
	Star Ruby					X	X	X	X	X	X	X		
	Red Ruby		X	X	X	X								

Figura 2: Meses del año donde se cosechan cítricos en Argentina

Una de las acciones fundamentales del ingeniero actual debe ser el desarrollo de nuevos productos y el agregado de valor a los ya existentes. Y en la zona norte de la provincia de Entre Ríos, la industria citrícola permite el desarrollo de nuevos productos con identidad regional.

Una definición de productos con identidad territorial incluiría a todos aquellos bienes, servicios, información e imágenes propias de un territorio. La identidad es una cualidad que hace que algo sea único, que sea distinto, distinguible y a menudo distinguido en el sentido más amplio de la palabra (Benedetto, 2007).

La identidad es principalmente subjetiva, es una cualidad que hace que a las personas o a los bienes se los reconozcan como particulares y desde esa perspectiva podamos también aportar algo distinto y enriquecer así al conjunto de la sociedad. Un ejemplo sería el de los famosos salames que se comercializan en la ciudad de Chajarí bajo una denominación de origen. Promover el desarrollo con identidad local supone entonces favorecer aquello

que distingue a un lugar geográfico y le permite competir desde sus ventajas absolutas (únicas) o comparativas (mejores condiciones para entregar el producto o servicio) (Stefani, 2015).

Desde esta óptica la necesidad de agregar valor a través del desarrollo de productos novedosos se presenta como mecanismo de aumentar las rentas y de retenerlas en el ámbito de la economía local, donde se encuentra la producción primaria (Wilkinson, 2003).

Los vinos de frutas, en particular los de naranja, son conocidos como productos regionales, elaborados de manera artesanal, pero no se han registrado a nivel industrial nacional productos derivados de la biotransformación de jugo de naranja. Otro producto que permitirá innovar a nivel nacional es el desarrollo de un vinagre de naranjas, de los cuales no se tiene referencia de producción previa, ni siquiera a nivel artesanal.

Ambos procesos biotecnológicos pueden acoplarse para obtener así resultados no solo más rentables, sino que también operativamente más eficaces. Tessaro *et al.* (2010), concluyeron que los excedentes de jugos de naranjas pueden ser empleados en procesos de producción de vinos y vinagres, ya que el jugo de esta fruta ha demostrado ser un sustrato adecuado para el desenvolvimiento de los microorganismos empleados en cada uno de los procesos.

La empresa Villa Rica S. A. se encuentra ubicada a tres kilómetros del acceso a Chajarí, sobre la ruta Tres Hermanas. Es propiedad de la familia Adise y se dedica principalmente a la venta de cáscara seca y pelletizada. Como sus mayores compromisos e ingresos vienen de la mano del procesamiento de la cáscara, venden el jugo pasteurizado a otras empresas concentradoras de la zona. Poseen una extractora tipo Brown, adaptada sin proceso de extracción de aceites, con una capacidad de procesamiento de 10.000 Kg de fruta/h. Actualmente obtienen un rendimiento en jugo de aproximadamente el 42% y operan de lunes a sábado, entre los meses de abril

y octubre (7 meses). Los últimos años, durante los meses de producción, han estado contando con un excedente de jugo de 1.000 L/día aproximadamente, el cual es difícil de comercializar.

2. Objetivos del proyecto

2.1. Objetivos generales

El principal objetivo de este proyecto industrial es analizar la factibilidad económica y tecnológica de implementar en la empresa Villa Rica S.A., dos procesos biotecnológicos que además de aprovechar un excedente, permitan obtener "vino" de naranjas y vinagre de naranjas, a partir de una fermentación alcohólica para el primer caso y de una fermentación acética en el segundo.

2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este proyecto industrial son:

1. Efectuar un estudio de mercado tal que permita brindar datos suficientes para evaluar la factibilidad de implementar estas líneas de producción y luego comercializar los productos como característicos de la región.
2. Definir la localización de los equipos necesarios dentro de la planta de la empresa Villa Rica S.A.
3. Describir el proceso adecuadamente como así también el flujo de materiales para adaptar maquinaria y servicios auxiliares ya existentes.
4. Diseñar las líneas de producción dentro de la planta que cumplan las condiciones mínimas de higiene y seguridad.
5. Presentar los planos necesarios para la instalación de dichas líneas.
6. Definir una adecuada organización que permita continuar con la estructura jurídica de la empresa.
7. Efectuar un presupuesto de inversión y analizar líneas de financiamiento.

8. Evaluar el impacto de la inversión sobre el costo de los productos, su precio de mercado y la recuperación de la inversión.

3. Bibliografía

Benedetto, A. (2007). Valorización de la identidad territorial, políticas públicas y estrategias de desarrollo territorial en los países del MERCOSUR. Revista Opera.

CAME (2015). Citricultura: Estudio de la cadena de valor. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Confederación Argentina de la Mediana Empresa.

Dansa, A. M., Céspedes, V. M., Nocera, P., & Salvarregui, C. (2005). Perfil descriptivo de la cadena citrícola. Disponible en: http://www.minagri.gob.ar/dimeagro/publicaciones/perspectivas/Perfiles descriptivos/Cadena de cítricos.pdf

FeCiER. (2015). Disponible en http://www.fecier.org.ar/paginas/estadisticas.

FEDERCITRUS. (2014). La Actividad Citrícola Argentina 2014. Disponible en: http://www.federcitrus.org/noticias/upload/informes/Act Citricola 14.pdf

FEDERCITRUS. (2016). La Actividad Citrícola Argentina 2016. Disponible en: http://www.federcitrus.org/noticias/upload/informes/Act%20Citricola%2016.pdf

Stefani, A. (2015). *Desarrollo de Vino espumante de naranja (var. Valencia). Estudio de su fracción aromática libre y caracterización sensorial con consumidores*. Universidad Politécnica de Valencia.

Tessaro, D.; Larsen, A.; Dallago, R.; Gomes Damascendo, S.; Sene, L. y Machado Coelho, S. (2010). Evaluación de fermentaciones alcohólica y acética para producción de vinagre a partir de jugo de naranjas. Acta Scientiarum. Technology. Cascavel, Brasil.

Wilkinson, J. (2003). Oportunidades y desafíos para la pequeña producción en el nuevo cuadro de dominación del Sistema Agroalimentario en América Latina. VII Congreso Internacional ALACEA. Lima.

1. Introducción

El objetivo principal de la citricultura de la provincia es la producción de fruta para consumo fresco; el destino a industria es secundario o más bien es un subproducto. El sector industrial, cuyo principal componente es la producción de jugos concentrados y derivados, es complementario a la producción de fruta fresca y habitualmente la fruta procesada en industria no supera el 20% del total de producción (Vera *et al*., 2007). El volumen de producción de cítricos en Entre Ríos representa aproximadamente el 30% de la producción nacional y es la provincia que contribuye con el mayor porcentaje de naranjas, aportando el 52% del total nacional (FeCiER, 2015).

La noción de agregar valor se presenta como mecanismo de aumentar las rentas y de retenerlas en el ámbito de la economía local donde se encuentra la producción primaria (Wilkinson, 2003).

La producción de specialities se refiere a la elaboración de productos diferenciados de alto valor unitario que en muchos casos resaltan su carácter personal y/o artesanal. En este tipo de productos, la competitividad se basa en poder ofrecer un producto casi único con el máximo nivel de calidad posible para su venta en canales apropiados y claramente identificados (Tito y Cattaneo, 2000).

2. Materia prima: naranja



La naranja dulce es una especie botánica que se denomina mediante el nombre de *Citrus sinensis*. Así como los cítricos en general, presentan un fruto carnoso con

características muy particulares, que en conjunto se denomina hesperidio. Un corte transversal de un hesperidio presenta tres tipos de tejidos básicos: exocarpio (epicarpio o flavedo), endocarpio y mesocarpio (albedo). Es el endocarpio el que constituye la parte comestible del fruto y en el que se encuentra el jugo, contenido dentro de unos sacos membranosos.

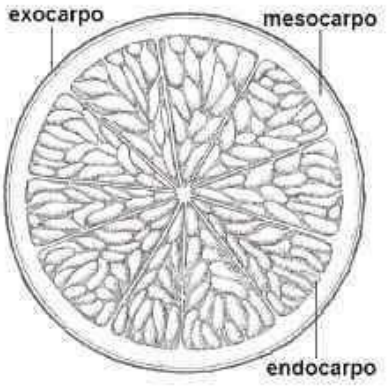


Ilustración 2: Partes de la naranja. Tomada de curso de Botánica de U.B.A

Como etapa previa al proceso de vinificación es necesario extraer el jugo pulposo por algunas de las tecnologías actualmente existentes, siendo los sistemas Brown y FMC los más conocidos. Por cualquiera de estos métodos y para una cantidad dada de fruta, puede obtenerse entre un 45 y 55 % de jugo pulposo, el cual debe ser sometido a procesos de clarificación a fin de reducir el contenido de pulpa hasta la proporción deseada según el objetivo y el producto a elaborar. La pulpa está formada por diversos tejidos del fruto como celdas, membranas y restos de albedo y flavedo que, independientemente del proceso de extracción, están presentes en el jugo en una proporción entre el 15 y 25%. Retirándose gran parte de esta pulpa se obtiene el jugo clarificado. Por

lo tanto, si se parte de 1.000 Kg de naranjas, pueden obtenerse entre 430 y 520 L de jugo pulposo y un máximo de entre 320 y 440 L de jugo clarificado.

Entre Ríos, al ser una de las mayores zonas citrícolas del país, presenta una abundante disponibilidad de naranjas, principalmente sobre la costa del río Uruguay. En el caso particular de la Planta Villa Rica, la empresa recurre al uso de naranjas para la fabricación de cáscara deshidratada, la cual es un intermediario industrial para la elaboración de otros productos. Por lo tanto, el jugo pasa a ser un subproducto, el cual muchas veces es difícil de comercializar por tener reducidas cualidades organolépticas. Sin embargo, esto no afecta en mayor medida a la elaboración de otro tipo de productos, como las bebidas fermentadas.

Por lo tanto, la materia prima para este proyecto lo constituirá el jugo que queda libre luego del proceso de obtención de la cáscara de naranja, el cual primeramente se pasteuriza. Este jugo pasteurizado pasaría a vinificarse en planta para obtención de una "bebida fermentada a base de jugo de naranja azucarada". Parte de esta bebida fermentada se destinaría a la elaboración de vinagre de naranjas. El volumen de jugo pasteurizado disponible para este fin promedia los 6000 L semanales, entre los meses de abril y octubre.

3. "Vino de naranja"

3.1. Definición de producto y marco legal

Desde el punto de vista químico, un vino es una solución hidroalcohólica que contiene varias sustancias que forman el extracto y dan sabor y otras

tantas sustancias volátiles que constituyen el aroma (Jackson, 2008). Contiene de 75 a 90% de agua y etanol en un rango de 9 a 14%, que puede llegar hasta un 21% (Goldner, 2008).

La mayor parte del vino se elabora a partir de uvas y, a menos que se especifique otra fuente, la palabra vino se refiere al producto que resulta de la fermentación del jugo de uva (Brown *et al*., 1989). La manufactura de vinos de otras frutas distintas de la uva es muy popular en muchos países del norte europeo, donde las condiciones climáticas impiden el desarrollo de la vitivinicultura, especialmente en Polonia, Rusia y Alemania. En Gran Bretaña sólo una pequeña cantidad de vinos de otras frutas es producida a escala comercial, pero es muy común la elaboración casera artesanal.

El Código Alimentario Argentino define a los vinos genuinos en el artículo 1.093 del capítulo XIII como los obtenidos por la fermentación alcohólica de la uva fresca y madura o del mosto de la uva fresca, elaborados dentro de la misma zona de producción. Por lo tanto, sólo contempla como vinos a aquellos que han sido producidos a partir uvas (*Vitis vinífera*). Sin embargo, es un hecho conocido que cualquier fruta que contenga niveles razonables de azúcar presenta la posibilidad de producir un buen vino, siempre y cuando en su jugo puedan actuar las levaduras fermentadoras. Dentro de esta consideración cabe incluir los frutos cítricos y en particular la naranja (*Citrus sinensis*). Por lo que, como el producto de la fermentación de la naranja no se encuentra contemplado en nuestra normativa nacional, el producto deberá comercializarse como: *Bebida fermentada a base de jugo de naranjas azucarado.*

Sin embargo, pese a lo descripto en el párrafo anterior, la gran mayoría de profesionales que han llevado a cabo investigaciones sobre la vinificación en jugo de naranja, incluidas investigadoras de la Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER), aseguran que las características organolépticas de un “vino” de naranja son muy similares a las de un vino blanco. Por lo tanto, se utilizará a los vinos blancos como comparativo, tanto en el estudio de mercado como para consideraciones de proceso productivo.

3.2. Jugo de naranjas para fermentación:

Para que un jugo de frutas sea susceptible de ser fermentado, debe reunir determinadas características que permitan el accionar de la levadura responsable de la fermentación.

- pH:

Las levaduras vínicas son muy resistentes a pH ácidos. Su crecimiento no cambia significativamente en el rango de pH del jugo de naranja, sin que se manifiesten cambios significativos en las características globales del proceso fermentativo. Además, las bacterias naturales presentes en el jugo de naranja son mucho más susceptibles a dichos valores de pH, resultando de éste un adecuado mecanismo para su control.

El pH también tiene una profunda influencia sobre la efectividad química y biológica del SO_2 adicionado al mosto. El SO_2 que se adiciona normalmente para controlar el crecimiento de levaduras silvestres es muy efectivo en el control de diferentes tipos de bacterias y reduce la oxidación del mosto. La cantidad de SO_2 libre se incrementa con la disminución del pH. Por lo tanto, los

bajos valores de pH del jugo de naranja permitirán una reducción en la cantidad de sulfito adicionada al mosto de naranja.

Ferreyra (2006), demostró que *Saccharomyces cereviciae* puede fermentar jugos de naranjas en pH comprendidos entre 3,4 y 3,8.

- Solidos solubles:

Los sólidos solubles en los jugos de las variedades de naranjas estudiadas por Ferreyra (2006), mostraron variaciones oscilantes durante sus respectivos períodos de cosecha. Sin embargo, los mayores valores se encontraron en los jugos de las variedades tempranas, pero también los mayores rangos de variación. Los valores mínimos y máximos para todas las variedades y muestras fueron 9,75 y 13,61 °Brix respectivamente. De lo anterior, no se puede concluir que alguna variedad de naranja posea características sobresalientes con respecto al resto como para ser seleccionada para la elaboración de vino de naranja, por lo que se asume factible la utilización del jugo ofrecido por la empresa Villa Rica S.A. para este proyecto.

- Acidez:

Como parte natural del proceso de maduración de las frutas, su acidez disminuye a medida que aumenta el tiempo . La acidez titulable es el factor primordial del sabor de los vinos, y el gusto del vino es muy áspero cuando la acidez es muy alta.

Existe la posibilidad de un ajuste en el contenido en ácidos a los efectos de alcanzar un sabor balanceado en el producto final, cuando los valores de acidez excedan los recomendados (Ferreyra, 2006).

El ácido cítrico es por lejos el predominante en los jugos de naranja, alcanzando valores del 85-95 % del total de ácidos. El ácido cítrico puede ser biotransformado en ácido láctico y algunos tipos de bacterias pueden transformarlo en ácido acético originando un serio inconveniente. Se debe realizar un control cuidadoso del crecimiento bacteriano para evitar este problema. Por el contrario, las cantidades remanentes de ácido cítrico después de la fermentación podrían originar un carácter fresco y cítrico al vino, resaltando su sabor en un modo similar al que ocurre en algunos vinos blancos. Además, el ácido cítrico podría mejorar la estabilidad del producto final.

- Índice de madurez o ratio

El ratio (o índice de madurez) es la relación entre sólidos solubles y acidez. Este es el indicador primario de la madurez de la fruta. Este parámetro se incrementa con el tiempo de cosecha para todas las variedades de naranja.

- Tratamiento térmico:

Es muy importante mencionar que los jugos tratados térmicamente pueden mostrar valores menores en las actividades enzimáticas originales, particularmente en el caso de enzimas pectinolíticas. Tradicionalmente, el tratamiento térmico del jugo de naranjas se realiza en la industria para inactivar

enzimas nativas, en especial la pectinesterasa, una enzima que posee comparativamente alta resistencia térmica. Esta enzima actúa sobre los grupos carboxílicos metoxilados de las sustancias pécticas liberando grupos carboxílicos libres y metanol. Posteriormente, los grupos carboxílicos libres reaccionan con los iones calcio presentes en el jugo originando pectatos de calcio insolubles que se separan por sedimentación. Para la elaboración de “vino” de naranja, es muy importante la presencia de pectinesterasa activa. Las sustancias pécticas en suspensión, generalmente en forma de micelas, pueden hacer muy dificultosa la clarificación del vino. Por lo tanto, una reducción en la actividad de la pectinesterasa nativa del jugo de naranja podría tener efectos negativos sobre la calidad del vino.

- Contenido de nitrógeno:

El contenido en nitrógeno total tiende a incrementarse con la época de cosecha de las diferentes variedades de naranjas, con valores desde 65 hasta 77 mg/100 mL de jugo. En cuanto al Nitrógeno amínico, principal indicador del N asimilable los valores oscilan entre 20,4 y 25,5 mg/100 mL.

Es sabido que en muchos casos los mostos deben ser suplementados con fuentes de nitrógeno extras, usualmente $(NH_4)_2HPO_4$, a los efectos de alcanzar adecuados niveles de biomasa de levadura durante la fermentación (Giannessiand Matta, 1978). Este es el caso de los jugos de naranja conforme a los contenidos de nitrógeno mencionados previamente.

- Aceites esenciales:

Kimball, (1991) reportó que la concentración de aceites esenciales debe ser superior a 0,08 % para que se produzca la inhibición de las levaduras. La cantidad de aceites puede deberse al método de obtención utilizado. En este caso, no existe un proceso previo de extracción de aceites. Los aceites esenciales poseen una alta volatilidad y ellos podrían ser eliminados del mosto durante la fermentación por arrastre en la corriente de CO_2.

3.3. Análisis realizados al jugo:

Se contó con 4 muestras de jugo pasteurizado de la empresa Villa Rica. La fecha de proceso y la variedad se muestran a continuación.

Muestra	Fecha de proceso	Especie	Variedad
1	22/03/2016	Naranja	Valencia
2	07/04/2016	Naranja	Valencia
3	21/04/2016	Naranja	Valencia
4	28/05/2016	Naranja	Valencia

Tabla 1: Muestras de jugo para análisis

Los parámetros analizados fueron los siguientes:

1. Sólidos solubles totales: Se usó un refractómetro tipo Abbe ATAGO modelo DTM- y los resultados se expresaron en °Brix. Se realizó corrección por acidez.

2. % de acidez: Se determinó por titulación potenciométrica, expresando los resultados como porcentaje de ácido cítrico.(AOAC, 942.15, 1984).
3. pH: Potenciométricamente, con peachímetro TOA HM- 30V
4. Nitrógeno Amínico: Expresado en mg/100 mL, por medio de titulación.
5. Aceites esenciales: Expresado en mL/100 mL jugo (método de Scott-Veldhuis, AOAC 22088, 1984).

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2:

Muestra	°Brix	% de acidez	pH	N. amínico (mg/100 mL)	Aceites esenciales (mg/100 mL)
1	11,8	0,52±0,09	4,13	36,16	0,04
2	11,7	0,73±0,21	3,83	34,19	0,05
3	12,1	1,25±0,27	3,60	30,52	0,02
4	11,9	1,11±0,28	3,41	33,21	0,02

Tabla 2: Resultados obtenidos en los análisis del jugo

Comparando con los resultados obtenidos por Ferreyra (2006), se observa que la materia prima a usar en la fermentación reúne las características adecuadas para el desarrollo de la levadura y posterior acción biológica de transformación de azúcares.

4. Levaduras

Taxonómicamente, se define a las levaduras como hongos unicelulares cuya reproducción se lleva a cabo por brotación o por escisiparidad. Constituyen un tipo de microorganismo complejo que se divide en tres grupos por su modo de reproducción: los Ascomicetos, los Basidiomicetos y los Hongos Imperfectos. Sin embargo, las levaduras del vino pertenecen solamente a los ascomicetos y hongos imperfectos. En los Ascomicetos, las esporas y las ascosporas haploidales están contenidas en una especie de sacos, denominados ascos, que se forman a partir de la célula vegetativa (Ribérau-Gayón *et al*., 2003).

Las levaduras constituyen uno de los organismos eucariotas más simples. Su célula está formada por dos envolturas celulares, la pared celular y la membrana plasmática, un citoplasma que contiene organelas, y un núcleo verdadero recubierto por una membrana.

Las levaduras están esparcidas por demasía en la naturaleza, ya que puede encontrárselas en el suelo, en la superficie de los vegetales y en el aparato digestivo de los animales. Su diseminación hacia otros lugares se debe al viento y a los insectos (Ribérau-Gayón *et al*., 2003).

Las levaduras que participan en la fermentación del vino son de dos tipos: 1) las llamadas levaduras silvestres que se encuentran en las uvas cosechadas y que se transfieren al jugo y 2) las levaduras de vino cultivadas, las cuales se adicionan al jugo para iniciar la fermentación (Ferreyra, 2006).

Una diferencia importante entre las levaduras silvestres y las levaduras de vino cultivadas es su tolerancia al etanol. La mayor parte de las levaduras silvestres pueden tolerar solamente alrededor de un 4 %v/v de etanol; cuando

la concentración de alcohol llega a este punto, la fermentación se detiene (Ferreyra, 2006).

De todos los posibles géneros existentes, *Saccharomyces* resulta ser el más aceptado para vinificar. Según Lodder y Kreger-Van Rij (1970) (citado en Ribérau-Gayón *et al*., 2003), este género se compone de un total de 41 especies. Según Ribéreau-Gayon y Peynaud, de todas aquellas, la *S. cereviciae* y la *S. oviformis* constituyen las dos principales especies fermentarias. Actualmente, la mayor parte de los trabajos enológicos han abandonado la denominación *oviformis* y la reemplazan por *bayanus* (Ribérau-Gayón *et al*., 2003).

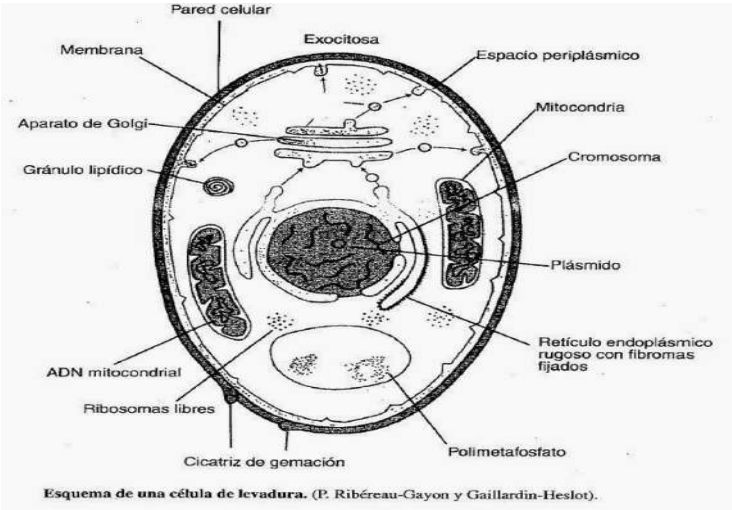


Ilustración 3: Esquema de una célula de levadura. Tomado de: Ribérau-Gayón et al., 2003.

Las levaduras como microorganismos quimioheterótrofos necesitan compuestos orgánicos como fuentes de carbono y energía (FCE). Los glúcidos,

principalmente las hexosas, son los compuestos más utilizados tanto para el metabolismo aeróbico como anaeróbico (Ferreyra, 2006).

Si en el medio de cultivo hay disponibilidad en concentraciones entre el 1 y 10 % de las hexosas: D-glucosa, D-fructosa y D-manosa, *Saccharomyces ssp*. metabolizará estos glúcidos en ese orden.

Como fuente de nitrógeno (FN), las levaduras en general pueden utilizar tanto compuestos orgánicos como inorgánicos. Entre las fuentes naturales más usuales de los primeros se encuentran las peptonas, extractos de malta y de levadura y aminoácidos. De las fuentes inorgánicas, entre otras, sales de NO_3^-, NO_2^- y NH_4^+ y urea (Garraway, 1984). En particular, *Saccharomyces* spp. utiliza como FN no complejas a las sales de NH_4^+ y a la urea, no así al NO_3^- (Campbell y Duffus, 1988).

Según se ha demostrado, el jugo de naranja constituye un mosto eminentemente fermentable, ya que las levaduras encuentran todos los constituyentes necesarios para asegurar sus funciones vitales. Los hidratos de carbono, principalmente glucosa y fructosa, son fuente de energía. Los ácidos orgánicos (predominando el cítrico), junto con las sales minerales aseguran un adecuado pH. Los componentes nitrogenados, en diferentes formas, concentran valores de hasta 77 mg de N total/100 mL de jugo y hasta 25,5 mg de N asimilable/100 mL de jugo, lo cual indicaría que se torna necesario suplementar los mostos con fuentes nitrogenadas, como con $(NH_4)_2HPO_4$. Algunas sustancias que juegan un rol como factores de crecimiento (vitaminas) también son encontradas en el jugo de naranja.

De forma general, inoculando correctamente (10^6 células.mL^{-1}), la fermentación se inicia fácilmente y llega hasta su término si el tenor inicial de azúcares no es excesivo. Sin embargo, diferentes factores son los que pueden perturbar el crecimiento de las levaduras y evidenciar variaciones en la cinética de fermentación. Algunos son de naturaleza puramente química y los constituyen las carencias nutricionales y la presencia de inhibidores. Otros son de naturaleza físico-química, por ejemplo la concentración y distribución del oxígeno, la temperatura, y la clarificación del mosto. Por último, fuera de todos estos factores, también pueden presentarse fenómenos microbianos, manifestados por el desarrollo de ciertos microorganismos que generan productos indeseables y/o se tornan antagonistas con las cepas de levaduras de vinificación. En función de todos estos factores, la fermentación se desarrollará con mejores o peores resultados. (Ribérau-Gayón et al., 2003)

5. Vinagre de naranjas

5.1. Definición de producto y marco legal

El vinagre ha formado parte de la alimentación humana desde la antigüedad como condimento, conservador de alimentos y bases para remedios sencillos en hombres y animales. Las referencias más antiguas del uso del vinagre se encuentran en la cultura Babilónica (5000 A. C.), donde se menciona la obtención de vinagre a partir de dátiles (Llaguno y Polo, 1991). La gran diversidad de productos que actualmente contienen vinagre (salsas, ketchup, mayonesa, aderezos) ha favorecido su resurgimiento (Ignacio de Ory *et al*., 2002; Qi *et al*., 2013).

La palabra vinagre proviene etimológicamente del latín “vinum acre” de la que deriva la locución francesa “vinaigre” equivalente al vino agrio (Suarez Lepe e Iñigo Leal, 2004).

El vinagre es una solución diluida de ácido acético obtenida por un proceso fermentativo de dos etapas. La primera corresponde a la conversión de azúcares fermentables a etanol por levaduras, del género *Saccharomyces* principalmente. La segunda fermentación se desarrolla a partir de la oxidación de etanol por bacterias del género *Acetobacter* (Tesfaye et al., 2002), aunque actualmente lo correcto sería mencionar a la familia *Acetobacteriaceae*.

El proceso de acetificación puede ser representado químicamente por medio de la siguiente reacción:

$$C_2H_5OH + O_2 \qquad CH_3COOH + H_2O$$

De acuerdo con la estequiometría de esta reacción se puede calcular que 1 L de etanol debe producir 1,036 kg de ácido acético y 0,313 kg de agua. Este cálculo indica, aproximadamente, que un 1 % v/v de etanol proporcionará un 1 % p/v de ácido acético y de aquí que esta relación se utilice tanto para predecir la acidez final del vinagre como para calcular el rendimiento de la fermentación (de Ory *et al*. 2002; Gullo *et al*. 2014).

La acepción de vinagre que ofrece el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española es: “Líquido agrio y astringente, producido por la fermentación acética del vino y compuesto principalmente de ácido acético y agua”.

Según la Organización Mundial de la Salud, en una definición mucho más amplia, “el vinagre es un líquido apto para el consumo humano, producido exclusivamente con productos idóneos que contienen almidón y/o azúcares por el procedimiento de doble fermentación, alcohólica y acética”. Pueden contener cantidades determinadas de ácido acético y otros ingredientes opcionales (hierbas, especias, sal), lo que será regulado por la Comisión del Codex Alimentarius, según el tipo de ingrediente, con el objeto de obtener un aroma peculiar y característico. Esta definición señala que el alcohol que contenga la materia prima debe ser producido por fermentación alcohólica, por lo cual no se permite la práctica de añadir alcohol de origen sintético. Esta peculiaridad también es extensible a la legislación española aplicada a este producto. También indica el contenido total de ácido para los vinagres de vino en 60 $g \cdot L^{-1}$ como mínimo. Para otros vinagres el contenido mínimo es 50 $g \cdot L^{-1}$, siempre y cuando no sea dicha cantidad superior a la obtenida exclusivamente por la fermentación biológica. El contenido mínimo de alcohol residual es de 0,5 %(v/v), como máximo, excepto en el caso del vinagre de vino, que podrá ser del 1 %(v/v).

La definición de vinagre difiere de acuerdo a cada país. De acuerdo al Código Alimentario Argentino (art. 1.328), se entiende por Vinagre o Vinagre de vino el producto de la fermentación acética del vino. Los vinagres obtenidos por fermentación de materias primas distintas al vino (cerveza, sidra, frutas, cereales, alcohol, etc.) deberán venderse con el nombre que especifique su origen. Para los vinagres de vino y de alcohol, la acidez total no deberá ser menor de 5 % p/v expresada como ácido acético, mientras que, para vinagres de otros orígenes, aquella no será menor de 4 % p/v expresada también como ácido acético.

Bortolini *et al*. (2001) consideran al vinagre de frutas superior en calidad sensorial y nutritiva, comparado con los otros tipos de vinagres, presentando características de sabor y aroma propias. En lo que se refiere a su aspecto nutricional, está compuesto por vitaminas, ácidos orgánicos, proteínas y aminoácidos provenientes del fruto y de la fermentación alcohólica.

El sustrato cumple un rol muy importante: su composición determina tanto el crecimiento de las bacterias del ácido acético como la calidad del vinagre (Tesfaye *et al*., 2002). Tanto el etanol como el ácido acético pueden tener un efecto activador como inhibidor en el crecimiento microbiano, dependiendo de las concentraciones en el medio (de Ory *et al*., 2002). Una elevada concentración de alcohol resulta en una fuerte inhibición bacteriana. A nivel industrial, es sabido que concentraciones de etanol mayores a 50 g/L afectan adversamente la velocidad de acetificación, especialmente en sistemas batch donde se dificultaría el comienzo de la fermentación (de Ory *et al*, 2002; Garrido-Vidal *et al*., 2003).

Para minimizar este inconveniente, Davies (2015) utilizó como sustrato vino cítrico diluido hasta un 6 % v/v de etanol (47,6 g/l). Sin embargo, esta dilución tiene un efecto relevante sobre la concentración de nutrientes, en especial si se tiene en cuenta que el contenido de nitrógeno amínico en el vino de naranja (Ferreyra, 2006). Por este motivo, es necesario realizar la dilución del vino mediante el agregado de una solución de minerales y fuente nitrogenada.

6. Bacterias del ácido acético

El microorganismo que está involucrado en la producción de ácido acético crece usualmente sobre el sustrato como una masa espesa gelatinosa, comúnmente conocida como sustrato madre (Weiser, 1962), o “madre del vinagre”. Estos microorganismos que oxidan el etanol a ácido acético son comúnmente llamados bacterias del ácido acético (BAA).

Si bien son habitualmente asociadas a la descomposición de los vinos debido a la producción de acetaldehído y ácido acético a partir del etanol (Raspor y Goranovic, 2008), tienen su aplicación más conocida y tradicional en la producción de vinagre.

Las BAA pertenecen a la familia *Acetobacteraceae*. Son microorganismos Gram-negativos o Gram-variables, de forma elipsoidal o cilíndrica que pueden encontrarse aislados, en parejas o formando cadenas. Su tamaño oscila entre 0,4 a 1 µm de ancho y de 0,8 a 4,5 µm de longitud. Son móviles por flagelación polar o perítrica. Presentan actividad catalasa positiva, oxidasa negativa y no forman endosporas. Poseen metabolismo aeróbico estricto, con el oxígeno como aceptor final de electrones (Komagata *et al*. 2014). Forman colonias pálidas, no licuan la gelatina y no forman indol o H_2S. Oxidan el etanol a ácido acético y en algunos casos, el acetato a CO_2 y H_2O.

El pH óptimo para su crecimiento es de 5 a 6 (De Ley *et al.,* 1984). Sin embargo, la mayoría de las cepas pueden crecer a pH inferiores a 5 (Cleenwerck y De Vos 2008), incluso a pH 2 –2,2 (Du Toit y Pretorius 2002), pero la tolerancia a los bajos pH depende de otros parámetros, como la concentración de etanol y la disponibilidad de oxígeno (Gullo y Giudici, 2009).



Ilustración 4: Bacterias del ácido acético, con tinción de Gram 1000X. Tomado de Gerard (2015)

La temperatura óptima de crecimiento es de 25 - 30 ºC, aunque también pueden desarrollarse a temperaturas más altas; algunas especies lo hacen a 38 – 40 ºC (Ndoye et al. 2006) y otras, a temperaturas más bajas (10 ºC), aunque su crecimiento es muy débil (Joyeux et al. 1984).

La producción de ácido acético resulta de una oxidación del etanol por las bacterias acéticas. Esto involucra una reacción en dos pasos; en la primera etapa se oxida etanol a acetaldehído y en la segunda el acetaldehído a ácido acético; esta oxidación es catalizada por enzimas que se encuentran en la membrana celular, específicamente en la superficie externa de la membrana citoplasmática, en contacto con el medio de cultivo donde el ácido acético se

acumula rápidamente. Estas son alcohol deshidrogenasa y aldehído deshidrogenasa, además existen otros dos importantes componentes que actúan en la oxidación de etanol estos son Citocromo C y terminal oxidasa.

Aunque las BAA tienen un metabolismo estrictamente aerobio, se ha observado que pueden sobrevivir en condiciones de anaerobiosis o con tensión de oxigeno muy baja, debido a la posibilidad de utilizar quinonas como aceptores finales de electrones en lugar del oxígeno. No obstante, en estas condiciones, su crecimiento y desarrollo está muy restringido y cualquier proceso que involucre una aireación favorece en gran medida su desarrollo (Drysdale y Fleet, 1988).

Según la fuente de carbono con la que dispongan en el medio de cultivo, las BAA pueden utilizar diferentes rutas metabólicas, con intermediarios y productos finales distintos. De forma general, se puede decir que realizan una oxidación incompleta de azucares y alcoholes, produciendo una acumulación de ácidos orgánicos como productos finales. Cuando el sustrato es etanol producen ácido acético y de ahí el nombre con el que se las conoce (Jara Campos, 2009).

Actualmente, la familia *Acetobactereaceae* está compuesta por 19 géneros y 72 especies (Komagata *et al*. 2014). Las especies más utilizadas en la producción de vinagre son aquellas en las que se ha comprobado una importante habilidad para oxidar el etanol a ácido acético y una alta resistencia a este compuesto (Yamada, 2014).

Específicamente, las bacterias utilizadas para este propósito son: Acetobacter *aceti, Acetobacte rpasteurianus, Acetobacter pomorum,*

Acetobacter polyoxogenes, Komagataeibacter europaeus, Komagataeibacter hansenii, Komagataeibacter oboediens, Komagataeibacter intermedius, Komagataeibacter xylinus y Gluconacetobacter entanii (Yamada *et al*., 2012)

Acetobacter se encuentra en flores, frutas, vino de uva, sidra, cerveza, vinagre, virutas de madera de generadores de vinagre y acetificadores, entre otros (De Ley *et al*., 1984). Las principales especies del género *Acetobacter* productoras de ácido acético son *Acetobacter aceti, xylinum y ascendens* (Llaguno y Polo, 1991).

Davies (2015), comparó el crecimiento y la velocidad de acetificación de tres tipos de BAA: *Acetobacter aceti* (cepa liofilizada), *Acetobacter* sp. Y *Gluconacetobacter* sp., estas dos últimas cepas aisladas de frutas cítricas en el laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias de la Alimentación. Para ello comparó dos medios de cultivo (RAE 1a, 2e e EYPS) y dos métodos de aireación (agitación orbital y sistema de inyección de aire).

Los ensayos realizados le permitieron concluir que las mejores condiciones para obtener el cultivo iniciador de BAA para el proceso de acetificación, se obtuvieron con medio RAE (1a/2e) con sistema de inyección de aire utilizando *Acetobacter* sp.

El tiempo de incubación debería ser de 48-72 horas ya que *Acetobacter* sp. es una bacteria superoxidante y superado este período, podrían comenzar a consumir el ácido acético producido, fenómeno conocido como diauxia. (Davies, 2015).

7. Bibliografía

Amerine, M. A., y Roessler, E. B. (1983). Wines. Their Sensory Evaluation. New York: W.H. Freeman and Company.

Bortolini, F., Sant’Anna, E. S., y Torres, R. C. (2001). Comportamento das fermentacoes alcoolica e acetica de sucos de kiwi (Actinidia deliciosa): composicao dos mostos e metodos de fermentacaoacetica. Ciência E Tecnologia de Alimentos.

Brown, C.M., Campbell, I.y Priest, F. (1989). Introducción a la Biotecnología. (Acribia, Ed.). Zaragoza, España.

C., Thonart, P. (2006). Thermoresistant properties of acetic acids bacteria isolated from tropical products of Sub-Saharan Africa and destined to industrial vinegar. Enzyme and Microbial Technology.

Campbell, I. and Duffus, J.H. (1988). Yeast. A Practical Approach. I.R.L. Press Limited. Oxford, England.

Carrau, F., Boido, E., Gaggero, C., Medina, K., Fariña, L., Disegna, E., Dellacassa, E. (2011). *Vitis vinifera* Tannat, chemical characterization and functional propierties. Multidiciplinary Appoaches on Food Science and Nutrition for de XX Century.

Cleenwerck, I. y De Vos, P. (2008). Polyphasic taxonomy of acetic acid bacteria:an overview of the currently applied methodology. International Journal ofFood Microbiology.

Davies, C. (2015). *Estudio de los procesos biotecnológicos de acetificación para la producción de vinagre de naranja y vinagre de arándanos.* Universidad Politécnica de Valencia.

De Ley J., Gillis M. y Swings J. (1984). Family VI. *Acetobactereaceae* En:Bergey’s Manual of Systematic Bacteorology, Vol. 1

De Ory, I., Romero, L. E., y Cantero, D. (2002). Optimum starting-up protocol of a pilot plant scale acetifier for vinegar production. Journal of Food Engineering.

Drysdale, G. S. y Fleet, G. H. (1988). Acetic acid bacteria in winemaking: A Review. American Journal Enology and Viticulture.

Du Toit, W. J. y Pretorius, I. S. (2002). The occurrence, control and esotericeffect of acetic acid bacteria in winemaking. Annals of Microbiology.

FeCiER (2015). Citricultura: Estudio de la cadena de valor. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Confederación Argentina de la Mediana Empresa.

Ferreyra, M. (2006). *Estudio del proceso biotecnológico para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de jugo de naranja*. Universidad Politécnica de Valencia.

Ferreyra, M. M., Schvab, M. D. C., Gerard, L. M., Zapata, L. M., Davies, C. V., y Hours, R. A. (2009). Fermentación alcohólica de jugo de naranja con *S. cerevisiae. Ciencia Docencia y Tecnología*.

Garraway, M.O. and Evans, R.C. (1984). Fungal Nutrition and Physiology. Wiley Interscience publication USA.

Garrido-Vidal, D., Pizarro, C., y Gonzalez-Saiz, J. M. (2003). Study of process variables in industrial acetic fermentation by a continuous pilot fermentorand response surfaces. Biotechnology Progress.

Gerard, L. (2015). *Caracterización de bacterias del ácido acético destinadas a la producción de vinagres de frutas.* Universidad Politécnica de Valencia.

Giannessi, P. y Matta, M. (1978). Azoto Amminico in Trattato di Scienza e Technica Enologica. Analisi e Controllo dei mosti e dei Vini (AEB Brescia, ed.).

Goldner, M. C. (2008). Caracterización sensorial y fisicoquímica de vinos chardonnay y malbec de distintas regiones vitivinícolas argentinas. Universidad de Buenos Aires.

Gullo, M. y Giudici, P. (2009). Acetic acid bacteria taxonomy from earlydescriptions to molecular techniques. In Solieri L. y Giudicci P (Ed.), Vinegars of the World.

Gullo, M., Verzelloni, E. y Canonico, M. (2014). Aerobic submerged fermentation by acetic acid bacteria for vinegar production: Process and biotechnological aspects. Process Biochemistry.

Hendrickson, R. and Kesterson, J.W. (1965). By-Products of FloridaCitrus. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Gainesville.

Jackson, R. S. (2008). Wine science. Principles and applications. (Academic Press, Ed.) (3º ed.). Burlington, MA, USA

Jara, C. I. (2009). *Desarrollo de métodos de Biología Molecular para el análisis directo de bacterias acéticas de vinagre*. Tesis Doctoral. Departamet de Bioquímica I Biotecnología. Facultat d’Enologia. Universitat Rovira I Virgili.

Joyeux, A., Lafon-Lafourcade, S. y Ribéreau Gayón, P. (1984). Evolution of acetic acid bacteria Turing fermentation and storage of wine. Applied andEnvironmental Microbiology.

Kimball, D. (1991). Citrus Processing. Quality Control and Technology. Ed.Van NostrandReinhold. New York.

Komagata, K., Iino, T. y Yamada, Y. (2014). The Family *Acetobacteraceae.* In E. R. et al. (Ed.), The Prokaryotes - Alphaproteobacteria and Betaproteobacteria. Springer-VerlagBerlín Heidelberg.

Llaguno C. y Polo C. (1991). El vinagre de vino. Consejo Superior deInvestigaciones Científicas. Madrid. España.

Malhotra K. Naresh. 2008. Investigación de mercados .Editorial Pearson Educación. México.

Ndoye, B., Lebecque, S., Dubois-Dauphin, R., Tounkara, L., Guiro, a.-T., Kere, C.,Thonart, P. (2006). Thermoresistant properties of acetic acids bacteria isolated from tropical products of Sub-Saharan Africa and destined to industrial vinegar. Enzyme and Microbial Technology.

Qi, Z., Yang, H., Xia, X., Xin, Y., Zhang, L., Wang, W., &Yu, X. (2013). A protocol for optimization vinegar fermentation according to the ratio of oxygen consumption versus acid yield. Journal of Food Engineering.

Raspor, P. y Goranovic, D. (2008). Biotechnological applications of acetic acid bacteria. Critical Reviews in Biotechnology.

Riberáu-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., D. (2003). Tratado de Enología. 2. Química del Vino Estabilización y tratamientos (1a ed.). Hemisferio Sur S.A.

Schvab, M. del C. (2006). *Bebida alcohólica de jugo de naranja: Estudio de los parámetros de calidad, influencia de las variables de proceso y caracterización del producto*. Universidad Politécnica de Valencia.

Suarez Lepe, J. A., e Inigo Leal, B. (2004). Biotecnología de la elaboración de vinagre. Microbiología Enológica. Fundamentos de Vinificación. (3° ed). Madrid.

Tesfaye, W., Morales, M. L., Garcia-Parrilla, M. C., y Troncoso, A. M. (2002).Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. Trends in Food Science & Technology.

Tito, G. y Cattaneo, C. (2000). Producción de alimentos sanos a pequeña escala, comercialización y limitaciones reglamentarias: elementos para un análisis del tema. Buenos Aires.

Vera, L., Diaz Velez, R., Rivanderneira, F., Garran, S., y Garin, R. Informe citrícola regional de Entre Ríos (2007). Entre Reos: INTA-FEDERCITRUS.

Weiser H. (1962). Practical Food Microbiology. The Avi Publishing Company,Inc. USA.

Wilkinson, J. (2003). *Oportunidades y desafíos para la pequeña producción en el nuevo cuadro de dominación del Sistema Agroalimentario en América Latina*. *VII Congreso Internacional ALACEA*. Lima.

Yamada, Y. (2014). Transfer of *Gluconacetobacter kakiaceti*, *Gluconacetobacter medellinensis* and *Gluconacetobacter maltaceti* to the genus *Komagataeibacter* as *Komagataeibacter kakiaceti* comb. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.

Yamada, Y., Yukphan, P., Vu, H. T. L., Muramatsu, Y., Ochaikul, D. y Nakagawa, Y. (2012). Subdivision of the genus *Gluconacetobacter* .

1. Introducción

La base de toda empresa comercial es la compra y venta de bienes o servicios, y para esto es necesario conocer todo su entorno, que va desde sus productos, los clientes, la competencia y sobre todo tener bien clara la visión y los objetivos a corto y largo plazo, con la finalidad de obtener siempre un beneficio. La investigación de mercados cumple la función de conectar al consumidor con el vendedor mediante información que se requiere para analizar oportunidades de mercado.

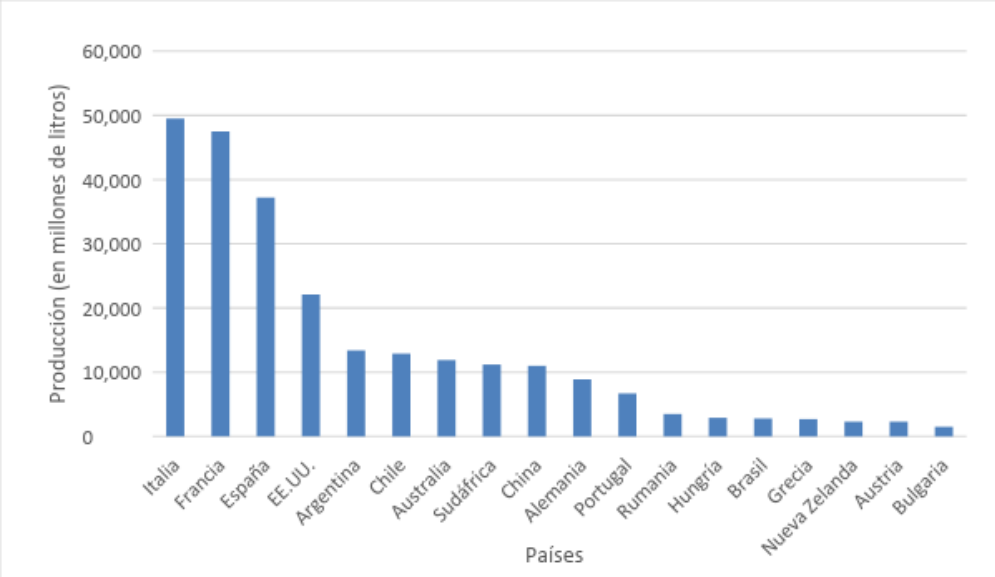
Para el estudio de mercado de este proyecto se recurrió a fuentes de información tanto secundarias como primarias. Dentro de las fuentes secundarias se buscó comparar a los productos a elaborar con productos relativamente similares que ya se estén en el mercado. En el caso del ‘vino’ de naranjas, se decidió hacer una comparación con respecto al vino de uvas, principalmente al vino blanco, ya que ambos presentan características organolépticas y cualidades similares. Con respecto al vinagre de naranja, se decidió compararlo con vinagres comerciales, principalmente con vinagre de manzana, ya que ambos resultan ser vinagres de fruta con cualidades muy semejantes.

Con respecto a las fuentes primarias, al ser ambos productos nuevos, se recurrió a la realización de dos encuestas, las cuales tuvieron como objetivo principal inferir las diferentes opiniones, gustos y preferencias de posibles consumidores. Las mismas se realizaron por medio de la red social Facebook con un link virtual de acceso al cuestionario donde la persona elegía las diferentes opciones de respuesta. El muestreo no probabilístico se desarrolló mediante la metodología de bola de nieve, donde se localizaron algunos

individuos, los cuales se contactaron por redes sociales y correos electrónicos que posteriormente compartieron el instrumento, conduciendo a otros y éstos a otros, y así hasta conseguir una muestra suficiente y con las características específicas deseadas. Mediante uso de herramientas estadísticas se definió que el número de encuestados debía ser de al menos 133 personas por encuesta. Se logró obtener respuestas de 160 personas para la encuesta del vino y el mismo número para la del vinagre.

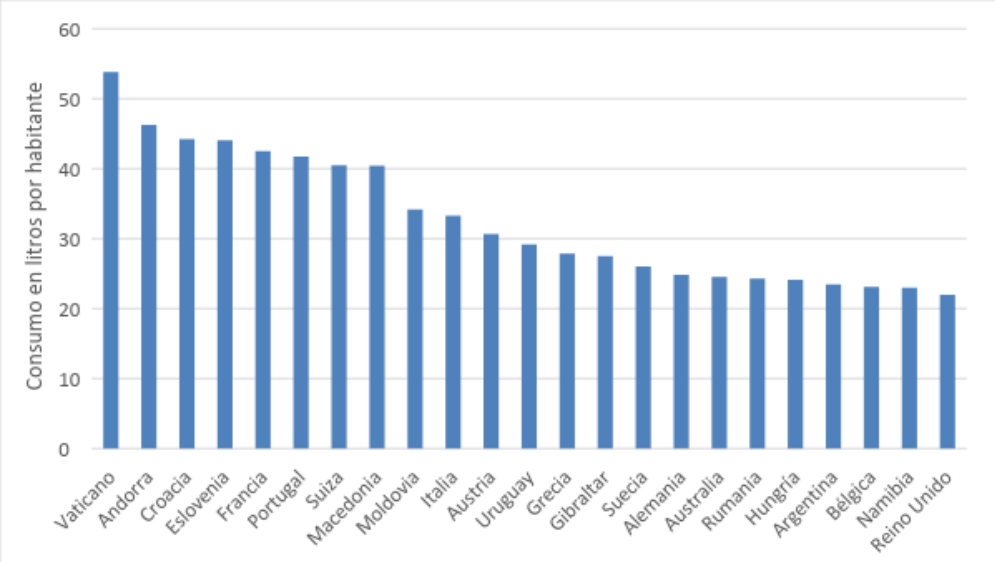
2. Consumo de vino en Argentina

La producción mundial de vino registró en el año 2015 un volumen de 275,7 millones de hectolitros, siendo un 2% superior a lo registrado en el año 2014. En cuanto a los países que más contribuyen a la producción mundial, Italia se posicionó en 2015 como el mayor productor con 48,9 millones de hL, seguida de Francia con 47,4 millones de hL y España con 36,7 millones de hL. Por su parte, Argentina se encuentra en el quinto lugar registrando una producción de 13,4 millones de hL vinificados. Esto representa un retroceso importante con respecto al 2014, ya que se presentó un descenso productivo del 12,1 %. En el gráfico 1 puede verse un ranking con los mayores productores de vino del mundo.



Gráfica 1: Producción de vinos 2014

En cuanto al consumo de vino por habitante, en el año 2015, el que mayor valor presentó fue el Vaticano con 53,83 L/hab.año, seguido de Andorra con 46,26 L/hab.año y Croacia con 44,2 L/hab.año. Argentina se ubicó en el vigésimo puesto con 23,46 L/hab.año. Según el INDEC, en el 2016 el consumo por habitante en nuestro país se redujo hasta 21,6 L/hab.año.



Gráfica 2: Consumo de vinos 2015

El vino se caracteriza por ser un producto de consumo masivo en el mercado argentino. Penetra en 5 de cada 10 hogares y el 75% de lo que se produce se vende en el mercado interno. En 6 millones de familias de la Argentina se consume vino al menos una vez por trimestre, alcanzando así a 14.600.000 personas (casi la mitad de la población mayor a 18 años).

El 82,5% del mercado se centra en los vinos de precio medio bajo, como los envasados en tetra brik, que representan 8 de cada diez litros consumidos y 2 de cada 3 pesos vendidos. Su penetración de consumo es similar en todas las clases sociales. Así el vino como producto está presente en los hogares sin distinción.

Entre las variedades de vino más elegidas, el tinto es el elegido por el consumidor local (88%), ante un 23% que prefiere el blanco. Sólo un 3% elige

el rosado. Un 47% lo toma solo, pero hoy también se lo diluye: el 29% elige el hielo, el 21% la soda, el 12% la gaseosa y 4% el jugo.

3. Encuesta "Vino" de Naranja

Los ítems, resultados y análisis con respecto a la encuesta realizada para el vino de naranjas se muestran a continuación

1. ¿Ha consumido usted alguna bebida alcohólica regional?

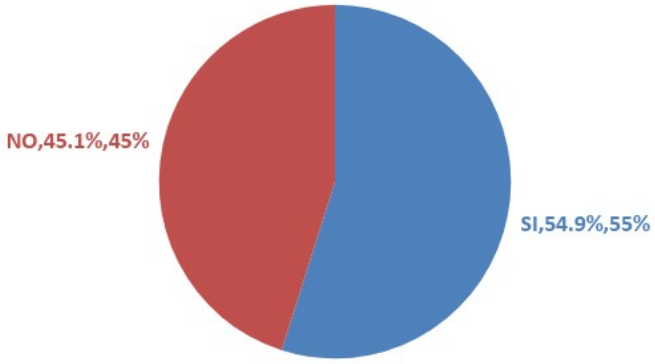


Gráfico 3: Pregunta 1, encuesta sobre "vino" de naranja.

2. ¿Cuántas veces, aproximadamente, ha comprado una bebida alcohólica regional en el último año?

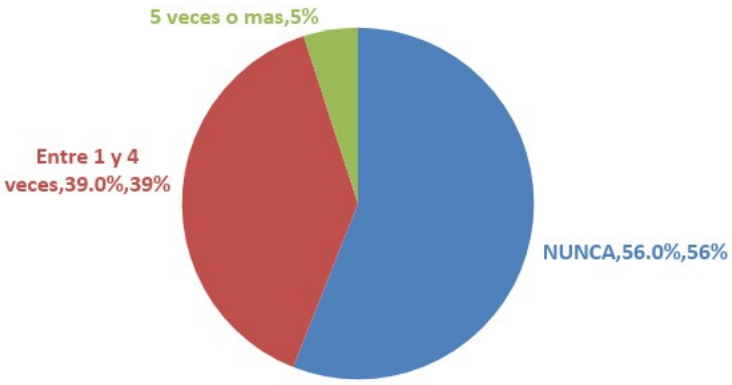


Gráfico 4: Pregunta 2, encuesta sobre “vino” de naranja.

3. En una escala del 1 al 5, donde 5 es "Muy interesante" y 1 es "Nada interesante". ¿Qué tan interesante le resultaría el vino de naranja?

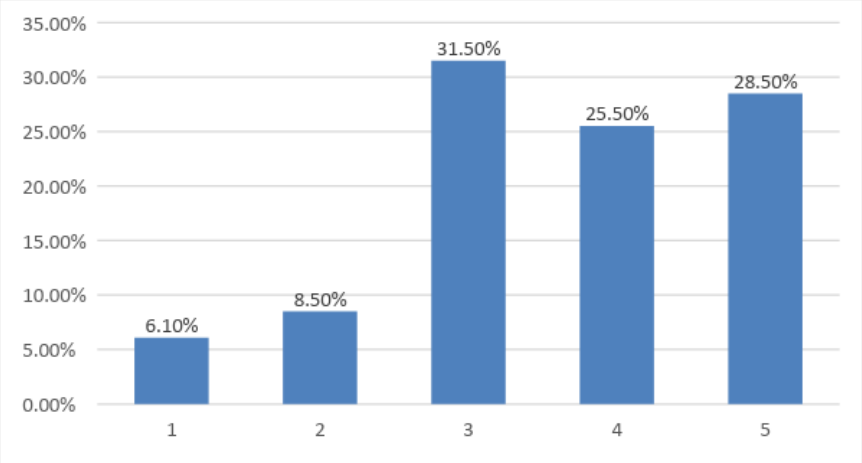


Gráfico 5: Pregunta 3, encuesta sobre “vino” de naranja.

4. ¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraerían del producto?

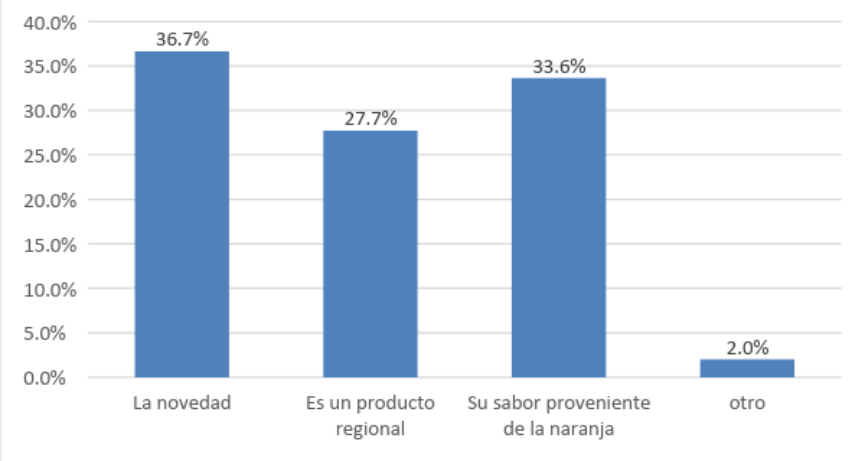


Gráfico 6: Pregunta 4, encuesta sobre “vino” de naranja.

5. ¿Por cuál o cuáles de los siguientes aspectos usted decidiría NO comprar el producto?

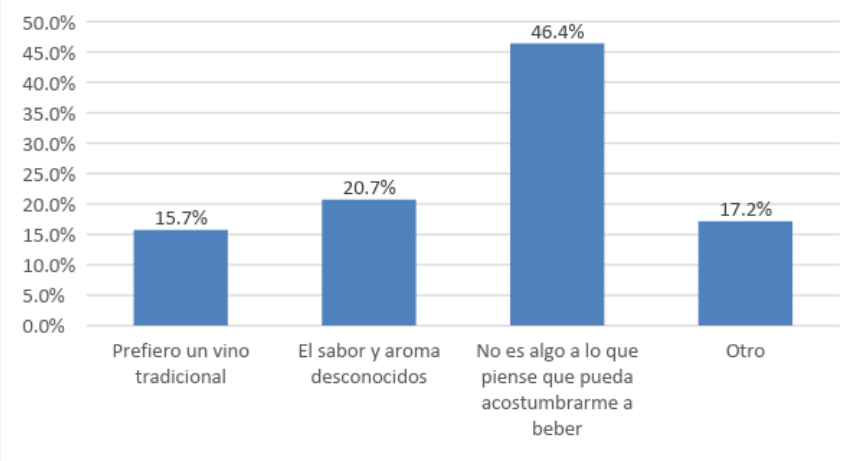


Gráfico 7: Pregunta 5, encuesta sobre "vino de naranjas".

6. **Partiendo de la base que el precio de este producto le pareciera aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo comprase?**

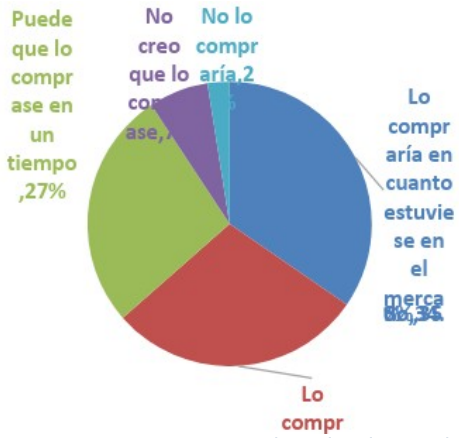


Gráfico 8: Pregunta 6, encuesta sobre "vino de naranjas".

7. **Este producto es considerado como regional. ¿Eso lo hace más o menos interesante para usted?**



Gráfico 9: Pregunta 7, encuesta sobre "vino de naranjas".

8. ¿Tiene algún comentario o sugerencia sobre el producto?

Algunos que quisiéramos a destacar son:

"Lo compraría justamente para conocer el sabor"

"Realmente me parece una idea innovadora y que agrega valor a un producto regional"

"Es un producto muy novedoso y su desarrollo favorecería a la región"

"Siendo de Concordia, me resulta muy novedosa y original la propuesta"

"Me parece sumamente interesante e importante la iniciativa"

"Lo que hay actualmente en el mercado no tiene un buen diseño, no cuenta una historia...La gente compra historias."

"Me gustaría verlo en alguna góndola de mi localidad"

Análisis

Más del 50% de los encuestados ha consumido en alguna oportunidad una bebida alcohólica regional y más del 40% ha comprado al menos en una

oportunidad uno de estos productos. Algunos de los mismos han comprado en más de dos ocasiones. Esto indica que no son productos ajenos al común de la población.

En cuanto al interés que esta propuesta genera en los encuestados, se ve que la gran mayoría (85,5%) encuentra al “vino” de naranja como una propuesta interesante para su inserción en el mercado.

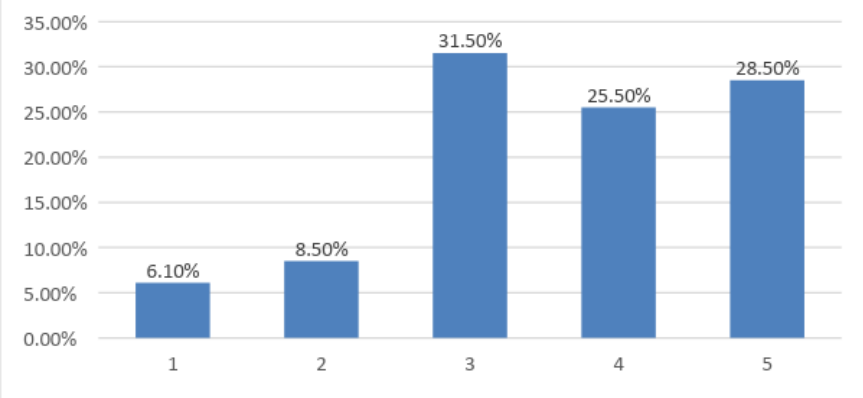


Gráfico 10: Grupos que encuentran interesante la propuesta para su inserción en el mercado otorgando puntajes de 1 a 5, donde 5 es "Muy interesante" y 1 es "Nada interesante"

Intentando analizar las razones por las cuales los encuestados comprarían o no comprarían el producto, se vio que los tres aspectos planteados en la encuesta, que podrían atraer la atención del consumidor, resultaron relevantes, destacándose en primer lugar la novedad que implica el “vino” de naranja.

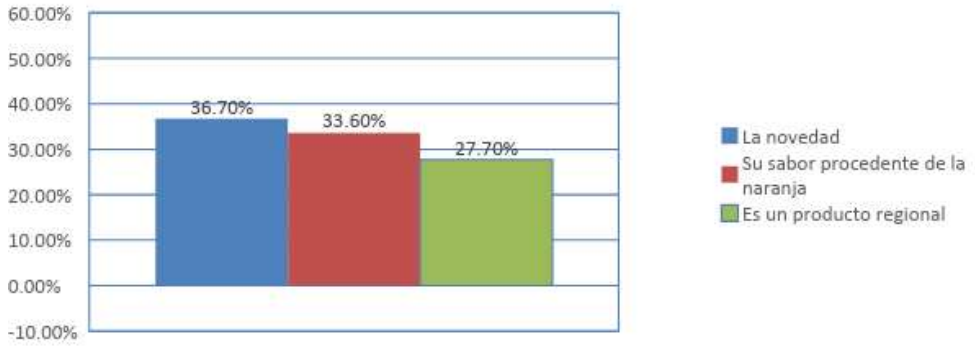


Gráfico 11: Aspectos interesantes del vino de naranjas.

Sin embargo, en las razones por las cuales el encuestado decidiría no comprar el producto, la única que tomó verdadera notabilidad fue la que marca el hecho de que no es un producto al cual el común de la población esté acostumbrado a consumir, sumado a que la mayoría ni siquiera lo conoce. Fue llamativo el hecho de que la preferencia por un vino tradicional no cobró relevancia, ubicándose en el último lugar en cuanto a opciones de “No compra”.

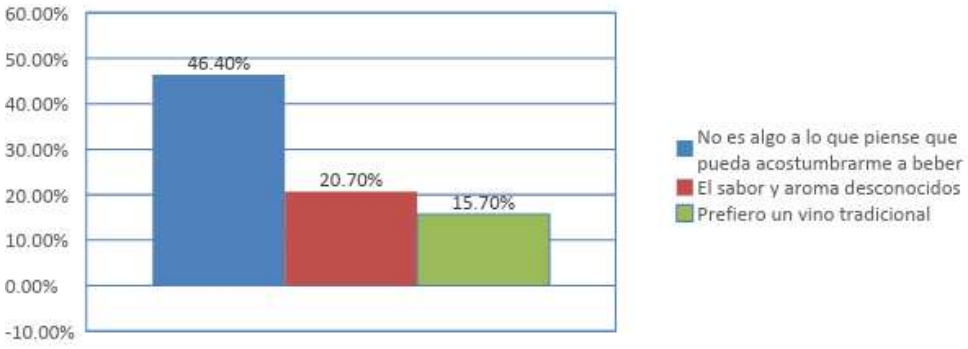


Gráfico 12: Razones para no comprar "vino de naranjas".

Estos resultados refuerzan más la hipótesis de que los consumidores actualmente buscan nuevos productos y están empezando a perder fidelidad sobre los tradicionales, lo cual da un buen marco para la introducción de una

innovación como sería un “vino” de naranja. Sin embargo, los resultados de la encuesta muestran dos realidades distintas aunque relacionadas: la novedad resulta llamativa para el consumidor, pero negativa comercialmente desde el hecho de que es algo desconocido, a lo que el cliente no está acostumbrado a beber y nunca ha probado antes. En una campaña de marketing, es la novedad lo que debería resaltarse, derribando los conceptos negativos sobre el desconocimiento del producto

Por otro lado, intentando evaluar la posibilidad de compra por parte de los encuestados, los resultados muestran que más del 60% de los mismos lo compraría inmediatamente salga al mercado o en un tiempo luego de esto; un 27,2% puede que lo compre en un tiempo; y un porcentaje mucho menor, el 9,2%, no cree que vaya a comprarlo o directamente no lo compraría. Esto muestra una aceptación positiva de parte de los encuestados, los cuales estarían a la expectativa de su incursión en el mercado para terminar de decidir si es algo que les agradaría o no. Además, el hecho de que sea un producto regional aumenta el interés por parte de los encuestados, ya que un 68,1% contestó que el producto les resulta más interesante por tener esta característica.

4. Proyección en función de la demanda

Se tomaron las siguientes consideraciones:

Se busca introducir el producto en nueve localidades argentinas, tendiendo a ciudades cerca de la ubicación de la planta y a los mayores centros de consumo del país. Los elegidos son CABA y La Plata (Buenos Aires); Concordia, Colón, Federación y Paraná (Entre Ríos); Santa Fe y

Rosario (Santa Fe); y Córdoba capital. Según datos del INDEC, censo 2010, la población de estas ciudades es la que se muestra en la tabla siguiente:

Provincia	Departamento	Habitantes
Entre Ríos	Federación	68.736
	Colón	62.160
	Concordia	170.033
	Paraná	339.930
Buenos Aires	CABA	3.028.481
	La Plata	654.324
Santa Fe	Santa Fe	525.093
	Rosario	1.193.605
Córdoba	Córdoba	1.329.604
	Total	**7.371.966**

Tabla 1: Población de departamentos de interés



Imagen 1: Ubicación geográfica de departamentos de interés

Se considera una población total en estas localidades de 7.371.966 habitantes, con un consumo de vino promedio por año de 21,6 L por habitante. Según datos brindados por la consultora COVIAR, un 23% de ese volumen corresponde al consumo de vino blanco. Por otro lado, según datos obtenidos por la encuesta realizada para este proyecto, un 34,6% de los encuestados compraría el producto ni bien estuviese en el mercado. Además, es de interés, según decisión interna, abarcar un 0,85% del potencial mercado de consumo.

Consecuentemente, el volumen de demanda anual estimada para el “vino” de naranja es de:

$$V_{prod} = 7.371.966 \text{ x } 21,6 \text{ L x } 0,23 \text{ x } 0,346 \text{ x } 0,0085$$

$$\mathbf{V_{prod} = 107.711 \text{ L}}$$

5. Consumo de vinagre en la Argentina

El vinagre puede ser de cualquier fruta o de cualquier materia prima que contenga azúcar, ya que el azúcar es la base de su producción. Así, cualquier solución diluida de un azúcar fermentable puede transformarse en vinagre, en condiciones favorables. Debido a que se puede hacer a partir de cualquier materia prima que contenga azúcar, existen muchos tipos diferentes elaborados en todo el mundo.

En cada país se usan las materias primas que se encuentran disponibles. Por ejemplo, en Estados Unidos se usa principalmente el vinagre de granos y de sidra, en Latinoamérica, el vinagre de alcohol de caña, en Japón y otros países asiáticos el vinagre de arroz y en Europa el de vino. Las variedades típicas de vinagre incluyen: alcohol (blanco), sidra, vino (blanco y

tinto), arroz, malta y otros más especiales pueden ser el de banana, naranja, frambuesa o ananá.

El principal productor mundial de vinagres es EE.UU., donde cerca del 70% de la población consume vinagres de alcohol de cereales, el resto, de manzana y de sidra. En Francia prefieren los de vino blanco o tinto, mientras que en Gran Bretaña los favoritos son los de cebada malteada. En Grecia, el vinagre más famoso es el de Kalamata, elaborado con vides del lugar.

En España, el producto más conocido es el procedente de Jerez, cuya elaboración es muy similar a la del aceto balsámico, con la diferencia de que éste es añejado exclusivamente en madera de roble californiano. Por otro lado, en Italia se destaca el aceto balsámico elaborado a partir de uvas blancas Trebbiano, originario de Módena, en el norte de Italia, y posicionado como el mejor aceto del mundo, no sólo por su historia sino por su método de elaboración (Gurisatti, 2012).

En los últimos cinco años la producción nacional de vinagres aumentó un 60% impulsada por la expansión del consumo interno (el 90% se destina al consumo familiar y el 10% restante a la industria), mientras que el aceto balsámico todavía se produce en pequeñas cantidades. El 68% de la producción total corresponde al vinagre de alcohol, el 19% al de vino y el 13% al de manzana. Las empresas elaboradoras están ubicadas, principalmente, en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, San Juan y Mendoza.

Según las fuentes del mercado, en Argentina se consumen unos 30 millones de litros de vinagre por año, sin contar acetos y otras variantes saborizadas, que redondean a la fecha 2,4 millones de litros más. Si bien el

crecimiento es lento, las marcas apuestan por hacer crecer la categoría tanto en volumen como en profundidad (J. Hidalgo, 2013).

Hoy en nuestro país, la producción de vinagres se reparte entre un pequeño grupo de marcas grandes y otras menores. Menoyo es el líder de la góndola, seguido por Casalta y Dos Anclas (a través de su marca Altavía), quienes en conjunto se llevan la mayor parte del mercado. Casalta (elaborado por Porta Hermanos en la provincia de Córdoba) fue lanzado hace poco tiempo, en diciembre de 2009, y obtuvo muy buenos rendimientos en sus ventas, llegando a ocupar el segundo lugar en el mercado.

Con una línea de vinagres de vino y de alcohol, con productos saborizados y acetos y productos destinados a la elaboración de escabeches, Casalta ganó protagonismo rápidamente. Esta marca ofrece al vinagre no como un condimento de segunda línea, sino como un protagonista de la cocina y como un ingrediente noble que puede transformar un plato. De ahí que fueron los primeros en convertirlo en un producto gourmet y los primeros, también, que decidieron hablar de calidad en vinagres. Detrás vinieron otras marcas más chicas. Incluso Timbo, empresa que elabora aceites La Toscana y sales Celusal, planean entrar al negocio en el corto plazo, según fuentes de la empresa.

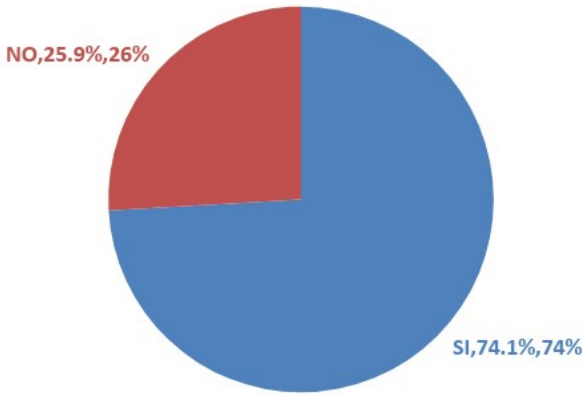
Los vinagres comerciales vienen todos en una concentración de entre 4 y 6% de ácido. Pero entre las tendencias nuevas, aparecen ejemplares más potentes. La movida tiene epicentro en Estados Unidos donde el Vinegar Institute viene estudiando formulaciones para diversos usos y donde el consumo de vinagre se duplicó desde 1995. En nuestro país hay algunos vinagres más concentrados, pensados para usos domésticos, como blanqueador y limpiavidrios. Pero no es la única tendencia fuerte.

Hoy hay vinagres varietales a base de Malbec, Merlot o Cabernet. No es más que un nicho actualmente explotado por Altavía con su vinagre de Cabernet. Una curiosidad es un vinagre de higos (con una acidez del 4%) producido en Tucumán con la marca El Terruño. Acaba de ser lanzado al mercado y por lo pronto sólo se consigue en la provincia norteña (Gerard, 2015).

6. Encuesta "Vinagre de Naranjas"

Las preguntas planteadas junto con los resultados obtenidos se muestran a continuación:

1. **¿Consume vinagre habitualmente?**



2. **¿Con qué frecuencia?**

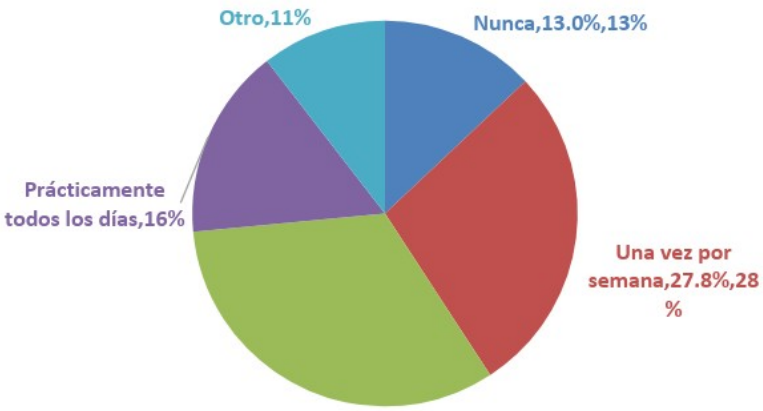


Gráfico 14: Frecuencia de consumo de vinagres.

3. **¿Qué tipo de vinagre prefiere?**



Gráfico 15: Preferencia en cuanto a tipos de vinagre.

4. **Considerando que el precio de este producto le pareciera aceptable, ¿qué probabilidad hay de que lo comprase?**



Gráfico 16: Posibilidad de compra de vinagre de naranjas.

5. **Este producto es considerado como regional. ¿Eso lo hace más o menos interesante para usted?**

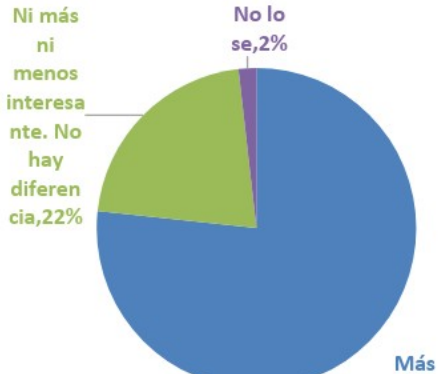


Gráfico 7: Interés en cuanto al carácter regional del producto

6. **¿Tiene algún comentario o sugerencia sobre el producto?**

“Me encantaría probarlo ya que por lo general no consumo vinagre, pero me resulta interesante saber que es un producto que se produce en mi ciudad.”

“No soy de utilizar vinagre en ninguna de sus formas, pero al ser regional, puede que lo consuma o al menos lo pruebe.”

“Esperamos el producto en almacenes de mi colonia.”

“Que esté abierto a cambios dependiendo de la opinión de los consumidores”

“Sería bueno saber para qué comidas sirve y que propiedades beneficiosas tiene, (como el vinagre de manzana, es por eso que lo consumo)”.

Análisis

En cuanto al consumo de vinagre, se vio que el 74,1% de los encuestados utiliza este tipo de productos en sus comidas. El 60,5% de los

mismos lo consume una vez por semana o más de una vez por semana, un 16% prácticamente todos los días, mientras que sólo un 13% nunca consume vinagre.

Analizando los tipos de vinagre por los cuales se manifiesta una preferencia, se vio que más del 50% de los encuestados prefiere los vinagres de frutas, un 33,5% prefiere el de alcohol y un 9,7% el de vino. Esto mostraría que los vinagres de frutas son los favoritos en la región analizada.

En cuanto a la posibilidad de compra por parte de los encuestados, siempre que el precio les pareciera aceptable, el 63,6% lo compraría ni bien esté en el mercado o en un tiempo, mientras que un 23,5% puede que lo comprase en un tiempo y sólo un pequeño porcentaje no cree que lo comprase o directamente no lo compraría. Como en el caso del vino de naranja, se ve una aceptación positiva con respecto al producto, ya que la mayoría de los encuestados, además de consumir vinagres regularmente y preferir los de frutas, manifestó una predisposición a comprar al producto si se lanzara al mercado.

Finalmente, al analizar la importancia que le dieron los encuestados al atributo de “regional” al producto, se ve que la gran mayoría, con un 76,7%, considera que este atributo torna más interesante al producto, mientras que un 21,5% piensa que esto no lo hace ni más ni menos interesante.

7. Proyección en función de la demanda

De acuerdo a datos de INDEC 2010, la población de Argentina es de 40.117.096 habitantes y considerando el consumo anual de vinagres del país 30.000.000 de litros, se estima un consumo anual per cápita de 0,75 litros.

Como se mencionó anteriormente, se busca introducir los productos en las localidades de Colón, Concordia, Federación, Paraná, CABA, La Plata, Santa Fe, Rosario y Córdoba, con un total de 7.371.966 habitantes. Para estimar el volumen de demanda se inferirá en base a los datos obtenidos gracias a la encuesta realizada. Se considerará al porcentaje que consume regularmente vinagre (74,1%), de este al porcentaje al que prefiere los vinagres de frutas (52,9%), y de este al porcentaje que compraría el producto ni bien esté en el mercado (39,5%). Finalmente, de este último grupo, en base a que se han realizado reducciones considerables de la población de potencial consumo, y que la encuesta muestra una aceptación mayoritariamente positiva del producto, se decide intentar abarcar un 10% del mercado potencial.

Consecuentemente, el volumen de demanda anual estimado del producto, es de:

$$V_{prod} = 7.371.966 \times 0,75\ L \times 0,741 \times 0,529 \times 0,395 \times 0,1$$

$$\mathbf{V_{prod} = 83.953\ L}$$

Aunque el vinagre obtenido a partir de jugos cítricos podría considerarse como un subproducto de la industria debido a la importante producción de citrus en esta región, también constituiría, junto con los vinos cítricos, una novedad para el mercado argentino, ya que formaría parte de productos típicos con características regionales.

8. Análisis FODA

Una matriz FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) permite definir las condiciones internas de formación de la empresa y las condiciones de mercado, para poder diagnosticar la situación y poder formular o llevar a cabo políticas acordes a los objetivos. Para este proyecto, se planteó el siguiente análisis

FORTALEZAS	
"Vino de naranjas"	**Vinagre de naranjas**
Sistema integrado de producción, desde la obtención del jugo pasando por las fermentaciones alcohólica y acética.	
Condiciones agro-ecológicas favorables para la producción de la materia prima.	
Autosuficiencia del insumo principal para ambos productos.	
Capacidad de mejora continua de la calidad de la materia prima utilizada.	
Posibilidad de vinculación con institutos nacionales de investigación y desarrollo.	
Amplia posibilidad de diferenciación del producto.	

Adecuada escala de producción	
OPORTUNIDADES	
"Vino de naranjas"	**Vinagre de naranjas**
Gran potencial de crecimiento de la producción primaria.	
Consumidores más exigentes y que buscan la diferenciación en el producto.	
Potencial crecimiento de consumo de productos regionales del país.	
Posibilidad de mayor colación de productos en el Mercosur.	
Disponibilidad de jugo a precios competitivos internacionalmente	
Introducción de un producto novedoso al mercado.	Perspectivas de expansión del consumo mundial.
Preferencia actual por el consumo de productos regionales.	Preferencia actual de los productos tipo "gourmet".
Revaloración de los productos a través de una posible denominación de	

origen.

DEBILIDADES	
"Vino de naranjas"	**Vinagre de naranjas**
Productos novedosos, que requieren trabajo de marketing para su introducción en el mercado.	
Márgenes muy elevados en la distribución minorista.	
Escasa automatización para competir en el mundo.	
Alto arraigue en la región del consumo de vino de uvas.	Bajo costo de productos similares en el mercado.

AMENAZAS	
"Vino de naranjas"	**Vinagre de naranjas**
Desaceleración de la economía nacional en la actualidad.	
Tendencia a la importación de productos internacionales con menor precio que los regionales.	
Creciente exigencias en estándares de calidad, sanidad e inocuidad en los	

principales mercados.

Este análisis FODA se plantea a modo de análisis. Algunos puntos, se demostrarán a lo largo de los distintos capítulos, otros se demostrarán cuando las líneas estén en funcionamiento.

9. Estimación de la capacidad productiva de la planta

En la práctica, determinar el tamaño de una nueva unidad de producción es una tarea limitada por las relaciones recíprocas que existen entre el tamaño, la demanda, la disponibilidad de las materias primas, la tecnología, los equipos y el financiamiento. Todos estos factores contribuyen a simplificar el proceso de aproximaciones sucesivas, y las alternativas de tamaño entre las cuales se puede escoger se reducen a medida que se examinan los factores condicionantes mencionados.

La demanda es uno de los factores más importantes para condicionar el tamaño de un proyecto. El tamaño propuesto sólo puede aceptarse en caso de que la demanda sea claramente superior. Si el tamaño propuesto fuera igual o mayor a la demanda, no sería recomendable llevar a cabo la instalación, puesto que sería muy riesgoso.

9.1 Cálculo de capacidad de planta de “vino de naranjas”

Se aplica:

Capacidad= CNA x 1/28 x f

Donde:

CNA: Consumo Nacional Aparente estimado para un año, para un 0,85% del mercado potencial (107.711 Litros anuales)

(1/28): Factor de cambio de unidades temporales (se considera una producción semanal durante 7 meses).

f: Factor que considera una futura expansión de mercado para los siguientes años post-apertura de la planta (10%)

Entonces, Capacidad= 107.711 Litros x 1/28 x 1,1

9.2 Cálculo de capacidad de planta de vinagre de naranjas

Se aplica la misma expresión:

Capacidad= CNA x 1/28 x f

Donde:

CNA: Consumo Nacional Aparente estimado para un año, para un 10% del mercado potencial (83.953 Litros anuales)

(1/28): Factor de cambio de unidades temporales (se considera una producción semanal durante 7 meses).

f: Factor que considera una futura expansión de mercado para los siguientes años post-apertura de la planta (10%)

Entonces, Capacidad= 83.953 Litros x 1/28 x 1,1

10. Bibliografía

Anderson, D. R., & Sweeney, D. J. (2008). Estadística para administración y economía. Cengage Learning Editores.

Baca Urbina, G. (2006). Estudio de mercado. En: Evaluación de proyectos. McGraw-Hill, Distrito Federal, México.

Consumo de vino por país. Disponible en: https://www.vinetur.com/2015122922249/top-100-paises-donde-se-bebe-mas-vino-en-el-mundo-per-capita.html

Gerard, L. (2015). *Caracterización de bacterias del ácido acético destinadas a la producción de vinagres de frutas.* Universidad Politécnica de Valencia.

Gurisatti, V. (2012, July). Vinagres & Acetos: el costado más acido del vino. Conexión Brando. Disponible en: http://www.conexionbrando.com/1487089-vinagres-amp-acetos-elcostado-mas-acido-del-vino

Hidalgo, J. (2013). Vinagre: la nueva estrella de la mesa gourmet. PlanetaJOY. Disponible en: http://www.planetajoy.com/?Vinagre: +la+nueva+estrella+de+la+mesa+gourmet&page=ampliada&id=5377.

Informe del sector vitivinícola argentino. Disponible en: file:///F:/Sector%20Vitivinícola%20Argentino%20Marzo%202016%20_%20Observatorio%20de%20Economías%20Regionales.html

Naresh K. Malhotra - Investigación de Mercados, Un enfoque aplicado, México, 2004, cuarta edición, Pearson Prentice Hall.

Población Censo 2010. Gobierno de Entre Ríos. Disponible en : https://www.entrerios.gov.ar/dec/paginas/municipios.html

Producción mundial de vino. Disponible en: http://www.oiv.int/es/actualidad-de-la-oiv/la-produccion-mundial-de-vino-en-2015-se-estima-en-2757-mill-hl

Tamaño muestral para encuestas. Disponible en: http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular.html

Vinagre: la nueva estrella de la meso gourmet. Disponible en: http://www.planetajoy.com/? Vinagre%3A+la+nueva+estrella+de+la+mesa+gourmet&page=ampliada &id=5377

Proyecto: Obtención de productos biotecnológicos en planta procesadora de citrus en Chajarí, Entre Ríos: "Vino" y Vinagres de Naranjas	*Alves, Joaquín* *Gamarra, David* *Soldá, Carina*

1. Macrolocalización

Villa Rica S.A. es una empresa dedicada a la elaboración de productos cítricos, con plantas ubicadas en las ciudades de Santa Fe y Chajarí. Esta última lleva alrededor de 1 año y medio de funcionamiento y su producto principal consiste en cáscara de naranja seca y pelletizada.

Chajarí es una ciudad localizada en el noreste de la provincia de Entre Ríos, dentro del departamento Federación. Es una de las ciudades más importantes del departamento, con una superficie de 21.700 hectáreas y 34.848 habitantes (Según INDEC, 2010).



Localización

La ciudad de Chajarí se ubica sobre la Ruta Nacional N°14, en el km 325 del corredor del Río Uruguay y se encuentra a 85 km de la ciudad de Concordia, a 340 km de la ciudad de Paraná, capital de la provincia de Entre Ríos y a 523 km de Buenos Aires. Su conexión con la capital provincial es la Ruta Nacional número 18, obteniendo conexiones por diferentes rutas a partir de allí hacia las distintas provincias.



Figura 2: Rutas provinciales y nacionales de la provincia de Entre Ríos

En cuanto a conexiones ferroviarias, la ciudad de Chajarí cuenta con una estación, ubicada entre las de Santa Ana y Mocoretá. La conexión ferroviaria

es un ramal del Ferrocarril General Urquiza, el cual une las estaciones de Federico Lacroze (Ciudad Autónoma de Buenos Aires) y Posadas (Misiones).



Figura 3: Ramales ferroviarios de la provincia de Entre Ríos

La ciudad tiene un perfil turístico que se centra principalmente en el complejo termal. Este cuenta con diferentes atractivos como siete piletas, una reserva natural y una zona conocida como “Espejo de Agua”, las últimas dos importantes por su posibilidad de apreciar la flora y la fauna local. La ciudad cuenta con siete hoteles, 20 cabañas, un balneario-camping, tres restaurantes, y un lugar de venta exclusivo para productos regionales denominado “La Alemana”.

Además de la ciudad de Chajarí, el interés comercial para la venta de nuestros productos de tipo “regional” se enfoca en otras posibles localizaciones: CABA y La Plata (Buenos Aires); Concordia, Colón, Federación y Paraná (Entre Ríos); Santa Fe y Rosario (Santa Fe); y Córdoba capital.



Las localidades de la provincia de Entre Ríos elegidas como puntos de venta responden a que son las ciudades más pobladas de la provincia, lo que las convierte en los mayores centros de consumo. Poseen además como atractivo playas y balnearios termales, fiestas regionales, zonas de pesca y camping y diferentes actividades turísticas que las hacen muy visitadas a lo largo del año.

La provincia de Santa Fe tiene un intercambio comercial muy fluido con la de Entre Ríos. Esta situación facilitaría la inserción más rápida de los productos en esta región. Su capital, Santa Fe de la Vera Cruz es la octava ciudad más poblada de la Argentina, mientras que Rosario, además de ser la más poblada de la provincia, es la tercera más poblada del país.

La ciudad de Córdoba, además de ser la segunda más poblada del después de Buenos Aires, es la más extensa y constituye un importante centro cultural, económico, educativo, financiero y de entretenimiento de la región.

La CABA es el principal núcleo urbano del país. Junto con La Plata concentran aproximadamente el 10% de la población nacional y el grueso del intercambio comercial.

Estos datos permiten orientar el producto hacia una comercialización del tipo masivo, lo que posibilitará dirigir la venta no sólo hacia los habitantes de las diferentes ciudades sino hacia los turistas de otras localidades y extranjeros que vacacionan en las mismas, para los cuales será un atractivo adicional.

2. Microlocalización

La planta de Villa Rica S.A. se encuentra localizada sobre la ruta Tres Hermanas, a 3 kilómetros del acceso a la ciudad de Chajarí. Comenzó su actividad bajo el nombre de “ATL S.R.L” en el año 2013, cambiando su nombre a “Villa Rica S.A.” a partir del año 2015. Su producción se basa en la elaboración de cáscara de naranja seca y pelletizada, teniendo como subproducto jugo de naranja, al cual se lo pasteuriza y se lo vende a diferentes plantas elaboradoras de jugos concentrados.

La empresa no cuenta con plantaciones de árboles frutales, sino que obtiene su materia prima de diferentes citrícolas ubicadas en la zona y alrededores.

Este proyecto constituirá una alternativa al procesamiento del jugo de naranja con respecto a su venta para jugo concentrado. El espacio físico con el que se dispondrá será el mismo con el que cuenta la planta actualmente, compartiendo los servicios de electricidad, agua potable, calefacción y frío.



Figura 5: Ubicación de la planta Villa Rica S.A.

La planta cuenta con una playa de recepción de materia prima en donde se pesa la carga recibida y se almacena la fruta en bines hasta su procesamiento. La zona de elaboración cuenta con un sector de exprimido, acondicionamiento de la cáscara y pasteurizado del jugo, un secadero, una oficina administrativa y una amplia zona con espacio sin ocupar.

La planta no cuenta en sus cercanías con residencias vecinales a las cuales pueda molestar la contaminación sonora, que de por sí no excede los decibeles permitidos.

El impacto ambiental de la industria es mínimo, no existiendo grandes efluentes que puedan significar una contaminación seria para el medio ambiente.

3. Bibliografía

Chajarí, Entre Ríos. Disponible en: http://www.descubrichajari.com.ar/

Colón, E. Ríos, Turismo. Disponible en: http://www.turismoentrerios.com/colon/

Concordia Turismo. Disponible en: http://www.concordia.tur.ar/

El portal ferroviario de Entre Ríos. Disponible en: http://ersobrerieles.com.ar

Población Censo 2010 – Gobierno de Entre Ríos. Disponible en : https://www.entrerios.gov.ar/dec/paginas/municipios.html

Turismo Chajarí. Disponible en : http://turismochajari.gob.ar/

Turismo Federación. Disponible en: http://www.turismofederacion.com.ar/

Proceso de producción de vino de naranjas

El desarrollo de productos innovadores, con identidad propia que agreguen valor se ha convertido actualmente en la estrategia de muchas empresas alimentarias para lograr competitividad y permanencia en los mercados cada vez más exigentes y globalizados (Stefani, 2015).

Para muchos consumidores, la graduación alcohólica constituye una expresión importante de la calidad, por lo que la comercialización en muchos casos se hace sobre la base de la graduación por hectolitro. Es innegable que en el vino ciertos caracteres están directamente relacionados con la graduación alcohólica, así los vinos con bajo contenido de alcohol son vinos pequeños, débiles, ligeros, que podrían ser agradables si fuesen armoniosos, pero es muy difícil un buen equilibrio cuando el grado alcohólico es bajo, por el contrario los vinos con un grado alcohólico elevado son "vinosos", la vinosidad de un vino no aparece por debajo de los 11,5% vol. El alcohol proporciona nervio a un vino con una acidez suficiente. Un grado alcohólico elevado le confiere "calor", término que recuerda bien la causticidad del alcohol (Ribérau-Gayón *et al*, 2003)

Las técnicas a emplear para la a elaboración de "vino de naranjas", están encaminadas a la obtención de un producto de calidad. Dicha calidad se manifestará en las siguientes características: vino brillante, de gran limpidez, de color característico, muy aromático, afrutado, que recuerde a la naranja de la cual procede, de grado alcohólico aceptable, ligero y levemente ácido.

El diagrama de flujo del proceso propuesto para la elaboración de "vino de naranjas" se muestra a continuación.

1. Preparación preliminar

Antes de comenzar con el proceso de elaboración del vino, es muy importante preparar la zona de producción para recibir el jugo a fermentar, poniendo en condiciones las instalaciones y equipos, y colocando a disposición los utensilios necesarios. Como punto fundamental, se debe remarcar la higiene del lugar para evitar posibles contaminaciones microbianas que afecten la calidad organoléptica y sensorial. A pesar de que el vino ofrece una falsa idea de seguridad debido a su contenido en alcohol, su acidez, y agregado de SO_2, es muy susceptible al ataque de agentes microbianos, los cuales afectan enormemente la calidad del producto final.

Las operaciones de mantenimiento y los trabajos de limpieza exhaustiva deben haberse realizado al finalizar las producciones anteriores, además de al iniciar un nuevo ciclo de producción. Esto se debe a que restos de jugo o materia prima que puedan haber quedado en algún sector, son potenciales focos de desarrollo de mohos, levaduras silvestres y bacterias que contaminarían la zona de elaboración, siendo más difícil su posterior eliminación. Primeramente, debe separarse de la zona de elaboración cualquier objeto que no sea requerido en el proceso y luego proceder a la meticulosa limpieza y desinfección de los tanques vacíos (Figura 1). Es recomendable que se realice una revisación regular del estado general de las instalaciones y equipos, prestando atención a la presencia de partes deterioradas o con cúmulos de materia orgánica.

Se debe remarcar constantemente, al personal implicado, la importancia de los pasos para una correcta limpieza y desinfección, los cuales se muestran a continuación:

1. Retiro de los restos groseros (barrer, apartar, etc.)

2. Lavado con detergentes y agua potable, preferentemente caliente.
3. Enjuague con abundante agua, preferentemente tibia.
4. Escurrido.
5. Desinfección, con agua clorada o solución de bisulfito.
6. Enjuague con abundante agua, preferentemente tibia.
7. Secado.



Figura 1: Operario realizando limpieza de equipos e instalaciones

Para la desinfección puede usarse agua clorada, en concentración de 200 ppm, o bisulfito de sodio o potasio. En particular, para desinfectar los tanques de fermentación y las cañerías, se recomienda el uso de una solución de bisulfito de potasio al 3%. En el caso de que se presente algún cúmulo de suciedad o costra difícil de retirar por cepillado, debe dejarse el equipo lleno con agua caliente o solución de hidróxido de sodio al 1%, durante al menos 24 h.

Otro problema importante en la vinificación es la presencia de insectos y roedores, ya que estos son portadores de microrganismos indeseados y agentes

transmisores de enfermedades. Para mantenerlos controlados, todos los sectores deben estar ordenados y limpios, y tener implementadas técnicas eficientes de exclusión de plagas.

Una vez llevados a cabo los procedimientos de limpieza y desinfección, se deben efectuar controles para corroborar que éstos se han realizado de forma correcta y que responden a la situación de la planta. Algunos controles son muy sencillos y pueden llevarse a cabo en las mismas salas de elaboración, mientras que otros, por ser más complejos, requieren ser llevados a cabo en el laboratorio. El primer caso consiste en inspecciones visuales de todas las superficies, equipos, cañerías y utensilios que estarán en contacto con la materia prima y el producto. Para los controles más complejos, se deben tomar muestras de las superficies y realizar análisis microbiológicos. Estos se pueden llevar a cabo a modo de ensayo, con el fin de determinar si el plan de limpieza y desinfección adoptado es adecuado para evitar contaminaciones y, una vez establecida la seguridad de los mismos, realizarlos regularmente a fin de comprobar que el plan sigue siendo apto para preservar la inocuidad.

2. Recepción de la materia prima

Las naranjas son transportadas, mediante camiones, en bines de madera. Los camiones son pesados al llegar a la planta y cuando ya los han vaciado, y se determina por diferencia la cantidad de materia prima que ha ingresado al establecimiento. La descarga de los bines se realiza mediante autoelevador, en una zona que cuenta con tinglado protector

Hay que cuidar que las naranjas no sufran golpes excesivos durante el transporte y descarga ya que podrían producirse roturas en los tejidos, dejando inutilizable al fruto y generando potenciales focos de contaminación.

Antes de pasar a la próxima etapa se debe realizar una inspección visual a fin de constatar que las condiciones de higiene sean las adecuadas, que no haya signos de deterioro, y que las características (color, olor, apariencia) sean las acordes al producto.

La fruta no se almacena, y la carga que va llegando a la planta se reserva por un corto tiempo en la zona de descarga y se procesa en el día.

3. Selección y lavado

Los bines se descargan mediante autoelevador sobre una batea que lava la fruta con abundante agua potable a fin de disminuir la carga microbiana superficial del fruto, la cual se estima en un número de 10^4 UFC/cm^2. Estos microorganismos pueden pasar al fruto en la etapa de extracción (Ferreyra, 2006). Del total de los gérmenes aeróbicos presentes en la cáscara de la fruta, entre 1,7 y 2,6 %, pasan al jugo recién exprimido y de 2,3 a 2,6 % de los organismos acidófilos se introducen durante la extracción (Pao, 2000).

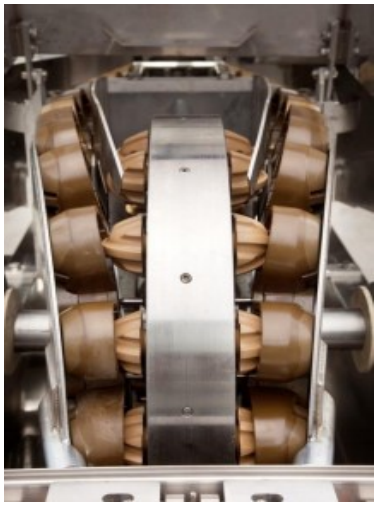
La fruta lavada se dirige mediante una cinta transportadora hacia el equipo de extracción de jugo. En esta cinta se realiza una inspección visual con el objetivo de eliminar frutos en mal estado, ramas, hojas y cualquier otro inutilizable para el proceso.

4. Extracción del jugo

Una vez lavadas, las frutas ingresan en un equipo de extracción de jugo que consiste en un sistema Brown adaptado (Figura 2), sin la extracción previa de aceites esenciales. El sistema funciona de la siguiente manera: Una vez que la fruta ha ingresado al equipo, es transferida hacia una cadena de copas sin fin, las cuales pasan por una navaja que parte la fruta a la mitad (Figura 3). Luego, las

cadenas se separan con la mitad de cada fruto alojado en las copas y éstas convergen en dirección de los exprimidores en una transmisión giratoria (Figura 4). Un micrómetro ajustable determina la separación entre la copa y el exprimidor. Las copas están sostenidas por un sistema neumático que las amortigua durante la extracción. La cáscara residual es expulsada de la copa hacia una caída de cáscara por medio de un eliminador rotatorio en forma de trébol. El jugo fluye a una salida en la parte posterior del extractor donde después es transportado por gravedad o bombeado a un sistema de filtración gruesa. En las figuras 2, 3 y 4 se muestra como funcionan algunas partes en el Sistema Brown.







La etapa previa de extracción de aceite, que usualmente va acoplada al sistema de extracción tipo Brown, no se realiza ya que la cáscara deshidratada requiere la presencia de aceites esenciales para cumplir con uno de sus parámetros de calidad. Por su parte, un sistema FMC dañaría la integridad de la cáscara y generaría una gran pérdida en aceite, el cual pasaría al jugo. Esto no es

deseable para el proceso de vinificación ya que los aceites esenciales son origen de sabores amargos en el jugo y reducen la actividad fermentativa de las levaduras si se encuentran en concentraciones superiores al 0,08 % (Kimball, 1991).

5. Filtración

El jugo, inmediatamente obtenido, es sometido a un proceso de filtración gruesa a fin de eliminar semillas y los restos más groseros de pulpa. Para esto se usan mallas metálicas o coladores de 18 Mesh (≅ 1 mm de luz) a través de los cuales se hace pasar el jugo recién exprimido. Algunos ejemplos se muestran en la Figura 5.

Es de hacer notar que, para la vinificación en blanco, es práctica común clarificar el mosto para eliminar los sólidos en suspensión que pueden conferir malos sabores al vino (Lee, 1996). Pero la excesiva clarificación del mosto puede causar fermentaciones lentas o incluso puede fallar la misma (Reed and Peppler, 1973). Esto puede ser debido a diversos factores, de los cuales se considera que el más importante es la pérdida de los nutrientes presentes en la piel de la uva. En el caso de los vinos blancos, está permitido el uso de enzimas pectinolíticas o una combinación de enzimas y tierras de diatomeas con el objeto de clarificar el mosto, según Resolución INV Nº 432/65 y Resolución INV Nº 813/63.



Figura 5: Coladores y filtros gruesos

A pesar de que el vino de naranja podría considerarse relativamente similar a un vino blanco, no se realiza una clarificación del jugo a fin de que no sean arrastrados nutrientes importantes para el desarrollo de las levaduras y, por consiguiente, evitar que se den inconvenientes en el proceso como paradas o deficiencias en la fermentación.

La clarificación se llevará a cabo mediante trasiegos y con ayuda de un clarificante específico, durante y al finalizar la etapa de fermentación.

6. Pasteurización

El jugo de naranja constituye una matriz muy perecedera debido a los microorganismos que pasan desde la cáscara del fruto en el proceso de extracción, y a las enzimas naturales del jugo. Los microorganismos silvestres

pueden llevar a cabo fermentaciones adversas como formación de ácido acético o ácido láctico. Además, hay estudios que demuestran que especies de *non Saccharomyces*, en particular *Kloeckera apiculata, Candida stellata, Torulaspora delbrueckii y Saccharomycoides ludwigii*, sobreviven largos períodos durante la fermentación. Es así que la inoculación con levaduras selectas de *Saccharomyces cerevisiae* no garantiza que las mismas sean las dominantes durante todo el proceso (Ciani y Picciotti, 1995).

Por otro lado, algunas enzimas pectinolíticas del jugo, como la pectinmetilesterasa (PME), atacan negativamente a la pectina, la cual es el principal componente de turbiedad del jugo. Si no se la inactiva eficazmente, habría sedimentaciones muy repentinas y las levaduras no aprovecharían convenientemente los nutrientes de los sólidos en suspensión. Para destruirla, es necesario un tratamiento térmico de al menos 90° C durante 1 minuto (Basak and Rammaswamy, 1996).

En la planta Villa Rica S.A. se suele pasteurizar el jugo mediante un pasteurizador de carcasa y tubo, con un tratamiento térmico que consiste en usar una temperatura de 90° C por un tiempo de 90 segundos, y luego enfriarlo a temperatura ambiente. Dicho tratamiento es eficiente para destruir en gran parte a la PME. Sin embargo, desde otro punto de vista, esta enzima colabora positivamente en el posterior proceso de clarificación del vino, ya que forma micelas que facilitan la clarificación por sedimentación espontanea. A pesar de que se reduce considerablemente su actividad luego del tratamiento mencionado, la actividad residual se considera suficientemente equilibrada como para que no perjudique la clarificación, y al mismo tiempo no genere esta acción de forma precipitada.

7. Estandarización

Luego de producido el jugo pasteurizado, se toman muestras del mismo a fin de realizar algunas determinaciones fisicoquímicas. Ferreyra *et al.* (2009), describen los parámetros fisicoquímicos a partir de los cuales se puede caracterizar un jugo de naranjas para vinificación, los cuales son:

- pH
- Rendimiento en jugo: Expresado como % referido al peso de la fruta
- Sólidos solubles: Expresados en ° Brix
- Acidez titulable: Expresada como % de ácido cítrico anhidro
- Azúcares reductores directos y totales: Expresados en g/100 ml de jugo
- Nitrógeno amínico: Expresado en mg/100 ml de jugo.
- Nitrógeno total: Expresado en mg/100 ml de jugo.

Por otro lado, en el mismo trabajo de investigación, se llevó a cabo la determinación de los mencionados parámetros en diferentes variedades de naranjas cultivadas en los departamentos de Concordia y Federación: *Navelina, New Hall, Salustiana, W. Navel y Valencia*. Los resultados de estos análisis muestran a todas estas variedades como aptas para vinificación, no presentando diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Esto evidencia que, en primera instancia, no es necesario ser estrictamente selectivos con la variedad de naranja a utilizar, y que, ya contando con referencias, no sería estrictamente necesario realizar todos los análisis fisicoquímicos mencionados.

Por lo descripto**,** se realizarán en el jugo pasteurizado determinaciones de sólidos solubles, acidez titulable y pH**.** Conocer el porcentaje de sólidos solubles, expresados como grados Brix**,** permite establecer la cantidad de azúcar a adicionar para llegar al grado alcohólico deseado al final de la fermentación; se requerirá de la compra de un refractómetro (Figura 6). La determinación de la

acidez titulable resulta muy sencilla, sin la necesidad de equipos costosos, y permitiría contar con una variable más para tener en cuenta si se desea realizar modificaciones en etapas de preparación del mosto para mejorar rendimientos, además de ser una variable relacionada con la calidad sensorial del futuro producto; se requerirá de erlenmeyers, un soporte, una bureta, y solución de hidróxido de sodio, la cual puede conseguirse comercialmente ya valorada (Figura 8). La determinación del pH permite analizar las condiciones iniciales de la fermentación, ya que influye en el desarrollo de las levaduras y en la concentración de sulfuroso libre; se requerirá de la compra de un peachímetro (Figura 7). Por otro lado, regularmente, pueden enviarse muestras de jugo a laboratorios para realizar un perfil completo en cuanto a parámetros fisicoquímicos. En las imágenes 6, 7 y 8 se muestran ejemplos de los equipos mencionados.





Figura6: Refracómetro digital



Figura 8: Material para titulación

7.1 Ajuste de los sólidos solubles

Si se considera un jugo con una concentración de sólidos solubles cercana a 11° Brix, de los cuales aproximadamente el 70 % corresponde a azúcares totales, y una densidad de 1,05 g.mL^{-1}, se puede estimar que la concentración de azúcares totales es de 8,1 g/100 mL de jugo. Para calcular la graduación alcohólica más probable, puede aplicarse la ecuación presentada por Aleixandre y Álvarez (2003), la cual relaciona la concentración de azúcares totales, en g.L^{-1}, y la graduación alcohólica probable, en % v/v (Ecuación 1):

$$Grado\ \ alcohólico\ \ probable = \frac{Azúcares - 1}{17}$$

Reemplazando la concentración de azúcares del jugo:

$$Grado\ \ alcohólico\ \ probable = \frac{81 - 1}{17}$$

$$Grado\ \ alcohólico\ \ probable = 4{,}71\ \ \%\ \ v/V$$

La graduación alcohólica probable es demasiado baja para lo que se espera de un vino, por lo tanto, deben ajustarse los sólidos solubles hasta un porcentaje mayor. Para esto, se mide con un refractómetro los grados Brix iniciales, y se ajusta con sacarosa hasta un valor determinado, de acuerdo con la

graduación alcohólica que se desea alcanzar. Se elige la sacarosa ya que una de las enzimas asociadas a la pared celular caracterizada en *S. cerevisiae* es la invertasa o β-fructofuranosidasa, que cataliza la hidrólisis de la sacarosa en glucosa y fructosa (Ribéreau-Gayon, 1998). Estos glúcidos son fácilmente fermentados por la levadura.

Se trata de obtener un vino con una graduación alcohólica de aproximadamente un 12 % v/v. Si nos basamos en la ecuación (1), la concentración de azúcares que debe alcanzarse es de 20,5 % m/V. Considerando un jugo de 11° Brix, densidad 1,05 $g.mL^{-1}$ y concentración de azúcares totales iniciales de 8,1 % m/V, y que la densidad del jugo azucarado es de 1,11 $g.mL^{-1}$, se estima que se necesita llegar a alrededor de 21,5° Brix para alcanzar el grado alcohólico deseado.

En una investigación llevada a cabo por Daisy *et. al.,* de la Universidad de Córdoba (España) en 2005, se elaboró vino de naranja dulce con dos cepas distintas de *S. cerevisiae* y tres concentraciones diferentes de solidos solubles iniciales, 16, 20 y 25° Brix, y, al final del proceso, se hicieron análisis de parámetros fisicoquímicos y evaluaciones organolépticas. Los vinos obtenidos a partir de los jugos azucarados a 20 y 25° Brix fueron los que lograron mayor aceptación organoléptica. Se analizó el vino obtenido de jugo de naranja azucarado a 25° Brix, y se determinó que contenía una graduación alcohólica de 13,5 % v/V y un remanente en azúcares totales de 48 $g.dm^{-3}$, medidos como gramos de glucosa por dm^3.

Para tener cierta seguridad de que se llegará a la graduación alcohólica deseada, e intentando dejar algún remanente de azúcar al final del proceso, ya que se considera que contribuiría positivamente a las características

organolépticas del producto final, se decide ajustar los sólidos solubles del jugo hasta 23° Brix.

7.2 Ajuste con anhídrido sulfuroso

La utilización del anhídrido sulfuroso en la conservación de los vinos es bastante antigua, siendo que ya los griegos quemaban azufre para limpiar los utensilios usados en la vinificación y, posteriormente, como forma de conservar el vino. Debido a su eficacia, su bajo costo y su facilidad de empleo, es el antiséptico más utilizado y su uso se ha convertido en una práctica fundamental de la enología (Aleixandre y Álvarez, 2003).

7.2.1. Efectos del sulfuroso

El anhídrido sulfuroso aporta varios beneficios para el proceso de vinificación. Entre ellos, se destacan los siguientes:

a) Antiséptico: inhibe el desarrollo de los microorganismos. El sulfuroso, en forma de gas disuelto en el vino, ejerce una acción inhibidora contra las levaduras, siendo más débil la inhibición cuando se encuentra como bisulfito. Las bacterias lácticas y acéticas son sensibles tanto al sulfuroso libre como combinado. La eficacia de una dosis dada aumenta al disminuir la población inicial, por ejemplo, por filtración.

b) Selectivo: el sulfuroso ejerce un efecto selectivo en la flora microbiana que interviene en la fermentación, lo cual depende de la concentración empleada. La selectividad se manifiesta de dos formas:

- **Entre levaduras y bacterias:** el sulfuroso es más efectivo en la inhibición de bacterias que en levaduras, por lo que dosis pequeñas resultan suficientes para impedir el desarrollo bacteriano.

- **Entre levaduras:** las levaduras elípticas tienen mayor resistencia al sulfuroso que las levaduras apiculadas, por tanto, su multiplicación es más rápida y acaban imponiéndose, realizando el papel más importante en la fermentación alcohólica. Esto es considerado deseable ya que beneficia al contenido alcohólico y la obtención de aromas más puros en el vino.

c) Antioxidante: el poder antioxidante se debe a sus propiedades reductoras y su capacidad de combinación con el oxígeno. El sulfuroso libre es el que tiene mayor efecto reductor y el que mayor avidez tiene por el oxígeno, por lo que su poder como antioxidante es mayor. Sin embargo, el consumo de oxígeno por el sulfuroso es lento, siendo apreciable su efecto en la conservación de los vinos y no durante la vinificación. Durante esta etapa el sulfuroso protege al vino de las oxidaciones inhibiendo las oxidasas.

d) Estimulante fermentativo: a dosis pequeñas, estimula la actividad de las levaduras y el desdoblamiento de las sustancias azucaradas. Sin embargo, el efecto estimulante del sulfuroso, empleado en dosis débiles, tiene como consecuencia la aceleración de la velocidad de fermentación.

e) Acción precipitante: en el caso de la vinificación en blanco, permite la caída de las partículas en suspensión en el mosto y su eliminación por sedimentación espontánea. Esto se debe a que propicia un retraso en el inicio de la fermentación, lo cual permite que las partículas de densidad distinta a la del líquido se separen de este, sedimentando las más pesadas. Por otro lado, tiene un poder coagulante, ya que algunas sustancias en estado coloidal resultan insolubilizadas y precipitan.

f) Efectos generales sobre el gusto: el sulfitado mejora a menudo el gusto de los vinos, principalmente debido a que hace desaparecer el gusto a oxidado. Además, conserva ciertos aromas en los vinos nuevos. Sin embargo, no debe haber excesos en los valores adicionados, ya que el efecto sería contrario y afectaría negativamente a las propiedades organolépticas.

En general, el sulfitado tiene efectos positivos ya que permite llegar a un mayor grado alcohólico, una mayor acidez fija y menor volátil, más extracto seco, color más vivo, mejor clarificación y mayor calidad aromática y frescura.

Sin embargo, su presencia en cantidades elevadas también puede ocasionar inconvenientes de tipo higiénico, ya que es un tóxico alimentario y desencadena reacciones alérgicas en personas sensibles, incluso en cantidades mínimas. También puede acarrear problemas de orden organoléptico, por la presencia de sabores extraños debido a la combinación con otras sustancias, neutralización del aroma natural y aparición de sulfhídrico y otros componentes extraños.

Por lo mencionado, resulta importante agregar la cantidad óptima de sulfuroso que permita potenciar los aspectos benéficos y reducir los perjudiciales.

1.2.2. Química del dióxido de azufre

El sulfuroso se encuentra en los vinos en estado libre y en estado combinado. El sulfuroso total es la suma de ambos:

- En estado libre: puede estar en forma molecular (SO_2 disuelto como gas) o en estado salificado como bisulfito.
- En estado combinado: puede formar parte de combinaciones inestables con polifenoles, azúcares o ácidos, las cuales son reversibles y constituyen la reserva de sulfuroso libre cuando decaen sus valores, y de combinaciones estables con el acetaldehído, ácido pirúvico y otros.

Sólo la parte que se encuentra en estado de gas disuelto (SO_2), estado molecular, es la que es activa y tiene poder antiséptico. La mayor parte del sulfuroso libre se encuentra en el vino en estado salificado, en forma de sales

ácidas o bisulfitos. Bajo esta forma, el sulfuroso libre tiene menor poder antiséptico, al menos sobre las levaduras.

- **Dióxido de azufre libre**

Al poner en solución el dióxido de azufre, se admite el establecimiento de los siguientes equilibrios:

$$SO_2 + H_2O \leftrightarrow HSO_3^- + H^+$$

$$HSO_3^- \leftrightarrow SO_3^{2-} + H^+$$

Analizando el comportamiento químico a este compuesto, se ve que tiene dos funciones ácidas cuyos pK son respectivamente pK_1 = 1,81 y pK_2 = 6,91. La neutralización de un ácido comienza aproximadamente a un pH = pK – 2; de lo que se deduce la ausencia de sulfito neutro (SO_3^{2-}) a un pH de 3,5. Por otro lado, el bisulfito (HSO_3^-) es parcialmente neutralizado, en función del pH.

La expresión matemática que relaciona la proporción de sulfuroso como bisulfito y anhídrido sulfuroso, obtenida a partir de la ley de acción de masas, es la siguiente:

$$\log \frac{[HSO_3^-]}{[SO_2]} = pH - pK$$

En la tabla 1 puede verse el porcentaje de SO_2 molecular y de ión metabisulfito en función del pH:

Tabla 1: Efectos del pH sobre la disociación del SO_2 en agua

Valor de pH	SO_2 molecular (%)	Bisulfito (HSO_3^-) %
3,0	6,06	94,94

3,1	4,88	95,12
3,2	3,91	96,09
3,3	3,13	96,87
3,4	2,51	97,49
3,5	2,00	98,00
3,6	1,60	98,40
3,7	1,27	98,73
3,8	1,01	98,99
3,9	0,81	99,19
4,0	0,64	99,36

- **Dióxido de azufre combinado**

Los bisulfitos poseen la propiedad de combinarse con moléculas que tengan un grupo carbonilo. Estas nuevas formas representan al dióxido de azufre combinado y la suma del SO_2 libre mas el SO_2 combinado es igual al SO_2 total. Con relación al SO_2 libre, el SO_2 combinado posee propiedades antisépticas y antioxidantes mucho menos importantes, incluso nulas.

7.2.2. Dosis de utilización en el proceso

Para este proceso se recurrirá al uso del metabisulfito de potasio ($K_2S_2O_5$). La dosis usada depende de varios factores como son la temperatura, la madurez

de la fruta, el estado sanitario, la acidez y eventualmente los riesgos de contaminación. En este caso, como el jugo se pasteuriza antes de la vinificación, se usa la misma concentración usada por Ferreyra (2006) en sus investigaciones, ya que las condiciones de pasteurización usadas en su trabajo son similares a las que se aplican en este proceso. Dicha concentración es de 100 ppm, y el objetivo del SO_2 en este caso es de ser principalmente antioxidante, ya que la pasteurización disminuye considerablemente la población microbiana perjudicial.

8. Preparación de los pre-cultivos e inóculos.

El precultivo, con el que se inoculará el mosto de jugo de naranja azucarado, se prepara por medio de una propagación de cultivos, partiendo de la levadura seca activa (l.s.a.), e incrementando los volúmenes de cultivo hasta llegar finalmente al mosto de fermentación. Se toma un volumen de 8,2 L de jugo y se lo distribuye en 10 erlenmeyers de 2 L; cada uno contendrá 820 mL de jugo. A cada erlenmeyer se le adiciona $(NH_4)_2HPO_4$ hasta llegar a una concentración de 10 g/L. Este jugo se trata con vapor fluente durante 30 min, luego se enfría hasta temperatura ambiente y se inocula, en condiciones asépticas, con *S. cerevisiae,* en cantidad de 200 mg de l.s.a. por litro de jugo con nutrientes (igualmente se seguirán las indicaciones del proveedor), valor de referencia tomado de Ferreyra, 2006. Los pre-cultivos se incuban a 30º C ± 2° C durante 24 h, luego de lo cual están listos para pasar a la próxima etapa de propagación.

Para preparar el inóculo para el fermentador, se dispone ahora de un volumen de 409 L de jugo, y se siguen los mismos pasos que para el cultivo anterior, aunque con algunas diferencias. En primer lugar, ya no se esterilizará con vapor fluente, ya que el volumen empleado lo imposibilita; para asegurarnos que de que no haya fermentaciones adversas debidas a otro tipo de microorganismos, se calentará el jugo mediante una camisa de vapor hasta los 75° C durante unos 2

minutos, y luego se lo enfriará rápidamente. En segundo lugar, se inoculará, no con l.s.a., sino con el pre-cultivo de la etapa de propagación anterior. Y, por último, la temperatura de incubación será de 25° C. Se elige este valor para que no haya un salto de temperatura tan grande cuando se agregue el cultivo al mosto. Se han reportado valores de hasta 50 % de muerte celular cuando la diferencia de temperatura entre el cultivo y el mosto inoculado alcanza 25ºC (Monk, 1986).

Los tanques de fermentación se deben inocular a razón de 2 L por cada 100L de mosto a fermentar. Con este volumen se asegura un número de células viables de levaduras entre 10^6 y 10^7 células/mL. Resulta importante iniciar la fermentación con un número elevado de células a fin de que el inóculo avasalle a las levaduras nativas, y la fermentación comience rápidamente (Monk, 1986). Los volúmenes mencionados han sido obtenidos en base a balances de materia del proceso.

Deben obtenerse 409 L de inóculo cada 21 días. Como es un volumen relativamente grande que, por otro lado, debe obtenerse cada 3 semanas, es recomendable producirlo mediante un biorreactor. En el mercado se ofrecen biorreactores con diferentes capacidades y adaptados tanto a procesos aeróbicos como anaeróbicos. Por otro lado, el tanque de fermentación será de 25 m^3 y tendrá una altura de 5 metros, por lo que será preciso contar con un tanque dosificador para agregar el jugo a fermentar. Se decide que el tanque de preparación del inóculo sea el mismo que el de dosificación de jugo. Se ajustarán las dimensiones de este tanque para que sean las adecuadas para ambas operaciones.

9. Fermentación

9.1 Bioquímica de la vinificación

El proceso de vinificación está regido por un conjunto de reacciones bioquímicas por las cuales los microorganismos metabolizan ciertos componentes, generando un cambio de la composición química del mosto. Algunas de estas reacciones corresponden a fenómenos naturales deseables, como la fermentación alcohólica, principalmente, y otras accidentales, que constituyen enfermedades de origen bacteriano. Por otro lado, el crecimiento de la población microbiana supone la elaboración de las estructuras celulares a expensas de cambios en la composición química del medio; y, además, después de haberse agotado los azúcares, las levaduras permanecen en el medio cediendo algunos componentes químicos. Todos estos fenómenos, en conjunto, determinan las propiedades organolépticas de cualquier bebida alcohólica fermentada.

En la elaboración de un vino, existen una gran cantidad de factores que influirán en la calidad del producto final, desde las prácticas de cultivo hasta las distintas etapas del proceso de elaboración. Dentro de estas, la etapa fermentativa es, sin dudas, la más importante, ya que sin ella directamente no se obtendría vino.

La palabra fermentación proviene del latín *fervere* (hervir), ya que antiguamente se pensaba este proceso como un hervor o efervescencia que se producía gracias al contacto de cuerpos que reaccionaban en el prensado de la uva. Tuvieron que pasar muchos años para que se descubriera la presencia de levaduras en el vino y la cerveza, y aún muchos más para que Louis Pasteur demostrara su responsabilidad en la producción de etanol y CO_2. Fue este último quién logró dilucidar que pueden aislarse muchas variedades y especies de levaduras, además del efecto del oxígeno sobre la asimilación de los azúcares y la producción de otros componentes distintos al etanol y el CO_2.

En la fermentación se llevan a cabo dos transformaciones bioquímicas centrales: la fermentación alcohólica y la fermentación gliceropirúvica. La primera es la responsable de la producción del etanol, mientras que a la segunda se le atribuye la generación de glicerol, principal componente en el vino luego del etanol, y otros compuestos. Además de estas transformaciones, se producen muchos compuestos secundarios mediante una gran diversidad de reacciones metabólicas.

9.1.1 Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica se basa en la formación de alcohol etílico y dióxido de carbono a partir de los azúcares presentes en el medio. Según la ecuación de Gay-Lussac:

$$C_6H_{12}0_6 \rightarrow 2CH_3\text{-}CH_2OH + 2CO_2$$

De acuerdo con esta ecuación, por cada mol de moléculas de glucosa, se generan 2 moles de moléculas de etanol y dos moles de moléculas de dióxido de carbono. Sin embargo, se sabe que no todas las moléculas de azúcar sufren exclusivamente la transformación anterior, ya que se dan otras reacciones colaterales.

La glucólisis constituye la primera parte de la fermentación alcohólica, mediante la cual se llega hasta la formación de ácido pirúvico (Figura 9). Este último sufre una descarboxilación a acetaldehído, el cual se reduce hasta formar etanol. Esta conversión se lleva a cabo gracias a la oxidación de la forma reducida del NAD ($NADH_2$) que aparece durante la oxidación del gliceraldehído 3-fosfato. Se evidencia, entonces, que las dos reacciones están interrelacionadas, llevándose a cabo una oxido-reducción (Figura 10).

El balance energético de la fermentación alcohólica coincide con el de la glucólisis, es decir, se forman dos moléculas de ATP por cada molécula de glucosa. En este sentido, la variación de energía libre en la transformación de un mol de glucosa en dos de etanol y dos de CO_2 es de 40 kcal. Como la energía de formación de una unión de ATP es de 7,3 kcal, de esas 40 kcal, 14,6 kcal son usadas por la célula en sus diferentes funciones vitales. La diferencia, las 25,4 kcal restantes, son liberadas al medio externo como calor, lo cual implica que, en toda fermentación alcohólica, hay un calentamiento de los tanques de proceso. El balance químico general queda expresado mediante la siguiente ecuación:

$$C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2H_3PO_4 \rightarrow 2CH_3\text{-}CH_2OH + 2CO_2 + 2ATP + 2H_2O$$

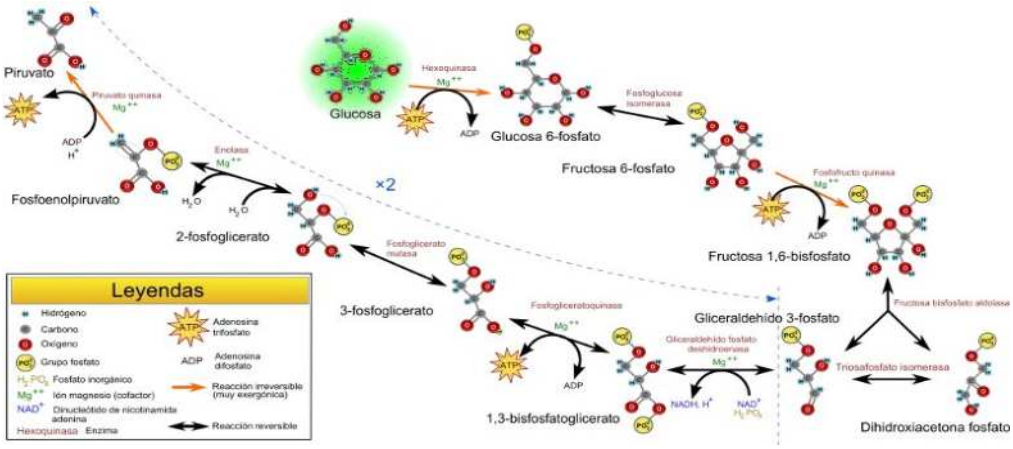


Figura 9: Esquema de la glucolisis

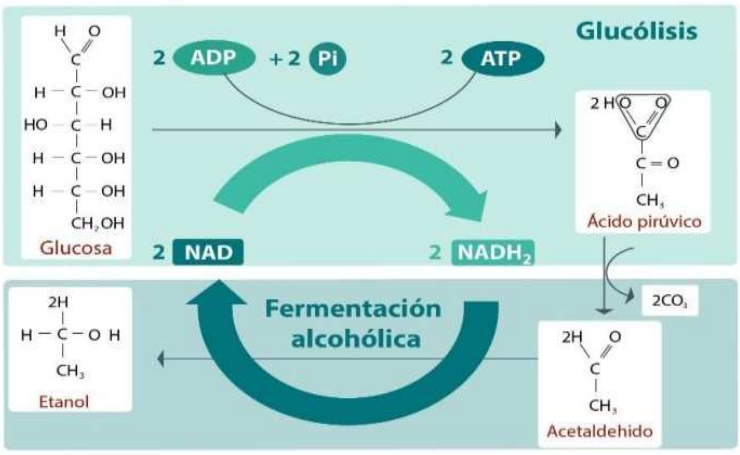


Figura 10: Fermentación alcohólica

En el caso del consumo de azúcares por parte de las levaduras en condiciones de aerobiosis, el balance energético es mucho mayor, alrededor de 38 ATP por cada molécula de azúcar debido a que se sigue la vía respiratoria del ciclo de Krebs desde el ácido pirúvico.

Para que se lleve a cabo correctamente una fermentación, es indispensable proporcionar las condiciones necesarias que aseguren un buen trabajo de los microorganismos intervinientes, permitiendo así que se dé el máximo rendimiento en la transformación de los reactivos en el o los productos deseados. En este sentido, sólo se produce la fermentación del azúcar de forma satisfactoria si las levaduras encuentran condiciones adecuadas para el desarrollo de sus reacciones metabólicas. En caso contrario, se llegará a un punto en el que las mismas detendrán su metabolismo alcohólico, aún antes de llegar a los niveles de etanol deseados y se producirá su muerte.

La fermentación alcohólica dura un mínimo de entre 10 y 15 días, y se divide en dos etapas claramente diferenciadas:

- Fermentación tumultuosa: dura alrededor de 8-10 días, siendo máxima la actividad de las levaduras. Coincide con un descenso brusco de la densidad, debido al aumento en proporción de etanol cuya densidad es menor que la del agua, con el máximo desprendimiento de CO_2 y con el incremento de la temperatura.
- Fermentación lenta: en la fermentación tumultuosa desciende drásticamente el contenido de azúcares, por lo que apenas quedan nutrientes. En este punto del proceso, el alcohol empieza a ser tóxico para las levaduras, el descenso de la densidad es lento, el desprendimiento de CO_2 es reducido y la temperatura se mantiene relativamente constante.

El control de la fermentación se puede realizar principalmente desde cuatro aspectos:

- **Microbiología:** se pueden controlar los agentes biológicos que van a llevar a cabo la fermentación, así como los nutrientes necesarios para que se desarrollen adecuadamente. En general, las levaduras son las protagonistas en los procesos de vinificación.
- **Factores físicos y químicos:** temperatura, acidez, presencia y concentración de oxígeno.
- **Composición química del medio:** Determina la concentración de alcohol que se obtendrá, así como el desarrollo de las levaduras.
- **Fermentador:** se cuenta en el mercado con diferentes modelos, y debe procurarse elegir aquel que proporcione las mejores condiciones para la acción de las levaduras y un adecuado control del proceso.

9.1.2 Fermentación gliceropirúvica

En párrafos anteriores se mencionó la necesidad de una regeneración constante del NAD, desde su forma reducida, mediante la reducción del acetaldehído a etanol. Sin embargo, en los comienzos del proceso, el acetaldehído está ausente en el medio, por lo que no es factible obtener NAD por esta vía. Se explica así un período de inducción, durante el cual la reoxidación del $NADH_2$ se lleva a cabo a expensas de una reducción de dixidroxicetona fosfato, procedente de la ruptura del azúcar en dos triosas. Esta reducción conduce a la formación de glicerina.

Simultáneamente, el gliceraldehído 3-fosfato se descompone, según las reacciones de la glucólisis, en ácido pirúvico y, eventualmente, es descarboxilado a acetaldehído, que no puede reducirse a etanol porque los dos hidrógenos procedentes del $NADH_2$ ya se utilizaron para producir glicerina desde la dihidroxicetona fosfato. De este modo, cada vez que se forma una molécula de glicerina, se acumula una molécula de ácido pirúvico, de donde está el origen de muchos componentes secundarios de la fermentación.

Estos procesos, en conjunto, llevan a una fermentación conocida como degradación gliceropirúvica, mediante la cual se transforma un cierto número de moléculas de azúcar en glicerina y ácido pirúvico. Según la ecuación de Neuberg:

$$C_6H_{12}0_6 \rightarrow CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH + CH_3\text{-}CO\text{-}COOH$$

El ácido pirúvico que aparece en la ecuación anterior no se reduce a etanol, siendo el origen a diferentes productos secundarios.

En definitiva, puede decirse que los mecanismos de las fermentaciones alcohólica y glicero-pirúvica están íntimamente relacionados. La formación de glicerina mediante la fermentación gliceropirúvica predomina al principio de la fermentación, pero, aún en etapas más avanzadas del proceso, nunca hay una fermentación alcohólica pura.

9.1.3 Otras transformaciones

En toda fermentación alcohólica se produce algo de ácido acético y sus ésteres, lo cual se puede dar en simultáneo con la producción de ácido fórmico, que en el vino se detecta en pequeñas cantidades.

Una de las vías que rinde acetato se lleva a cabo mediante descarboxilaciones oxidativas del piruvato, lo cual es muy evidenciado en *S. cereviciae*. En estas reacciones, el piruvato es transformado en acetil CoA gracias a la piruvato deshidrogenasa, y parte de éste puede ser hidrolizado hasta acetato. Esto depende mucho de las condiciones de anaerobiosis del medio.

En otro tipo de descarboxilaciones, mediante la enzima piruvato descarboxilasa, el piruvato puede pasar a acetaldehído el cual luego se oxida, gracias a la enzima acetaldehído deshidrogenasa, hasta acetato. En última instancia, el acetato pasa a acetil CoA gracias a una reacción mediada por la enzima acetil CoA sintetasa. El acetil CoA es la base para la biosíntesis de ácidos grasos saturados y de ésteres de acetato.

Compuestos como la acetoína, diacetilo y 2,3-butanodiol siempre están presentes en los vinos. La acetoína, en algunas especies de levaduras, se forma por condensación de dos moléculas de ácido pirúvico y una posterior descarboxilación. A partir de la acetoína se dan oxidaciones o reducciones que terminan por dar diacetilo y 2,3-butanodiol.

Para finalizar, se puede agregar que toda fermentación alcohólica de azúcares está acompañada por la formación de ácido succínico, el cual se obtiene

mediante una carboxilación del ácido pirúvico y posteriores reducciones y deshidrataciones hasta obtener el ácido succínico.

9.2 Control sobre el proceso de fermentación

En todo proceso biotecnológico, una vez seleccionado equipo o fermentador más conveniente quedan tres factores muy influyentes y sobre los que se puede actuar directamente para optimizar el proceso.

- Microorganismos implicados
- Composición química del mosto de fermentación
- Factores físicos y químicos

Estos factores se analizan a continuación.

9.2.1 Microorganismos implicados en la fermentación

Los procesos de vinificación se llevan a cabo principalmente gracias a las levaduras, siendo el género más importante el de *Saccharomycces.* Las especies dentro de este género se diferencian en cuanto a su habilidad para producir ciertas

sustancias características de los vinos, cuya presencia o ausencia influye mucho en la calidad del producto final.

En la fermentación del mosto, las levaduras producen el alcohol en condiciones anaerobias. No obstante, es necesario una cierta aireación al inicio a fin de propiciar la multiplicación celular de las levaduras.

La fermentación puede llevarse a cabo gracias a las levaduras silvestres, propias del mosto original, lo cual se conoce como fermentación espontánea, o bien mediante cultivos puros. En el primer caso, el proceso es más susceptible a que se den fallos e irregularidades, sin embargo, el producto final puede tener características particulares debido a la formación de metabolitos especiales. En el caso del uso de cultivos puros, éstos aseguran una fermentación más rápida, predecible y se reducen los riesgos de contaminación (Torija *et al.,* 2003)

Los cultivos puros pueden conseguirse en catálogos de empresas especializadas en el enriquecimiento y diferenciación de especies de microorganismos, o bien mediante técnicas de selección de la flora epifítica característica de los frutos, a fin de obtener levaduras locales seleccionadas. Estas últimas presentan varios beneficios adicionales con respecto a las comerciales, siendo los más importantes los siguientes: 1) están totalmente adaptadas al mosto de fermentación; 2) pueden producir metabolitos que dan características únicas al producto final.

Durante la fermentación alcohólica, el desarrollo de levaduras se ve afectado por factores tales como: población inicial y diversidad de especies y cepas presentes en el jugo, inoculación con estárter apropiados, composición química del jugo incluyendo la presencia de residuos de fungicidas y pesticidas, condiciones de proceso tales como concentración de SO_2, temperatura de

fermentación y la interacción entre las levaduras presentes (Fleet and Heard, 1993; Bisson, 1996 y Fleet, 2001).

9.2.2 Composición química del mosto de fermentación

Las levaduras son organismos quimio-heterótrofos y, por lo tanto, necesitan compuestos orgánicos como fuente de carbono y energía (FCE) para llevar a cabo todos sus procesos metabólicos. Los azúcares simples, principalmente las hexosas, son los más utilizados tanto en el metabolismo aeróbico como anaeróbico.

Otro macronutriente de vital importancia es el nitrógeno. Las levaduras pueden utilizar como fuente de nitrógeno (FN) compuestos orgánicos e inorgánicos- De las fuentes naturales más usuales, puede recurrirse a las peptonas, extractos de malta y de levadura y aminoácidos. De las fuentes inorgánicas, son de uso común las sales de NO_3^-, NO_2^- y NH_4^+ y urea (Garraway, 1984). En particular, *Saccharomyces spp*. utiliza como FN no complejas a las sales de NH_4^+ y a la urea, no así al NO_3^- (Campbell and Duffus, 1988).

Por otro lado, las levaduras necesitan fuentes de fósforo, magnesio y azufre, además de micronutrientes y factores de crecimiento. Estos últimos son componentes orgánicos que la célula necesita para sus funciones vitales, pero que no pueden ser sintetizados por ella misma, por lo que se los debe adicionar al medio, si es que no están presentes de forma natural en el mismo.

En estudios realizados por Ferreyra (2006), se analizaron diferentes parámetros fisicoquímicos en jugos de naranja natural, pasteurizado y concentrado y reconstituido a 11° Brix, de diferentes variedades de naranjas cultivadas en la zona de Concordia y Federación, E. R., a fin de analizar su aptitud

como materia prima para la elaboración de vino de naranja. En dicho trabajo se tomó como referencia a la variedad Washington Navel, de la cual se obtuvieron los jugos natural y pasteurizado, no siendo tipificado el concentrado y reconstituido. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros fisicoquímicos en diferentes jugos de naranja.

	Jugo Natural (W. Navel)	Jugo Pasteurizado	Jugo conc. reconstituido (11 °Brix)
pH	3,87	3,84	3,70
Sólidos solubles (°Brix)	11,4	11,2	
Acidez (% ác. cítrico anhidro)	0,94	0,86	0,90
Ácido ascórbico (mg/100 mL)	70,00	60,96	56,58
Azúcares red. directos (g/100 mL)	4,32	4,38	5,73
Azúcares totales (g/100 mL)	8,71	8,92	9,36
Sacarosa (g/100 mL)	4,30	4,20	3,58
Fructosa (g/100 mL)	2,20	2,20	2,61
Glucosa (g/100 mL)	1,90	1,80	2,54
N amínico (mg/100 mL)	22,70	30,50	25,33
Flavonoides (hesp. mg/100 mL)	66,47	100,94	110,02
Aceites esenciales (µL/100 mL)	1,3	0,6	6,2
Pectina (mg/100 mL)	133,20	128,35	49,73
Carotenoides (βcarot. mg/100 mL)	1,17	0,62	1,02
Sodio (mg/L)	16	19	25
Potasio (mg/L)	1.690	1.520	1.283
Calcio (mg/L)	131	132	142
Magnesio (mg/L)	136	132	145
Fósforo (mg/L)	202	199	178

Se observa que el pH está por debajo de 4,00, como era esperable, lo cual es muy significativo, ya que este parámetro cobra gran importancia para el proceso de fermentación por dos motivos principales. En primer lugar, las levaduras son resistentes a los pH ácidos, pero no así las bacterias, cuya gran mayoría se ven inhibidas a pH por debajo de 4,5, lo cual resulta un buen mecanismo para controlar contaminaciones bacterianas. Por otro lado, el pH influye en la actividad bioquímica del SO_2, ya que a menor pH mayor actividad residual de este compuesto y, por lo tanto, se necesitará agregar menor cantidad de compuesto.

Ferreyra concluye que para la vinificación del jugo de naranjas se torna importante suplementar el mismo con el agregado de azúcares y alguna fuente de nitrógeno. El azúcar debe agregarse para obtener el grado alcohólico deseado al final de la fermentación. Por otro lado, en análisis del jugo se han obtenido valores de nitrógeno total comprendido entre 65 y 77 mg/100 mL de jugo, y de nitrógeno amínico entre 20,4 y 25,5 mg/100 mL. Estos valores se consideran como bajos para el correcto desarrollo de las levaduras, por lo que puede optarse por adicionar alguna fuente de nitrógeno externa, como $(NH_4)_2HPO_4$, el cual además proporciona fósforo, que es otro macronutriente.

Otros dos aspectos para tener en cuenta son el contenido de ácido cítrico del jugo de naranjas y el contenido en aceites esenciales. El ácido cítrico puede ser biotransformado hasta ácido láctico e incluso hasta ácido acético por algunas bacterias. Por otro lado, este compuesto presente en el producto final puede darle características especiales al vino, como frescura y carácter cítrico. Para prevenir la degradación microbiana de este ácido, es muy importante mantener extremas condiciones de higiene en los equipos e instalaciones en general. En cuanto a aceites esenciales se refiere, si su concentración supera el 0,08%, las levaduras se ven inhibidas. Sin embargo, no es común encontrar valores superiores a dicho valor en jugos de naranjas obtenidos por los métodos de extracción convencionales.

Si no se cuida que el medio en el cual se desarrolla la levadura sea el adecuado, el proceso puede derivar en problemas graves como son fermentaciones lentas, incompletas o la detención repentina de las mismas. Las deficiencias nutricionales son algunas de las causas de las fermentaciones incompletas o paradas de la fermentación (Agenbach, 1997; Alexandre and Carpentier, 1998; Amerine and Berg, 1980; Dubois and Manginot, 1996).

Ciertas causas de fermentaciones anormales son la deficiencia en FN, temperaturas extremas (> 30ºC o < 10ºC), toxicidad del etanol, presencia de factor killer u otras toxinas, desbalance catiónico, competencia microbiana, residuos de pesticidas y fungicidas y prácticas enológicas incompetentes (Bisson, 1996; Boulton et al., 1996; Casey and Ingleden, 1985; D'Amore and Steward, 1987; Dombeck and Ingram, 1986; Nabais y Sa-Correia, 1988; Ough and Huang, 1991).

En base a lo planteado, se puede concluir que es importante controlar que el mosto de fermentación cumpla con los requisitos nutricionales adecuados para el desarrollo de las levaduras, a fin de no tener problemas en el transcurso del proceso.

9.2.3 Factores físicos y químicos

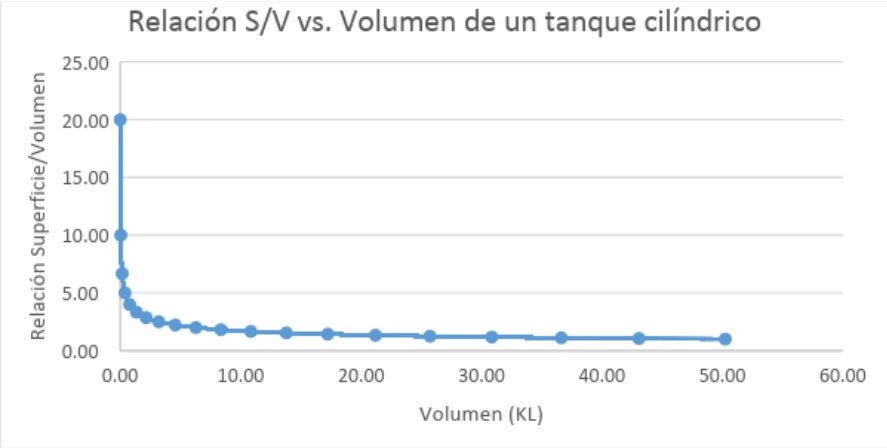
Los factores principales por controlar en un proceso de fermentación son la temperatura, el pH y la presencia de oxígeno. El pH de un jugo de naranja es aproximadamente 3,5, valor en el cual las levaduras vínicas son las principales responsables del metabolismo de las FCE.

Vale recordar en este punto que se puede considerar al vino de naranjas como similar a un vino blanco. Por lo tanto, los parámetros de control que se tendrán en cuenta corresponden a la vinificación en blanco.

Con respecto a la temperatura, su control resulta importante ya que incide directamente en el metabolismo de las levaduras, principalmente en lo que refiere a los transportes a nivel de la membrana citoplasmática. Si la temperatura es excesivamente baja, se ve disminuida la fluidez de esta membrana, perjudicando directamente el transporte de ciertos compuestos simples. Por el contrario, si la temperatura es excesiva, hay desnaturalización de proteínas responsables del pasaje de sustancias hacia o desde el interior de la célula.

El calor liberado en la fermentación sería suficiente para elevar en más de 10°C la temperatura del mosto, si este proceso se llevara a cabo rápidamente. Sin embargo, la fermentación dura varios días, en los cuales el calor se disipa a través de las paredes de los depósitos, por evaporación del agua y alcohol y junto con el dióxido de carbono desprendido. Por lo tanto, la temperatura que alcanza un mosto de fermentación dependerá de diversos factores:

- Tiempo: cuanto más tiempo dure la fermentación, menos será la elevación en la temperatura del mosto. Sin embargo, el tiempo no debe extenderse demasiado, ya que se corren riesgos de ataques microbianos y formación de ácido sulfhídrico.
- Temperatura inicial del mosto.
- Forma, dimensiones y materiales de construcción de los fermentadores: los fermentadores que evacuan más eficientemente el calor son los que tienen mayor relación superficie/volumen. Salvo por los circulares, los tanques que mejor cumplen con esta condición son los de forma cilíndrica. En la gráfica 1 se puede observar la relación superficie/volumen entre tanques cilíndricos con diferentes capacidades de contención para una relación altura/diámetro fija e igual a 1 (curvas similares se obtienen para otras relaciones).



Gráfica 1: Relación superficie/volumen en un cilindro de relación altura/diámetro igual a 1.

Los más efectivos son los cilíndricos con poco espesor de pared y pequeño tamaño. A su vez, dentro de estos mismos, los más efectivos suelen ser los de una altura de 2 a 3 veces su diámetro. Esto se debe a que, para una misma relación superficie/volumen, pueden contener más mosto y porque beneficia la clarificación por sedimentación ya que, al ir precipitando, las partículas más grandes van arrastrando partículas más pequeñas y al tener más altura se puede asentar más este efecto. El material de construcción de las paredes beneficia o perjudica la disipación de calor, siendo el acero inoxidable el que ofrece mayores cualidades.

- Disposición de los depósitos de fermentación: es recomendable que los depósitos no colinden entre sí, sino más bien que estén aislados uno de otro, ya que de lo contrario la evacuación del calor no sería efectiva. Además, en los espacios intermedios debería haber corrientes de aire o agua fría que los refrigeren.

Los mostos blancos se inoculan y fermentan generalmente entre 10ºC y 15ºC. La menor temperatura de fermentación da lugar a vinos más frescos y el riesgo de infección bacteriana y la producción de ácidos volátiles es reducida (Ward, 1991). Un aspecto interesante del uso de bajas temperaturas en la vinificación es el hecho de que se reduce el crecimiento de bacterias del ácido láctico y del ácido acético y por lo tanto se hace más fácil el control de la fermentación alcohólica. Sin embargo, la temperatura óptima de crecimiento de *S. cerevisiae* es de 25ºC, mientras temperaturas tan bajas como 13ºC son restrictivas e incrementan los riesgos de paradas de las fermentaciones (Meurguest, 1996).

El mosto inoculado debe pasar por una etapa en presencia de oxígeno a fin de permitir un crecimiento aeróbico de las levaduras, lo que se lleva a cabo hasta que se agota el O_2 disuelto en el mosto. El O_2 es requerido por las levaduras, entre otras cosas, para la síntesis de los precursores de los componentes de la membrana celular, incluyendo esteroides como el ergoesterol y lípidos, principalmente los derivados de ácidos oleanoleicos de la membrana citoplasmática. Las levaduras que se propagan aeróbicamente contienen una alta proporción de ácidos grasos insaturados y un nivel de esteroides casi tres veces superior a las que crecen anaeróbicamente. Sin O_2 inicial la replicación está usualmente restringida a 4 o 5 generaciones y en cada ciclo de brotación se reduce el contenido de esteroles aproximadamente a la mitad. Cuando el nivel de O_2 llega a un punto crítico, se detiene la replicación, pero la fermentación continúa con la población presente (Ferreyra, 2006). Wahlstrom and Fugelsang (1988) reportaron un incremento de densidad óptica y mayor velocidad de fermentación cuando los estárteres eran aireados, comparados con los estárteres sin airear.

9.3 Procedimiento operativo

La etapa aeróbica se realizará en el mismo tanque donde se llevará a cabo la fermentación. Teniendo ya lleno este tanque con el mosto inoculado, y habiendo adicionado el metabisulfito de potasio, se procederá a un agitado mecánico mientras se inyecta aire filtrado al tanque, proceso que durará en total unos 30 minutos aproximadamente. Finalmente, se cierra el tanque y se establecen las condiciones para la fermentación.

Para establecer las condiciones del proceso, se tomó como referencia el trabajo realizado por Ferreyra *et al.* (2009) en el cual se trabajó en vinificación de mosto de jugo de naranjas a pH 3,5 y 4,0 y a las temperaturas de 10 y 20° C con S. *cerevisiae* (cepa autóctona) y S. *bayanus*. Las investigadoras concluyen que para la S. *cerevisiae* autóctona los mejores resultados fueron obtenidos a pH 4,0 y una temperatura de 10° C.

En este proceso, se optó por trabajar con el pH natural del jugo de naranja ($\cong$ 3,5) ya que, a pesar de que puede resultar óptimo el pH de 4,0, es más práctico no tener que realizar correcciones y aun así 3,5 es un pH adecuado para el desarrollo de la levadura. Por otro lado, la temperatura elegida es de 15° C, ya que se considera como la opción más adecuada, considerando una elección de compromiso entre la temperatura óptima de crecimiento de *S. cerevisiae* (25° C) y el rango óptimo para la vinificación en blanco (10 - 15° C).

Como se mencionó en párrafos anteriores, el proceso fermentativo se divide en una etapa tumultuosa, en donde la fermentación se lleva a cabo a máxima velocidad, y una etapa lenta, en donde disminuye considerablemente la formación de alcohol. La fermentación tumultuosa dura aproximadamente entre 8 y 10 días. Para nuestro proceso, se deja transcurrir este tiempo y se va controlando la temperatura y el desprendimiento de burbujas de dióxido de carbono. Cuando consideramos que la fase tumultuosa ha terminado, se realiza una primera

clarificación mediante trasiego. Luego se continúa con la fermentación unos diez días más. Como tal, la fermentación durará un aproximado de 20 días.

10. Agregado de clarificante y primer trasiego

La limpidez es una cualidad esencial exigida por el consumidor, sobre todo para los vinos blancos envasados en botella transparente. Representa el primer contacto con el vino y una de las apreciaciones positivas a la vista.

La turbidez de un vino es el resultado de un fenómeno óptico debido a la presencia de partículas en suspensión que desvían la luz de su trayecto habitual, fenómeno conocido como efecto Tyndall. La medición de la limpidez, por lo tanto, está en relación con la estimación de la turbiedad y en función de la cantidad y dimensión de las partículas en suspensión.

El vino nuevo es rico en partículas debido a las borras de las levaduras y otros residuos vegetales. La limpidez se consigue mediante una sedimentación progresiva y decantación. También puede recurrirse al agregado de sustancias que faciliten esos procesos, o bien, a otros procedimientos más enérgicos, como la filtración o centrifugación.

Sin embargo, no es suficiente que el vino sea límpido al momento del embotellado, sino que también debe mantenerse en esas condiciones durante su conservación en el tiempo y a las temperaturas necesarias. De este modo, se puede distinguir entre los problemas de obtener una clarificación apropiada, y la de lograr estabilidad gracias a tratamientos eficaces. La estabilidad es la conservación de esa limpidez en el tiempo. Los diferentes tratamientos a los que se puede someter un vino se pueden clasificar según su finalidad. Por ejemplo, la

filtración clarifica, pero no estabiliza, el encolado tiene un efecto doble y tratamientos con goma arábica estabilizan, pero no clarifican.

Los mecanismos mediante los cuales se dan los enturbiamientos, así como los métodos que permiten evitarlos, se basan en las propiedades esenciales de los coloides. Estas propiedades, ligadas a las condiciones de aumento del tamaño de las partículas, permiten explicar la floculación y la sedimentación de los vinos.

10.3 Tratamientos de clarificación y estabilización

Existen una enorme cantidad de tratamientos susceptibles de contribuir a la clarificación y a la estabilización. Los que serán tratados a continuación son los que fueron considerados para este proceso.

10.3.1 Clarificación espontánea

La clarificación espontánea, es decir, realizada por simple reposo, se debe a la sedimentación por gravedad de las partículas en suspensión y su adsorción sobre las paredes de los recipientes. Existen efectos externos, como la temperatura y el oxígeno, que favorecen o se oponen a la precipitación. La clarificación, entonces, se puede lograr por simple trasiego.

La sedimentación de una partícula en un líquido límpido e inmóvil depende de diferentes factores, como el peso y la resistencia del líquido a la caída de la partícula. La ley de Stokes corresponde a la expresión de la velocidad límite de caída de la partícula.

$$v = \frac{2.r^2}{9.\mu}.(d_p - d_l).g$$

Como se ve en la ecuación (7), la velocidad límite es proporcional al cuadrado del radio de la partícula (r) y de la diferencia de densidades entre la

partícula (d_p) y el líquido (d_l), e inversamente proporcional a la viscosidad del líquido (μ).

En el caso del vino, hay que considerar que la viscosidad del etanol es superior a la del agua, pero la densidad es inferior. Algunos factores para tener en cuenta son el enriquecimiento con azúcar, el pH, la presencia de coloides protectores y otras sustancias disueltas, la temperatura, el desprendimiento de CO_2, de las vibraciones del suelo y la naturaleza de los recipientes.

10.3.2 Rol y práctica del trasiego

El trasiego tiene por objeto separar el vino claro de los depósitos situados en el fondo del recipiente, para luego colocarlo en un nuevo recipiente limpio. Una sucesión de trasiegos puede conducir a la limpidez buscada. Por supuesto que la primera acción del trasiego corresponde a una decantación que permite acumular los "desechos" del vino, los cuales incluyen levaduras, borras vegetales, sales y otros.

Cuando se hace de tanque a tanque, el trasiego no presenta dificultad, sacando el vino por una válvula situada por encima del nivel del depósito, aspirado directamente mediante una bomba o por gravedad. La válvula también puede estar ubicada en la parte inferior del tanque, en cuyo caso lo que se retira son las barras.

No existen reglas específicas con respecto al trasiego. Son la práctica y los conocimientos científicos los que determinan cuantas veces y de qué forma se deben realizar los trasiegos. Puede recurrirse al uso de filtraciones y al acompañamiento de clarificantes en combinación con el trasiego. En cuanto a la frecuencia de los trasiegos, es evidente que el ritmo se debe adaptar a cada vino y al proceso.

10.3.3 Tratamiento con bentonita

Las bentonitas son silicatos de aluminio hidratados, compuestos principalmente por montmorillonita de fórmula simplificada $Al_2O_3 \cdot 4SiO_4 \cdot nH_2O$. Contienen además cationes intercambiables (Mg^{2+}, Ca^{2+}, Na^{+}) que juegan un rol importante en las propiedades fisicoquímicas y varían en función del origen geográfico. La estructura de la montmorillonita presenta hojas espaciadas, lo cual le confiere la propiedad de hincharse considerablemente en agua, presenta gran superficie de adsorción y carga negativa elevada.

No todas las bentonitas son convenientes para tratar los vinos. Algunas poseen una estructura grosera y comunicarían al vino defectos organolépticos. Otras no tienen una capacidad adsorbente y un poder clarificante suficiente. Raramente se las utiliza en bruto, sino que sufren tratamientos de activación mediante ácido sulfúrico o sales alcalinas. Teniendo en cuenta su fuerte capacidad de intercambio de iones, es posible cargarlas con iones H^{+}, Na^{+}, Ca^{2+} y se habla de bentonitas ácidas, cálcicas y sódicas.

Las bentonitas sódicas son las más utilizadas para tratar los vinos. Al poseer hojas más separadas que las bentonitas cálcicas, se hinchan más en el vino y tienen una capacidad de adsorción de proteínas superior. Son relativamente difíciles de poner en suspensión en el agua. Esas suspensiones tienen un carácter coloidal muy estable. Introducidas en el vino producen una verdadera floculación con sedimentación de un depósito algodonoso, dejando el líquido límpido.

En cuanto a la utilización de la bentonita, Ribéreau y Gayon (2003) manifiestan que una concentración en el mosto de hasta 40 $g.hL^{-1}$ genera una incidencia en las propiedades organolépticas insignificante, pero, superado este valor, los riesgos de pérdidas aromáticas no se pueden excluir.

En algunos casos, se puede recomendar el uso de bentonita en vinos blancos antes de la fermentación, aunque este procedimiento limita la cantidad de tratamientos posteriores. Usar bentonita de esta manera sólo se justifica cuando la práctica demuestra que se logra obtener la estabilidad definitiva. Sin embargo, el tratamiento más común con bentonita en vinos blancos se lleva a cabo antes del embotellado.

Las bentonitas comerciales se presentan bajo la forma de polvo o de granulado. Las primeras pueden usarse directamente por espolvoreo sobre el vino, en una cubeta provista de un sistema de agitación violenta. Sin embargo, se recomienda el hinchamiento previo con agua, lo cual es indispensable para las bentonitas en gránulos. Para efectuar este hinchamiento, se prepara una suspensión en agua (5 a 15 %). Para evitar la formación de grumos, la bentonita debe ser vertida sobre la superficie del líquido con agitación. El hinchamiento con agua caliente (50 a 60° C) es más rápido. Por supuesto, la preparación de una suspensión de bentonita directamente en el vino la coagula inmediatamente y disminuye sus propiedades clarificantes. La clarificación es mejor a 20° C que a 10° C, y pH bajos

10.4 Procedimiento operativo

Luego de inocular el mosto, se espera aproximadamente 10 días hasta que haya finalizado la etapa de fermentación tumultuosa, durante la cual se irá produciendo una clarificación espontánea por sedimentación. Al cabo de este tiempo, se procederá al primer trasiego para separar las borras del vino limpio. Para esto se utiliza una válvula en el fondo del tanque, y por esta válvula saldrán las borras, quedando en el tanque sólo el vino más limpio.

El vino que quedó alojado en el tanque, será adicionado con bentonita, la cual se prepara disolviéndola en agua destilada hasta una concentración del 15 %

m/V, y dejándola reposar por 24 hrs. Luego, se adicionará esta suspensión al mosto en fermentación hasta llegar a una concentración de 0,4 $g.L^{-1}$. Luego se continúa con la fermentación en las condiciones de temperatura con las que se venía trabajando.

11. Segundo trasiego

Se toma como referencia un tiempo aproximado de 10 días para que continúe la fermentación, luego del primer trasiego. Este tiempo se considera suficiente ya que la fermentación tumultuosa ha finalizado en la etapa anterior, y la bentonita acelera los tiempos de clarificación espontánea. Se realiza entonces un segundo trasiego, procediendo inmediatamente a una filtración final y posterior envasado del producto. De todos modos, estos tiempos deberán verificarse de manera experimental en planta. El trasiego se realizará por bombeado hacia el equipo de filtración.

12. Filtración final

La filtración es un proceso físico que tiene como objetivo la separación de partículas que forman turbiedad en una suspensión, haciendo pasar la misma a través de un medio que retiene las partículas y a través del cual pasa el líquido, más límpido. Según el tamaño del poro de la superficie filtrante, quedarán retenidas partículas gruesas, finas o muy finas. La finalidad de la operación es obtener un líquido brillante que no haya sido influido desfavorablemente por el material filtrante, por el proceso de filtrado ni por la maquinaria empleada.

La filtración es una operación que se realiza en casi todas las bodegas con niveles de intensidad y tecnologías variables según criterio enológico e infraestructura disponible. No debiera existir influencia negativa sobre el vino,

siempre que se empleen filtros bien construidos, productos adecuados, y que se trabaje correctamente con dicho filtro.

La retención de turbios se puede lograr principalmente debido tamizado, adsorción o retención en profundidad. En base a estos efectos, puede hablarse de tres tipos de filtros.

12.1 Filtros de superficie

Trabajan casi exclusivamente por tamizado, presentando poros cuyo diámetro debe ser inferior al de las partículas que se desea retener (Figura 11). El más empleado es el filtro de cartuchos o membrana. Los filtros tangenciales son un tipo especial de filtros correspondientes a esta categoría.



Figura 11: Esquema de operación de un filtro de superficie.

- **Filtros de membrana:** todas las partículas que son de mayor tamaño que los poros de la membrana quedarán retenidas en su superficie. Según el tamaño de los poros, es posible retener hasta levaduras o bacterias. Algunos de estos filtros están diseñados para usarse directamente antes del embotellado, a fin de lograr una esterilización del vino. Los filtros de membrana o cartucho de poro "nominal" son aquellos que pueden tener variaciones en el tamaño de sus poros, mientras que los "absolutos" son aquellos en los cuales sus poros no

tienen variaciones de tamaño. Es común realizar dos filtraciones por membrana en continuo; el vino pasa primero por el filtro nominal y luego por el absoluto.

- **Filtración tangencial:** existen diversos tipos de estos filtros que permiten muchas acciones diferentes, desde una simple retención de partículas enturbiantes y microorganismos, hasta llegar a una osmosis inversa (Figura 16). Son cada vez más usados en la industria gracias a sus cualidades. Entre las ventajas de este equipamiento se encuentran:
  - Filtra por tamizado, pero no se colmata como el resto de los filtros convencionales.
  - Pueden trabajar en continuo y de forma automática.
  - Al no emplear tierras es más amigable con el medio ambiente (las tierras son muy contaminantes).
  - Prácticamente no hay pérdidas de vino.
  - Puede reemplazar todas las filtraciones convencionales (a veces 2 o 3 por vino) con una sola filtración, dejando al vino listo para el envasado.
  - Es autolimpiable.



Figura12: Ejemplos de filtros tangenciales

12.2 Filtros de profundidad

El medio filtrante corresponde a una capa de espesor considerable que trabaja en función de canales irregulares que atraviesan el propio espesor y en los cuales se ejercen diferentes fuerzas de retención (Figura 13). Así, dichos canales pueden retener partículas con diámetro inferior a su propio diámetro. Los filtros más comunes que operan con este sistema son filtros de tierras (por presión y por vacío) y filtros de placas.

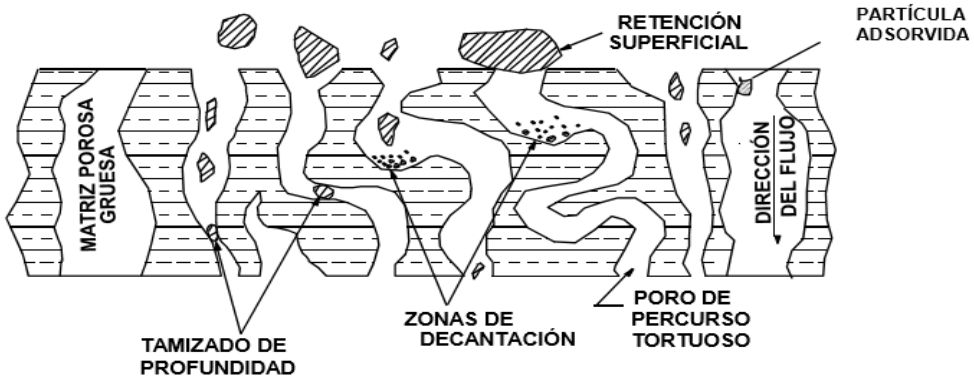


Figura13: Esquema de funcionamiento de un filtro de profundidad

- **Filtración por tierras:** las tierras que se emplean para este efecto son usualmente diatomeas, y los filtros que las utilizan para cumplir su función son los filtros de presión y los filtros de vacío o rotatorios.



Figura14: Ejemplo de un filtro de presión

- **Filtración por placas:** las placas están hechas de diversos materiales, siendo lo más común la celulosa (Figura 15). Al aumentar la intensidad del filtrado disminuye el rendimiento cuantitativo (litros / hora) y viceversa. Por consiguiente, se requiere mantener una presión diferencial en el filtro de aproximadamente 1,5 bares y respetar ciertas velocidades máximas de paso.

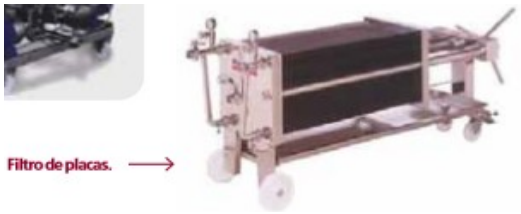


Figura15: Ejemplo de un filtro de placas

12.3 Filtros de adsorción

Se basa en una característica del propio filtro que hace que las partículas enturbiantes queden retenidas. Lo más común es que las partículas sean retenidas por atracción electrostática. La eficiencia se ve afectada por el tipo de partícula a ser capturada, ya que el filtro debe estar diseñado en función de las

características de esa partícula específicamente. Por ejemplo, la mayoría de los sólidos en suspensión y contaminantes biológicos tienen carga negativa (muchas partículas enturbiantes, levaduras, bacterias), por lo que la estructura del filtro deberá tener carga positiva. Además, el efecto de adsorción disminuye a medida que avanza el filtrado, pues las fuerzas superficiales comienzan a agotarse y la retención de partículas decrece; es así que la carga superficial debe ser suficiente para retener todas las partículas cargadas en el vino.

13. Embotellado

El embotellado se realiza de automática mediante una envasadora. Este equipo dispondrá la botella para el llenado, le hará ingresar el productor, la tapara con tapón de corcho y pegará la etiqueta correspondiente.

El perfecto lavado y desinfección de las botellas es una importante etapa previa al llenado. En esta etapa se realizan ciclos de lavado que comprenden:

1. Enjuague con agua de las botellas (eliminación de impurezas groseras).
2. Lavado con solución de bisulfito se potasio al 3 %.
3. Enjuague con agua caliente (70° C).
4. Enjuague con agua a temperatura ambiente.

Una vez llenas las botellas, se acondicionan en cajas, en donde irán seis botellas en cada una, para su posterior distribución a los centros de venta.

Proceso de producción de vinagre de naranjas

Mientras que por motivos económicos en la industria química el ácido acético se obtiene sintéticamente (por ejemplo, por hidrogenación catalítica del

acetileno o partir de metanol y monóxido de carbono), para obtener vinagre de mesa se debe recurrir a procesos biotecnológicos (Jagnow y Dawid, 1991).

La bioxidación incompleta del etanol presente en un mosto alcohólico a ácido acético es la cualidad más conocida de las bacterias del ácido acético o BAA (Gerard, 2015).

Las BAA, particularmente las que pertenecen a los géneros *Acetobacter*, *Gluconacetobacter* y *Komagataeibacter*, (Gerard, 2015) se utilizan para la producción industrial de vinagre por su notable habilidad para oxidar el etanol a ácido acético y por su alta resistencia a este compuesto.

1. Metabolismo de las BAA

Aunque las BAA pueden sobrevivir en condiciones de anaerobiosis o con tensión de oxígeno muy baja, debido a la posibilidad de utilizar quinonas como aceptores finales de electrones en lugar del oxígeno, su crecimiento y desarrollo están muy restringidos en estas condiciones y cualquier proceso que involucre una aireación favorece en gran medida su desarrollo (Drysdale y Fleet, 1988).

Según la fuente de carbono con que dispongan en el medio de cultivo, las BAA pueden utilizar diferentes rutas metabólicas, con intermediarios y productos finales distintos (Jara Campos, 2009).

La oxidación del etanol a ácido acético es llevada a cabo por todos los géneros de BAA, con excepción de *Asaia* (Yuzo Yamada et al., 2000) y *Saccharibacter* (Jojima et al., 2004). El glicerol, después del etanol, es el alcohol más utilizado por las BAA. Sin embargo, el proceso de oxidación del glicerol está inhibido cuando hay elevadas concentraciones de etanol en el medio, es decir, al

inicio del proceso de acetificación en el caso de vinagres (Ribereau-Gayon *et al.* 2003).

El etanol es parcialmente oxidado en dos reacciones catalíticas secuenciales, para dar ácido acético y agua. En primer lugar, el etanol es transformado en acetaldehído por la enzima alcohol deshidrogenasa (ADH) y posteriormente el acetaldehído es oxidado a ácido acético por acción de la enzima aldehído deshidrogenasa (ALDH) (Jagnow y Dawid, 1991). Ambas enzimas están localizadas en la membrana citoplasmática y orientadas hacia el espacio periplasmático. Estos dos complejos enzimáticos están conectados con la cadena respiratoria que, por medio de la ubiquinona, recibe los electrones y los transfiere hasta el oxígeno que actúa como aceptor final.

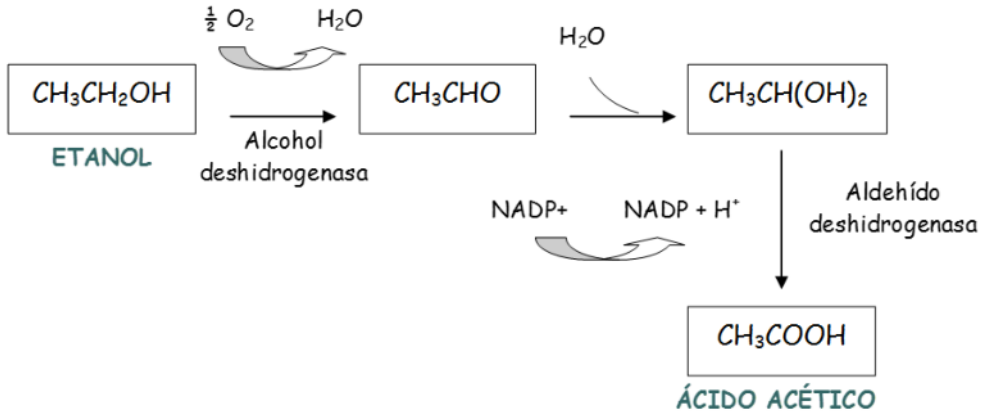


Figura16: Metabolismo de las BAA

2. Factores involucrados en la bioxidación acética

Como en cualquier otro proceso fermentativo, resulta evidente la necesidad de alcanzar poblaciones bacterianas numerosas en el menor tiempo posible, lo

cual será consecuencia de su velocidad de crecimiento específico, y ésta a su vez, de las condiciones en que se lleve a cabo el mismo (Davies, 2015).

Los factores involucrados en la fermentación acética pueden ser divididos en principales y secundarios. Los principales son aquellos relacionados con el metabolismo de las bacterias acéticas, tales como sustrato, oxígeno y temperatura, cuyas desviaciones pueden generar que se detenga el proceso. Los factores secundarios son aquellos que aumentan la vitalidad de las bacterias acéticas y determinan la velocidad de acetificación y costo de producción del producto final, sin llegar a detener el proceso: diseño del fermentador, volumen de trabajo, proporción de carga, velocidad de carga y cultivo iniciador (Tesfaye *et al.,* 2003).

Figura17: Factores que influyen en la velocidad de acetificación y rendimiento del proceso.

Sustrato

La materia prima utilizada para el proceso de acetificación puede ser vino, sidra, cerveza u otro alcohol derivado de la fermentación de granos, frutas, miel, papa, melazas o suero de leche.

El sustrato cumple un rol muy importante: su composición determina tanto el crecimiento de las BAA como la calidad del vinagre (Tesfaye *et al*., 2002). Se podría considerar que la concentración óptima de etanol en el medio de fermentación estaría alrededor de 13 g/L, para *Acetobacter aceti* (Gomez et al. 1994), aunque este valor depende también de la concentración de otros compuestos tóxicos como el ácido acético (de Ory *et al*., 2002).

La mayoría de los medios naturales (vino, sidra, cerveza) no requieren la adición de nutrientes adicionales para la fermentación, aunque suele añadirse una solución de fosfato amónico cuando la cantidad de nitrógeno es insuficiente

Tanto el etanol como el ácido acético pueden tener un efecto activador como inhibidor en el crecimiento microbiano dependiendo de las concentraciones en el medio. La ausencia de etanol puede conducir a la muerte de parte del cultivo o a la peroxidación cuando se trata de bacterias que utilizan el ácido acético como fuente de carbono y producen dióxido de carbono y agua.

Temperatura

Habitualmente, la producción industrial de vinagre se realiza a 30-31°C, siendo el proceso de fermentación viable entre 28 y 33°C.

Excesos de temperatura no controlados podrían destruir las BAA o limitar su actividad enzimática. Además, se aumentaría la posibilidad de evaporación de los compuestos volátiles entre los que se incluyen el sustrato (etanol), el producto intermedio (acetaldehído) y el producto final (ácido acético). Esto traería aparejado no sólo una disminución en el rendimiento, sino también en la calidad esperada.

Para evitar estos inconvenientes se hace necesario instalar mecanismos de disipación de calor en el fermentador como serpentines de enfriamiento con agua (Tesfaye *et al*., 2003).

Oxígeno

La fermentación acética se caracteriza por el elevado consumo de oxígeno. Esto es debido a que las bacterias involucradas en este proceso son extraordinariamente sensibles a situaciones carenciales de este gas, ante las cuales pueden reducir su metabolismo o llegar hasta su destrucción, dependiendo de las condiciones del medio (Nieto, 1991). Por este motivo, una completa aireación y un estricto control de la concentración de oxígeno durante el proceso son importantes para maximizar el rendimiento y mantener viables las bacterias (Ndoye *et al*., 2007).

La concentración de oxígeno disuelto en el caldo de cultivo durante la fermentación acética tiene un efecto significativo no sólo en el crecimiento bacteriano sino en la velocidad de producción de ácido acético, ya que uno de los sustratos en este proceso es el oxígeno.

La experiencia ha demostrado que la velocidad global de acetificación está controlada por la transferencia de oxígeno de la fase gaseosa a los microorganismos (García-García *et al*., 2009; Ormaechea Landa, 1991). Tal incremento en la velocidad de producción de ácido acético no es debido a la formación de mayor masa celular sino al incremento en la actividad metabólica (Levonen-Muñoz et al., 1981).

Las resistencias que deben superar las moléculas de oxígeno hasta poder llegar a ser utilizadas por las células son: transferencia del oxígeno desde el interior de la burbuja hasta la interfase gas líquido, movimiento a través de la interfase gas-liquido, difusión a través de la película liquida relativamente inmóvil

que rodea la burbuja, transporte a través del fluido, difusión a través de la película liquida relativamente inmóvil que rodea las células, movimiento a través de la interfase liquido-célula y, finalmente, transporte a través del citoplasma hasta el sitio de la reacción (Figura 18). Sin embargo, cuando las células se encuentran dispersas en el líquido y el caldo de fermentación se encuentra en mezcla perfecta, la mayor resistencia a la transferencia de oxígeno corresponde a la película líquida en contacto con la interfase gas-líquido ya que es la región donde puede haber un gradiente de concentración, y por lo tanto, la que marca la pauta del proceso general del transporte (García-García *et al*., 2009; Doran, 1998; Nieto, 1991).

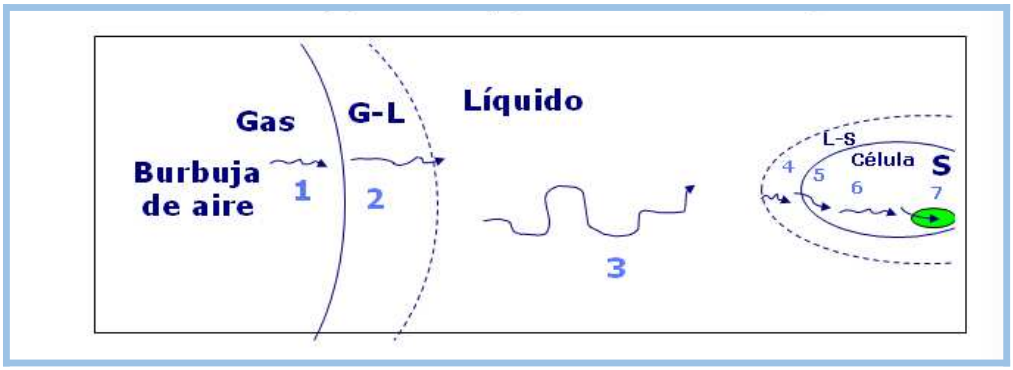


Figura 18: Barreras para la transferencia de oxígeno a la célula

La velocidad de transferencia de materia a través de esa película se calcula según la siguiente ecuación:

$$NO_2 = k_L a . \Delta C \qquad (1)$$

Donde:

- **NO_2**: velocidad de transferencia del oxígeno de la fase gaseosa a la fase líquida.
- **k_L**: coeficiente de transferencia de materia de la fase líquida.
- **a**: área interfacial liquido-gas por unidad de volumen de fluido. Representa el área disponible para la transferencia de materia.
- **Δc**: diferencia entre la concentración de oxígeno de la interfase y la fase líquida, o fuerza impulsora.

Según la ecuación (1), la productividad en la acetificación depende esencialmente del coeficiente volumétrico de transferencia de materia (k_La) y de la fuerza impulsora (Δc). Sin embargo, la experiencia ha demostrado que la concentración de oxígeno disuelto es muy baja excepto durante la carga o descarga del reactor a menos que haya incorporación constante de oxígeno. Debido a lo antes mencionado, el factor **Δc** en todo momento estará cercano al máximo valor posible lo que no permite un margen considerable de acción para acelerar el proceso (García-García *et al*., 2009), salvo oxigenando permanentemente el mismo para mantener la máxima concentración de este gas disuelto en el líquido. De esta manera, para mejorar la velocidad de transferencia de oxígeno en un cultivo es necesario centrar la atención en aumentar el área interfacial **a,** es decir incrementar el número de pequeñas burbujas (Doran, 1998; Nieto, 1991), lo cual se logra incorporando un sistema de agitación en el proceso.

Cultivo starter

Un cultivo starter adecuado para el proceso de acetificación, debe reunir los siguientes requisitos: concentración celular mayor a 1.10^9 células/ml, fase lag corta, elevada velocidad de conversión de sustrato y alta tolerancia al etanol y ácido acético (Sokollek y Hammes, 1997). Otros investigadores indicaron que se

debe garantizar una población bacteriana en el inóculo del orden de 1-5.10^8 células/ml en fase exponencial (de Ory *et al*., 2004).

Teniendo en cuenta que las frutas constituyen un hábitat adecuado para las BAA, Davies (2015), seleccionó dos especies aisladas en trabajos previos. Una de ellas, *Gluconacetobacter* sp., fue obtenida a partir de arándanos, mientras que *Acetobacte*r sp., a partir de naranjas, ambas de esta región. Además, realizó ensayos con una cepa liofilizada de *Acetobacter aceti* (NRRL B-999), provista por el Research, Education and Economics, Agricultural Research Service del United Status Departament of Agriculture (USDA). Consideró además dos medios de cultivo (RAE 1a, 2e e EYPS), y dos sistemas de aireación (agitación orbital o shaker y sistema de inyección de aire por medio de una bomba).

Los ensayos realizados por Davies (2015), permitieron deducir que las mejores condiciones para obtener el cultivo iniciador de BAA para el proceso de acetificación, se obtuvieron con medio RAE (1a/2e) con sistema de inyección de aire utilizando *Acetobacter* sp.

El tiempo de incubación para obtener un inóculo para utilizar en la producción de vinagre de naranjas debería ser de 48-72 horas, ya que *Acetobacter* sp. es una bacteria superoxidante y superado este período podrían comenzar a consumir el ácido acético producido (diauxia).

Diseño del fermentador

Desde el punto de vista de la tecnología, hay dos métodos bien definidos para la producción de vinagres: proceso tradicional o cultivo en superficie (lento) y método sumergido (rápido) (Tesfaye *et al.,* 2002). Estos métodos se diferencian en cuanto a la forma en que se articulan entre sí los tres componentes que actúan: etanol, bacterias y oxígeno.

- ✓ Sistemas superficiales:

Método de Orleans: En este método, las BAA se encuentran en la superficie del mosto alcohólico a acetificar, formando una película de celulosa llamada "madre del vinagre". La presencia de las BAA en la interfase líquido /aire se debe a que éstas son aerobias estrictas, y por lo tanto es la manera más fácil que tienen de obtener oxígeno para crecer y oxidar el etanol a ácido acético.

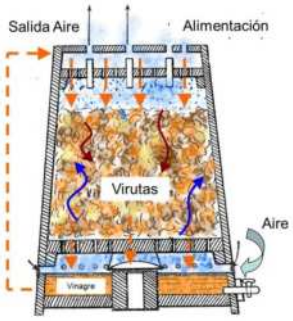
Para elaborar vinagre, el mosto alcohólico se carga en toneles de madera, convenientemente perforados para su aireación. Una vez alcanzado el grado de acidez deseado, se extrae una parte del contenido del tonel, se lo sustituye por nuevo líquido alcohólico, y así recomienza el proceso (Adams y Moss 1997). El limitado oxígeno que tienen disponible las BAA hacen que este proceso sea lento, es decir se necesita un tiempo largo para obtener una acidez adecuada. Sin embargo, estos vinagres presentan mayor calidad organoléptica y un bouquet característico, debido principalmente a la utilización de toneles de madera que permiten que se realice la acetificación y el envejecimiento al mismo tiempo (Tesfaye *et al*. 2002).



Figura 19: Método de Orleans

Actualmente, es empleado para la producción de vinagres selectos y con un alto valor agregado , ya que los largos tiempos requeridos para su elaboración, así como los altos costos de inversión e instalación incrementan en gran medida, los costos de producción (Tesfaye *et al*. 2009). Como ejemplo se pueden citar la elaboración del vinagre artesanal con denominación de origen y reconocimiento internacional: Aceto Balsámico Tradicional de Módena y vinagre de Jerez.

Método Schützenbach: Se logra aumentar la velocidad de acetificación incrementando la superficie de contacto de las BAA con el oxígeno. El mosto alcohólico a acetificar, se hace pasar a través de un lecho empacado con virutas de madera, donde están adheridas las células bacterianas. El aire se introduce a contracorriente por orificios en el fondo del equipo fluyendo por convección natural (Adams y Moss 1997).



Este sistema constituye el primer paso hacia la industrialización del proceso de fabricación de vinagre y es también precursor de las bacterias inmovilizadas. Las desventajas del método son las pérdidas de sustancias volátiles por evaporación, el extenso tiempo de proceso y la posibilidad de contaminación de las virutas.

Sistema luxemburgués de cubas rotatorias: Consiste en un tonel que se divide en dos partes separadas por un falso fondo perforado, donde la parte menor se rellena con virutas de madera de haya. El fundamento del método se basa en que, alternativa y periódicamente, las virutas quedan sumergidas en el liquido en proceso de acetificación y salen para sufrir una aireación mediante la cual, y con el enorme aumento de la superficie de oxidación de la que disponen las bacterias acéticas, se mejora notablemente la velocidad de producción de ácido acético. En primer lugar, se carga la cuba hasta 1/5 de su volumen con un vinagre de vino de buena calidad, de manera de empapar las virutas y sembrarlas de bacterias acéticas (Suarez Lepe & Inigo Leal, 2004).

- ✓ Sistemas sumergidos:

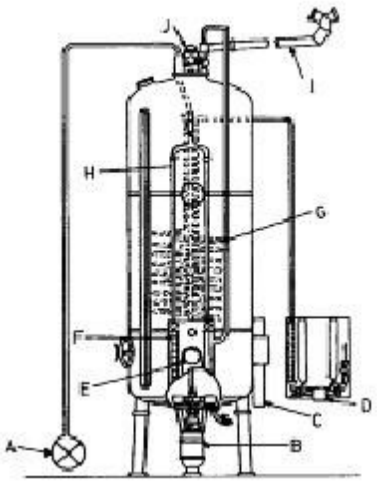
El sistema sumergido es la tecnología más comúnmente usada en la industria para producción a gran escala. Implica la suspensión de bacterias acéticas en el líquido que se desea acetificar, en el cual se aplica una fuerte aireación para asegurar la demanda de oxígeno (Tesfaye *et al.*, 2002). Este proceso logra una alta velocidad de fermentación y un alto rendimiento en ácido acético (Ohmori *et al*., 1980). Aunque el proceso sumergido es más eficiente y muy rápido (un ciclo semicontinuo tarda de 24 a 48 h.), el producto es menos aromático que el obtenido por el sistema lento (Ndoye et al., 2007).

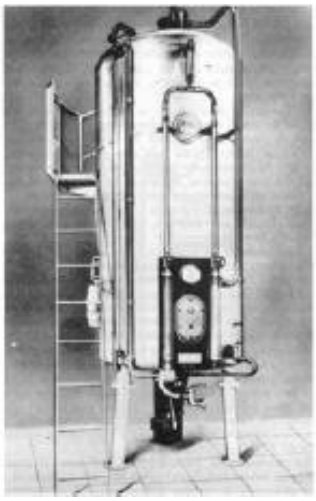
Se han descripto y patentado varios métodos para la acetificación en sistema sumergido, tales como el acetificador Frings, Cavitator, entre otros, que se diferencian en los sistemas de aireación, y por lo tanto, en los coeficientes de transferencia de oxígeno.

El acetificador Frings, consiste en un depósito provisto de agitación donde el mismo dispositivo consigue la aireación y la mezcla de aire con el líquido. Fue creado en el año 1950 y es la base de la tecnología vinagrera actual. Este sistema utiliza una turbina-estator que además de funcionar como dispositivo de aireación, aspirando de modo continuo aire desde el exterior, genera una intensa mezcla con el medio de cultivo. La turbina tiene un cuerpo hueco conectado con el exterior de manera que cuando gira genera un vacío que succiona aire del exterior. Rodeando la turbina se encuentra el estator. Con este diseño se consigue una dispersión homogénea del aire en forma de burbujas pequeñas, con lo cual la superficie de transferencia del oxígeno es mayor y, al tener una mayor velocidad de transferencia, se tiene también una mayor velocidad de producción de ácido acético, con gasto de energía relativamente bajo. Además, cuenta con serpentina de enfriamiento, termómetro, analizador-registrador continuo y automático del contenido alcohólico residual (Alkograph) y dispositivo antiespuma (Figura 21). En este tipo de fermentador es posible realizar tanto una fermentación semicontinua como una continua.

Dentro de las ventajas de la fermentación en cultivo sumergido se incluyen los elevados rendimientos (95 al 98 % del valor teórico), velocidad de crecimiento logarítmico y mayor velocidad de acetificación: mientras que con un biorreactor de virutas se logra una velocidad máxima de 0,02 a 0,025 % p/v/h, con el sistema sumergido se consiguen 0,12 a 0,17 % p/v/h. Además, la superficie necesaria para acetificar un mismo volumen de etanol es muy inferior a la requerida con

generadores de virutas: para 300 L de etanol diarios se necesitan 30 m^2 con este último mientras que, con el primero, sólo 0,55 m^2. Por ello, los métodos sumergidos son los utilizados habitualmente en los procesos industriales de obtención de vinagres (Adams 1998; Suarez Lepe e Iñigo Leal, 2004; Mazza y Murooka 2009).





Sistemas de alimentación

El sistema de alimentación puede realizarse en forma discontinua, semicontinua o continua, lo que dependerá de los objetivos buscados en la fermentación (calidad de producto final) y de los recursos disponibles (economía).

El modo discontinuo implica tres fases principales: carga de la materia prima e inoculación, fermentación y descarga completa del medio fermentado con el producto de la biotransformación.

El sistema semicontinuo, consiste en el desarrollo de sucesivos ciclos discontinuos de acetificación, cada uno con la conversión del etanol que contiene el medio en ácido acético. Al final de cada ciclo, un volumen dado del reactor se descarga y se rellena con medio inicial mientras que el volumen remanente, actúa como inóculo para la siguiente etapa. Este sistema es el modo de operación más común en la industria vinagrera (Garcia-Garcia *et al*., 2007).

El proceso continuo consiste principalmente en la descarga continua de un pequeño volumen del producto, con una composición constante en el tiempo, para lo cual se requiere un suministro continuo de sustrato con el objetivo de mantener constante el volumen del medio de fermentación en el biorreactor (Tesfaye *et al.,* 2002).

Cuando se quiere producir vinagre de acidez mayor a 8-9 % en ácido acético, se debe excluir la operación en continuo y el modo habitual de trabajo en estos casos es el semicontinuo (Garcia-Garcia *et al*., 2009).

PROCESO DE OBTENCIÓN DE VINAGRE DE NARANJAS

En la actualidad, como ya se ha mencionado, la elaboración de vinagres a nivel industrial se realiza principalmente en cultivo sumergido semicontinuo. En este sistema, una fracción de producto final se descarga periódicamente y el volumen remanente de vinagre se utiliza como cultivo iniciador del siguiente ciclo oxidativo. Luego, es completado con vino fresco hasta obtener el volumen de trabajo inicial.

El sustrato alcohólico utilizado para la reposición es agregado lentamente y en pequeñas porciones hasta obtener el volumen final de trabajo. Este procedimiento resulta en cambios temporales en las propiedades del medio de cultivo donde crecen las bacterias del ácido acético. El porcentaje de carga/descarga o proporción de carga (C/D) es variable en cada proceso pero lo más común es la remoción del 40 % al 50% (Ormaechea Landa, 1991), pudiendo llegar hasta el 60% (Davies, 2015).

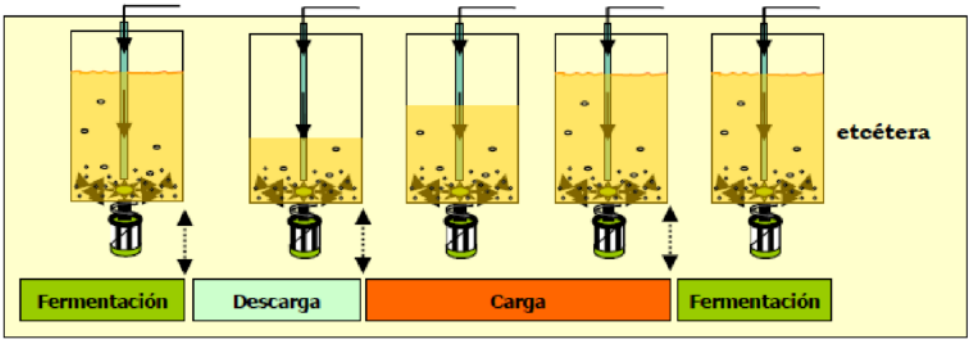


Figura 21: Sistema semicontinuo

1. Acondicionamiento del sustrato alcohólico.

El sustrato utilizado por las BAA para producir ácido acético, como ya se mencionó, es el etanol. Sin embargo, altas concentraciones del mismo (superiores a 50 g/l) dificultan el comienzo de la fermentación debido al efecto inhibitorio que presenta el mismo sobre las bacterias acéticas. Davies (2015), diluyó el vino cítrico utilizado como sustrato hasta un 6 % v/v de etanol (47,6 g/L).

Sin embargo, esta dilución tiene un efecto relevante sobre la concentración de nutrientes, en especial si se tiene en cuenta que el contenido de nitrógeno amínico en el vino de naranja se ubica entre 3,6 y 5,2 mg/100 mL (Ferreyra, 2006). Por este motivo, Davies (2015) fortificó el vino mediante el agregado de una solución de minerales y fuente nitrogenada de la siguiente composición: 0,8 g/L de KH_2PO_4; 0,35 g/L de $K_2HPO_4.3H_2O$; 1,5 g/L de $(NH_4)_2SO_4$. Las sales se disuelven en agua en erlenmeyers de 1 L de capacidad y son esterilizadas en autoclave a 121ºC durante 15 minutos.

Conocido el contenido alcohólico del vino cítrico, se agregan al mismo las soluciones de nutrientes ya estériles y se realiza la dilución con agua. Para

asegurar la asepsia del proceso, se coloca un filtro de tipo cartucho de 0.45 micras a la entrada del fermentador para proceder al filtrado del agua. De esta manera, no se incorporan microorganismos indeseables en la mezcla.

2. Inoculación

La fermentación se realiza con *Acetobacter sp.* aisladas de naranjas de la región. Para esto es necesario previamente realizar una propagación del inóculo hasta obtener 20 L de medio con un recuento de BAA del orden de 10^8 bacterias/ml. Lo que se busca en el primer lugar, es obtener este volumen para poner en marcha el sistema, ya que es necesario contar con un 10% de inóculo para llevar a cabo el proceso de bioxidación, considerando que desean producirse 200 L de vinagre por proceso fermentativo unitario.

Para poner en marcha el sistema semicontinuo, por única vez se deben realizar las siguientes acciones:

a. **Obtención de pre-cultivo:** Se dispone de tubos de ensayo con cultivos congelados de BAA. Los mismos se descongelan y se inoculan en caldo RAE (1a, 2e) previamente esterilizado con calor húmedo a 121ºC durante 15 minutos.

   La composición del caldo es la siguiente: 40 g/L de glucosa; 10 g/L de extracto de levadura; 10 g/L peptona; 3,38 g/L Na_2HPO_4. $2H_2O$; 1,5 g/L ácido cítrico. Luego de esterilizado, se adiciona hasta 10 ml/L de con vinagre de alcohol comercial de concentración 60 g/L de ácido) y 20 ml/L de etanol. Se preparan 450 mL del medio sobre el que luego se inocula la suspensión de bacterias descongeladas obteniendo un volumen final de 500 mL. Se incuban a 30ºC hasta observar la formación de velo superficial y presencia de turbidez.

Se procede luego de forma similar inoculando 10 sistemas con 50 ml del precultivo en 450 mL de vino de naranjas diluido a 6% en etanol contenido en erlenmeyers de 2000 mL. La dilución se realiza con solución de minerales y fuente nitrogenada de la siguiente composición: 0,8 g/L de KH_2PO_4; 0,35 g/L de $K_2HPO_4.3H_2O$; 1,5 g/L de $(NH_4)_2SO_4$, previamente esterilizada, para ir adaptando las BAA al sustrato alcohólico.

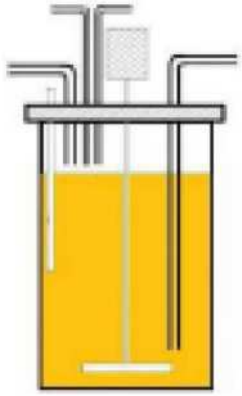
El erlenmeyer con medio RAE y los erlenmeyers con vino diluido con la solución de nutrientes deben ser esterilizados previamente por calor húmedo a 121 °C durante 15 min, en autoclave tipo Chamberland disponible en la planta.

El biorreactor, será sanitizado con una solución de metabisulfito de sodio al 3% antes de ser utilizado. Los nutrientes necesarios se esterilizan en forma de soluciones concentradas en autoclave y luego se agregan al mismo junto con las cantidades correspondientes de vino y agua previamente filtrada.

b. Los erlenmeyers se cubren con tapón de algodón para asegurar el suministro de oxígeno y se mantienen aproximadamente a 30±1 ºC el tiempo necesario para observar la presencia de velo superficial y la turbidez.
c. Se inoculará el fermentador con el contenido de los diez erlenmeyers (lo que sumado es un total de 5 litros), cargado con 45 litros de vino de naranjas diluido a 6% v/v y al que se le han adicionado los nutrientes antes mencionados.
d. El sistema se mantiene estático y el suministro de aire se da de manera superficial. La relación superficie/volumen hace que no sea necesaria la inyección de aire en esta etapa del proceso. Se dispone así de los 50 litros de inóculo con bacterias acéticas que serán necesarios para iniciar la biooxidación.







3. Fermentación

Como ya se mencionó, es necesario sanitizar el fermentador, el tanque de alimentación y las cañerías involucradas en este proceso con una solución de metabisulfto al 3%.

Para realizar la primera carga del fermentador (500 L), se debe tener en consideración la graduación alcohólica del vino de naranjas, realizando una dilución del mismo con agua primeramente filtrada, y agregando las soluciones de nutrientes previamente esterilizadas. Para esto se dispondrá de dos tanques de alimentación con bombas dosificadoras. Uno de los tanques almacenará el vino y otro el agua a la que se adicionan periódicamente los nutrientes necesarios. La adición se realiza en forma de soluciones concentradas previamente esterilizadas.

Existen diferentes modelos de fermentadores en la industria, y se elegirá uno en función de sus cualidades y precio. El equipo seleccionado debe cumplir, como mínimo, con los siguientes requisitos:

- Sistema de refrigeración y calefacción, sea serpentín o camisa.
- Agitador.
- Sistema de distribución de aire.
- Conexiones para el ingreso de vino y para el agua filtrada.
- Sistema de toma de muestra.
- Sistema de control de temperatura.

Una vez realizada la dilución y habiendo seguido todos los pasos mencionados, antes de iniciar la fermentación, las condiciones iniciales del proceso serán:

- ✓ volumen del sustrato: 450 L
- ✓ volumen del inoculo: 50 L
- ✓ graduación alcohólica: 6,0 ± 0,5 % v/v
- ✓ pH: 3,40 ± 0,05 (Davies, 2015)
- ✓ acidez total: 9,7± 0,6 g/L expresada como ácido acético (Davies, 2015)
- ✓ temperatura: 30±1°C
- ✓ 0,8 g/L de KH_2PO_4
- ✓ 0,35 g/L de $K_2HPO_4.3H_2O$
- ✓ 1,5 g/L de $(NH_4)_2SO_4$,

Como se ha mencionado, el ácido acético tiene un efecto activador en el comienzo de la fermentación por lo que, de ser necesario, el ajuste de la acidez total se realizará con un vinagre de alcohol comercial.

Una vez que el inoculo reúna las características esperadas, se procederá a cargar el acetificador haciendo uso de las bombas dosificadoras colocadas la salida de los tanques de alimentación de agua y vino. Esta primera carga se realizará a razón de 50 $L.h^{-1}$ de mezcla.

El primer ciclo es siempre más largo que los siguientes, ya que las bacterias tienen que adaptarse a las nuevas condiciones de acetificación en el fermentador. Se presentan tres fases (latencia, exponencial y estacionaria) de crecimiento de bacterias antes de alcanzar la densidad bacteriana deseada y lograr una producción óptima de ácido acético (Tesfaye et al., 2003)

De acuerdo con los ensayos anteriormente mencionados, el primer ciclo tiene una duración de 18 a 22h, luego de las cuales se realiza una descarga del 60% del volumen (Davies, 2015).

Luego, se procede a recargar el reactor por medio de las bombas dosificadoras. El primer ciclo de acetificación se dará por finalizado cuando la acidez total alcance valores de 60 g/L. Este intervalo se fija teniendo como referencia la investigación de Nanba et al. (1984) quienes demostraron que, durante la obtención de vinagres de frutas mediante fermentación con *Acetobacter sp.*, el crecimiento bacteriano se vio totalmente inhibido entre esos valores de acidez y para un amplio rango de concentraciones de etanol (5-75 g/L ó 0,76-9,45 % v/v).

La determinación de acidez total se realizará mediante titulación con solución de hidróxido de sodio (NaOH) y fenolftaleína como indicador (AOAC,

2005, 18th Ed., Official Method 962.12). El resultado se expresa como g/L de ácido acético. Se asume que toda la acidez del producto se debe a este ácido.

En esta instancia se realizará la descarga, lo más rápidamente posible, de 300 L de vinagre según el nivel de C/D indicado en este caso. El vinagre descargado será almacenado en un tanque de 2000 L de capacidad para su posterior envasado, previa filtración.

Una vez concluida la descarga, se debe iniciar el agregado de sustrato fresco (vino diluido 6 % v/v de etanol, 10 g/L ácido acético y nutrientes) en igual volumen que vinagre retirado previamente. Esta nueva adición debe realizarse en forma lenta y progresiva para evitar repentinas modificaciones de las condiciones ambientales para la biomasa, como la concentración de etanol y ácido acético, nutrientes, temperatura, pH. De lo contrario, podría aparecer una nueva fase de latencia y por consiguiente un período no productivo (Bu´Lock y Kristiansen, 1991; de Ory et al., 2004).

De acuerdo a lo concluido por Davies (2015), con el objeto de desarrollar una fermentación económicamente eficiente y obtener mayor volumen de producto, se debe establecer una proporción de carga/descarga de 60% para cada ciclo de un proceso semicontinuo. La duración de los ciclos se estima de 18 a 22 h para el primero y de 10 a 13 h para los siguientes, de acuerdo a datos bibliográficos.

Baena Ruano y sus colaboradores (2006), trabajaron en la producción a escala laboratorio de vinagre de vino con reactor de 10 L y realizando descarga de 6 L. En este trabajo reportaron una velocidad de recarga óptima de 2 L/h, por lo que haciendo una relación proporcional con las dimensiones del fermentador utilizado en este proyecto y dado que la relación carga/descarga propuesta es la

misma, se plantea una velocidad de recarga de 50 L/h, por lo que la misma se realizará durante 6 horas.

El estudio de mercado realizado en el capítulo 3, arrojó una necesidad de producción de 83953 L de vinagre de naranjas por año, por lo que el tiempo total empleado en este volumen de producción es:

Volumen total: 83.953 L

Volumen producido en el primer ciclo: 300 L

Volumen a producir en ciclos sucesivos: 83.653 L

Se realizarán 278 ciclos de 12 horas que permitirán obtener 83.400 L de vinagre (a razón de 300 L/ ciclo) y un ciclo final en el cual se descargará todo el reactor de 253 L para alcanzar el volumen requerido. Se estima para este último también una duración de 12 horas.

Tabla 3: Ciclos de producción de vinagres

Ciclos	h/ciclo	H totales	volumen/ciclo	Volumen total
1	22	22	300 L	300 L
278	12	3.366	300 L	83.400 L
1	12	12	253 L	253 L
	Horas totales	**3370 h**	Volumen total	**83.953 L**

La posibilidad de realizar la producción total en un tiempo relativamente corto está relacionada con la capacidad del fermentador. Contar con uno de poca

capacidad alargaría los tiempos de proceso, sin embargo, el costo de los tanques no es proporcional a su volumen, por lo que se seleccionará el que tenga la relación costo/volumen más conveniente.

La versatilidad con respecto al volumen del equipo permite manejar los tiempos de proceso gracias a las proporciones de carga/descarga. Al utilizar la proporción del 60% mencionada y obtener así un corto tiempo de procesamiento, se permite aumentar la producción en caso de ser necesario y obtener además la maduración del producto, ya que este contaría con un almacenamiento previo a su comercialización.

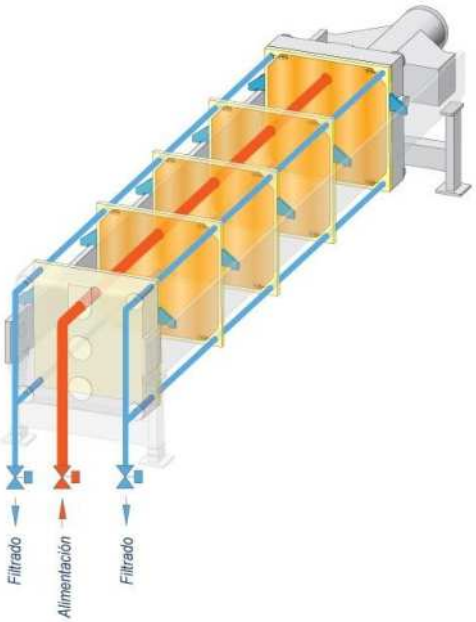
Otra ventaja por considerar es que el equipo queda disponible para otras épocas del año, dejando abierta la posibilidad de la obtención de vinagres de otras frutas, como por ejemplo arándanos y otros cítricos.

Dada la elevada turbidez que presenta el vinagre que será descargado, se deberá realizar un filtrado del mismo previo a su almacenamiento y/o envasado. Para esto, debe acoplarse al equipo un filtro tangencial.

4. Filtración

La filtración es una operación unitaria que consiste en la separación mecánica de partículas sólidas a partir del paso del fluido a través de un medio filtrante sobre el que se depositan los sólidos. Existen equipos para llevar a cabo este proceso, tales como los filtros de torta, de carcasa y hoja, discontinuos, de vacío, de cinta horizontal, de tambor rotatorio, tangenciales, prensa, etc., que dependen del tamaño de los sólidos que se encuentran suspendidos en el líquido, de la concentración y de la naturaleza de la suspensión.

En el filtro de prensa, la filtración se realiza por medio de la superficie de la tela filtrante, de las placas y marcos, en donde el filtrado fluye entre la tela filtrante y la superficie de la placa, a través de canales y hacia el exterior, mientras los sólidos se acumulan como torta en los marcos. Pueden utilizarse distintos tipos de tela filtrante, dependiendo de la suspensión que se vaya a separar. Este equipo es utilizado por muchas industrias, como la industria minera, en tratamientos de agua, para la clarificación de la cerveza, para la filtración de vinos, etc., debido a su variedad de tamaños y fácil manejo.



Los filtros prensa consisten de placas y marcos alternados con una tela filtrante a cada lado de las placas, las placas tienen incisiones con forma de canales para drenar el filtrado en cada placa. La suspensión de alimentación se bombea en la prensa y fluye a través del conducto al interior de cada uno de los marcos abiertos, de manera que va llenando los espacios vacíos. El filtrado fluye entre la tela filtrante y la superficie de la placa, a través de los canales y hacia el exterior, mientras los sólidos se acumulan como torta en los marcos. En muchos casos, el filtro prensa tiene una descarga abierta individual para cada marco, que permite una inspección visual para verificarla transparencia del líquido filtrado. Si una de las salidas descarga líquido turbio debido a una perforación de la tela o a otras causas, se puede cerrar por separado y continuar con la operación. Cuando los espacios están totalmente llenos, las placas y los marcos se separan y se extraen las tortas.

Se manejan con facilidad, son versátiles y de operación flexible y se pueden utilizar altas presiones si es necesario, con soluciones viscosas o cuando la torta de filtro tiene una gran resistencia.

Los procesos de separación con membranas, en particular ósmosis inversa y ultrafiltración, se transformaron en opciones viables a escala industrial cuando fueron desarrollados como procesos de filtración tangencial, o "cross-flow filtration". Mediante este tipo de filtración, la alimentación líquida fluye

paralelamente a la superficie de la membrana, lo que provoca que la misma alimentación barra continuamente la superficie del medio filtrante. Esta modalidad disminuye drásticamente el depósito e incrustación de solutos en la membrana. Como resultado, se produce un efectivo control del fenómeno de polarización por concentración, aumentando la eficiencia de la separación. Esta técnica es más eficiente que el proceso tradicional de filtración, o filtración perpendicular, lo que permite procesar volúmenes mayores de alimentación en forma continua o batch (Romero Gonzalez, 2010). En la Figura 23 se muestran ambos tipos de filtración.

Mediante este tipo de filtración, la alimentación líquida fluye paralelamente a la superficie de la membrana, lo que provoca que la misma alimentación barra continuamente la superficie del medio filtrante. Esta modalidad disminuye drásticamente el depósito e incrustación de solutos en la membrana. Como resultado, se produce un efectivo control del fenómeno de polarización por concentración, aumentando la eficiencia de la separación. Esta técnica es más eficiente que el proceso tradicional de filtración, o filtración perpendicular, lo que permite procesar volúmenes mayores de alimentación en forma continua o batch (Romero Gonzalez, 2010).

Como se observa, este tipo de filtración previene la acumulación de sólidos en la membrana. Dependiendo del diámetro de los poros, la membrana puede retener sólidos de diferentes tamaños, desde células microbianas hasta compuestos como proteínas.

El uso del filtro apropiado es crucial para asegurar no solo las propiedades del producto, sino también la factibilidad económica del proceso de filtración/clarificación. Uno de los diseños más efectivos al respecto, está basado en cartuchos embalados con muchas membranas de fibra hueca (Solieri y Giudici, 2009).

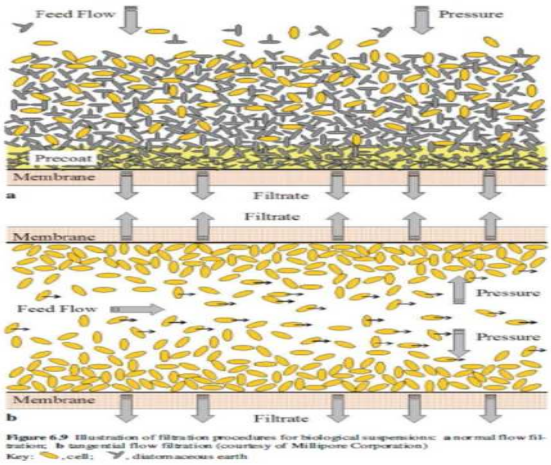


Figura 23: Filtración tangencial versus convencional

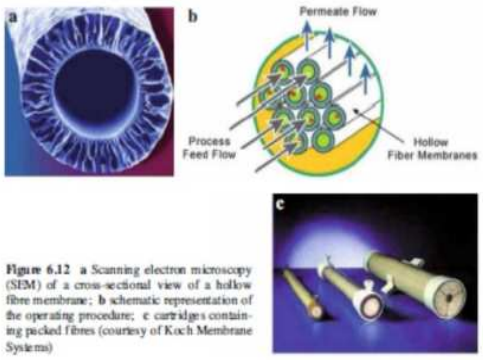


Figure 6.12 a Scanning electron microscopy (SEM) of a cross-sectional view of a hollow fibre membrane; b schematic representation of the operating procedure; c cartridges containing packed fibres (courtesy of Koch Membrane Systems)



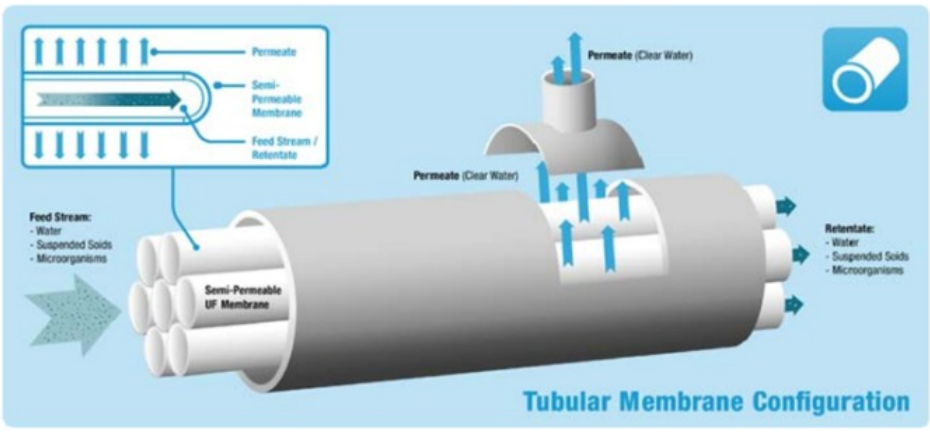


Figura 26: Sistema tangencial

Actualmente, la filtración tangencial ha superado a la tradicional en varios aspectos (Solieri y Giudici, 2009).

- Ayuda a obtener productos de calidad, sin retener colores y aromas típicos del vinagre.
- Implica menos etapas y por lo tanto menos manipulación del producto.
- Reduce las pérdidas de producto un 70% respecto de los filtros convencionales y recupera más del 99% del líquido filtrado.
- Es fácilmente automatizable, reduciendo así los costos de mano de obra.
- Las membranas, utilizadas correctamente, tienen una larga vida útil.
- No requieren ayudantes del filtrado.
- Ahorran tiempo, trabajo, material, energía y mantenimiento, lo que los hace más económicos que los tradicionales.

La adopción de uno u otro tipo de filtro obedecerá más que nada a la disponibilidad de los mismos en el mercado y a sus costos de instalación.

5. Envasado

Luego del primer ciclo de alrededor de 22 horas, los ciclos sucesivos implican un tiempo máximo de 13 horas. El vinagre obtenido se almacenará en el tanque destinado a tal fin y periódicamente, previa filtración, se procederá a su envasado. Al igual que en el proceso de embotellado del vino, el lavado y desinfección de los envases es una importante etapa previa al llenado, que debe comprender:

1. Enjuague con agua de las botellas (eliminación de impurezas groseras).
2. Lavado con solución de metabisulfito se potasio al 3 %.
3. Enjuague con agua caliente (70° C).
4. Enjuague con agua a temperatura ambiente.



Se procederá a envasar el vinagre en botellas de vidrio con capacidad de 250 ml, en un envase decorativo, que permita apreciar a simple vista el color característico del mismo y que haga apto el producto para llevar a la mesa, sin necesidad de utilizar vinagreras u otros utensilios. Este tamaño de envase permite además que el producto conserve sus características sápido-aromáticas durante el tiempo de consumo. Un envase de mayor tamaño favorece la eliminación de los aromas por evaporación de volátiles.

Una vez llenas las botellas se acondicionan para su posterior distribución a los centros de venta.

6. Bibliografía

Adams, M. R. (1998). Vinegar. In B. J. B. Wood (Ed.), Microbiology of fermented foods. Springer US.

Adams, M. R., & Moss, M. O. (1997). Microbiología de los Alimentos. (E. A. S.A.)

Agenbach, W.A. (1977) A study of must nitrogen content in relation to incomplete fermentations, yeast production and fermentation activity. In: Proceedings of South African Society of Enology and Viticulture. Stellenbosch: South African Society of Enology and Viticulture, Cape Town.

Aleixandre Benavente, J.L.; Alvarez Cano, M.I. (2003) Tecnología Enológica. Editorial Síntesis. España.

Alexandre, H. and Carpentier, C. (1998). Biochemical aspects of stuck and sluggish fermentations in grape must. J. Microb. Biotech.

Amerine, M.A. and Berg, H.W. (1980). The composition of grape and wine.

Baena-Ruano, S., Jiménez-Ot, C., Santos-Dueñas, I. M., Cantero-Moreno, D., Barja, F., & García-García, I. (2006). Rapid method for total, viable and non-viable acetic acid bacteria determination during acetification process. Process Biochemistry.

Basak, S. and Ramaswamy, H.S. (1996). Ultra high pressure treatment of orange juice: a kinetic study on inactivation of pectin methyl esterase.

Bisson, L.F. (1996). Yeast and biochemistry of ethanol formation. In: Principles and Practices of Winemaking. Boulton, R.B.; Singleton, V.L.; Bisson, L.F. and Kunkee, R.E. (Eds).

Boulton, R.B.; Singleton, V.L. and Kunkee, R.E. (1996) Yeasts and Biochemistry of Ethanol Fementation. In: Principles and practices of wine making. Gaithersburg. Maryland. Aspen.

Bu´Lock, J., & Kristiansen, B. (1991). Biotecnología Básica. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.

Campbell, I. and Duffus, J.H. (1988). Yeast. A Practical Approach. I.R.L. Press Limited. Oxford, England.

Casey, G.P. and Ingleden, W.M. (1985). Reevaluation of alcohol synthesis and tolerance in brewer's yeast. Am. Brew. Soc. Chem.

Ciani, M. and Picciotti, G. (1995). The Growth Kinetics and Fermentation Behaviour of Some *non- Saccharomyces* Yeast Associated with Winemaking. Biotech. Lett.

D´Amore, T. and Steward, G.G. (1987). Ethanol Tolerance of Yeast. Enz. Microb. Tech.

Davies, C. (2015). Estudio de los procesos biotecnológicos de acetificación para la producción de vinagre de naranja y vinagre de arándanos. Universidad Politécnica de Valencia.

De Ory, I., Romero, L. E., & Cantero, D. (2002). Optimum starting-up protocol of a pilot plant scale acetifier for vinegar production. Journal of Food Engineering.

De Ory, I., Romero, L. E., & Cantero, D. (2004). Operation in semi-continuous with a closed pilot plant scale acetifier for vinegar production. Journal of Food

Engineering. Doran, P. M. (1998). Principios de ingeniería de los bioprocesos. Huesca, España: Editorial Acribia S.A.

Dombeck, K.M. and Ingram, L.O. (1986). Magnesiun and its role in apparent toxicity of ethanol in yeast fermentation. Appl. Envir. Microb.

Drysdale, G. S. y Fleet, G. H. (1988). Acetic acid bacteria in winemaking: A Review. American Journal Enology and Viticulture.

Dubois, C. and Manginot, C. (1996). Effect of variety, year and grape maturity on the kinetics of alcoholic fermentation. Am. J. Enol. Vitic.

Ferreyra, M. (2006). *Estudio del proceso biotecnológico para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de jugo de naranja*. Universidad Politécnica de Valencia.

Ferreyra, M. M., Schvab, M. D. C., Gerard, L. M., Zapata, L. M., Davies, C. V., y Hours, R. A. (2009). Fermentación alcohólica de jugo de naranja con *S. cerevisiae. Ciencia Docencia y Tecnología*.

Fleet, G.H. (1993). The microorganisms of winemaking isolation, enumeration and identification. In: Wine Microbiology and Biotechnology, Fleet, G.H. (Ed).

Fleet, G.H.(2001). *Schizosaccharomyces.* In: Encyclopedia of Food Microbiology. Robinson, R.K.; Batt, C.A. and Patel, P.D. (Eds). Academic Press, London.

Garcia-Garcia, I., Cantero-Moreno, D., Jimenez-Ot, C., Baena-Ruano, S., Jimenez-Hornero, J., Santos-Duenas, I.,Barja, F. (2007). Estimating the mean acetification rate via on-line monitored changes in ethanol during a semi-continuous vinegar production cycle. Journal of Food Engineering.

Garcia-Garcia, I., Santos-Duenas, I. M., Jimenez-Ot, C., Jimenez-Hornero, J. E., & Bonilla-Venceslada, J. L. (2009). Vinegar Engineering. En: L. Solieri & P. Giudici (Eds.), Vinegars of the world. Milan: Springer-Verlag Italia S.r.l.

Gerard, L. (2015). *Caracterización de bacterias del ácido acético destinadas a la producción de vinagres de frutas.* Universidad Politécnica de Valencia.

Gomez, J. M., Romero, L. E., Caro, I., & Cantero, D. (1994). Cinética de crecimiento de Acetobacter aceti sobre sustrato alcohólico. Información Tecnológica..

Jagnow, G., & Dawid, W. (1991). Biotecnología. *Introducción con experimentos modelo. Ed. Acribia SA Zaragoza, España*.

Jara, C. I. (2009). *Desarrollo de métodos de Biología Molecular para el análisis directo de bacterias acéticas de vinagre*. Tesis Doctoral. Departamet de Bioquímica I Biotecnología. Facultat d'Enologia. Universitat Rovira I Virgili.

Jojima, Y., Mihara, Y., Suzuki, S., Yokozeki, K., Yamanaka, S., & Fudou, R. (2004). Saccharibacter floricola gen. nov., sp. nov., a novel osmophilic acetic acid bacterium isolated from pollen. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.

Kimball, D. (1991). Citrus Processing Quality Control and Technology. Van Nostrand Reinhold. New York.

Lee, B.H. (1996). Fundamentos de Biotecnología de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Levonen-Munoz, E., & Cabezudo, M. (1981). Influence of oxygen transfer rate on vinegar production by Acetobacter aceti in submerged fermentation. Biotechnol Letters.

Mazza, S., & Murooka, Y. (2009). Vinegars through the ages. En: L. Solieri y P. Giudici (Eds.), Vinegars of the world . Springer-Verlag Italia S.R.L.

Meurguest, O. (1996). La valorisatin del arômes du Chardonay en Bourgogne par les techniques de vinification. Les arômes du vin, caractérisation et genése. E. Lallemand, (Tolouse).

Monk, P.R. (1986). Rehydration and Propagation of Active dry wine Yeast. Australian Wine Ind.

Nabais, R.C. and Sa-Correia, C.A. (1988). Influence of calcium ion and etanol tolerance of *Saccharomyces bayanus* on alcoholic fermentation by yeast. Appl. Envir. Microb.

Nanba, A., Tamura, A. y Nagai, S. (1984). Synergistic effects of acetic acid and ethanol on the growth of Acetobacter sp. Journal of Fermentation Technology.

Ndoye, B., Lebecque, S., Destain, J., Guiro, A. T., & Thonart, P. (2007). A new pilot plant scale acetifier designed for vinegar production in Sub-Saharan Africa. Process Biochemistry.

Nieto, F. J. (1991). Algunos aspectos de la tecnología de la fermentación acética. En: C. Llaguno Marchena & M. C. Polo (Eds.), El Vinagre de Vino. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Ormaechea Landa, A. R. (1991). Proceso industrial de elaboracion de vinagre. En: C. LLaguno Marchena & M. C. Polo (Eds.), El Vinagre de Vino. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Ough, C.S.; Huang, D. (1991). Amino uptake by four commercial yeasts at two differente temperatures of growth and fermentation: Effect on urea excretion and readaptation. Am. J. Enol. Vitic.

Pao, S.; Craig, L.D. (2000). Transfer of Natural and Artificially Inoculated Microorganisms from Orange Fruit to Fresh Juices During Extraction. Academic Press. London.

Reed, G. and Peppler, H.J. (1973). Yeast Technology. The AVI Pub. Co. Westport, CN.

Riberáu-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., D. (2003). Tratado de Enología. 2. Química del Vino Estabilización y tratamientos (1a ed.). Hemisferio Sur S.A.

Romero González, J.F. (2010). Control avanzado en Procesos Industriales de Microfiltración y Ultrafiltración tangencial. Universidad Politécnica de Valencia.

Sokollek, S. J., & Hammes, W. P. (1997). Description of a starter cultura preparation for vinegar fermentation. Systematic and Applied Microbiology.

Solieri, L., & Giudici, P. (Eds.). (2009). Vinegars of the world. Milan, Italia: Springer-Verlag Italia S.r.l.

Stefani, A. (2015). *Desarrollo de Vino espumante de naranja (var. Valencia). Estudio de su fracción aromática libre y caracterización sensorial con consumidores*. Universidad Politécnica de Valencia.

Suarez Lepe, J. A., & Inigo Leal, B. (2004). Biotecnología de la elaboración de vinagre. Microbiología Enológica. Fundamentos de Vinificación. (3° ed). Madrid.

Tesfaye, W., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2000). Set up and optimization of a laboratory scale fermentor for the production of wine vinegar. Journal of the Institute of Brewing.

Tesfaye, W., Morales, M. L., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2002).Wine vinegar: technology, authenticity and qualityevaluation. Trends in Food Science & Technology.

Tesfaye, W., Morales, M. L., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2002). Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. Trends in Food Science & Technology.

Tesfaye, W., Morales, M. L., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2003). Optimising wine vinegar production: fermentation and ageing.

Tesfaye, W.; Morales, M.L.; Garcia-Parrilla, M.C. y Troncoso, A.M. (2009). "Improvement of Wine Vinegar Elaboration and Quality Analysis: Instrumental and Human Sensory Evaluation". Food Reviews International.

Torija, M.J. Rozès, N.; Poblet, M.; Guillamón, J.M. and Mas, A. (2003). Effect of fermentation temperature on the strain population of *Saccharomyces cerevisiae*.

Wahlstrom, V.E. and Fugelsang, K.C. (1987). Utilization of yeast Hulls in High and Low Temperature Fermentation of Grape Wines.

Ward, O. (1991). Biotecnología de la fermentación. Principios, procesos y productos. Ed. Acribia. Zaragoza. España.

Yamada, Y., Katsura, K., Kawasaki, H., Widyastuti, Y., Saono, S., Seki, T., & Uchimura, T. (2000). Asaia bogorensis gen . nov ., sp . nov ., an unusual

acetic acid bacterium in the α - Proteobacteria. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.

Yamada, Y., Yukphan, P., Vu, H. T. L., Muramatsu, Y., Ochaikul, D. y Nakagawa, Y. (2012a). Subdivision of the genus Gluconacetobacter Yamada, Hoshino and Ishikawa 1998: the proposal of Komagatabacter gen. nov., for strains accommodated to the Gluconacetobacter xylinus group in the α-Proteobacteria. Annals of Microbiology.

Balance de materia para "vino de naranjas"

Introducción

Un balance de masa o de materiales es una secuencia de cálculos que permite llevar la cuenta de todas las sustancias que intervienen en un proceso de transformación, satisfaciendo la ley de la conservación de la masa, la cual establece que la materia se transforma, pero no se crea ni se destruye. Por lo tanto, realizar un balance de materia implica contabilizar los materiales que toman parte del proceso. Las sustancias pueden entrar, salir, producirse, acumularse o consumirse durante el mismo.

Se entiende por proceso cualquier conjunto de operaciones que produce una transformación física o química en una sustancia o en un grupo de sustancias. Todas las sustancias que ingresan en un proceso reciben el nombre de alimentación o entrada, mientras que las que emergen del proceso se llaman producto o salida. Un proceso puede estar constituido por varias unidades de proceso, recibiendo este nombre cualquier aparato o sitio donde se lleve a cabo una operación de transformación.

1. Balance de materia para la producción de "vino" de naranjas

El balance de materia se realiza considerando el volumen de producción estimado en el estudio de mercado. Sin tener en cuenta el aumento de 10% estipulado para contemplar expansiones, el volumen de producción de vino, para

venta como tal, es de 107.701 L por año. Del mismo modo, el volumen de producción de vinagre es de 83.953 L anuales. Sin embargo, como para la elaboración de este último, el vino debe diluirse previamente en un 50%, resulta en una necesidad de vino de 41.977 L por anuales para este fin. Por lo tanto, el volumen de producción total de vino necesario resulta ser de 149.678 L anuales, considerando un total de 150.000 L.

La fermentación alcohólica dura un total 20 días. Para considerar todas las etapas previas y posteriores como llenado del tanque de fermentación, trasiegos y filtrados, se hablará de 21 días transcurridos entre el fin de una fermentación y el inicio de la siguiente, es decir, tres semanas. A medida que transcurra un proceso fermentativo, paralelamente se irá recolectando el jugo en bidones de 1.000 L y se los guardará en una cámara hasta su uso. Se pretende que el tanque sea lo suficientemente grande como para que se pueda llevar a cabo un proceso fermentativo con el jugo que se recolecta mientras está en transcurso otro proceso fermentativo, es decir, con el jugo recolectado en esos 21 días.

En cuanto a los balances de masa, se partirá del jugo que ha sido obtenido por extracción en sistema tipo Brown, filtrado y pasteurizado, considerando un contenido en pulpa de aproximadamente 20 %. Por lo tanto, las etapas que cobran principal relevancia son la separación en jugo para inóculo y para mosto, la preparación del inóculo, la preparación del mosto inoculado (estandarización), la fermentación junto con los trasiegos, y la filtración final. A su vez, la etapa de fermentación puede dividirse en dos sub-etapas, la primera desde el inicio de la fermentación hasta el primer trasiego y la segunda desde ese punto hasta antes

del segundo trasiego. En conclusión, las etapas a las que se les realizará un balance de materia son:

- Etapa 1: División de corrientes
- Etapa 2: Preparación del inóculo
- Etapa 3: Preparación del mosto inoculado
- Etapa 4: Fermentación tumultuosa y primer trasiego.
- Etapa 5: Fermentación lenta, agregado de bentonita.
- Etapa 6: Segundo trasiego y filtración final.

De forma esquemática:

Referencias:

- E: Jugo pasteurizado
- R: Jugo para preparar el Inóculo
- J: Jugo para preparación del mosto
- N: Fuente de nitrógeno
- L: Pre-inóculo de levadura
- P: Inóculo listo para adicionar al mosto
- S: Bisulfito de potasio
- A: Azúcar
- F: Mosto listo para fermentar
- Vl_1 y Vl_2: Corrientes gaseosas
- B_1: Borras del primer trasiego
- G: Mosto en fermentación, luego del primer trasiego

- C: Suspensión de clarificante (Bentonita)
- I: Vino turbio
- D: Borras obtenidas de la filtración final.
- V: Producto terminado (“Vino” de naranjas)

El objetivo de los siguientes procedimientos y tratamientos matemáticos es obtener relaciones a partir de las cuales se pueda estimar las corrientes más relevantes para el proceso, principalmente la cantidad de jugo necesaria, en masa y/o volumen, a partir del volumen final de vino que se desea obtener, basando este análisis en datos técnicos obtenidos de bibliografía o experiencias de laboratorio y de consideraciones inherentes al proceso de elaboración.

Para trabajar de forma ordenada, se divide el análisis en 5 partes:

1) Balances globales por etapa.
2) Consideraciones inherentes al proceso.
3) Planteo de ecuaciones, teniendo en cuenta las consideraciones planteadas.
4) Resolución de ecuaciones y obtención de corrientes.
5) Corroboración

1.1 Balances globales por etapa

Se realizará un balance global a cada una de las etapas mencionadas.

Filtración post-extracción

Balance:

$$E = J + R \qquad \textbf{(1)}$$

Preparación del inóculo

Balance:

$$R + L + N = P \qquad \textbf{(2)}$$

Preparación del mosto inoculado

Balance:

$$P+S+A+J=F \quad \textbf{(3)}$$

Primera etapa de fermentación

Balance:

$$F=B_1+G+Vl_1 \quad \textbf{(4)}$$

Segunda etapa de fermentación

Balance:

$$G + C = I + Vl_2 \quad \textbf{(5)}$$

$$G = I - C + Vl_2 \quad \textbf{(6)}$$

Filtración final

Balance:

$$I = D + V \quad \textbf{(7)}$$

1.2 Consideraciones inherentes al proceso

Para trabajar con las expresiones planteadas de forma más cómoda, se debe hacer algunas consideraciones, lo cual permitirá llegar a relaciones entre corrientes y las variables conocidas, a fin de obtener las desconocidas.

Consideración 1

En primer lugar, se trabajará en la práctica con volúmenes, por lo que deben establecerse relaciones entre la masa de cada corriente y su volumen. Para esto se recurre a la densidad.

Expresamos la densidad del jugo como δ_J, que corresponde a la de las corrientes E, J y R. Por otro lado, por simplificación, se considerará que la densidad del pre-inóculo (L) y la del inóculo (P) son prácticamente iguales a las del jugo, por lo que $\delta_L \cong \delta_P \cong \delta_J$. De este modo, se obtiene lo siguiente:

$$E = \delta_J . V_E$$ **(8)**

$$J = \delta_J . V_J$$ **(9)**

$$R = \delta_J . V_R$$ **(10)**

$$L = \delta_L . V_L = \delta_J . V_L$$ **(11)**

$$P = \delta_P . V_P = \delta_J . V_P$$ **(12)**

$$F = \delta_F . V_F$$ **(13)**

$$V = \delta_V . V_V$$ **(14)**

Consideración 2

En el caso de la fuente de nitrógeno (corriente N), esta debe ser agregada en cantidad de 10 g por litro de corriente P y, como se mencionó en la descripción del proceso, esta última se agrega a razón de 2 L por cada 100 L de corriente F, por lo que:

$$N = 0{,}01\frac{Kg\ \ FN}{L\ \ de\ \ P}.0{,}02\frac{L\ \ de\ \ P}{L\ \ de\ \ F}\ .100 \rightarrow\ 0{,}02\ \ \%$$

En el caso del bisulfito de potasio, este debe ser agregado en concentración de 100 mg por cada kilogramo de corriente F, por lo tanto:

$$S = 0{,}0001\frac{Kg\ \ Bisulfito}{Kg\ \ F}.100\ \ \rightarrow\ \ 0{,}01\ \ \%$$

Las dos corrientes mencionadas pueden ser consideradas como despreciables, ya que representan mucho menos del 1 % de la masa total final antes de la fermentación (corriente F), por lo que $S \cong 0$ y $N \cong 0$.

Consideración 3

En el caso del inóculo (P), este debe adicionarse a razón de 2 L por cada 100 L de corriente F, Por lo tanto:

$$V_P = 0{,}02.V_F \qquad \textbf{(17)}$$

Además, considerando la relación (12) y empleando la ecuación (17), se obtiene:

$$P = \delta_J . V_P = \delta_J .0{,}02 . V_F \qquad \textbf{(18)}$$

Por otro lado, según el proceso, el pre-inóculo (L) se prepara adicionando fuente de nitrógeno en cantidad de 10 g/L y levadura seca activa (l.s.a.) en concentración de 200 mg/L en una cantidad determinada de jugo (que hallaremos con los balances). El pre-inóculo se agrega al jugo para inóculo a razón de 2 L por cada 100 L de corriente P, por lo que:

$$V_L = 0{,}02 . V_P \qquad \textbf{(19)}$$

Reemplazando (17) en (19), se obtiene:

$$V_L = 0{,}02.0{,}02 . V_F = 0{,}0004 . V_F \quad \rightarrow \quad 0{,}04\ \% \qquad \textbf{(20)}$$

Se ve que el pre-inóculo puede despreciarse, con respecto a la corriente F, por representar menos del 1% del volumen del mosto inoculado. Sin embargo, debe tenerse en cuenta para determina volumen de jugo a usar en el pre-inóculo. Por lo tanto, se considerará que el volumen V_L está incluido dentro del volumen V_R, y luego se hallará por la ecuación (19).

Consideración 4

Gracias al primer y segundo trasiego y a la filtración final, se obtendrán las corrientes B_1 y D. La primera se obtendrá mediante el primer trasiego, y D corresponde a la suma de lo que se obtiene por el segundo trasiego y la filtración final.

Cada una de las corrientes mencionadas está formada por sedimentos que se diferencian según su origen, el cual puede ser el jugo, las levaduras y/o el

clarificante. En el caso de la corriente B_1, está formada por las borras correspondientes al jugo (B_{J1}) y a las levaduras (B_{L1}) que quedan en el fondo del jugo del primer trasiego. Entonces:

$$B_1 = B_{J1} + B_{L1} \quad \textbf{(21)}$$

En el caso de la corriente D, su masa corresponde a la suma de las borras provenientes del jugo (B_{J2}) y de las levaduras (B_{L2}) que quedan en el vino luego del primer trasiego, y al clarificante sólido (C_s) que, obviamente, no permanece en el producto final luego del segundo trasiego y filtración final. Entonces:

$$D = B_{J2} + B_{L2} + C_s \quad \textbf{(22)}$$

Sumando (21) y (22) se obtiene:

$$B_1 + D = B_{J1} + B_{L1} + B_{J2} + B_{L2} + C_s \quad \textbf{(23)}$$

Se considera la suma de B_{J1} y B_{J2} como las borras sedimentables, procedentes del jugo, que quedan luego de la filtración gruesa post-extracción, B_S, y a la suma de B_{L1} y B_{L2} como las borras totales provenientes de las levaduras, B_L. Se tiene, entonces:

$$B_{J1} + B_{J2} = B_S \quad \textbf{(24)}$$

$$B_{L1} + B_{L2} = B_L \quad \textbf{(25)}$$

Reemplazando (24) y (25) en (23), se obtiene:

$$B_1 + D = B_S + B_L + C_s \quad \textbf{(26)}$$

Se puede considerar, entonces, que las borras totales, que se pueden separar durante la vinificación corresponden a la suma de B_S y B_L. Sin embargo, se considera que la masa de levadura es despreciable en comparación con B_S, es decir, $B_L \cong 0$. Por lo tanto, la ecuación (26) se reduce a:

$$B_1 + D = B_S + C_s$$

(27)

Consideración 5

Se denomina *p* al porcentaje de borras total correspondiente al jugo que se eliminan en todo el proceso de clarificación en relación al jugo filtrado y pasteurizado (corriente E). Luego:

$$B_S = p \,.\, E$$

(28)

Consideración 6

En cuanto a la corriente A, el proceso requiere que el azúcar sea agregado en cantidad suficiente para que se pase de los sólidos solubles originales del jugo (C_i) hasta los necesarios para el proceso (C_f). C_i se determinará refractométricamente y C_f se establece en función de los requerimientos del proceso.

Como los sólidos solubles iniciales en el mosto son aportados principalmente por la corriente J, y luego los sólidos solubles al final de la

preparación del mostro corresponden a la corriente F, se puede establecer la siguiente relación:

$$A = C_f . F - C_i . J$$

(29)

Consideración 7

Las corrientes Vl_1 y Vl_2 corresponden a las masas gaseosas que se generan en la fermentación. Se considera que la pérdida de aromas es despreciable debido al uso de bajas temperaturas, y que se libera principalmente CO_2 (g) y parte del etanol que se volatiliza y se arrastra junto con el dióxido de carbono. El cálculo de estas corrientes se basa en relaciones estequiométricas de la ecuación de Gay-Lussac:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

Según esta ecuación química, a partir de 180 g de glucosa, se generan 92 g de etanol y 88 g de CO_2. Llamaremos m_{azm} a la masa total de azúcar en el mosto inoculado antes de iniciada la fermentación y consideramos que, del total de azúcares fermentables, un 90 % sigue la ecuación de Gay-Lussac. Por lo tanto, las masas de etanol y dióxido teóricos que se deben obtener, respectivamente, son:

A continuación, debe hallarse alguna relación para obtener la masa de azúcar fermentable total en el mosto inoculado (F). La masa total de sólidos solubles en F es $C_f . F$, sin embargo, el 100% de esa masa no es azúcar fermentable, ya que el jugo original (J) contiene sustancias no fermentables pero que sí contribuyen a los sólidos solubles iniciales. Los azúcares fermentables en F se obtienen trabajando con la siguiente fórmula:

$$m_{azm} = m_{az_o} + A \qquad \textbf{(32)}$$

El término A corresponde a la masa de azúcar agregada, y m_{az_o} a la masa total de azucares fermentables iniciales, lo cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$m_{az_o} = \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J} . J$$

Donde $C_{i\text{-}azJ}$ es la concentración total de azúcares fermentables en el jugo original, en Kg/L. Luego, reemplazando (29) y (33) en (32):

$$m_{azm} = \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J} . J + C_f . F - C_i . J$$

$$m_{azm} = C_f . F - \left(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J} \right) . J$$

Si analizamos esta expresión, vemos que $\left(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J} \right) . J$ representa la masa total de sustancias no fermentables que aporta J, por lo que se le resta a la masa total de sólidos solubles en F. Reemplazando (34) en (30) y (31), se obtiene:

$$m_{etT} = 0{,}46 . \left[C_f . F - \left(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J} \right) . J \right]$$

$$m_{CO_2T} = 0{,}44.[C_f.F - (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).J]$$

El término m_{etT} representa la masa de etanol teórica que puede generarse en la fermentación. Sin embargo, la masa de etanol real (m_{etR}) es la que se obtiene gracias a las condiciones del proceso, la cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$m_{etR} = GA.V_V.\delta_{et} \quad \textbf{(37)}$$

En donde GA es la graduación alcohólica del vino, en L de etanol/L de vino, y δ_{et} es la densidad del etanol en Kg/L. Luego, la diferencia entre lo teórico y lo real es:

$$m_{etl} = m_{etT} - m_{etR} = 0{,}46.[C_f.F - (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).J] - GA.V_V.\delta_{et}$$

Esta diferencia se debe, principalmente, a dos factores: la expresión metabólica de las levaduras y lo que se volatiliza por arrastre junto con el CO_2. Con respecto al primer factor, las condiciones determinarán el rendimiento en la fermentación, pudiendo darse el caso de que las levaduras no se expresen completamente, la eficiencia no sea máxima y quede un remanente azucarado alto de acuerdo con lo previsto. Sin embargo, no se considerará esto y se supondrá que la diferencia entre la masa de etanol teórico y el real obtenido se debe principalmente a la volatilización. Por lo tanto, lo que se pierde en las corrientes gaseosas es:

$$Vl_1 + Vl_2 = m_{CO_2T} + m_{etl}$$

Reemplazando (35) y (38) en (39):

$$Vl_1 + Vl_2 = 0{,}44.[C_f.F - (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).J] + 0{,}46.[C_f.F - (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).J] - GA.V_V.\delta_{et}$$

$$Vl_1 + Vl_2 = 0{,}9.\left[C_f.F - \left(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}\right).J\right] - GA.V_V.\delta_{et}$$

Consideración 8

La corriente C corresponde a la suspensión de clarificante, es decir, la suma de la bentonita sólida (C_s) más el agua usada para suspenderla (A_s). Por lo tanto:

$$C = C_s + A_s \qquad \textbf{(41)}$$

Además, la corriente C es una suspensión concentrada del clarificante, que se agrega a la corriente G a fin de lograr en ella una suspensión considerablemente más diluida. Para calcular el volumen de suspensión concentrada a agregar es necesario conocer el volumen de G. Sin embargo, para simplificar cálculos, como en ese punto ya ha tenido lugar la fermentación tumultuosa, y en la fermentación lenta no hay cambios tan bruscos en la densidad, se considerará que $V_G \cong V_V$ y que $\delta_G \cong \delta_V$. Por lo tanto, aplicando la ecuación siguiente:

$$V_d.C_d = V_c.C_c \quad \rightarrow \quad V_V.C_c = V_c.C_c$$

$$V_c = V_V.\frac{C_d}{C_c}$$

Se considera que el volumen de la suspensión concentrada es, numéricamente, aproximadamente igual a la masa de agua usada para suspender la bentonita. Es decir, $V_C \cong A_s$, por lo tanto:

$$A_s \cong V_V . \frac{C_d}{C_c}$$

1.3 Planteo de ecuaciones, teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas.

A continuación, se trabajará con las ecuaciones de la primera parte, obtenidas de los balances de materia, a las cuales se les aplicarán las consideraciones planteadas en la segunda parte.

En primer lugar, partimos de la ecuación (2) y la consideración 2, es decir, $N \cong 0$ y $L \cong 0$. Luego:

$$R = P \qquad \textbf{(44)}$$

Si se reemplaza (10) y (12) en (44):

$$\delta_J . V_R = \delta_J . V_P$$

$$V_R = V_P \qquad \textbf{(45)}$$

De acuerdo a la ecuación (45), VR incluiría al volumen necesario para preparar el pre-inóulo (VR), el cual se hallará con la ecuación (19).

Se inicia desde la última etapa y se avanza hacia atrás. Reemplazando (7) en (6):

$$G = D + V - C + Vl_2$$

(46)

Reemplazando (46) en (4):

$$F = B_1 + D + V - C + Vl_2 + Vl_1 \quad \textbf{(47)}$$

Teniendo en cuenta la consideración 4, se reemplaza (27) y (41) en (47):

$$F = B_S + C_S + V - (C_S + A_S) + Vl_2 + Vl_1$$

$$F = B_S + C_S + V - C_S - A_S + Vl_2 + Vl_1$$

$$F = B_S + V - A_S + Vl_2 + Vl_1 \quad \textbf{(48)}$$

Por otro lado, reemplazando (2) en (3), se obtiene:

$$R + L + N + S + A + J = F \quad \textbf{(49)}$$

Aplicando la consideración 2 a (49), es decir, $N \cong 0$ y $S \cong 0$, se obtiene:

$$R + L + A + J = F \quad \textbf{(50)}$$

Reemplazando (1) y (48) en (50), se obtiene:

$$E + L + A = B_S + V - A_S + Vl_2 + Vl_1$$

Reemplazando (28), (29) y (40) en (51) y reordenando:

$$E + L + C_f . F - C_i . J = p . E + V - A_S + 0{,}9.[C_f . F - (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}) . J] - GA . V_V . \delta_{et}$$

$$E + L + C_f . F - C_i . J = p . E + V - A_S + 0{,}9 . C_f . F - 0{,}9 . (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}) . J - GA . V_V . \delta_{et}$$

$$E . (1 - p) + L + 0{,}1 . C_f . F = V - A_S + (0{,}1 . C_i + 0{,}9 . \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}) . J - GA . V_V . \delta_{et}$$

Reemplazando (8), (9), (13), (14) y (43) en (52) y reordenando:

$$\delta_J . V_E . (1 - p) + 0{,}1 . C_f . \delta_F . V_F = \delta_V . V_V - V_V . \frac{C_d}{C_c} + (0{,}1 . C_i + 0{,}9 . \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}) . \delta_J . V_J - GA . V_V . \delta_{et}$$

$$\delta_J . V_E . (1 - p) + V_F . 0{,}1 . C_f . \delta_F = (0{,}1 . C_i + 0{,}9 . \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}) . \delta_J . V_J + V_V . (\delta_V - \frac{C_d}{C_c} - GA . \delta_{et})$$

Para seguir trabajando se necesita que la ecuación (53) se reduzca a una relación entre dos de las variables, sea V_F, V_E o V_J con V_V. Si se tiene en cuenta la consideración 2, la ecuación (3) se reduce a lo siguiente:

$$P + A + J = F \qquad \textbf{(54)}$$

Reemplazando (9), (13), (18) y (29) en (54) y reordenando hasta despejar $V_J . \delta_J$ se obtiene:

$$0{,}02 . \delta_J . V_F + C_f . F - C_i . J + J = V_F . \delta_F$$

$$0{,}02 . \delta_J . V_F + C_f . V_F . \delta_F - C_i . V_J . \delta_J + V_J . \delta_J = V_F . \delta_F$$

$$V_J . \delta_J - C_i . V_J . \delta_J = V_F . \delta_F - C_f . V_F . \delta_F - 0{,}02 . \delta_J . V_F$$

$$V_J . \delta_J . (1 - C_i) = V_F . [(1 - C_f) . \delta_F - 0{,}02 . \delta_J]$$

$$V_J . \delta_J = V_F . \frac{(1 - C_f) . \delta_F - 0{,}02 . \delta_J}{1 - C_i}$$

Se denomina *k* a la siguiente relación:

$$k = \frac{(1 - C_f) . \delta_F - 0{,}02 . \delta_J}{1 - C_i}$$

Reemplazando (56) en (55), se obtiene:

$$V_J . \delta_J = V_F . k \qquad \textbf{(57)}$$

Para seguir con el análisis, se recurre a la ecuación (48), y se reemplaza en ella las expresiones (8), (9), (13), (14), (28), (40) y (43) para reordenar después:

$$F = B_S + V - A_S + Vl_2 + Vl_1$$

$$V_F.\delta_F = p.E + V_V.\delta_V - V_V.\frac{C_d}{C_C} + 0{,}9.[C_f.F - (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).J] - GA.V_V.\delta_{et}$$

$$V_F.\delta_F = p.V_E.\delta_J + 0{,}9.C_f.V_F.\delta_F - 0{,}9.(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).V_J.\delta_J + V_V.(\delta_V - \frac{C_d}{C_C} - GA.\delta_{et})$$

$$p.V_E.\delta_J = V_F.\delta_F - 0{,}9.C_f.V_F.\delta_F + 0{,}9.(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).V_J.\delta_J - V_V.(\delta_V - \frac{C_d}{C_C} - GA.\delta_{et})$$

Reemplazando (57) en (58) y reordenando:

$$p.V_E.\delta_J = V_F.\delta_F - 0{,}9.C_f.V_F.\delta_F + 0{,}9.(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).V_F.k - V_V.(\delta_V - \frac{C_d}{C_C} - GA.\delta_{et})$$

$$p.V_E.\delta_J = V_F.[\delta_F.(1 - 0{,}9.C_f) + 0{,}9.k.(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J})] - V_V.(\delta_V - \frac{C_d}{C_C} - GA.\delta_{et})$$

$$V_E.\delta_J = V_F.\frac{\delta_F.(1 - 0{,}9.C_f) + k.0{,}9.(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J})}{p} - V_V.\frac{\delta_V - \frac{C_d}{C_C} - GA.\delta_{et}}{p}$$

Se denomina α y β a las siguientes expresiones:

Reemplazando (60) y (61) en (59), se obtiene:

$$V_E.\delta_J = V_F.\beta - V_V.\alpha$$

Luego, reemplazando (67) y (62) en (53):

$$\delta_J.V_E.(1-p)+V_F.0{,}1.C_f.\delta_F=(0{,}1.C_i+0{,}9.\frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).\delta_J.V_J+V_V.(\delta_V-\frac{C_d}{C_c}-GA.\delta_{et})$$

$$(V_F.\beta-V_V.\alpha).(1-p)+V_F.0{,}1.C_f.\delta_F=(0{,}1.C_i+0{,}9.\frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).V_F.k+V_V.(\delta_V-GA.\delta_{et}-\frac{C_d}{C_C})$$

Reordenando:

$$V_F.\beta.(1-p)-V_V.\alpha.(1-p)+V_F.0{,}1.C_f.\delta_F=(0{,}1.C_i+0{,}9.\frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).V_F.k+V_V.(\delta_V-GA.\delta_{et}-\frac{C_d}{C_C})$$

$$V_F.\beta.(1-p)+V_F.0{,}1.C_f.\delta_F-(0{,}1.C_i+0{,}9.\frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).V_F.k=V_V.(\delta_V-GA.\delta_{et}-\frac{C_d}{C_C})+V_V.\alpha.(1-p)$$

$$V_F.[\beta.(1-p)+0{,}1.C_f.\delta_F-(0{,}1.C_i+0{,}9.\frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).k]=V_V.[\delta_V-GA.\delta_{et}-\frac{C_d}{C_C}+\alpha.(1-p)]$$

$$V_F=V_V.\frac{\delta_V-GA.\delta_{et}-\frac{C_d}{C_C}+\alpha.(1-p)}{\beta.(1-p)+0{,}1.C_f.\delta_F-(0{,}1.C_i+0{,}9.\frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).k}$$

Se denomina *m* a la siguiente expresión:

(64)

$$m = \frac{\delta_V - GA.\delta_{et} - \frac{C_d}{C_C} + \alpha.(1-p)}{\beta.(1-p) + 0{,}0004.\delta_J + 0{,}1.C_f.\delta_F - (0{,}1.C_i + 0{,}9.\frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).k}$$

Reemplazando (64) en (63), se obtiene:

$$V_F = V_V.m$$

Reemplazando (65) en (62), y reordenando:

$$V_E.\delta_J = V_V.m.\beta - V_V.\alpha$$

$$V_E.\delta_J = V_V.(m.\beta - \alpha)$$

$$V_E = \frac{m.\beta - \alpha}{\delta_J}.V_V$$

Se denomina *s* a la expresión:

$$s = \frac{m.\beta - \alpha}{\delta_J}$$

Reemplazando (67) en (66), se obtiene:

$$V_E = s.V_V$$

1.4 Resolución de ecuaciones y obtención de corrientes másicas

En base a lo planteado, para conocer la masa y el volumen de las corrientes más relevantes, basta con recurrir, en primera instancia, a las expresiones desde la (56) hasta la (68). Para esto, necesitamos conocer los valores de las variables correspondientes, las cuales planteamos a continuación:

- Densidad del vino (δ_V): Si todo el proceso se lleva a cabo correctamente, el vino producido tendrá un contenido alcohólico aproximado de 12% v/V. Se realizó una experiencia de laboratorio midiendo la densidad de 5 vinos de naranja almacenados de trabajos de investigación realizados en la facultad en años anteriores. Los resultados reflejaron una densidad en el vino igual a 1 g/mL o 1 Kg/L, por lo que se usará este valor en los cálculos.

- Graduación alcohólica del vino (GA): El proceso está planteado para obtener un vino con una graduación alcohólica de 12 % v/V o 0,12 L etanol/L vino, por lo que usará este valor.

- Densidad del etanol (δ_{et}): Se tomará el valor de 0,789 Kg/L

- Volumen de vino (V_V): Para el proceso se necesitan obtener semanalmente 5346 L de vino, por lo que usará este valor.

- Densidad del jugo (δ_J): La densidad de un jugo de naranja se estima aproximadamente en 1,05 Kg/L.

- Concentración de azúcares fermentables en el jugo ($C_{i\text{-}azJ}$): Este valor es variable, pero se usará un promedio de 9 % m/V o 0,09 Kg azucares/L jugo.

- Proporción de pulpa (p): El jugo que se recibe se estima que tiene un 20% de pulpa total y otros sedimentables, y se espera que el tratamiento de clarificación

permita retirar aproximadamente el 18% de las borras correspondientes a ese 20%. Por lo tanto, se tomará como p=0,18

- Densidad de la corriente F (δ_F): Puede ser considerada prácticamente igual a la densidad de un jugo de naranja de 25° Brix, resultando ser de 1,1 Kg/L.

- Cantidad de azúcar (A): Para hallar esta corriente, se recurre a la ecuación (28). Para usarla, se consideran los siguientes valores de C_i y C_f

$$C_i = 11\ °Brix = \frac{11\ g\ solutos}{100\ g\ solución} = \frac{0{,}11\ Kg\ solutos}{1\ Kg\ solución} = 0{,}11$$

$$C_f = 25\ °Brix = \frac{25\ g\ solutos}{100\ g\ solución} = \frac{0{,}25\ Kg\ solutos}{1\ Kg\ solución} = 0{,}25$$

- Suspensión de clarificante (Cd/Cc): Para emplear el clarificante, se prepara una suspensión de bentonita al 15 % m/V o 0,15 Kg/, la cual se deja reposar 24 hrs, y luego se agrega hasta que en el líquido quede en concentración de 0,4 g/L o 0,0004 Kg/L. Como se mencionó anteriormente, por simplificación, se toma como referencia para la dilución el volumen del vino. Por lo tanto:

$$C_C = 0{,}15\ Kg/L \qquad C_d = 0{,}0004\ Kg/L$$

Se utilizan todos estos valores para obtener cada una de las corrientes. Se inicia hallando lo valores de *k,* α, β, *m y s* mediante las expresiones (57), (60), (61), (64) y (67) respectivamente:

$$k = \frac{(1 - C_f).\delta_F - 0{,}02.\delta_J}{(1 - C_i)} = \frac{(1 - 0{,}25).1{,}1\frac{Kg}{L} - 0{,}02.1{,}05\frac{Kg}{L}}{1 - 0{,}11}$$

$$k = 0{,}90337 \ \frac{Kg}{L}$$

$$\alpha = \frac{\delta_V - \frac{C_d}{C_C} - GA \,.\, \delta_{etanol}}{q} = \frac{1\frac{Kg}{L} - \frac{0{,}0004\frac{Kg}{L}}{0{,}15\frac{Kg}{L}} - 0{,}12\frac{Kg}{L} \,.\, 0{,}789\frac{Kg}{L}}{0{,}18}$$

$$\alpha = 5{,}01474\frac{Kg}{L}$$

$$\beta = \frac{\delta_F \,.\, (1 - C_f) + k \,.\, (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J})}{q}$$

$$\beta = = \frac{1{,}1\frac{Kg}{L} \,.\, (1 - 0{,}25) + 0{,}90337\frac{Kg}{L} \,.\, (0{,}11 - \frac{0{,}09\frac{Kg}{L}}{1{,}05\frac{Kg}{L}})}{0{,}18}$$

$$\beta = 4{,}84581\frac{Kg}{L}$$

$$m = \frac{\delta_V - GA \,.\, \delta_{et} - \frac{C_d}{C_C} + \alpha \,.\, (1 - p)}{\beta \,.\, (1 - p) + 0{,}1 \,.\, C_f \,.\, \delta_F - (0{,}1 \,.\, C_i + 0{,}9 \,.\, \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}) \,.\, k}$$

$$m = \frac{1\frac{Kg}{L} - 0{,}12\frac{L}{L}.0{,}789\frac{Kg}{L} - \frac{0{,}0004\frac{Kg}{L}}{0{,}15\frac{Kg}{L}} + 4{,}97091\frac{Kg}{L}.(1-0{,}18)}{4{,}84581\frac{Kg}{L}.(1-0{,}18) + 0{,}1.0{,}25.1{,}1\frac{Kg}{L} - (0{,}1.0{,}11 + 0{,}9.\frac{0{,}09\frac{Kg}{L}}{1{,}05\frac{Kg}{L}}).0{,}90337\frac{Kg}{L}}$$

$$m = 1{,}27880$$

$$s = \frac{m.\beta - \alpha}{\delta_J} = \frac{1{,}27880.4{,}84581 - 5{,}01474}{1{,}05\frac{Kg}{L}}$$

$$s = 1{,}12580$$

Habiendo obtenido los factores necesarios, se determina la cantidad total de jugo necesaria para la cantidad de vino a producir. Según lo estimado en el estudio de mercado, se requiere un total aproximado de **149688 L de vino anuales**, de los cuales un 72% será destinado a venta como tal y el 28% restante se usará para la elaboración de vinagre. Se recurre a la ecuación (68) para obtener la cantidad total de jugo requerida en el año:

$$V_{ET} = s.V_V = 1{,}12580 \ . \ 149688 \ L$$

$$V_{ET} = 168517 \ L$$

Para todo el proceso se necesitan entonces 168517 L de jugo. Como la fermentación dura alrededor de 21 días, se pretende llevar a cabo la misma con el jugo recolectado en esos 21 días, es decir, 3 semanas. Durante ese tiempo, como la fábrica trabaja 6 días a la semana y por día obtenemos aproximadamente 1000

L de jugo, el total de jugo que puede obtenerse es de 18000 L. Se calcula mediante la ecuación (68) el volumen de vino que puede obtenerse con esos 18000 L de jugo:

$$V_{E1} = s.V_V \;\rightarrow\; V_{V1} = \frac{V_{E1}}{s} = \frac{18000\ L}{1{,}12850}$$

$V_{V1} = ¿$ **15989 L**

Se calcula la cantidad de tandas completas que podemos llevar a cabo para la obtención de esa cantidad de vino en cada una:

$$N° = \frac{V_{ET}}{V_{E1}} = \frac{168517\ L}{18000\ L}$$

$$N° = 9{,}36207$$

Se obtiene el volumen de jugo necesario implicado en ese 0,36207

$V_{E2} = 0{,}36207.18000\ L$

$V_{E2} = ¿$**6517 L**

Se determina el volumen de vino a obtener con esa cantidad de jugo:

$$V_{V2} = \frac{V_{E2}}{s} = \frac{6517\ L}{1{,}12850}$$

$$V_{V2} = 5789\ L$$

Por lo tanto, se llevarán a cabo 10 fermentaciones. 9 de ellas se realizarán en base a 18.000 L de jugo a fin de producir 15.989 L de vino cada una, y la número 10 se realizará con 6.517 L de jugo para producir 5.789 L de vino.

Parte de este vino producido es requerido para la elaboración de vinagre. Como cada uno de los 10 procesos fermentativos en la producción de vino dura un promedio de 21 días y la elaboración de vinagre requiere vino cada 12 horas, es necesario almacenar vino en cantidad suficiente entre la finalización de dos procesos de producción de vino sucesivos, para que alcance para la elaboración de vinagre. En la siguiente tabla se muestra el volumen mínimo de vino que debe reservarse para vinagre al finalizar cada proceso fermentativo y la cantidad que queda para envasar directamente como vino:

Tabla 1: Cantidad de vino a producir

Fermentación	Volumen de vino a reservar (L)	Volumen de vino a envasar (L)
1	6250	9739
2	6300	9689
3	6300	9689
4	6300	9689
5	6300	9689
6	6300	9689
7	4227	11762
8	0	15989
9	0	15989
10	0	5789

Se determina el volumen de mosto (jugo azucarado) en ambos casos usando la ecuación (65):

$V_{F1} = V_{V1}.m = 15989\ L\ .\ 1{,}27880$

$V_{F2} = V_{V2}.m = 5789\ L\ .\ 1{,}27880$

$V_{F1} = 20226\ L$ $\qquad$ $V_{F2} = 7403\ L$

Se obtiene el volumen de jugo que se necesita para preparar el mosto en ambos casos usando la ecuación (57):

$$V_{J1} = \frac{V_{F1}.k}{\delta_J} = \frac{20226\ L\ .\ 0{,}90337\ \frac{Kg}{L}}{1{,}05\ \frac{Kg}{L}}$$

$$V_{J1} = 17591\ L$$

$$V_{J2} = \frac{V_{F2}.k}{\delta_J} = \frac{7403\ L\ .\ 0{,}90337\ \frac{Kg}{L}}{1{,}05\ \frac{Kg}{L}}$$

$$V_{J2} = 6369\ L$$

Aplicando las ecuaciones (17), (19) Y (45) puede hallarse los volúmenes V_P , V_R y V_L, en ambos casos:

$V_{P1} = 0{,}02.V_{F1} = 0{,}02\ .\ 20226\ L$ $\qquad$ $V_{P2} = 0{,}02.V_{F2} = 0{,}02\ .\ 7403\ L$

$V_{P1} = V_{R1} = 409\ L$ $\qquad$ $V_{P2} = V_{R2} = 148\ L$

$V_{L1} = 0{,}02 . V_{P1} = 0{,}02 . 409 \ L$ $\qquad$ $V_{L2} = 0{,}02 . V_{P2} = 0{,}02 . 148 \ L$

$V_{L1} = 8{,}2$ $\qquad$ $V_{L2} = 3{,}0$

Habiendo determinado los volúmenes de las corrientes principales, se obtienen a continuación los valores de las corrientes másicas, relacionando los volúmenes con la densidad:

Tabla 2: Corrientes másicas

Corriente	Volumen (L)	Densidad (Kg/L)	Masa (Kg)
E_1	18000	1,05	18900
E_2	6517		6843
V_1	15989	1,00	15989
V_2	5789		5789
F_1	20446	1,10	22491
F_2	7403		8143
J_1	17591	1,05	18471
J_2	6369		6687
P_1	409	1,05	429
P_2	148		155
R_1	409	1,05	429
R_2	148		155

L_1	8,2	1,05	8,6
L_2	3,0		3,1

Conociendo las corrientes másicas principales, podemos hallar las faltantes. Primeramente, aplicamos la ecuación (28) para determinar las borras pertenecientes al jugo (B_s) retiradas en ambas etapas del proceso fermentativo, en conjunto, para las fermentaciones de la 1 a la 9 (1) y la 10 (2).

$$B_{S1} = p.E_1 = 0{,}18\ .\ 18900\ \ Kg \qquad B_{S2} = p.E_2 = 0{,}18\ .\ 6843\ \ Kg$$

$$B_{S1} = 3402\ \ Kg \qquad B_{S2} = 1232\ \ Kg$$

Se recurre a la ecuación (40) para obtener las corrientes gaseosas (CO_2 y parte del etanol) que se liberan al ambiente:

$$(Vl_1 + Vl_2)_1 = 0{,}9.[C_f.F_1 - (C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).J_1] - GA.V_{V1}.\delta_{etanol}$$

$$(Vl_1 + Vl_2)_1 = 0{,}9.[0{,}25.22491\ \ Kg - (0{,}11 - \frac{0{,}09\frac{Kg}{L}}{1{,}05\frac{Kg}{L}}).18471\ \ Kg] - 0{,}12\frac{L}{L}.15989\,L.0{,}789\frac{Kg}{L}$$

$$(Vl_1 + Vl_2)_1 = 3143\ \ Kg$$

$$(Vl_1+Vl_2)_2=0{,}9.[C_f.F_2-(C_i-\frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}).J_2]-GA.V_{V2}.\delta_{etanol}$$

$$(Vl_1+Vl_2)_1=0{,}9.[0{,}25.8143\ \ Kg-(0{,}11-\frac{0{,}09\frac{Kg}{L}}{1{,}05\frac{Kg}{L}}).6687\ Kg]-0{,}12\frac{L}{L}.5789\ L.0{,}789\frac{Kg}{L}$$

$$(Vl_1+Vl_2)_1=1232\ \ Kg$$

Se recurre a la ecuación (43) para hallar la cantidad de agua agregada en la operación de suspender la Bentonita:

$$A_{S1}\cong V_{V1}.\frac{C_d}{C_C}\cong 15989\ L\ .\ \frac{0{,}0004\frac{Kg}{L}}{0{,}15\frac{Kg}{L}}$$

$$A_{S1}\cong 42{,}6\ \ Kg$$

$$A_{S2}\cong V_{V2}.\frac{C_d}{C_C}\cong 5789\ L\ .\ \frac{0{,}0004\frac{Kg}{L}}{0{,}15\frac{Kg}{L}}$$

$$A_{S2}\cong 15{,}4\ \ Kg$$

Por otro lado, se puede hallar la cantidad de bentonita sólida que se necesita por producción. Sabiendo que se producen 15.989 L de vino en cada tanda de fermentación de la 1 a la 9 y 5.789 L en la última, y habiendo estimado que $V_G\cong V_V$, la masa de bentonita que se necesita para cada proceso fermentativo se calcula con la siguiente expresión:

$$m_{bent\text{-}1} = C_{S1} = V_{V1} . C_d = 15989\ L\ .\ 0{,}0004\ Kg\ .\ L^{-1}$$

$$m_{bent\text{-}1} = C_{S1} = 6{,}4\ Kg$$

$$m_{bent\text{-}2} = C_{S2} = V_{V2} . C_d = 5789\ L\ .\ 0{,}0004\ Kg\ .\ L^{-1}$$

$$m_{bent\text{-}2} = C_{S2} = 2{,}3\ Kg$$

La masa de solución clarificante a agregar se obtiene por la ecuación (41). Luego:

$$C_1 = C_{S1} + A_{S1} = 6{,}4\ Kg + 42{,}6\ Kg \qquad C_2 = C_{S2} + A_{S2} = 2{,}3\ Kg + 15{,}4\ Kg$$

$$C_1 = 49{,}0\ Kg \qquad C_1 = 17{,}7\ Kg$$

La cantidad de borras totales que se obtienen mediante los trasiegos y la filtración final corresponde a la suma de B_1 y D que, a su vez, es igual a la suma de B_S y el clarificante sólido, por lo tanto:

$$(B_1 + D)_1 = B_{S1} + C_{S1} = 3402\ Kg + 6{,}4\ Kg$$

$$(B_1 + D)_1 = 3408{,}4\ Kg$$

$$(B_1 + D)_2 = B_{S2} + C_{S2} = 1232\ Kg + 2{,}3\ Kg$$

$$(B_1 + D)_2 = 1234{,}3\ Kg$$

La cantidad de azúcar a agregar se obtiene por medio de la ecuación (30):

$$A_1 = C_f . F_1 - C_i . J_1 = 0{,}25\ .\ 22491\ Kg - 0{,}11\ .\ 18471\ Kg$$

$$A_1 = 3591 \ \ Kg$$

$$A_2 = C_f . F_2 - C_i . J_2 = 0{,}25 \ . \ 8143 \ \ Kg - 0{,}11 \ . \ 6687 \ \ Kg$$

$$A_1 = 1300 \ \ Kg$$

1.5 Corroboración

Se corrobora de forma sencilla que los valores obtenidos cumplan con los balances planteados:

$E_1 = J_1 + R_1$

18.900 Kg = 18.471 Kg + 429 Kg

18.900 Kg = 18.900 Kg

$$R_1 = P_1$$

429 Kg = 429 Kg

$P_1 + A_1 + J_1 = F_1$

429 Kg + 3591 Kg + 18471 Kg = 22491 Kg

22.491 Kg = 22.491 Kg

$$F_1 = B_{S1} + V_1 - A_{S1} + (Vl_2 + Vl_1)_1$$

22491 Kg = 3402 Kg + 15989 Kg – 42,6 Kg + 3143 Kg

22.491 Kg = 22.491 Kg

$E_2 = J_2 + R_2$

6843 Kg = 6687 Kg + 155 Kg

6.843 Kg = 6.843 Kg

$$R_2 = P_2$$

155 Kg = 155 Kg

$P_2 + A_2 + J_2 = F_2$

155 Kg + 1300 Kg + 6687 Kg = 8143 Kg

8.143 Kg = 8.143 Kg

$$F_2 = B_{S2} + V_2 - A_{S2} + (Vl_2 + Vl_1)_2$$

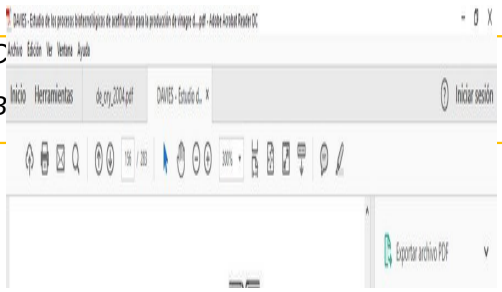
8143 Kg = 1232 Kg + 5789 Kg – 15,4 Kg + 1138 Kg

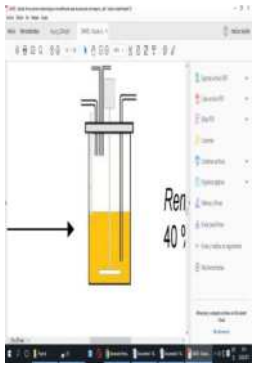
8.143 Kg = 8.143 Kg

2. Balance de masa para vinagre de naranjas

Como ya describió en el capítulo 5, para la obtención de vinagre de naranjas se utilizará un sistema semicontinuo. El esquema siguiente ilustra la producción de vinagre en el sistema propuesto.

Ciclo de fermentación **Carga (C) / Descarga (D)**





El balance general del proceso se puede plantear de la siguiente manera:

Donde:

C: cultivo inicial

V: vino de naranjas de concentración 12%v/v etanol

N: solución de nutrientes

W: agua filtrada

A: vinagre de alcohol comercial

Pr: vinagre de naranjas de 60g/L

De acuerdo a este planteo:

$$Pr = C + V + N + A$$

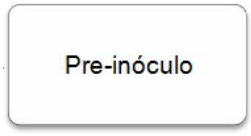
Una primera consideración es que de la corriente de vino, se deben desglosar cinco corrientes que serán calculadas de manera separada.

$$V = V1 + V2 + V3 + V4 + V5$$

A continuación se desglosan los balances de materia correspondientes a cada una de las secciones mencionadas. Los mismos permiten el cálculo de las corrientes que componen la ecuación 1.

2.1 Balances de masas para el pre-inóculo

Como se describió en el capítulo anterior, en esta etapa es necesario inocular 500 mL de cultivo en 4500 mL de vino de naranjas, con una concentración final de 6% v/v en etanol. Para esto, se utilizan 10 erlemenyers de 1000 mL de capacidad cada uno, en los cuales se disponen 500 mL del vino diluido inoculado para asegurar la disponibilidad de aire en los cultivos. La dilución se realiza con agua filtrada y con solución de minerales y fuente nitrogenada de la siguiente composición: 0,8 g/L de KH_2PO_4; 0,35 g/L de $K_2HPO_4.3H_2O$; 1,5 g/L de $(NH_4)_2SO_4$, previamente esterilizada.



Donde:

C: cultivo inicial

V1: vino 12%v/v etanol

N1: solución de nutrientes

W1: agua filtrada

P: cultivo a agregar al biorreactor para obtener el inoculo (5000 mL)

A1: vinagre de alcohol comercial

Se dispone de un cultivo iniciador de 500 mL congelado en tubos, con una densidad = 1.073 g/ml. De esto resulta:

$$C = 0.54 \ \ kg$$

La concentración de ácido acético debe ser de 10 g/L, de acuerdo a lo consultado en bibliografía. Para el ajuste de la cantidad de ácido acético, se utiliza un vinagre de alcohol comercial de concentración 60 g/L, siendo necesarios 0,833 L de vinagre. Expresado en masa, equivale a 0,841 kg, ya que la densidad del vinagre de alcohol comercial de 1,01 kg/L.

$$A1 = 0{,}841 \ \ kg \ \ de \ \ vinagre \ \ de \ \ alcohol \ \ comercial$$

La cantidad de vino requerida en esta parte del proceso es:

$$V1 = 5\ \frac{L * 6\% \frac{v}{v} etanol}{12\% \frac{v}{v} etanol} = 2{,}5\ L\ \ vino$$

Tomando en consideración la densidad del vino, este valor resulta:

$$V1 = 2500\ \ mL\ \ de\ \ vino * 1{,}05 \frac{\frac{g}{ml\ \ de\ \ vino} * 1\ kg}{1000\ \ g} = 2{,}605\ \ kg\ \ de\ \ vino$$

Los nutrientes necesarios, (4 g de KH_2PO_4; 1,75 g de $K_2HPO_4.3H_2O$ y 7,5 g de $(NH_4)_2SO_4$ se disuelven cada uno hasta 50 mL con agua y se colocan en sendos erlenmeyers donde se esterilizan en autoclave. De aquí surge que el agua necesaria para la preparación de las soluciones es de 136,75 mL ($AS1 = 136{,}75\ \ mL$).

El aporte de los mismos al volumen total del pre-inóculo es de 150mL y considerando las densidades de las soluciones = 1g/mL, se calcula que:

$$N1 = 0{,}15\ \ kg$$

Por lo tanto, la masa de agua requerida en esta etapa para ajustar el volumen es:

$$P = V1 + C + N1 + W1 + A1$$

$$W1 = 5\,L - 2{,}5\ \ L - 0{,}5\ \ L - 0{,}15\ \ L - 0{,}833\ \ L = 1{,}017\,L\ \ de\ \ agua$$

Asumiendo una densidad del agua igual a ρ = 1,000 kg/L, son requeridos 1,02 kg de agua filtrada.

$$W1 = 1,\ 02\ \ kg\ \ de\ \ agua$$

2.2 Balances de masas para el inóculo

La obtención del inóculo se lleva a cabo en el biorreactor de 500 litros de capacidad. Se obtienen así 50 L de inóculo, que representan el 10% necesario para iniciar la fermentación.

Donde:

V2: vino 12%v/v etanol

P: preinóculo

N2: solución de nutrientes

W2: agua filtrada

I: cultivo a agregar al fermentador

A2: vinagre de alcohol comercial

La cantidad de vino requerida, surge de realizar un balance para el etanol. Se considera que el pre inoculo no aporta cantidades significativas de este compuesto.

$$V2 = 50\ \frac{L * 6\% \frac{v}{v} etanol}{12\% \frac{v}{v} etanol} = 25\ L\ vino$$

Tomando en consideración la densidad del vino, este valor resulta:

$$V2 = 25\ L\ de\ vino * 1{,}05 \frac{\frac{g}{ml\ de\ vino} * 1\,kg}{1000\ g} = 26{,}25\ kg\ de\ vino$$

La mezcla para iniciar le fermentación se denomina I'. Para calcular la cantidad de ácido acético a agregar se toman en cuenta los siguientes datos:

C_{AP}: concentración de ácido acético del pre-inoculo = 25 g/L

C_{AV}: acidez del vino de naranjas expresada como ácido acético = 8g/L

C_{AI}: concentración de ácido acético necesaria = 10 g/L

Cv: concentración de ácido acético de vinagre de alcohol comercial = 60 g/L

$$V2 * C_{AV} + P * C_{AP} + A2 * C_V = I' * C_{AI}$$

$$A2 = (I' * C_{AI} - V2 * C_{AV} - P * C_{AP}) / C_V$$

$$A2 = 3{,}5\ L = 3.54\ kg\ de\ vinagre\ comercial$$

Los nutrientes necesarios, (40 g de KH_2PO_4; 17,5g de $K_2HPO_4.3H_2O$ y 75 g de $(NH_4)_2SO_4$) se disuelven cada uno hasta un volumen de 100 mL con agua y se

colocan en sendos erlenmeyers donde se esterilizan en autoclave. De aquí surge que el agua necesaria para la preparación de estas soluciones es de 167,50 mL ($AS2 = 167{,}50\ \ mL$).

El aporte de los mismos al volumen total del inóculo es de 300 mL. En esta etapa se asumen las densidades de las soluciones = 1g/mL, de donde se calcula:

$$N2 = 0{,}3\ \ kg$$

De esta manera, la masa de agua requerida en esta etapa para ajustar el volumen es, sin tomar en consideración la necesaria para la dilución de los nutrientes, es:

$$I' = P + A + N2 + W2$$

$$W2 = 50\ \ L - 25\ \ L - 5L - 3{,}5\ \ L - \ 0{,}30\ \ L = 16{,}2\ \ L$$

$$W2 = 16{,}2\ \ kg\ \ de\ \ agua$$

2.3 Balances de masa para el primer ciclo de fermentación

La carga del primer ciclo de fermentación se considera por separado ya que difiere del resto. En esta única ocasión se necesita inocular al mismo con las bacterias acéticas que se han ido propagando en pre-inoculo e inoculo. Como el sistema a emplear es semicontinuo, en las posteriores etapas de descarga/carga del fermentador, el volumen remanente actúa de inoculo.

Donde:

V3: vino 12%v/v etanol

I: inóculo

N3: solución de nutrientes

W3: agua filtrada

A3: vinagre de alcohol comercial

Pr: producto

Se considera que el inoculo aporta un 3%v/v de etanol, de acuerdo a lo reportado por Davies (2015). Así, el requerimiento de vino en esta etapa del proceso se plantea:

$$V3*12\%\frac{v}{v}+I*3\%\frac{v}{v}=500\ \ L*6\%\frac{v}{v}$$

$$V3*12\%\frac{v}{v}+50\ \ L*3\%\frac{v}{v}=500\ \ L*6\%\frac{v}{v}$$

$$V3=\left(500\ \ L*6\ \ \%\frac{v}{v}-50\ \ L*3\%\frac{v}{v}\right)/12\%\frac{v}{v}$$

$$V3=237{,}5\ \ L=249{,}38\ \ kg\ \ de\ \ vino$$

Para prever la cantidad de ácido a agregar a partir de vinagre comercial se calcula:

$$V3*C_{AV}+\ I*C_{AP}+\ A3*\ \ C_V=Pr'*\ C_{AI}$$

C_{AP}: concentración de ácido acético del inoculo = 25 g/L

C_{AV}: acidez del vino de naranjas expresada como ácido acético = 8 g/L

C_{AI}: concentración de ácido acético necesaria = 10 g/L

Cv: concentración de ácido acético de vinagre de alcohol comercial = 60 g/L

Pr': mezcla inicial

$$A3=\left(Pr'*\ C_{AI}-\ V3*C_{AV}-\ I*C_{AP}\ \right)/\ C_V$$

$$A3=\frac{500\ \ L*6\frac{g}{L}-\ 237{,}5\ \ L*\ 8\frac{g}{L}}{60\frac{g}{L}}=18{,}33\ \ L\ \ de\ \ vinagre\ \ comercial$$

$$A3=18{,}51\ \ kg\ \ de\ \ vinagre\ \ comercial$$

Los nutrientes necesarios, (400 g de KH_2PO_4; 175 g de $K_2HPO_4.3H_2O$ y 750 g de $(NH_4)_2SO_4$ se disuelven cada uno hasta 1.000 mL con agua y se colocan en sendos erlenmeyers donde se esterilizan en autoclave. De aquí surge que el agua necesaria para la preparación de las soluciones es de 1.675 mL ($AS3 = 1.675\ mL$).

El aporte de los mismos al volumen total del inóculo es de 3.000 mL (3 kg) por lo cual, la masa de agua requerida en esta etapa para ajustar el volumen (sin considerar AS3), es:

$$Pr = V3 + I + N3 + W3 + A3$$

$$W3 = Pr - (V3 + I + N3 + A3)$$

$$W3 = 500\ L - 237{,}5\ L - 50\ L - 3\ L - 18{,}33 = 191{,}1787\ L = 191.17\ kg\ de\ agua$$

Luego de la primera descarga (donde se obtienen 300 L de producto), se realiza la carga del reactor con vino diluido al 6%. Como se estima que los microorganismos ya se encuentran adaptados al medio, las etapas siguientes no requieren el agregado de nutrientes.

2.4 Balance para los ciclos intermedios

Luego de cada descarga, quedan en el reactor 200 litros de vinagre que actuaran de inoculo en el proceso siguiente. Se realizan descargas de 300 litros luego de 12 horas de producción que se almacenan en el tanque destinado a tal fin para posterior envasado.

Donde:

V4: vino 12%v/v etanol

W4: agua filtrada

Pr: producto

I: inóculo

Como se ha mencionado, la cantidad de vinagre a obtener en el total de todas estas etapas es de 83.400 L. Se debe considerar también que luego de cada descarga, 200 L deben permanecer en el reactor para actuar como inoculo del proceso siguiente. Por lo tanto, el volumen de producto en estas etapas es de 83.600 L Del balance para el etanol surge:

$$V4 * 12\% \frac{v}{v} + I * 3\% \frac{v}{v} = 83.600\ L * 6\% \frac{v}{v}$$

$$V4 * 12\% \frac{v}{v} + 200\ L * 3\% \frac{v}{v} = 83.600\ L * 6\% \frac{v}{v}$$

$$V4 = \left(83.600 * 6\ \% \frac{v}{v} - 200\ L * 3\% \frac{v}{v}\right) / 12\% \frac{v}{v}$$

$$V4 = 41.750\ L = 43.837{,}50\ kg\ de\ vino$$

Del balance para el agua surge:

$$Pr = V4 + I + W4$$

$$W4 = Pr - (V4 + I)$$

$$W4 = 83.600\ L - 41.750\ L - 200\ L = 41.650\ L = 41.650\ kg\ de\ agua$$

El ácido remante en el inóculo es suficiente, por lo que en las etapas sucesivas no se realiza agregado de ácido.

2.5 Balance para el último ciclo

En este paso se realiza la descarga total del fermentador, debiéndose obtener un volumen de producto de 253L.

Donde:

V5: vino 12%v/v etanol

W5: agua filtrada

Pr: producto

I: inóculo

Del balance para el etanol surge:

$$V5*12\%\frac{v}{v}+I*3\%\frac{v}{v}=253\ \ L*6\%\frac{v}{v}$$

$$V5*12\%\frac{v}{v}+200\ \ L*3\%\frac{v}{v}=253\ \ L*6\%\frac{v}{v}$$

$$V5=(253*6\ \ \%\frac{v}{v}-200\ \ L*3\%\frac{v}{v})/12\%\frac{v}{v}$$

$$V5=76{,}5\ \ L=80{,}33\ \ kg\ \ de\ \ vino$$

Dado el volumen de vino necesario para esta última etapa, se observa que:

- No es necesario el agregado de agua.
- El producto obtenido en esta etapa es 276,5 L.
- El excedente obtenido no debería filtrarse y conservarse en congelación a modo de inoculo para los procesos de los próximos años.

Por lo tanto, el volumen de producción se modifica a 83.976,50 L.

Retomando la ecuación 1:

$$Pr=C+V+N+W+A$$

- Corriente *C= 0,5 L* empleados en el pre-inóculo.

Corriente V: de acuerdo a lo planteado en la ecuación 2,

$$V=V1+V2+V3+V4+V5$$

$$V=2{,}5\,L+25\,L+237{,}50\ \ L+417{,}50\ \ L+76{,}50\ \ L$$

$$V = 42.091{,}50 \ \ L$$

- Corriente N: compuesta por las soluciones utilizadas para obtener el pre-inoculo, el inóculo y el primer ciclo de fermentación.

$$N = N1 + N2 + N3$$

$$N = 0{,}15\,L + 0{,}30\,L + 3{,}00\,L$$

$$N = 3{,}45\,L$$

En esta corriente hay que considerar un requerimiento de agua para obtener las soluciones igual a *AS1 +AS2+AS3=1,98 kg.* La cantidad de sales se muestra a continuación en la tabla:

Tabla 3: Nutrientes utilizados

Nutriente	Pre-inóculo (g)	Inóculo (g)	Primer ciclo(g)	Total (g)
KH_2PO_4	4,00	40,00	400,00	444,00
$K_2HPO_4.3H_2O$	1,75	17,5	175,00	194,25
$(NH_4)_2SO_4$	7,50	75,00	750,00	832,50
Total kg	0,01325	0,1325	1,325	**1,47075 kg**

La suma entre el agua requerida (1,98 kg) y la masa total de las sales empleadas (1,47 kg), arroja como resultados los 3,45 kg aportados en esta corriente.

- Corriente *W=W1 +W2+ W3+W4*

W=1,02 L +16,20 L+191,70+41650 L

W= 41.858,39 L

- Corriente *A= A1 +A2 +A3*

A= 0,833 L+ 3,50 L + 18,33L

A= 22,66 L

Verificando en ecuación 1:

$$Pr = C + V + N + W + A$$

$$83.976{,}50\ L = 0{,}50\ L + 42.091{,}50\ L + 3{,}45\ L + 41.858{,}39\ L + 22{,}66\ L$$

$$83.976{,}50\ L = 83.\ 976{,}50\ L$$

3. Balance de energía para vino de naranjas

Introducción

El balance de energía es una derivación matemática de la "Ley de la conservación de la energía" (Primera Ley de La Termodinámica), es decir "La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma". Se basa en un principio físico fundamental que es aplicado para determinar la cantidad de energía que es intercambiada y acumulada dentro de un sistema

Para plantear los balances de energía en el proceso de elaboración del vino hay que considerar que el jugo sale del pasteurizador a una temperatura de 25° C, obteniéndose 1000 L de jugo pasteurizado por día. El mismo se envasa en tambores de 200 L y se almacena hasta obtener la cantidad suficiente para un proceso fermentativo, para lo cual se necesita dejar pasar 21 días. Esto hace que sea necesario enfriar el jugo a una temperatura de 0° C y mantenerlo en ese valor hasta el momento que sea necesario usarlo. Transcurridos los 21 días, una vez que se tiene la cantidad necesaria de jugo para llevar a cabo un proceso fermentativo, se llena el tanque de fermentación, se adiciona el azúcar, y se calienta el mosto hasta los 15° C que exige el proceso. Se mantiene el mosto a esa temperatura durante toda la fermentación. Al final del proceso, el vino obtenido se envasa en botellas de vidrio.

Según lo descripto en el párrafo anterior, las etapas que requieren frío o calor son las siguientes:

- **Etapa 1:** Enfriamiento del jugo de 25° C a 0° C y mantenimiento a la temperatura de 0°C hasta el momento de la fermentación.
- **Etapa 2:** Calentamiento del jugo desde 0°C hasta 15°C para iniciar la fermentación.
- **Etapa 3:** Mantenimiento de la temperatura de fermentación a 15° C.

A continuación, se analiza y calcula la necesidad de frío y calor en cada etapa.

Etapa 1: Enfriamiento del jugo pasteurizado y mantenimiento de la temperatura de refrigeración

Como los tambores tendrán una capacidad de 200 L (0,2 m^3), la cámara deberá tener unas dimensiones de 6mx6m de base y una altura de 4,5m (el fundamento de estos valores se describe en el capítulo 8 – servicios auxiliares). Para determinar la cantidad de calor a extraer y, por lo tanto, la potencia del motor de la cámara, se consideran las siguientes variables relativas al diseño de la misma:

- Temperatura de entrada del jugo: $T_{o\text{-}j} = 25\,°\ C$
- Temperatura final del jugo: $T_{f\text{-}j} = 0\,°\ C$
- Potencia de cada ventilador: $P_{ventilador} = 1{,}5\ \ HP$
- Número de ventiladores: 2
- Espesores y condiciones a la que se somete cada pared:

- Lados 1, 2, 3, 4 y techo: e= 0,1 m; $k_{l1} = 0{,}26\ \frac{Kcal}{h.\ m.\,°\ C}$; $T_{externa} = 35\,°\ C$

- Piso: suponemos despreciables las pérdidas por calor.

- Temperatura de la cámara: $T_{camara} = 0\,°\ C$

- Calor específico del jugo: $C_{p\text{-}jugo} = 0{,}93 \frac{Kcal}{Kg.°C}$

El calor total que retirar se calcula de la siguiente manera:

$$Q_T = \sum_{\square}^{\square} \square Q_i = Q_{jugo} + Q_{ventiladores} + Q_{pérdidas} + Otros$$

Se procede a hallar cada uno de los términos:

- Calor a retirar del jugo: el jugo pasteurizado puede mantenerse a temperatura ambiente hasta un máximo de 7 días. Consideramos el caso más desfavorable, en el que se ha dejado almacenar jugo a temperatura ambiente por siete días, lo que corresponde a 7350 Kg de jugo, y luego se mete todo junto en la cámara. Por lo tanto:

$$Q_{jugo} = m_j . C_{p\text{-}jugo} . (T_f - T_i)$$

$$Q_{jugo} = 7350\,Kg . 0{,}93 \frac{Kcal}{Kg.°C} . (25 - 0)°C$$

$$Q_{ugo} = 170887{,}5\ \ Kcal$$

- Calor a retirar de los ventiladores: Cada ventilador trabaja a una potencia de 1,5 HP. Consideramos el caso más desfavorable, en el que toda la potencia suministrada a los ventiladores se convierte en calor. Por lo tanto, realizamos la conversión de HP a Kcal/hr considerando que los dos ventiladores trabajan las 24 horas.

$$Q_{ventiladores} = = 2.1{,}5\ \ HP . 0{,}745 \frac{KJ}{s.HP} . 0{,}239 \frac{Kcal}{kJ} . 3600 \frac{s}{hr} . 24 \frac{hr}{día}$$

$$Q_{ventiladores} = 46151{,}9 \ \ Kcal$$

- Calor a extraer por pérdidas:

$$Q_{pérdidas} = Q_{l1} + Q_{l2} + Q_{l3} + Q_{l4} + Q_{techo}$$

Aplicamos en cada lado o techo la siguiente expresión:

$$Q_i = \frac{\Delta T_i}{\frac{e_i}{k_i . A_i}}$$

Para todos los lados y el techo, tanto el espesor (e) como la conductividad térmica (k) y la diferencia de temperaturas (ΔT) son los mismos, Por lo tanto:

$$Q_{pérdidas} = \frac{\Delta T . k}{e} . \left(A_{l1} + A_{l2} + A_{l3} + A_{l4} + A_t \right)$$

Donde:

Área de la paredes 1, 2, 3 y 4: $A_{l1} = A_{l2} = A_{l3} = A_{l4} = 4{,}5\,m \ \ x \ \ 6\,m = 27 \ \ m^2$

Área del techo: $A_t = 6\,m \ \ x \ \ 6\,m = 36 \ \ m^2$

Área total de transferencia de calor:

$$A_{l1} + A_{l2} + A_{l3} + A_{l4} + A_t = 4.27 \ \ m^2 + 36 \ \ m^2$$

$$A_{l1} + A_{l2} + A_{l3} + A_{l4} + A_t = 144 \ \ m^2$$

Finalmente:

$$Q_{pérdidas} = \frac{(35-0)°\ C.0{,}26\frac{Kcal}{h.m.°\ C}}{0{,}1\ \ m}.144\,m^2$$

$$Q_{pérdidas} = 13104\ \ \frac{Kcal}{h}$$

Considerando que el calor por pérdidas debe ser extraído durante todo el día, se tiene que:

$$Q_{pérdidas} = 13104\ \ \frac{Kcal}{h}.24\frac{hr}{día}$$

$$Q_{pérdidas} = 314496\ \ Kcal$$

- Otros

  Consideramos otras incorporaciones de calor asociadas con el personal que ocasionalmente trabajará en la cámara, las puertas que se abren y cierran, las luces y otros, como un 30% del calor asociado a pérdidas. Por lo tanto:

$$Q_{otros} = 0{,}3.314496\ \ Kcal$$

$$Q_{otros} = 94348{,}8\ \ Kcal$$

Se calcula la suma de todos los calores obtenidos:

$$Q_T = \sum_{\square}^{\square} \square\, Q_i = Q_{jugo} + Q_{ventiladores} + Q_{pérdidas} + Otros$$

$$Q_T = 170887{,}5\ \ Kcal + 46086{,}88\ \ Kcal\ \ + 314496\ \ Kcal + 94348{,}8\ \ Kcal$$

$$Q_T = 652819{,}2\ \ \frac{Kcal}{día}$$

Si se considera un trabajo del compresor de 16 horas por día y aplicando el factor 3024 para convertir a HP, se obtiene la potencia del motor de la siguiente manera:

$$P = \frac{652819{,}2\ \frac{Kcal}{día}}{\frac{16\ \frac{hr}{día}}{3024\ \frac{\frac{Kcal}{hr}}{HP}}}$$

$$P = 13{,}5\ \ HP$$

Para una mayor seguridad, se optará por la compra de un motor de 15 HP.

Etapa 2: Calentamiento del mosto inoculado desde 5° C a 15° C

Una vez transcurridos los 21 días correspondientes, se cuenta con la cantidad de jugo suficiente para realizar un proceso fermentativo. Se mezcla el jugo con el azúcar y los nutrientes y se va llenando el tanque de fermentación. Luego se sulfita, se espera 30 minutos a que actúe el agente químico y finalmente se inocula. En esos 30 minutos se va agitando el mosto hasta saturarlo completamente con oxígeno y se espera que en el transcurso de este proceso se eleve la temperatura del mosto hasta cerca de los 15° C. De todos modos, en el caso de que no se llegue a la temperatura deseada, se estimará el uso de vapor a 2 Kg_f/cm^2.

Llamaremos:

- Q_m: calor necesario para calentar el mosto.
- m_{g1}: masa de vapor necesaria.
- T_g: Temperatura del vapor vivo.
- m_m: masa del mosto.
- λ: entalpía de vaporización del vapor.
- C_{pm}: calor específico del mosto.
- T_{m1}: temperatura inicial del mosto.
- T_{m2}: temperatura final del agua.

Luego:

$$Q_m = \lambda . m_g = m_m . C_{pm} . (T_{m2} - T_{m1})$$

$$m_g = \frac{m_m . C_{pm} . (T_{m2} - T_{m1})}{\lambda}$$

Para aplicar la ecuación (2), es necesario conocer la capacidad calorífica del mosto inoculado. Para esto, debemos recurrir a un modelo matemático que nos permita estimar esta propiedad. Debido a la necesidad de evaluar propiedades térmicas, se han propuesto muchas expresiones que permiten predecirlas basándose en los componentes de los alimentos; entre estas, están las ecuaciones de Siebel (1912), Dickerson (1969), y Charm (1978) para determinación del calor específico y Maxwell (1904), Riedel (1949), Earle (1966), Sweat (1974), Harper (1976), Rask(1989), Lind(1991), etc. para la conductividad térmica.

Choi y Okos (1987) estudiaron el efecto de la variación de la composición en las propiedades térmicas llegando a obtener correlaciones para los siguientes

componentes: humedad, proteínas, lípidos, carbohidratos, fibras y cenizas. Estas correlaciones están en función únicamente de la temperatura a la que está expuesto el alimento.

Las correlaciones encontradas para evaluar el calor específico, en J/kg°C, según Choi y Okos, de los distintos componentes son las siguientes:

- Agua:

$$C_{pw} = 4176{,}2 + 9{,}0862.10^{-5}.T - 5473{,}1.10^{-6}.T^2 \quad \textbf{(3)}$$

- Proteínas:

$$C_{pp} = 2008{,}2 + 1208{,}9.10^{-3}.T - 1312{,}9.10^{-6}.T^2 \quad \textbf{(4)}$$

- Lípidos:

$$C_{pl} = 1984{,}2 + 1473{,}3.10^{-3}.T - 4800{,}8.10^{-6}.T^2 \quad \textbf{(5)}$$

- Carbohidratos:

$$C_{pc} = 1548{,}8 + 1962{,}5.10^{-3}.T - 5939{,}9.10^{-6}.T^2 \quad \textbf{(6)}$$

- Fibra:

$$C_{pb} = 1845{,}9 + 1930{,}6.10^{-3}.T - 4650{,}9.10^{-6}.T^2 \quad \textbf{(7)}$$

- Cenizas

$$C_{pa} = 1092{,}6 + 1889{,}6.10^{-3}.T - 3681{,}7.10^{-6}.T^2 \quad \textbf{(8)}$$

Para hallar la capacidad calorífica del alimento, se usa la siguiente expresión:

$$C_p(T) = C_{pw}(T).w + C_{pp}(T).p + C_{pf}(T).f + C_{pc}(T).c + C_{pb}(T).b + C_{pa}(T).a \quad \textbf{(9)}$$

Donde:

- w: Porcentaje de agua
- p: Porcentaje de proteínas
- f: Porcentaje de grasas
- c: Porcentaje de carbohidratos
- b: Porcentaje de fibra
- a: Porcentaje de inorgánicos o cenizas

Debemos hallar los distintos C_{pi}. Considerando que la temperatura aumentará desde T_1=0° C hasta T_2=15° C, se considera una temperatura promedio de T_{12}=7,5° C. Luego, aplicando las ecuaciones de la (3) a la (8) se obtienen los siguientes Cpi en KJ/Kg.°C

- $C_{pw}(T_{12}) = 4{,}177$
- $C_{pp}(T_{12}) = 2{,}017$
- $C_{pl}(T_{12}) = 1{,}995$
- $C_{pc}(T_{12}) = 1{,}563$
- $C_{pb}(T_{12}) = 1{,}860$
- $C_{pa}(T_{12}) = 1{,}107$

Para usar la expresión (9) debemos conocer la composición del mosto azucarado e inoculado. Para esto partimos de la siguiente tabla, la cual muestra una composición promedio de un jugo de naranja simple.

Tabla 4: Composición del jugo de naranjas

Componente	Jugo de naranja (%)
Agua	87,2
Proteínas	0,7
Lípidos	0,2
Carbohidratos	10,1

Fibras	0
Cenizas	1,8

Primeramente, calculamos la masa total de cada componente que aporta el jugo de preparación del mosto. La masa total de este jugo se obtuvo en los balances de materia, resultando ser J=18471 Kg. Luego, la masa total de cada componente se calcula multiplicando el porcentaje de cada uno en la masa de jugo simple por J:

Tabla 5: Aporte de los componentes

Componente	**X_{i1}**	**m_{T1} (J)**	**m_{i1}**
Agua	87,2	18471	16106,4
Proteínas	0,7	18471	129,3
Lípidos	0,2	18471	36,9
Carbohidratos	10,1	18471	1865,5
Fibra	0	18471	0,0
Cenizas	1,8	18471	332,5

Para hallar la composición del mosto inoculado, se consideran los cambios que se dan con respecto al jugo para mosto. Los mismos corresponden al agregado del inóculo de levadura, que lo consideraremos con una composición

aproximadamente igual a la de un jugo simple, y al agregado de azúcar. Con esto, y teniendo la masa de mosto inoculado, corriente F, plantemos la siguiente tabla:

Tabla 6: Composición del mosto

Componente	m_{i1}	Δm_i	$m_{i2} = m_i + \Delta m_i$	$m_{T2} = m_{T1} + \Sigma \Delta m_i$	X_{i2}
Agua	374,4	374,1	16480,8	22491	73,3
Proteínas	3,0	3,0	132,3	22491	0,6
Lípidos	0,9	0,9	37,8	22491	0,2
Carbohidratos	43,4	3634,3	5499,9	22491	24,5
Fibra	0,0	0,0	0,0	22491	0,0
Cenizas	7,7	7,7	340,2	22491	1,5

La última columna a la derecha corresponde a la composición del mosto inoculado. Debe reemplazarse esos valores en la ecuación (9) para hallar el C_{pm}. Planteamos para esto otra tabla:

Tabla 7: Valores de Cp obtenidos

Componente	X_{i2}	C_{pi12}	$X_{i2}. C_{pi12}$
Agua	73,3	4,177	3,060
Proteínas	0,6	2,017	0,012
Lípidos	0,2	1,995	0,003
Carbohidratos	24,5	1,563	0,382

Fibra	0,00	1,860	0,000
Cenizas	1,5	1,107	0,017

Luego, el C_p del mosto se obtiene sumando los términos de la última columna de la derecha, resultando en C_{pm}=3,4746 KJ.Kg^{-1}.°C^{-1} o C_{pm}=0,8301 Kcal.Kg^{-1}.°C^{-1}.

Para una presión de vapor de 2 Kg$_f$/cm^2, la entalpía específica de vaporización es λ=2203,72 KJ.Kg^{-1} o λ=526,35 Kcal.Kg^{-1}

Aplicando la ecuación (2)

$$m_g = \frac{m_m . C_{pm} . (T_{m2} - T_{m1})}{\lambda} = \frac{22491\,Kg\,.0{,}8318\,\frac{Kcal}{Kg\,.\,°\,C}\,.(15-0)°\,C}{526{,}35\,\frac{Kcal}{Kg}}$$

$$m_g = 533{,}14\ \ Kg$$

Etapa 3: Mantenimiento de la temperatura de fermentación en 15°C

Se debe determinar la cantidad de agua que se requiere para mantener la temperatura de fermentación. Para esto se debe calcular la cantidad de calor que se libera durante esta etapa. Según Aleixandre (2003), la variación de energía libre de la transformación química de una molécula de glucosa en CO_2 y etanol es de 40 Kcal. Como la energía de formación de una unión ATP es de 7,3 Kcal, de las 40 Kcal liberadas, 14,6 son utilizadas por las células de levadura para asegurar

sus funciones vitales, en particular su multiplicación. La diferencia, o sea 25,4 Kcal, se libera en forma de calor y provoca el calentamiento en los depósitos. Como la levadura posee la enzima invertasa que escinde a la sacarosa en fructosa y glucosa (con peso molecular idéntico), podemos aproximar que 1 mol de azúcar fermentable en el mosto generan 25,4 Kcal de energía.

La masa de azúcar fermentable en el mosto se obtiene mediante la ecuación (34) del balance de materia. Si dividimos esta expresión entre el peso molecular de la sacarosa (PM_{sac}) y lo multiplicamos por el calor molar de reacción (Q_{mR}), obtenemos el calor que se libera en la fermentación (Q_R). Luego:

$$Q_R = \frac{C_f . F - \left(C_i - \frac{C_{i\text{-}azJ}}{\delta_J}\right).J}{PM_{sac}} . Q_{mR}$$

$$Q_R = \frac{0{,}25.22491\ \ Kg - \left(0{,}11 - \frac{0{,}09\frac{Kg}{L}}{1{,}05\frac{Kg}{L}}\right).18471\ \ Kg}{0{,}18\frac{Kg}{mol}} .25{,}4\frac{Kcal}{mol}$$

$$Q_R = \ 730133{,}1\ \ Kcal$$

Por otro lado, suponemos que en el proceso hay pérdidas de calor del orden del 15% por lo que:

$$Q_{perdidas} = 0{,}15 . Q_R = 0{,}15.730132{,}7\ \ Kcal$$

$$Q_{perdidas} = 109520{,}0\ \ Kcal$$

Luego, el calor total que se necesita que tome el agua es:

$$Q_T = Q_R + Q_{perdidas} = 730133{,}1 \ \ Kcal + 109520{,}0 \ \ Kcal$$

$$Q_T = 839653{,}0 \ \ Kcal$$

Como la fermentación se lleva a cabo principalmente en época otoñal e invernal, se usará el agua de pozo de la planta para la refrigeración, tomándola a un promedio de 10° C y considerando una salida a 15° C. Por lo tanto, la masa de agua que se necesita para mantener la temperatura de fermentación es:

$$Q_T = m_a . C_{pa} . (T_{a2} - T_{a1})$$

$$m_a = \frac{Q_T}{C_{pa} . (T_{a2} - T_{a1})} = \frac{839653{,}0 \ \ Kcal}{1 \frac{Kcal}{Kg . ^\circ C} . (15 - 10)^\circ \ C}$$

$$m_a = 167930{,}6 \ \ Kg$$

Esta es la masa de agua requerida para todo el proceso de fermentación. Igualmente, la fermentación requiere más control de temperatura en los primeros 10 días del proceso, ya que es cuando se lleva a cabo la fermentación tumultuosa. Pasados los 10 primeros días, la temperatura tiende a estabilizarse.

4. Balance de energía para vinagre de naranjas

Para evaluar el Cp del vino de naranjas, es necesario conocer el Cp del etanol, ya que esta sustancia, después del agua, es la que se encuentra en mayor proporción en el vino. De acuerdo a Riberáu-Gayon *et al*.(2003) el Cp del etanol es 0,60 kcal/kgºC.

Tomando en consideración que el vino de naranjas producido tiene una concentración de etanol del 12% y una densidad de 1.05g/ml y despreciando el resto de los componentes con excepción del agua, esta misma concentración se puede expresar como 9,31% p/para de etanol.

A partir de eta relación se podría calcular el cp de vino de naranjas en base a sus dos componentes mayoritarios de acuerdo a la siguiente relación:

$$cp\ \ vino\ \ x\ \ masa\ \ de\ \ vino = cp\ \ etanol\ \ x\ \ masa\ \ etanol + cp\ \ agua\ \ x\ \ masa\ \ de\ \ agua$$

$$cp\ \ vino\ \ x\ \ 0.1\ \ kg\ = 0.6 \frac{kcal}{kg}.^{o}C\ \ x\ \ 0{,}00931\ \ kg + 1\ \ \frac{kcal}{kg}.^{o}C\ \ x\ \ 0.0906$$

$$cp\ \ vino\ = 0.96 \frac{kcal}{kg}.^{o}C$$

Este valor es coincidente con lo reportado por Hidalgo Torres (2011), que afirma que los valores de cp de vinos y mostos en general oscilan entre 0,95 y 1,00 kcal/kgºC, por lo que es el valor que se adoptará para los cálculos.

4.1 Balance para la primera carga del reactor.

En esta instancia el reactor se encuentra cargado con 50 L de inóculo de densidad 1,01 g/mL, que se encuentran a 30ºC. Se mezclan con 237,5 L (249,38kg) de vinos de naranjas, agua, ácido y nutrientes. Al ser relativamente pequeñas las cantidades de ácido (18,51kg) y nutrientes (3 kg), se considerarán sus propiedades similares a las del agua, al igual que el caso del inoculo. La cantidad de agua agregada en esta etapa es de 191,17kg.

Calculo del cp de la mezcla:

$$cp\ \ mezcla_1\ \ x\ \ 512.56\ \ kg = 0.96 \frac{kcal}{kg}.^{o}C\ \ x\ \ 249{,}38\ \ kg + 1 \frac{kcal}{kg}.^{o}C\ \ x\ \ 263.18\ \ kg$$

$$cp\ \ mezcla_1 = 0.98 \frac{kcal}{kg}.^{o}C$$

Se considera que tanto el agua como el vino de naranjas que abastecen al fermentador se encuentran a una temperatura de 25ºC y la temperatura del mosto es de 30ºC. Por lo tanto, la temperatura inicial de la mezcla será:

$$masa\ \ de\ \ mezcla\ \ \ x\ \ T\ \ mezcla = masa\ \ inoculo\ \ x\ \ \ 30^{o}C + masa\ \ resto\ \ comp\ \ x\ \ 25\ \ ^{o}C$$

$$512.56\ \ kg\ \ x\ \ Tmezcla = 50{,}5\,kg\ \ x\ \ \ 30^{o}C + 462.06\ \ kg\ \ x\ \ 25\ \ ^{o}C$$

$$Tmezcla = 50{,}5\,kg\ \ x\ \ \ 30^{o}C + 462.06\ \ kg\ \ x\ \ 25\ \ ^{o}C$$

$$Tmezcla = 25{,}5^{o}C = T\,1$$

Se plantea entonces:

$$Q_1 = \left(m_1\ \ x\ \ cp_1\ \ x\ \ \Delta T \right) / t$$

Donde:

- ✓ Q_1: calor a suministrar al sistema para la primera carga del fermentador (kcal/h).
- ✓ m_1: masa de la primera carga (kg).
- ✓ Cp_1: calor especifico estimado de la mezcla (kcal/kgºC).
- ✓ ΔT:T_2-T_1

- ✓ T_1: temperatura inicial de la mezcla. (ºC)
- ✓ T_2: temperatura final.(ºC)
- ✓ T: tiempo de calentamiento. (h)

Sabiendo:

- ✓ m_1: 515,56 kg
- ✓ Cp_1: 0,98 kcal/kgºC
- ✓ T_1: 25,5ºC
- ✓ T_2: 30 ºC
- ✓ T: 0,5 h

$$Q1 = 4556{,}06 \ \ kcal/h$$

Dado el relativamente pequeño volumen del reactor y de acuerdo a lo especificado por el fabricante, 30 minutos son suficientes para llegar a la temperatura deseada.

En cuanto al mantenimiento de la temperatura durante la fermentación, hay que considerar que la fermentación acética constituye una reacción exotérmica

que produce aproximadamente 8,4 MJ por cada litro de etanol oxidado (Adams, 1998), por lo que se estima que no es necesario realizar un balance para el mantenimiento de la temperatura, ya que la misma tenderá a permanecer en 30ºC siempre que la temperatura ambiental se mantenga dentro del rango de 20 a 25ºC (especificaciones del fabricante).

Sin embargo, excesos de temperatura no controlados podrían destruir las BAA o limitar su actividad enzimática. Además, se aumentaría la posibilidad de evaporación de los compuestos volátiles responsables del flavor característico del producto. Para evitar estos inconvenientes se hace necesario instalar mecanismos de disipación de calor en el fermentador como serpentines de enfriamiento con agua (Wendu Tesfaye, Morales, García-Parrilla, & Troncoso, 2003; García Garibay, Quinteros Ramirez, & López Munguía, 2007). Como se ha mencionado, el equipo en uso cuanta con estos mecanismos.

4.2 Balance de energía para los 278 procesos intermedios.

Una vez descargado el producto, quedarán remanentes en el fermentador 200 L de inóculo (202 kg, cp estimado 0,98 kcal/kgºC, 30ºC), a los cuales se agrega agua (150 kg, cp 1 kcal/kgºC, 25ºC) y vino (157 kg, cp estimado 0,98 kcal/kgºC, 30ºC).

De esto surge:

$$cp\ \ mezcla_2\ \ x\ \ 509\,kg = 0.98\frac{kcal}{kg}.^{o}C\ \ x\ \ 202\,kg + 1\frac{kcal}{kg}.^{o}C\ \ x\ \ 150\,kg + 0.98\frac{kcal}{kg}.^{o}C\ \ x\ \ 157\,kg$$

$$cp\ \ mezcla_2 = 0.99\frac{kcal}{kg}.^{o}C$$

$$masa\ de\ mezcla_2\ x\ Tmezcla_2 = masa\ inoculo\ x\ \ 30\,^oC + masa\ resto\ comp\ x\ 25\ ^oC$$

$$509\ kg\ x\ Tmezcla_2 = 202\ kgx\ \ 30\,^oC + 307\ kg\ x\ 25\ ^oC$$

$$Tmezcla_2 = 27\,^oC$$

Se plantea entonces:

$$Q_2 = (m_2\ x\ cp_2\ x\ \Delta T)/t$$

Donde:

- ✓ Q_2: calor a suministrar al sistema para las sucesivas cargas del fermentador (kcal/h).
- ✓ m_2: masa de la carga (kg).
- ✓ Cp_2: calor especifico estimado de la mezcla2 (kcal/kgºC).
- ✓ ΔT:T_2-T_1
- ✓ T_1: temperatura inicial de la mezcla. (ºC)
- ✓ T_2: temperatura final (ºC).
- ✓ T: tiempo de calentamiento. (h)

Sabiendo:

- ✓ m_2: 509 kg
- ✓ Cp_1: 0,99 kcal/kgºC
- ✓ T_1: 27 ºC
- ✓ T_2: 30 ºC
- ✓ T: 0,5 h

$$Q_2 = 3023{,}46 \ \ kcal/h$$

4.3Balance para el último ciclo del fermentador

En este último ciclo, 200 L de inoculo (202 kg, cp estimado 0,98 kcal/kgºC, 30ºC) son mezclados con 76,5L (80,33 kg, cp estimado 0,98 kcal/kgºC, 30ºC) kg de vino para obtener 276,5 L de producto.

$$cp \ \ mezcl\,a_3 \ \ x \ \ 282{,}33\,kg = 0.98\,\frac{kcal}{kg}.{}^{o}C \ \ x \ \ 202\,kg + 0.98\,\frac{kcal}{kg}.{}^{o}C \ \ x \ \ 80{,}33\,kg$$

$$cp \ \ mezcl\,a_3 = 0.98\,\frac{kcal}{kg}.{}^{o}C$$

$$masa \ \ de \ \ mezcla_3 \ \ x \ \ T\,mezcla_3 = masa \ \ inoculo \ \ x \ \ 30\,{}^{o}C + masa \ \ vino \ \ x \ \ 25 \ \ {}^{o}C$$

$$282{,}33 \ \ kg \ \ x \ \ T\,mezcla_3 = 202 \ \ kg x \ \ 30\,{}^{o}C + 80{,}33\,kg \ \ x \ \ 25 \ \ {}^{o}C$$

$$T\,mezcla_3 = 28{,}6\,{}^{o}C$$

Se plantea entonces:

$$Q_3 = (m_3 \ x \ cp_3 \ x \ \Delta T) / t$$

Donde:

- ✓ Q_3: calor a suministrar al sistema para la última carga del fermentador (kcal/h).
- ✓ m_3: masa de la carga (kg).
- ✓ Cp_3: calor especifico estimado de la mezcla2 (kcal/kgºC).
- ✓ $\Delta T: T_2 - T_1$
- ✓ T_1: temperatura inicial de la mezcla. (ºC)
- ✓ T_2: temperatura final (ºC).
- ✓ T: tiempo de calentamiento. (h)

Sabiendo:

- ✓ m_3: 282,33 kg

- ✓ Cp_3: 0,98 kcal/kgºC
- ✓ T_1: 28,6 ºC
- ✓ T_2: 30 ºC
- ✓ T: 0,5 h

$$Q_3 = 556{,}17 \ \ kcal/h$$

Finalmente se calcula la cantidad de vapor que se necesita producir por unidad de tiempo para satisfacer las demandas de las etapas. Además se considera para dicho proceso un 15% de pérdidas por tratarse de un sistema real (no adiabático).

$$Q_t = (Q_1 + (Q_2 \ \ x \ \ 278) + Q_3) \ x \ 1{,}15$$

$$Q_t = 972.476{,}03 \ \ kcal/h$$

Con este dato se calcula la cantidad de vapor necesario de acuerdo a:

$$Q_t = masa\ vapor\ x\ \lambda s$$

Siendo:

Q_t**:** cantidad de calor total a entregar al sistema por unidad de tiempo (Kcal/h).

λs**:** Calor latente de vaporización (kcal/h).

masa vapor**:** masa de vapor por unidad de tiempo (kg/h) necesaria para satisfacer las demandas de las etapas.

Sabiendo:

Q_t = 972.476,03 kcal/h

ʎs: 525,7 kcal/kg

$$masa\ \ vapor = \frac{Qt}{\lambda s}$$

$$masa\ \ vapor = \ 1.849{,}87\ \ kg\ \ vapor/hora$$

4.4 Necesidad de extracción de calor

Como se mencionó, en este tipo de procesos es vital controlar el exceso de temperatura. El equipo viene dotado de un controlador digital de temperatura, que activará el sistema de enfriamiento cuando la temperatura exceda en 2ºC la temperatura fijada de proceso.

Por lo tanto, se calcula el calor a extraer a una fermentación promedio para un ΔT de 2º.

$$Q4 = \frac{m\ \ x\ \ cp\ \ x\ \ \Delta T}{t}$$

Donde:

- ✓ Q_4: calor a retirar del sistema para la una carga promedio del fermentador (kcal/h).

- ✓ m: masa de la carga (kg).
- ✓ Cp: calor especifico estimado de la mezcla2 (kcal/kgºC).
- ✓ $\Delta T: T_2 - T_1$
- ✓ T_1: temperatura inicial de la mezcla. (ºC)
- ✓ T_2: temperatura final (ºC).
- ✓ t: tiempo de calentamiento. (h)

Sabiendo:

- ✓ m: 515,56 kg
- ✓ Cp_2: 0,99 kcal/kgºC
- ✓ ΔT:2ºC
- ✓ T: 10 min: 0.17h

$$Q = 6004,75 \ kcal/h$$

Afectando también este valor por el 15% estimado de perdidas, resulta:

$$Q = 6905{,}43 \ \ kcal/h$$

Finalmente se calcula la cantidad de agua de refrigeración necesaria para cada etapa de enfriamiento.

$$Q = \frac{m.agua\ \ enf\ \ x\ \ cp\ \ agua\ \ x\ \ \Delta T}{t}$$

Referencias:

Q: cantidad de calor a extraer del sistema por unidad de tiempo (Kcal/h).

m. agua enf: masa de agua de enfriamiento por unidad de tiempo (kg/h)

Cp agua: Capacidad calorífica del agua (Kcal/kg°C).

$\Delta T = (T_1 - T_0)$ = Gradiente de temperatura (°C).

Sabiendo que:

Q: -6905,43 (Kcal/h).

Cp agua= 1 Kcal/kg°C.

T_0= 20°C.

T_1= 30°C

m. agua enf= Q/ (Cp agua x ΔT)

m. agua enf= 690,54 kg agua de enfriamiento

5. Bibliografía

Adams, M. R. (1998). Vinegar. In B. J. B. Wood (Ed.), Microbiology of fermented foods. Springer US.

Garcia Garibay, M., Quinteros Ramirez, R., & Lopez Munguia, A. (2007). Biotecnología Alimentaria. (Editorial LIMUSA SA. Grupo Noriega Editores., Ed.). Mexico.

McCabe, Smith, Harriott, (2004). Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Ed. Mc Graw Hill, Distrito Federal, México.

Riberáu-Gayon, Glories, Maujean, (2003). Tratado de Enología. 2. Química del Vino Estabilización y tratamientos (1a ed.). Hemisferio Sur S.A.

Riberáu-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., D. (2003). Tratado de Enología. 2. Química del Vino Estabilización y tratamientos (1a ed.). Hemisferio Sur S.A

Singh, R. P. y Heldman, D. R. (1998). Introducción a la ingeniería de los alimentos. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España.

Tesfaye, W., Morales, M. L., Garcia-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2003). Optimising wine vinegar production: fermentation and ageing.

Torres, H. (2011). Tratado de enología I (2ª ed.).Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

1. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

A continuación se realiza la descripción de los equipos necesarios para los procesos. La misma fundamenta además el porqué de la elección de los mismos. El costo de este equipamiento se detalla en el capítulo correspondiente.

1. Tanque de fermentación y estandarización

Se requiere de este tanque para la preparación del mosto inoculado y a su vez para llevar a cabo el proceso de fermentación. Las características del equipo elegido son:

- Marca: Della Toffola
- Capacidad: 25 m^3
- Diámetro: 2,5 m
- Altura: 5 m
- Techo: cónico centrado
- Fondo: cónico
- Encamisado: para agua fría y caliente o vapor.
- Grifo saca muestras
- Material: acero inoxidable grado alimentario



Figura 1: Tanque de fermentación

2. pHmetro de sobremesa

Se requiere para la determinación del pH del jugo y del mosto a fin de determinar si las condiciones son adecuadas para el desarrollo de las levaduras. También se requiere para determinar el pH del mosto a acetificar y del vinagre final. Los datos técnicos del equipo elegido son:

- Marca: Hanna
- Modelo: HI 2020-02 PROGRAMABLE
- Rango de lectura: 0 – 14

- Rango de temperatura: -9,9 – 120 ° C
- Calibración: automática, hasta en 3 puntos
- Mediciones adicionales: concentración de oxígeno, conductividad.



Figura 2: pHmetro HANNA

3. Refractómetro digital para el contenido de azúcar HI 96801

Se requiere para la determinación de los grados Brix iniciales del jugo, a fin de calcular la cantidad de azúcar a adicionar para llegar a la concentración en sólidos solubles requeridos para el proceso, y los grados Brix del mosto, a fin de estimar la graduación alcohólica probable del producto final. Las características del equipo seleccionado son:

- Marca: Hanna

- Modelo: HI 96801
- Rango de lectura: 0-85 % Brix
- Pantalla: LCD, muestra lectura y temperatura
- Tamaño de muestra: Sólo una gota
- Batería: 9 V
- Autonomía: 5000 mediciones



Figura 3: Refractómetro digital

4. Estufa de incubación

Equipo requerido para el incubado de los pre-cultivos. Las características del equipo seleccionado son:

- Marca: Numak
- Modelo: ECZ-050

- Control de temperatura: por microprocesador PID
- Timer: 1 a 9999 min.
- Rango de temperatura: ambiente – 65° C
- Control de temperatura: 0,1° C
- Capacidad: 50 Litros
- Dimensiones 1538 x 1500 mm
- Alimentación: 220 V / 50 Hz
- Potencia: 250 Watts



Figura 4: Estufa de incubación

5. Tanque acetificador

Se requiere de este tanque para la llevar a cabo el proceso de acetificación. Las características del equipo elegido son:

- Marca: Della toffola

- Capacidad: 0,6 m^3
- Diámetro: 0,88 m
- Altura: 1 m
- Techo: cónico centrado
- Fondo: Cónico
- Encamisado: Para agua fría y caliente o vapor.
- Inyección de aire filtrado
- Dos entradas y una salida
- Grifo saca muestras
- Potencia: 1 kw



Figura 5: Tanque acetificador

6. Filtro para el filtrado del vino turbio

Se requiere de un filtro para la clarificación del vino turbio, luego de finalizado el proceso de fermentación. Para esto se recurre a un filtro tipo prensa, el cual cuenta con las siguientes características:

- Marca: CAS, Sudamericada de filtrados S.A.
- Modelo: BI 30/30, 40x40 2p
- Bastidor: completo de acero inoxidable y sección cuadrada AISI 314.
- Platos: 30 en total de 40x40 2P, fabricados en polipropileno.
- Superficie filtrante total: 4,8 m^2.

- Accesorios: 2 válvulas esféricas de acero inoxidable 11/4" para entrada y salida de líquidos con acoples a din 50 mach y dos válvulas esféricas de acero inoxidable 1/4" para desagote y purga. Bandeja de goteos, 4 ruedas y 2 aprietes laterales manuales. Manómetro indicador de presión interna.



Figura 6: Filtro para vino

7. Filtro para el filtrado del vinagre turbio

Se requiere de un filtro para la clarificación del vinagre turbio, luego de finalizado el proceso de acetificación. Para esto se recurre a un filtro tipo prensa, el cual cuenta con las siguientes características:

- Marca: CAS, Sudamericada de filtrados S.A.
- Modelo: BP, 40x40 2p
- 2 cabezales de polipropileno.

- Platos: 7 en total de 40x40 2P, fabricados en polipropileno.
- Superficie filtrante total: 1 m^2.
- Accesorios: 2 válvulas esféricas de acero inoxidable 3/4" para entrada y salida de líquidos. 2 robinetes de acero inoxidable 1/4" para purgas superiores. 2 robinetes de acero inoxidable 1/4" para muestras y desagote de inferiores. 4 patas de acero inoxidable de 25 cm de altura.

8. Bombas

Tanto para el proceso de producción de vino como el de vinagre se requiere de bombas para trasladar los líquidos (jugo de naranja, mosto, mosto en fermentación, vino, vinagre y agua). A continuación, se detallan las bombas requeridas para cada proceso particular.

8.1 Bombas para proceso de vino de naranja

Se requiere de tres bombas para este proceso: una bomba para transportar el jugo azucarado del tanque dosificador al tanque de fermentación (bomba 1), otra para transportar el vino turbio desde el tanque de fermentación al filtro y al tanque de almacenamiento (bomba 2), y la última para transportar el vino desde el tanque de almacenamiento hasta la envasadora (bomba 3). La adopción de cada una será descripta a continuación:

8.1.1 Bomba 1

Un esquema de la instalación de esta bomba se muestra en la figura (1). La misma debe transportar jugo de naranja turbio y azucarado. Por un lado, el jugo tendrá un gran porcentaje de pulpa y, por otro lado, en el tanque de dosificación se agregará el azúcar que, a pesar de contar con agitación, no se puede asegurar que por la bomba no pasen granos de azúcar que pudieran

dañar al rotor si se eligiera, por ejemplo, una bomba centrífuga. Es por este motivo que se recurre a una bomba de desplazamiento positivo y, específicamente, una modelo tipo Moyno.

Figura 7: Esquema de instalación de bomba Moyno N° 1

8.1.2 Bomba 2

Un esquema de la instalación de esta bomba se muestra en la figura (2). La misma debe transportar vino turbio desde el tanque de fermentación al filtro y al tanque de almacenamiento de producto terminado o al tanque de almacenamiento de vino para vinagre, luego de la segunda etapa de fermentación (fermentación lenta). Como este vino tendrá un gran porcentaje de sedimentos es recomendable recurrir a una bomba tipo Moyno.

Figura 8: Esquema de instalación de bomba Moyno N° 2

8.1.3 Bomba 3

Un esquema de la instalación de esta bomba se muestra en la figura (3). La misma debe transportar vino clarificado desde el tanque de almacenamiento de producto terminado (vino) hasta la envasadora. Como el vino no posee sedimentos, se puede usar una bomba centrífuga.

Figura 9: Esquema de instalación de bomba centrífuga N° 3

Para esto, según asesoramiento brindado por el proveedor, se usará una bomba centrífuga con las siguientes características:

- Marca: Lowara
- Modelo: CEA 120/3 ¾ HP
- Versión: Ácido trifásica
- Caudal: hasta 30 m^3/h
- Altura de elevación: hasta 62 m
- Material: cuerpo de bomba, impulsor y difusor de acero inoxidable AISI 304 y 316.
- Sellos mecánicos: de carbono/cerámica.
- Presión máxima de trabajo: hasta 8 bares.
- Temperatura admisible del líquido bombeado: entre -10 °C y 85 °C.



8.2 Bombas proceso de vinagre de naranja

Se requiere de cuatro bombas para este proceso: una bomba para transportar y dosificar el vino de naranja desde el tanque de almacenamiento hasta el acetificador (bomba 4), otra para transportar y dosificar agua desde el tanque de almacenamiento de agua hasta el acetificador (bomba 5), otra para transportar el vinagre turbio desde el acetificador al filtro y tanque de almacenamiento de producto terminado (bomba 6), y la última para transportar el vinagre clarificado desde el tanque de almacenamiento a la envasadora (bomba 7). La adopción de cada una será descripta a continuación:

8.2.1 Bombas 4 y 5

Un esquema de la instalación de estas bombas se muestra en la figura (4). Las mismas no sólo deben transportar vino y agua al acetificador para la producción de vinagre, sino que deben hacerlo en una cantidad determinada, a fin de respetar la proporción requerida por el proceso. Es por esto que se recurre a bombas dosificadoras.

Figura 11: Esquema de instalación de bombas dosificadoras N° 4 y 5

Ambas bombas tendrán marca ProMinent.

8.2.1.1 Bomba 4

La misma tendrá las siguientes características:

- Modelo: Bomba dosificadora de membrana Sigma/2 Básica.
- Forma de impulsión: HM – Membrana
- Tipo: 04350 – Q_{max}=350 L/h 4 bar
- Membrana: S – Membrana de seguridad multicapa
- Suministro eléctrico: R – Motor de Velocidad Variable Trifásico, 230/400 V con PTC con ventilador monofásico 230 V 50/60 Hz.



Figura 12: Bomba dosificadora

8.2.1.2 Bomba 5

La misma tendrá las siguientes características:

- Modelo: Bomba dosificadora de membrana Sigma/2 Control.
- Forma de impulsión: H – Membrana
- Tipo: 04350 – Q_{max}=353 L/h 4 bar
- Membrana: S – Membrana de seguridad multicapa
- Suministro eléctrico: U – 1 fase, 100-230 V 50/60 Hz, 220 W.



Figura 13: Bomba dosificadora

8.2.2 Bomba 6

Un esquema de la instalación de esta bomba se muestra en la figura (5). La misma debe transportar vinagre turbio desde el acetificador al filtro y al tanque de almacenamiento de vinagre clarificado.

Figura 14: Esquema de instalación de bomba Moyno N° 6

8.2.3 Bomba 7

Un esquema de la instalación de esta bomba se muestra en la figura (6). La misma debe transportar vinagre clarificado desde el tanque de almacenamiento de producto terminado (vinagre) hasta la envasadora. Como el vinagre no posee sedimentos, se puede usar una bomba centrífuga.

Figura 15: Esquema de instalación de bomba centrífuga N° 7

Para esto, según asesoramiento brindado por el proveedor, se usará una bomba centrífuga marca Lowara, modelo CEA 120/3 ¾ HP y versión ácido-trifásica, con las mismas características que las especificadas para la bomba N° 3.

9. Apilador eléctrico

Se necesita de este equipo para manipular las cajas finales con los productos, a fin de moverlos desde el entorno de la envasadora al entorno de almacenamiento y luego al camión de distribución. Se elige un apilador eléctrico con las siguientes características:

- Marca: EP

- Tipo: REACH
- Modelo: CQD15S-E
- Capacidad de carga: 1500 Kg
- Altura máxima de elevación de uñas: 7500 mm
- Altura de torre plegada: 3120 mm
- Largo de uñas: 1100 mm
- Ancho total del equipo: 1090 mm
- Velocidad de traslación: 10/11 km/h
- Ancho de pasillo: 2800 mm (pallet de 1200x1000 mm)



Figura 16: Apilador eléctrico

10. Tanques de almacenamiento y dosificación

Para el proceso se necesitarán algunos tanques adicionales a los de fermentación, para almacenar producto terminado antes del embotellado o para dosificar materia prima.

10.1 Tanque-dosificador para preparar el cultivo para vino

Es requerido para la preparación del cultivo de fermentación y para dosificar el jugo al tanque de fermentación. Se acondiciona el jugo destinado para preparar el cultivo con los nutrientes necesarios y luego se le agregan los pre-cultivos que ya han sido previamente incubados. Una vez finalizadas las 24 horas necesarias para alcanzar el número de células deseadas, se dosificará jugo azucarado también mediante este tanque.

En este punto hay que ser cuidadoso en que la altura del biorreactor-tanque dosificador a seleccionar no sea demasiado baja. Si fuera así, podría ocurrir el vaciado del mismo, lo cual perjudicaría el correcto funcionamiento de la bomba. Por otro lado, el tanque no debe tener una altura excesiva a fin de evitar complicaciones en la técnica operatoria. La velocidad de vaciado del tanque depende directamente del caudal de salida del jugo, al cual suponemos constante. Se recurre al siguiente análisis:

$$\frac{dV}{dt} = -q$$

Donde:

V: Volumen de jugo azucarado en el tanque

t: tiempo

q: caudal de descarga

Despejando dV

$$dV = -q.dt$$

Considerando que para un tiempo t_0 hay un volumen V_0, para un tiempo t hay un volumen V y caudal constante, se tiene que:

$$\int_{V_0}^{V} \square\, dV = -q \int_{t_0}^{t} \square\, dt$$

$$V - V_0 = -q.(t - t_0)$$

$$V = V_0 - q.(t - t_0)$$

Suponemos que t_0=0 y consideramos el tiempo t para el cual se vacía el tanque, por lo que V=0. Además, por ser un cilindro:

$$V = \frac{\pi . D^2 . h_L}{4}$$

Donde:

- D: Diámetro del tanque
- h_L: altura del líquido

Reemplazando en la expresión () las suposiciones realizadas, se obtiene:

$$0 = \frac{\pi . D^2 . h_L}{4} - q.t \quad \rightarrow \quad q.t = \frac{\pi . D^2 . h_L}{4}$$

$$t = \frac{\pi . D^2 . h_L}{4.q}$$

Se obtiene así una relación sencilla del tiempo que se precisa para que se vacíe el tanque. Consideramos una altura de líquido h_L=0,8 m, un diámetro D=1,5 m y se pretende trabajar con un caudal q=4 m^3/h. Reemplazando estos valores en

la ecuación (3), se obtiene un tiempo t = 21 min. Este tiempo se considera suficiente como para que los operarios realicen todas las acciones concernientes al manejo de los bidones. Se optará por un tanque de una altura de 1,5 m, a fin de evitar accidentes, lo que hace un adicional de 0,7 m. Este adicional corresponde a un volumen de 1,23 m^3, siendo un volumen mayor que el de cada uno de los bidones.

Las características del equipo seleccionado son:

- Marca: Della Toffola
- Capacidad: 2,65 m^3
- Diámetro: 1,5 m
- Altura: 1,5 m
- Techo: cónico centrado
- Fondo: Cónico
- Encamisado: Para agua fría y caliente o vapor.
- Grifo saca-muestras

10.2 Tanque de almacenamiento de vino para envasar

Es recomendable contar con un tanque de almacenamiento de vino clarificado para antes del embotellado, ya que pueden ocurrir eventualidades en el

proceso que lleven a que el vino se mantenga en contacto con las borras durante un tiempo prolongado, lo cual no es conveniente.

El proceso de elaboración de vino requiere de 10 procesos fermentativos. El vino producido en cada proceso se divide en "vino para envasar" y "vino para elaborar vinagre". El vino para vinagre se diluirá posteriormente con agua. Luego de la acetificación, el vinagre se filtra y está listo para ser envasado. Los volúmenes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Detalle procesos fermentativos del vino

N° proceso fermentativo (vino)	Volumen total de vino producido	Necesidad de Vino p/vinagre	Necesidad de vino dil	Volumen de vinagre a envasar	Volumen de vino a envasar
1	15989	6250	12500	12000	9739
2	15989	6300	12600	12600	9689
3	15989	6300	12600	12600	9689
4	15989	6300	12600	12600	9689
5	15989	6300	12600	12600	9689
6	15989	6300	12600	12600	9689
7	15989	4227	8454	8954	11762
8	15989	0	0	0	15989
9	15989	0	0	0	15989
10	5789	0	0	0	5789

Total	149687	41977	83954	83954	107710

Como se observa en los procesos fermentativos del vino del 1 al 7, el máximo de vino a envasar es de 11762, por lo que, considerando un aumento potencial de la producción en un 10%, se debe contar con un tanque de aproximadamente 13 m^3. Las fermentaciones entre la 8 y la 10 tienen un máximo de vino a envasar de 15989 Litros. Sin embargo, la diferencia con el tanque de 13 m^3 es de 2989 Litros, lo cual estaría sólo un corto tiempo en contacto con las borras. Otra opción sería usar el tanque destinado a almacenar vino para vinagre, el cual ya no será usado para ese momento.

Por lo descripto, se recurre a un tanque de 13 m^3, con las siguientes características:

- Marca: BRICHER
- Modelo: vertical, fondo cónico con patas metálicas.
- Descripción: construido íntegramente en P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de vidrio), con las siguientes capas:

  - Primera laminación: formada por una barrera química compuesta de velo de superficie más una capa de 2 mm de espesor de aplicación manual de manta 450. Está compuesta por resina isoftalica V 180, de latísima resistencia a la hidrólisis y agentes corrosivos.

  - Capa estructural: fabricada por el sistema FILAMENT WINDING, de enrollamiento mecánico cruzado y controlado con sistemas informáticos, bajo normas internacionales ASTM D-3299-NBSA 1560 y BS 4994. Está compuesta por resina ortoftalica.

- Altura: 3,42 m + 0,5 m
- Diámetro: 2,5 m
- Temperatura de trabajo: hasta 30° C
- Presión de trabajo: atmosférica



Figura 17: Tanque de almacenamiento

10.3 Tanque de almacenamiento de vino para vinagre

Como se ve en la tabla N° (…), luego de los procesos fermentativos del 1 al 7, se destina un máximo de 6300 Litros de vino para la elaboración de vinagre. Este vino debe almacenarse a fin de que esté disponible cuando se lo requiera. Considerando un 10% de aumento potencial en la producción, se debería pensar en un tanque de 6,9 m^3. Se instalará un tanque de 8 m^3 a fin de evitar imprevistos y ser usado para el almacenamiento de vino a envasar, cuando sea necesario.

El mismo tendrá las siguientes características:

- Marca: BRICHER

- Modelo: Vertical, fondo cónico con patas metálicas.
- Descripción: La misma que para el tanque de almacenamiento de vino a envasar.
- Altura: 3,425 m + 0,5 m
- Diámetro: 2,0 m
- Temperatura de trabajo: hasta 30° C
- Presión de trabajo: atmosférica



Figura 18: Tanque de almacenamiento

10.4 Tanque de almacenamiento de agua

Se requiere de un tanque de almacenamiento de agua para evitar inconvenientes en la dosificación de agua para el mosto del vinagre. El mismo

será de 4 m^3, con lo que no habrá problemas en el proceso, aún si se cortara el agua por 13 días. Este tanque tendrá las siguientes características:

- Marca: AFFINITY
- Material: acero AISI304 antimagnético.
- Altura: 2,27 m
- Diámetro: 1,5 m
- Espesor: 0,5/0,7 mm



Figura 19: Tanque de almacenamiento de agua

10.5 Tanque de almacenamiento de vinagre a envasar

Se requiere de un tanque para almacenar el vinagre ya filtrado y listo para envasar, a fin de prever cualquier eventualidad y que el vinagre siga en contacto con las borras. Luego de cada ciclo de acetificación, se descarga un volumen de vinagre de 300 L. Si consideramos un 10% adicional para tener en cuenta futuras expansiones, el tanque debería ser de un mínimo de 330 L. Sin embargo, se

trabajará con un tanque de 2 m^3 a fin de realizar un envasado por lo menos semanal.

- Marca: BRICHER
- Modelo: Vertical, fondo cónico con patas metálicas.
- Descripción: La misma que para el tanque de almacenamiento de vino a envasar.
- Altura: 1,1 m
- Diámetro: 2,2 m
- Temperatura de trabajo: hasta 50° C
- Presión de trabajo: atmosférica



Figura 20: Tanque de almacenamiento

11. Tuberías

El proceso requiere de un total de 70 m de tubería. Se comprará un total de 84 m de tubería para evitar cualquier eventualidad. Las tuberías se venden en

forma de tubos de 6 m de largo, por lo que se comprará 14 de estos tubos. Las características de la tubería seleccionada son las siguientes:

- Marca: Famiq S.R.L.
- Descripción: caño de acero inoxidable con costura laminada y pulido exterior (A-554) 038,1 x 1,5 316 L.

12. Autoclave

Se requiere de una autoclave para esterilizar los medios de cultivo y los materiales de vidrio a usar. El equipo seleccionado tendrá las siguientes características:

- Marca: DEBRECEN
- Tipo: Chamberland
- Modelo: BS 440-4565
- Medidas cámara interior: 45x65 cm
- Volumen contenedor: 96 Lts.

13. Material de laboratorio

Se requiere de diversos materiales de vidrio para realizar los ensayos de laboratorio. Estos incluyen erlenmeyers para pre-cultivos y detemrinaciones de acidez, vasos de precipitados, buretas, pisetas, soportes universales, matraces, probetas, buretas, entre otros.

14. Filtro cartucho para agua

Es requerido para filtrar el agua que ingresa al tanque de almacenamiento en el proceso de vinagre, a fin de retirar microorganismos que puedan competir con las bacterias acéticas. Se opta por un filtro con las siguientes características:

- Marca: Durapore multicapa
- Diámetro de poro: 0,45 µm

- Vida útil por filtro: 10 m^3
- Número de filtros requeridos por año: 5

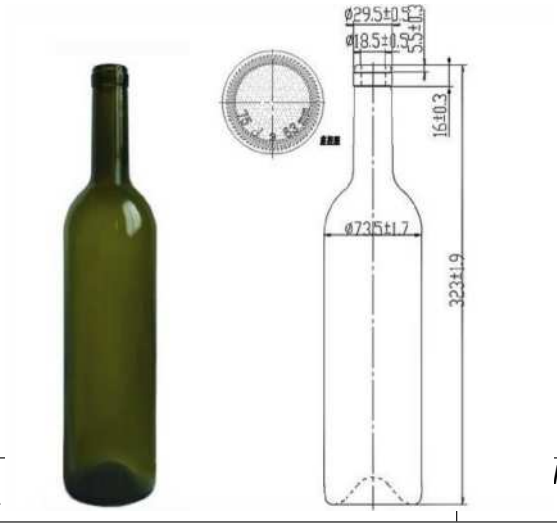


Figura 21: Filtro de cartucho

15. Envasadora

Se optó por una envasadora de la marca Della Toffola. La misma opera a temperatura del producto y con las densidades de los productos a elaborar, puede envasar hasta 2000 botellas/h de 750 mL y 4000 de 250 mL en envases cilíndricos de vidrio.

Para el caso del "vino de naranjas", se envasará en botellas de vidrio verde, con tapa metálica a rosca, similares a las mostradas en la figura 22.



Esa envasadora trabaja también con botellas de 250 mL de capacidad y permite la colocación de tapas con encastre a presión para el vinagre como se observa en la figuras 23 y 24.





Las características de la envasadora son las siguientes.

- Modelo: Uniblock Eno Gravita 12 / 12 / 1 - 1
- Construcción: Totalmente en acero inoxidable
- Producción: Hasta 2.000 bot/h. en 750 cc y 4.000 bot/h en 250 cc.
- Sentido de rotación: horario.
- Tipo de cierre de botellas: corcho y tapa rosca plástica.

- Inyectores de enjuagado: 12 (doce)
- Válvulas de llenado: 12 (doce).
- Dos Torres de tapado: 1 Torre Cabezal Corcho + 1 Torre Cabezal tapa rosca plástica
- Diámetro laborable de botellas: 45 - 110 mm
- Altura de botellas: 150 - 350 mm
- Diámetro corcho: 22 - 26 mm
- Peso: 2.000 kg
- Voltaje: 380 V / 50 HZ
- Protección anti-accidentes: Policarbono transparente por 4 costados
- Inyección de gas inerte previo al llenado incorporado.





El proceso también requiere la adopción de una cámara de refrigeración que será descripta en el capítulo 8.

2. Bibliografía

Bricher. Tanques. Disponible en: http://www.bricher.com.ar/tanques-agroindustriales

CAS. Sudamericana del filtrado. Disponible en: http://www.sudafilt.com/

Catálogo de productos HANNA. Disponible en: http://www.hannainst.es/catalogo-productos

Catalogo y folletos técnicos Lowara. Disponible en: http://pdf.directindustry.es/pdf/lowara-14009.html

Della Tofola Argentina. Disponible en: www.dellatoffola.com.ar/

Filtros SACI Pumps. Disponible en: http://www.sacipumps.com/catalogo.cfm/f/36/sf/122/esp/tratamiento-agua-filtros-cartucho.htm

VIII. SERVICIOS AUXILIARES

Instalaciones y Servicios Auxiliares

En el presente capítulo se detallan y evalúan los requerimientos de servicios auxiliares para las operaciones de la planta, siendo los mismos:

- *Agua*
- *Caldera*
- *Gas*
- *Refrigeración*
- *Sistemas contra Incendios*
- *Instalaciones eléctricas*

De estos ítems, el último se detallará en un capítulo aparte.

1. Agua

El agua del cual dispone el establecimiento proviene de perforación propia realizada en el predio del mismo. Dicha perforación cuenta con una bomba sumergible y dos tanques para la provisión y reserva de agua, tanto para satisfacer el consumo corriente (proceso y personal) como para el sistema de hidrantes contra incendios.

De acuerdo a los balances de materia planteados en el capítulo 6, la cantidad de agua que se utiliza en cada proceso es la siguiente:

- Vino de naranja: se necesitan 400 L de agua para la producción. El agua de proceso detallada se utiliza para suspender la Bentonita.
- Vinagre de Naranja: se necesitan 42.000 L de agua para el proceso de producción de vinagre.

Por otro lado, se estima un consumo de 500 L de agua por persona por jornada de trabajo.

En el caso del consumo de agua para las operaciones de limpieza, el estimativo es el siguiente:

- Proceso de vino: un consumo estimativo de 40000 L de agua para realizar los lavados al inicio del proceso y al finalizar el mismo.
- Proceso de vinagre: un consumo aproximado de 2000 L de agua repartidos en dos lavados: uno al finalizar el proceso de fermentación y otro al comienzo de la producción anual.
- Lavado de botellas: se estima la mitad del volumen total de la botella y el total empleado a esta operación asciende a 95832 L, según se detalla en la tabla 1.

Tabla 1: Agua de lavado para botellas

Tipo de Botella	Cantidad de botellas	Capacidad por botella (cm^3)	Agua de Lavado estimada (L)
Vino	143614	750	53855
Vinagre	335816	250	41977

Al mismo tiempo, la planta ya cuenta con una torre de enfriamiento para procesos que requieran descensos de temperatura, por lo cual también se considera el consumo de agua en la misma, ya que se requiere para el enfriamiento del tanque fermentativo en la elaboración del vino como para el proceso de enfriamiento del vinagre en caso de ser necesario.

Torres Tanque de Agua Potable

Para satisfacer las necesidades del consumo total diario de agua, tanto para los diferentes procesos, consumo y para la red de hidratantes contra incendios, la empresa cuenta con dos tanques verticales montados en sendas torres, lo que asegura el almacenamiento de agua, evitando posibles paradas por desabastecimiento.

El agua potable necesaria será tomada de perforación propia a través de una bomba sumergible, cuya potencia es de 2 HP, se utilizan cañerías de ¾ para su transporte.

Cada tanque de almacenaje de agua presenta las siguientes características:

- Capacidad: 3000 L
- Forma cilíndrica
- Diámetro: 1230 mm
- Altura del Tanque: 2500 mm
- Altura de la Torre: 10 m.
- Material: Plástico reforzado con Fibra de Vidrio
- Anexos: Tapas, Válvulas, Accesorios, nivel, Bridas.

Red de distribución de agua potable

Para el sistema de distribución de agua potable se utilizarán tuberías de PVC (polivinilcloruro) debido a sus ventajas en cuanto a la practicidad en la instalación, fácil manipuleo y transporte, como así también referido a la eficiencia en el cumplimiento de las exigencias de las obras con respecto a otros materiales (como, por ejemplo, el polipropileno):

- Son de fácil mantenimiento y limpieza. Livianos, baja probabilidad de formación de depósitos o incrustaciones.
- Elevada durabilidad, resistencia química, buena resistencia mecánica. Muy resistentes a la intemperie.
- Muy baja rugosidad. Poseen menores pérdidas de carga con respecto al PP (polipropileno) debido a que tiene un menor coeficiente de fricción.
- Mayor Aislación térmica, eléctrica y acústica.
- No propagan el fuego. Autoextinguibles e ignífugos.
- Poseen gran flexibilidad, permitiendo que los esfuerzos externos sean absorbidos, evitándose la rotura.

Se adopta un sistema roscable con junta elástica integrada asegurando la eficacia, presentando una alta resistencia al aplastamiento. El sistema es provisto por la empresa Tigre Argentina y está constituido por tubos de

diámetros desde ½'' hasta 4'', los cuales son aptos también para la distribución de agua caliente



Figura 1 : Caño para agua de termofusión

Conducciones necesarias para la instalación

Desde los tanques de agua potable ubicados afuera de la planta sale la cañería principal, la cual ingresa a la planta. De aquí, salen dos cañerías secundarias (L1) y (L2) que abastecen los distintos sectores de la planta.

La línea secundaria L1 suministra agua potable para consumo humano y uso de sanitarios tanto del sector de planta como los correspondientes a la sección administrativa y para lavado de máquinas de envasado. El caudal máximo de consumo es de 4.000 L/h.

La línea secundaria L2 suministrará el agua potable necesaria en la sección de elaboración de vinagre, incluyendo agua de proceso, agua de lavado de equipamiento, agua utilizada en el laboratorio. El agua abastecida se almacena en un tanque secundario antes de su ingreso al tanque de fermentación. Por su parte, como la cantidad de agua de proceso necesaria para la elaboración de vino es muy baja, la misma se tomará directamente desde la línea principal. El caudal máximo de consumo es de 1.500 L/h.

Diámetros de las diferentes tuberías.

Tubería principal: el cálculo se realiza en función del consumo horario máximo de agua que podría ser de 4.500 L/h.

$$Q = V * S \equiv \left[\frac{m}{seg} * m^2 \right]$$ (Según Mc. Cabe - Smith, tomo 1)

Siendo:

Q = caudal máximo de agua = 4,5 m^3/h = 1,25*10^{-3} m^3/s.

V = velocidad media adoptada para el fluido = 1,5 m/s.

S = sección de la tubería [m^2].

Despejando S de la ecuación anterior:

$$S = \frac{Q}{V} \left[\frac{m^3 / seg.}{m / seg.} \right]$$

Sabiendo además que:

$$S = \frac{\pi \times D^2}{4} \left[m^2 \right]$$

Donde D es el diámetro de la tubería expresado en metros, despejando D se obtiene el valor del diámetro de la cañería a utilizar:

$$D = \sqrt{\frac{S * 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0{,}8 * 10^{-4} * 4}{\pi}} = 0{,}032 \ \ m = 32 \ \ mm$$

Considerando el valor calculado, se adoptan tubos y accesorios de PVC de 50 mm de diámetro interno (diámetro inmediato superior según catálogo del proveedor).

Línea secundaria L1: los cálculos se realizan de acuerdo al valor del caudal máximo de consumo (4.000 L/h). Se emplea el mismo procedimiento para el cálculo del diámetro (D1) de cañerías que en el caso de la línea principal. Por ende:

$$D_1 = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{7{,}3 * 10^{-4} \times 4}{3.14}} = 0.031\, m \equiv 31\, mm$$

Considerando el valor calculado, se adoptan tubos y accesorios de PVC de 50 mm de diámetro interno (diámetro inmediato superior según catálogo del proveedor).

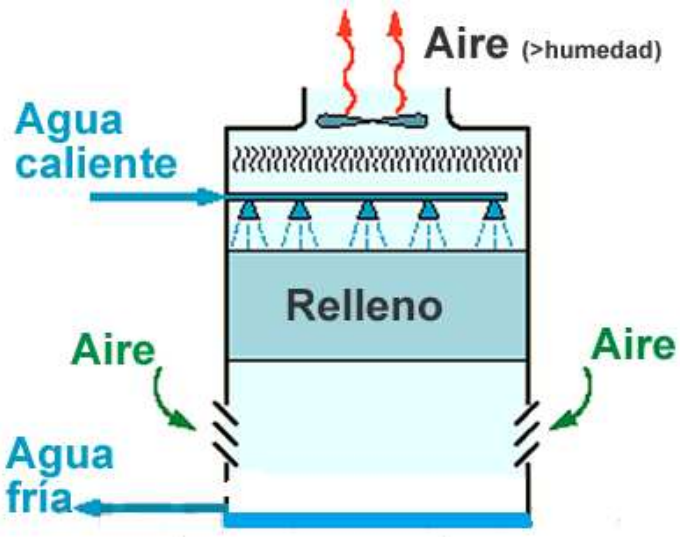
Línea Secundaria L2: los cálculos se realizan de acuerdo al valor del caudal máximo de consumo (1.500 L/h). Se emplea el mismo procedimiento para el cálculo de diámetro (D2) de cañerías que en los casos anteriores. En efecto:

$$D_2 = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{2{,}6 * 10^{-5} \times 4}{3.14}} = 0.0058\, m \equiv 5{,}8\, mm$$

Considerando el valor calculado, se adoptan tubos y accesorios de PVC de 50 mm de diámetro interno (diámetro inmediato superior según catálogo del proveedor).

Torre de enfriamiento

Una torre de enfriamiento es una máquina térmica utilizada para enfriar agua, mediante la evaporación de un pequeño porcentaje de la misma agua que se enfría (enfriamiento evaporativo). Dicha evaporación se estimula con una corriente de aire y con la atomización del agua recirculada. La cantidad de calor extraído para enfriar el agua depende de las condiciones climáticas del sitio de operación (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo).



En los procesos de enfriamiento por aire, la extracción de calor se efectúa prácticamente en su totalidad bajo la forma de calor sensible que es función del peso específico del aire, de su calor específico y de la variación de temperaturas que experimenta, cambiando la temperatura del aire sin afectar a su humedad específica o contenido en vapor de agua. En cambio, en los procesos de enfriamiento evaporativo puede haber una pequeña transferencia en forma de calor sensible (hasta un 10 ó 15%) y fundamentalmente una gran transformación en calor latente (85 a 90%), merced a la evaporación de una reducida porción del agua en circulación.

Los márgenes normales entre los que evoluciona la torre de enfriamiento, se encuentra entre 2500 y 2600 kJ/kg aproximadamente.

De acuerdo a los balances de energía planteados en el capítulo anterior, la cantidad de agua a suministrar a la torre para realizar los procesos de enfriamiento son:

- "Vino de naranjas": 167.950 L de Agua por proceso fermentativo (cada 21 días).
- Vinagre: 700 L de agua por batch (en caso de que sea necesario).

2. Caldera

La empresa cuenta con una caldera para la producción de vapor en el proceso de elevación de la temperatura que utiliza gas licuado (GLP) como combustible. El mismo es suministrado por proveedores de la zona y la planta cuenta con dos recipientes (comúnmente denominados "chanchas") que le permiten abastecerse de gas a granel de la empresa YPF.

La caldera que dispone la empresa es acuotubular, con un esquema de funcionamiento similar al del siguiente dibujo:

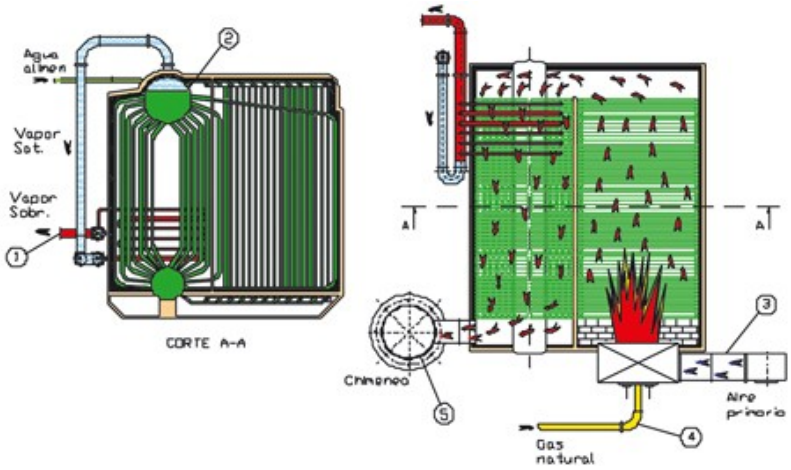


Figura 2: Esquema de funcionamiento de la caldera

Las especificaciones de la caldera son las siguientes:

- Producción de vapor: 500-1000 Kg/h
- Potencia (KW): 698 KW.
- Dimensiones (ancho x largo x altura, en): 1450cm x 2250 cm x 1750 cm
- Diámetro hidráulico de Chimenea: 250 cm
- Peso: 1350 kg.

3. Gas

Es uno de los combustibles más utilizados en el mundo, y se obtiene a partir de la refinación del petróleo. En su composición puede ser butano, propano o una mezcla de los dos tipos.

Se puede comercializar:

- Propano comercial: mezcla de propano, propileno y otros compuestos y puede contener hasta un máximo de 30% de butano.
- Butano comercial: mezcla de butano, butilenos y otros compuestos minoritarios y puede tener un máximo de 50% de propano.

En este proyecto se utilizará GLP (Gas Licuado de Propano), puesto que la red de distribución de gas natural no pasa por la planta aún y la misma dispone, como ya se mencionó, de este tipo de combustible.

Se dispone de un tanque ("chancha") de 7m3, cuyas dimensiones son:

Altura: 1,00 m

Largo: 6,50 m

Diámetro: 1,20 m

Capacidad: 5.800 L = 2900 kg

La densidad de este tipo de combustible es mayor que la del aire, razón por la cual el cilindro donde se almacena el GLP debe estar al nivel del suelo.

Si bien la desventaja económica respecto al gas natural es importante, el GLP posee otras características que lo hacen un combustible de excelente adaptación al uso industrial, incluso respecto a otros:

- Gran poder calorífico, superior al Gas Natural, lo que implica mayor rapidez de calentamiento.
- No hay posibilidades de adulterar el combustible.
- Combustión perfecta sin producir contaminación ni hollín.
- No requiere la atención de personal permanente.
- El gas propano no se congela a bajas temperaturas al igual que otros combustibles. Máxima comodidad en su almacenamiento y utilización.
- El sistema de granel puede ubicarse en cualquier lugar que tenga espacio para el tanque, dándole a este un alto grado de versatilidad.
- El gas propano no se modifica ante variables climáticas.
- Admite aplicaciones domésticas que otros combustibles no aceptan.
- La calidad y uniformidad del Gas Licuado facilita la regulación de la combustión. El hecho de tratarse de un gas de fácil mezclado con el aire, permite una mayor eficiencia que con combustibles líquidos sólidos.
- Comodidad en el servicio, al igual que el Gas Natural.
- Utilización de llama directa para algunos procesos en los cuales otros combustibles (por ser contaminantes) no pueden ser utilizados.

El gas licuado de propano tiene un poder calorífico de 12000kcal/kg.El consumo de gas natural se calcula en base a la cantidad de vapor que se utilizará diariamente.

Características del vapor a utilizar:

- Temperatura del vapor saturado: 132,6ºC
- Presión 3kg/cm2 Hv= 651,06 kcal/kg
- Temperatura del agua de alimentación: 18ºC Hr 18,05 kcal/kg
- ΔH = 633,01 kcal/kg

En consecuencia:

$$Q = m * \Delta H$$

Siendo m=259.000 kg de vapor total consumido en el proceso

Q= 259.000 kg vapor * 633,01kcal/kg

$$Q = 163.949.591 \ \ kcal$$

Considerando además al factor de conversión de la caldera unitario, se obtiene:

$$C = \frac{Q}{P}$$

Donde:

C: Consumo de gas.

Q: Cantidad de calor utilizada.

P: Poder calorífico del gas.

$$C = \frac{163.949.594 \ \ kcal}{12.000 \ \frac{kcal}{kg}}$$

$$C = 13.663 \ \ kg \ \ de \ \ gas$$

Serían necesarias 5 recargas de gas a granel para los siete meses de producción.

4. Refrigeración

Se comprará una cámara de refrigeración para la conservación de los bidones de jugo durante la época de recolección del mismo.

Las especificaciones de dicha cámara son las siguientes:

- Cámara frigorífica modular construida con paneles de chapa metálica.
- Panel aislante de espuma de poliuretano inyectado a alta presión, estructura tipo Sandwich, formado por dos chapas de acero laminado en frío (0,6 mm.) galvanizado por ambas caras y lacado al fuego por el exterior.

- Espesor de los paneles: de 60 mm (frío positivo).
- Con alma de poliuretano inyectada en alta densidad de 40-43 kg./m^3 y un coeficiente de conductividad de 0,26 Kcal/m h. ºC, especialmente atóxica a los productos alimenticios.
- Sistema de ensamblaje: Mediante ganchos giratorios de presión progresiva, protegidos con carcasas A.B.S. (acrílico butidiano estireno), evitando la posible humedad y corrosión entre módulos, aseguramos la hermeticidad con juntas de neopreno que evitan las posibles fugas que pudieran existir.
- Puerta pivotante de medidas estándar de 1850/1900 x 1000 mm.
- Incluye evaporador ECO y cuadro electrónico AKO.
- Altura estándar de la cámara: 3.500 mm (frío positivo).
- Gas R-404A



Figura 3: Cámara de refrigeración propuesta

4.1 Cálculos de cámara de refrigeración

Como los tambores tendrán una capacidad de 200 L (0,2 m^3), la cámara deberá tener unas dimensiones de 6mx6m de base y una altura de 4,5m (el fundamento de estos valores se describe en el capítulo 8 – servicios auxiliares). Para determinar la cantidad de calor a extraer y, por lo tanto, la potencia del motor de la cámara, se consideran las siguientes variables relativas al diseño de la misma:

- Temperatura de entrada del jugo: $T_{o-j} = 25\,°\ C$
- Temperatura final del jugo: $T_{f-j} = 0\,°\ C$
- Potencia de cada ventilador: $P_{ventilador} = 1{,}5\ \ HP$
- Número de ventiladores: 2
- Espesores y condiciones a la que se somete cada pared:

- Lados 1, 2, 3, 4 y techo: e= 0,1 m; $k_{l1} = 0{,}26\ \frac{Kcal}{h.\ m.°\ C}$; $T_{externa} = 35\,°\ C$

- Piso: suponemos despreciables las pérdidas por calor.

- Temperatura de la cámara: $T_{camara} = 0\,°\ C$
- Calor específico del jugo: $C_{p-jugo} = 0{,}93\,\frac{Kcal}{Kg.°\ C}$

El calor total que retirar se calcula de la siguiente manera:

$$Q_T = \sum Q_i = Q_{jugo} + Q_{ventiladores} + Q_{pérdidas} + Otros$$

$$Q_{jugo} = m_j . C_{p\text{-}jugo} . \left(T_f - T_i\right)$$

$$Q_{jugo} = 7350\,Kg\,.0{,}93\,\frac{Kcal}{Kg.°C}.\left(25\text{-}0\right)°\ C$$

$$Q_{ugo} = 170887{,}5\ \ Kcal$$

$$Q_{ventiladores} = = 2.1{,}5 \;\; HP \,.0{,}745 \frac{KJ}{s\,.\,HP} .0{,}239 \frac{Kcal}{kJ} .3600 \frac{s}{hr} .24 \frac{hr}{día}$$

$$Q_{ventiladores} = 46151{,}9 \;\; Kcal$$

$$Q_{pérdidas} = Q_{l1} + Q_{l2} + Q_{l3} + Q_{l4} + Q_{techo}$$

$$Q_i = \frac{\Delta T_i}{\frac{e_i}{k_i\,.\,A_i}}$$

Para todos los lados y el techo, tanto el espesor (e) como la conductividad térmica (k) y la diferencia de temperaturas (ΔT) son los mismos, Por lo tanto:

$$Q_{pérdidas} = \frac{\Delta T\,.\,k}{e} .\left(A_{l1} + A_{l2} + A_{l3} + A_{l4} + A_t\right)$$

Donde:

Área de la paredes 1, 2, 3 y 4: $A_{l1} = A_{l2} = A_{l3} = A_{l4} = 4{,}5\,m \;\; x \;\; 6\,m = 27 \;\; m^2$

Área del techo: $A_t = 6\,m \;\; x \;\; 6\,m = 36 \;\; m^2$

Área total de transferencia de calor:

$A_{l1} + A_{l2} + A_{l3} + A_{l4} + A_t = 4.27 \;\; m^2 + 36 \;\; m^2$

$A_{l1} + A_{l2} + A_{l3} + A_{l4} + A_t = 144 \;\; m^2$

Finalmente:

$$Q_{pérdidas} = \frac{\left(35 - 0\right)° \;\; C \,.0{,}26 \frac{Kcal}{h\,.\,m\,.\,°\;C}}{0{,}1 \;\; m} .144\,m^2$$

$$Q_{pérdidas} = 13104 \;\; \frac{Kcal}{h}$$

Considerando que el calor por pérdidas debe ser extraído durante todo el día, se tiene que:

$$Q_{pérdidas} = 13104 \ \frac{Kcal}{h}.24\frac{hr}{día}$$

$$Q_{pérdidas} = 314496 \ \ Kcal$$

Se consideran otras incorporaciones de calor asociadas con el personal que ocasionalmente trabajará en la cámara, las puertas que se abren y cierran, las luces y otros, como un 30% del calor asociado a pérdidas. Por lo tanto:

$$Q_{otros} = 0{,}3.314496 \ \ Kcal$$

$$Q_{otros} = 94348{,}8 \ \ Kcal$$

Se calcula la suma de todos los calores obtenidos:

$$Q_T = \sum Q_i = Q_{jugo} + Q_{ventiladores} + Q_{pérdidas} + Otros$$

$$Q_T = 170887{,}5 \ \ Kcal + 46086{,}88 \ \ Kcal \ + 314496 \ \ Kcal + 94348{,}8 \ \ Kcal$$

$$Q_T = 652819{,}2 \ \frac{Kcal}{día}$$

Si se considera un trabajo del compresor de 16 horas por día y aplicando el factor 3.024 para convertir a HP, se obtiene la potencia del motor de la siguiente manera:

$$P = \frac{652819{,}2\frac{Kcal}{día}}{16\frac{hr}{día}} \Bigg/ 3024\frac{\frac{Kcal}{hr}}{HP}$$

$$P = 13{,}5 \ \ HP$$

Para una mayor seguridad, se optará por la compra de un motor de 15 HP.

5. Sistema contra incendios

Los objetivos a cumplir son:

- evitar la iniciación de incendios
- evitar la propagación del fuego y los efectos de gases tóxicos
- asegurar la evacuación de las personas
- facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos
- proveer las instalaciones de detección y extinción del fuego

Las medidas preventivas a implementar para cumplir dichos objetivos son:

- No se permitirá fumar, encender o llevar fósforos, encendedores de cigarrillos y todo otro artefacto que produzca llama. Para la prevención se dispondrá de letreros en los sitios considerados de riesgo.
- Se mantendrán las áreas de trabajo limpias y ordenadas, eliminando periódicamente los residuos.
- Se colocarán carteles de obligatoriedad de adopción de medidas, y se obligará a los trabajadores en general a aceptar las disposiciones.
- No se sobrecargarán los interruptores de pared.
- Las instalaciones eléctricas estarán protegidas contra incendios y la calidad de los materiales los conductores eléctricos cumplirán con la norma oficial correspondiente.
- Se evitará generar chispas eléctricas, que se producen al desconectar un interruptor, al enchufar o al desenchufar en un tomacorriente, al encender o apagar la luz.
- Se mantendrán los equipos eléctricos en perfectas condiciones para evitar incendios por corto circuito.

- Se realizarán controles periódicos de recargas y reparaciones de equipos contra incendios, se llevará un registro de inspecciones y las tarjetas individuales por equipos que permitan verificar el correcto mantenimiento y condiciones de los mismos.
- Es necesario que las vías de evacuación estén bien señaladas mediante letreros en color verde (a veces luminosos). También debe de haber un sistema de iluminación mínimo, alimentado por baterías, que permita llegar hasta la salida en caso de fallo de los sistemas de iluminación normales del edificio.
- Se requerirán agentes extintores (agua, polvo, espuma, nieve carbónica), contenidos en extintores o conducidos por tuberías que los llevan hasta unos dispositivos (bocas de incendio, hidrantes, rociadores) que pueden funcionar manual o automáticamente.
- La planta contará tanto con extintores como con mangueras de aspersión agua. Como por medida de seguridad se corta el servicio eléctrico, constará además con un sistema de iluminación portátil instalado en las paredes de la planta.
- Los extintores se ubicarán en la zona administrativa, laboratorio y zonas de almacenamiento.
- En el área comprendida por la zona de elaboración y generación de servicios auxiliares se encontrará un gabinete que contiene las mangueras con las cuales se impulsará al agua para sofocar el incendio.
- Este sistema contra incendios será provisto por la empresa Itterman Seguridad Industrial de la ciudad de Concordia. La marca de los implementos a instalar es Melisan.



Figura 4: Matafuegos reglamentario

6. Bibliografía

McCabe, Smith, Harriott, (2004). Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Ed. Mc Graw Hill, Distrito Federal, México

Redes de Agua en PVC. Disponible en: http://www.tigre.com.ar/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/argentina/catalogo-redes-de-agua.pdf

Sistemas contra incendio. Disponible en: http://www.rnds.com.ar/articulos/014/RNDS_056W.pdf

Tigre Argentina: Tubos y Conexiones. Disponible en: http://www.tigre.com.ar/

Mesny, M. Generación del vapor. (1976). Ediciones Marymar. Buenos Aires, Argentina.

1. Instalaciones Eléctricas

Red de Alimentación

La energía eléctrica a utilizar se toma de la red de media tensión (Voltaje= 3x13200 Volts) y dentro de la planta, se transforma para alimentar a los equipos a 3x380Volts. Esto se adopta ya que esta es la forma en que la empresa está comprando la energía actualmente. La forma de enviar la energía eléctrica a las diferentes secciones es radial, distribuyéndola desde el tablero principal a los tableros secciones y desde allí a los diferentes tableros de servicio. Esta forma de distribución presenta varias ventajas: son sencillos en diseño, económicos, evita que el funcionamiento de la toda la planta se vea afectado en caso de la existencia de fallas en alguna de las líneas.

Características

- Tensión de red: 220-380 Volts
- Frecuencia: 50 Hz
- Factor de potencia: 0,95 Corregido de forma automática (Tablero Principal)

Ambas zonas de elaboración (de vino y vinagre respectivamente) compartirán un único tablero seccional. El mismo se alimentará desde el tablero principal que existe en la planta Villa Rica S.A.

Corrección del factor de potencia

Una instalación eléctrica de corriente alterna, que contiene máquinas como transformadores, motores, bombas, electrónica de potencia, y demás elementos donde la corriente está desfasada con respecto a la tensión, absorbe una energía total llamada energía aparente (Eap).

Esta energía, que generalmente está expresada en kilovolt- ampere-hora (kVAh), corresponde a la potencia aparente S (kVA) y puede ser separada así:

- energía activa (Ea): expresada en kilowatt-horas (kWh). Puede ser aprovechada luego de ser transformada en calor o trabajo mecánico por la máquina receptora. Esta energía corresponde a la potencia activa P (kW)
- energía reactiva (Er): expresada en kilovar-horas (kvarh). Es utilizada en los arrollamientos de motores y transformadores para crear el campo magnético necesario para su funcionamiento. Esta energía corresponde a la potencia reactiva Q (kvar).

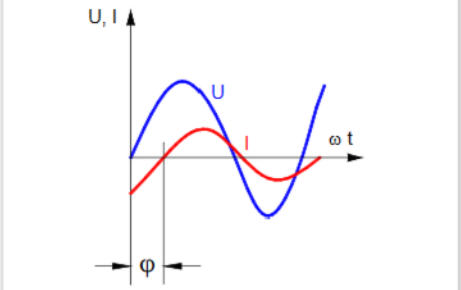


Figura 1: Desfasaje energía-potencia

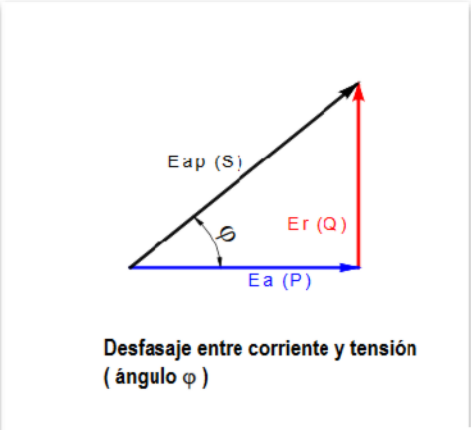


Figura 2: Desfasaje corriente-tensión

A diferencia de la forma anterior de energía, la energía reactiva resulta improductiva para el usuario.

Por definición, el factor de potencia, o cos φ, de una máquina eléctrica es igual a la relación entre la potencia activa P (kW) sobre la potencia aparente S (kVA) y puede variar entre 0 y 1. Por lo tanto, puede ser usado para identificar fácilmente el nivel de consumo de energía reactiva de una máquina determinada.

Un factor de potencia igual a 1 significa que no hay consumo de energía reactiva (carga puramente resistiva) Un factor de potencia inferior a 1 significa consumo de energía reactiva: mayor a medida que al factor de potencia se

aproxima a 0 (carga puramente inductiva). En instalaciones eléctricas, el factor de potencia puede ser diferente dependiendo del tipo de máquinas instaladas y la forma en que son usadas (descargadas o a plena carga).

Un buen factor de potencia optimiza el consumo de una instalación eléctrica y proporciona las siguientes ventajas:

- Evita el pago de recargos por consumo de energía reactiva.
- Reducción del valor de potencia aparente.
- Reducción de pérdidas de energía activa al reducirse la corriente conducida en la instalación.
- Aumento del nivel de tensión en el extremo de la distribución.

La corrección del factor de potencia (CFP) en una instalación eléctrica consiste en compensar parcial o totalmente la energía reactiva consumida por esa instalación. Entre los sistemas técnicamente disponibles para compensar la energía reactiva, los capacitores son usados con mayor frecuencia porque presentan las siguientes ventajas:

- No consumen energía activa
- Su costo es comparativamente menor
- Són fáciles de instalar
- Poseen larga vida útil
- Prácticamente no requieren mantenimiento

Un capacitor está formado por dos placas conductoras separadas por un material aislante (dieléctrico). Cuando el capacitor es conectado a una tensión senoidal, su vector de corriente toma una fase 90º adelantada al vector tensión.

En forma inversa, los componentes inductivos (motores, transformadores, etc.) producen una corriente desfasada 90º en atraso con respecto a la tensión. La composición vectorial de estas potencias reactivas (inductiva o capacitiva) da como resultado una potencia reactiva inferior al valor existente antes de la instalación de los capacitores.

En términos más simples, se puede decir que las cargas inductivas (motores, transformadores, etc.) consumen energía reactiva mientras que los capacitores producen energía reactiva.

Por estos motivos, se prevé la incorporación de un controlador de potencia en la instalación. Las especificaciones del mismo se muestran a continuación.

Línea 2RA



Regulador electrónico EPCOS BR450 (origen : Italia)
- Capacitores ELECOND PhiCap
- Contactores SIEMENS
- Protección general por Interruptor TM SIEMENS
- Gabinete metálico 450 x 300 x 175 mm

Modelo	Potencia	Configuración
2RA-0050	5 kvar	1 + 2 + 2
2RA-0075	7,5 kvar	2,5 + 5
2RA-0100	10 kvar	2,5 + 2,5 + 5
2RA-0125	12,5 kvar	2,5 + 5 + 5
2RA-0150	15 kvar	5 + 5 + 5

Ilustración 1: Corrector de factor de potencia

Tablero Seccional de Baja Tensión

El tablero seccional se compondrá por un gabinete estático, con frente calado para facilitar el accionamiento de las protecciones correspondientes sin tener acceso directo a los bornes. El gabinete estático contendrá un interruptor, cuya selección será de acuerdo a los requerimientos de corriente del tablero seccional.



Ilustración 2: Tablero seccional



Ilustración 3: Protección termomagnética

También se colocarán tres testigos luminosos de presencia de fase en el frente del tablero, que también dispondrá de protecciones termomagnéticas y diferenciales, las cuales se elegirán de acuerdo a su potencia.

Por otra parte, se hará uso de un analizador de redes con el objetivo de tomar mediciones para su control de:

- Tensión, tanto en la tres fases como en el neutro
- Corriente (por fase y neutro)
- Frecuencia de Red
- Potencias (activa, reactiva, aparente) tanto total como por fase
- Mínimos y máximos de valores instantáneos.

Línea de Distribución de Energía Eléctrica

El cálculo eléctrico de una línea consiste en calcular la sección de un conductor de forma que satisfaga determinadas condiciones iniciales (cálculo preliminar) y, luego de escoger una sección de conductor, verificar que esas condiciones se cumplen (cálculo de comprobación):

Cálculo Preliminar: $I_{SERV} < I_Z$

Cálculo de Comprobación: $\Delta U_{REAL} < \Delta U_{TEOR}$

Donde*:*

- I_{SERV}*: Intensidad de corriente de Servicio*
- I_Z*: Intensidad de corriente de Instalación.*

- ΔU_{REAL}: *Caída de Tensión Real*
- ΔU_{TEOR}: *Caída de Tensión Teórica.*

El cálculo preliminar se basa en la selección de la sección del conductor teniendo en cuenta el criterio térmico. Esto se debe a que la densidad de corriente en el conductor debe ser limitada para disminuir el calentamiento producido al circular la corriente eléctrica. Este criterio fija la máxima intensidad de corriente tolerable que circula por el conductor y que cuando se mantiene de forma permanente, el conductor no supera los 70°C cuando la temperatura ambiente no es mayor a los 40°C o la que especifica la tabla otorgada por el fabricante. Al tratarse de líneas cortas, cuya longitud no supera los 200 metros, para los cálculos se desprecia la inductancia del conductor y se lo considera puramente resistivo.

Debido al calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización, se considera en los cálculos un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación equivale a una mayor temperatura ambiente.

El criterio térmico se basa en los siguientes ítems:

$$I_{SERV} < I_Z$$

$$I_Z = I_{ADM} \times F_C$$

Donde:

- I_{ADM}: *Intensidad de corriente admisible (dada por el fabricante)*
- F_C: *Factor de Corrección*

El cálculo de comprobación se basa en el criterio de caída de tensión, estableciendo que la circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una caída de tensión a lo largo del recorrido del mismo.

La caída de tensión absoluta se calcula según:

$$\Delta U = V_{entrada} - V_{carga}$$

Donde:

- $V_{entrada}$*: Tensión a la entrada del circuito*
- V_{carga}*: Tensión sobre la carga*

La caída de tensión se puede calcular también a partir de la siguiente ecuación:

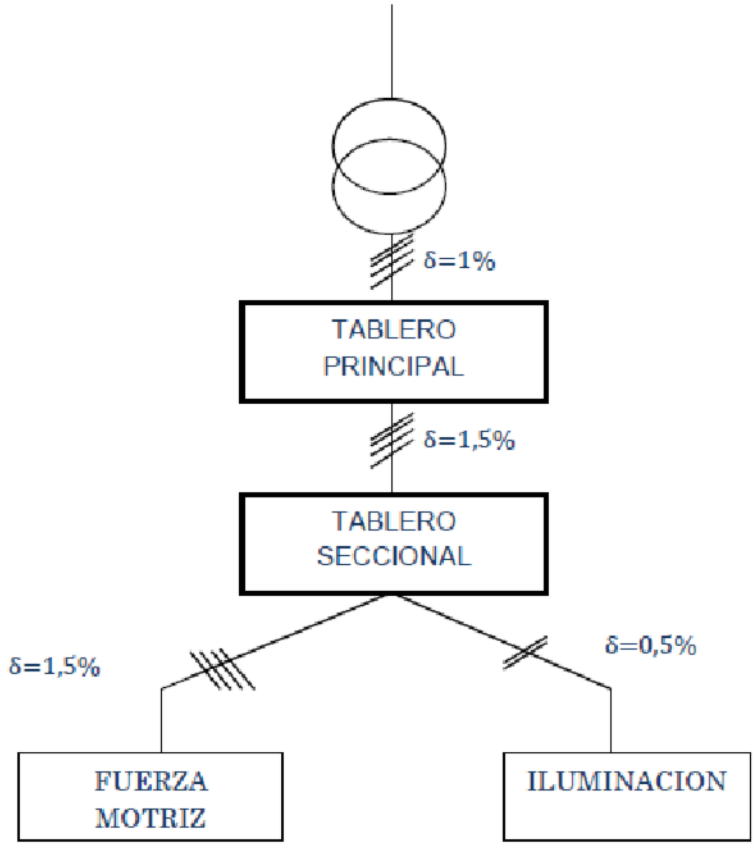
$$\Delta U = (K * P * l)/(\sigma * S * V)$$

Donde:

- *K= factor que tiene en cuenta el carácter inductivo de la línea*
- *P= Potencia de la carga (W)*
- *l= longitud de la acometida (m)*
- *σ= Conductividad específica del material constructivo del conductor. En este caso, al ser el cobre, este valor es aproximadamente igual a: 56* $m/\Omega * mm^2$
- *S= sección del conductor* (mm^2)
- *V= voltaje aplicado a la carga (V)*

Para calcular la caída de tensión, se distribuye la caída de tensión porcentual (δ), en función de la carga y de la cantidad de corriente que deben soportar cada sección. Según lo establecido por la Asociación Argentina de Electrotecnia se utilizan los siguientes parámetros:

- *δ= 3% para iluminación*
- *δ= 5% para fuerza motriz.*



La caída de tensión absoluta se puede calcular a partir de la caída de tensión porcentual según:

$$\Delta U = (\delta\% * V) / 100$$

Características de las acometidas.

Para la selección de cables se utiliza el catálogo de la firma I.M.S.A., seleccionando el modelo Plastix ® CF. Los mismos son unipolares de cobre extraflexibles aislados con PVC Noflamex ® ecológico.

Son aptos para instalarse en cañerías metálicas o plásticas de trayectoria intrincada debido a su extrema flexibilidad y excelente deslizamiento. Están disponibles en colores rojo, negro, blanco, celeste, marrón y verde/amarillo,

negro y verde/amarillo a partir de 25 mm^2 hasta 70 mm^2 inclusive, negro desde 95 mm2. Se comercializan en rollos de 100 m hasta 16 mm^2; rollos 10y 30 m hasta 2,50 mm^2; bobinas de Ø 280 mm hasta 10 mm^2y bobinas de madera desde 25 mm^2en adelante.

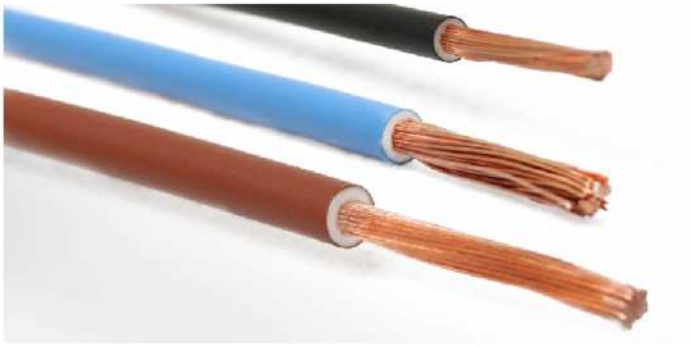


Ilustración 4: Cables adoptados

El tendido de los conductores se realizará sobre bandejas portacables del tipo perforadas galvanizadas, presentando curvas a 90° tanto en disposición vertical como en horizontal, ménsulas y todos sus accesorios. Dichas bandejas poseen 150 mm de ancho.



Ilustración 5: Bandejas portacables

Cálculo de las acometidas de la línea de fuerza motriz

Para poder realizar los cálculos y poder seleccionar la sección de cable adecuada, se efectúa una lista de los equipos del proceso que ocupan electricidad, considerando que tanto los equipos de elaboración de vino como los del vinagre comparten un único tablero seccional:

Tabla 1: Detalle de equipos

Equipo	Unidades	Potencia (por unidad)		Tensión de Alimentación (V)
		kW	HP	
Estufa de Incubación	1	0,25	0,33	220
Bombas Centrifugas (Vino de Naranja)	3	0,55	0,75	380
Bombas Centrífugas (Vinagre de Naranja)	2	0,55	0,75	380
Bombas Dosificadoras (Vinagre de Naranja)	2	0,75	1	380
Acetificador	1	1,00	1,3	380
Envasadora	1	0,75	1,0	380
Motor de cámara de refrigeracion	1	11,2	15	380
Forzadores de aire de cámara	2	1,1	1,5	380

Para los cálculos se debe determinar el factor de corrección correspondiente. En la siguiente tabla se indican los factores de corrección a

Cantidad de circuitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	Métodos de Instalación
Agrupados en aire, sobre una superficie, em	1	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	A1, A2, B1, B2, D1 y D2
Una sola capa, sobre pared, piso o bandeja no perforada	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	C
Una sola capa fijada debajo de cielorraso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	C
Una sola capa sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	E y F
Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrampada	1	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	E y F

Tabla 2: Adopción de factor de corrección

ágina

aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o bipolares:

Para la obtención del factor de agrupamiento se considera el tramo de bandejas porta cables con mayor número de conductores, en una sola capa de bandeja tipo perforada. Se considera un número de circuitos igual a 2 correspondientes a los dos sistemas de proceso (uno para el vino y otro para el vinagre), ya que la acometida hacia la estufa de incubación se coloca independiente de estos. De la tabla se obtiene un factor de 0,88.

Cálculo de acometida del motor de la estufa.

Potencia del motor de la estufa (instalada): 250W

Voltaje: 220 V

El factor de potencia se considera corregido en el tablero principal por lo que:

Cosφ: 0,95

$$Pservicio = V \; X \; I_{SERV} \; X \; Cos\varphi \rightarrow I_{SERV} = Pservicio / (V \; X \; Cos\varphi)$$

$$I_{SERV} = 250 \; W / (220 \; V \; X \; 0,95)$$

$$\boldsymbol{I_{SERV} = 1,19 \; A}$$

De la tabla se seleccionará el conductor que sea capaz de transmitir la corriente calculada:

Tabla 3: Conductores



Sección Nominal	Acondicionamiento					Diámetro alambre máximo	Diámetro cuenta[1] de cobre	Espesor de la aislación	Diámetro exterior[1]	Peso[1] del cable completo	Resistencia[2] eléctrica máx a 20°C en CC	Corriente[4] admisible cañería 2x	Caída de tensión
	Rollos			Longitud x envase									
	10 m	30 m	100 m	carrete Ø 260 mm	bobina Ø mayor	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	V/A km
1	–	•	•	1000	–	0,21	1,20	0,60	2,50	14	19,5000	11	37
1,5	•	•	•	800	–	0,26	1,50	0,70	3,00	19	13,3000	15	26
2,5	•	•	•	500	–	0,26	1,90	0,80	3,60	31	7,9800	21	15
4	–	–	•	400	–	0,31	2,50	0,80	4,20	45	4,9500	28	10
6	–	–	•	300	–	0,31	3,00	0,80	4,70	64	3,3000	36	6,4
10	–	–	•	200	–	0,41	3,90	1,00	6,00	107	1,9100	50	3,8
16	–	–	•	–	–	0,41	5,00	1,00	7,10	162	1,2100	66	2,4
25	–	–	–	–	1500	0,41	6,10	1,20	8,60	242	0,7800	88	1,6
35	–	–	–	–	1500	0,41	7,30	1,20	9,80	333	0,5540	109	1,2
50	–	–	–	–	1500	0,41	9,90	1,40	12,90	493	0,3860	131	0,8
70	–	–	–	–	1000	0,41	11,00	1,40	13,90	667	0,2720	167	0,6
95	–	–	–	–	1500	0,41	12,40	1,60	15,80	899	0,2060	202	0,5
120	–	–	–	–	1000	0,41	14,00	1,60	17,40	1104	0,1610	234	0,4
150	–	–	–	–	1000	0,41	15,90	1,80	19,70	1402	0,1290	261	0,4
185	–	–	–	–	1000	0,41	17,50	2,00	21,70	1689	0,1060	297	0,3
240	–	–	–	–	500	0,41	20,00	2,20	24,80	2238	0,0801	348	0,3

Se selecciona un cable:

SN= 1x 1mm² + 1x 1mm² TT.

I_{ADM}= *11 A*

Debido a la forma de canalización de los cables se aplica un factor de agrupamiento por lo que la corriente admisible real (I_Z) de los circuitos es:

$$I_Z = Fc \; X \; I_{ADM} = 0,88 \; X \; 11 \; A$$

$$I_Z = 9,68 \; A \text{ Vemos que:}$$

$$I_{SERV} < I_Z$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio térmico.

Determinamos las caídas de tensión teórico y real para observar si, con la sección de cable seleccionada, se cumple el criterio de caída de tensión:

$$\Delta U_{TEOR} = (\delta\% * V) / 100$$

$$\Delta U_{TEOR} = (1{,}5 \text{ X } 220 \text{ V}) / 100$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{TEOR} = 3{,}3 \text{ V}}$$

Por otro lado, la caída de tensión real:

$$\Delta U_{REAL} = (K \text{ X } P \text{ X } l) / (\sigma \text{ X } S \text{ X } V)$$

$$\Delta U_{REAL} = (1 \text{ X } 250\text{W X } 10\text{m}) / (56 \text{ m}/\Omega{*}\text{mm}^2 \text{ X } 1\text{mm}^2 \text{ X } 220 \text{ V})$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} = 0{,}20 \text{ V}}$$

De acuerdo a los cálculos vemos que:

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} < \Delta U_{TEOR}}$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio de caída de tensión. Al cumplirse ambas condiciones, podemos afirmar que la sección de cable seleccionada es la adecuada.

Cálculo de acometida de la línea de proceso.

Para el cálculo de la acometida de la línea de proceso se consideran los consumos del motor de cada bomba, el motor del compresor de la cámara de refrigeración y el motor del agitador del acetificador. Se suman de manera algebraica para obtener el consumo total de potencia activa en el tablero seccional. A este valor se le aplica un coeficiente de simultaneidad (Ks), es decir, un coeficiente que se emplea para no sobredimensionar de manera exagerada la acometida que conecta el tablero principal con la seccional en consideración.

Ks= Potencia conectada simultáneamente/ Potencia total que demanda la carga del tablero

Se considerará el peor de las situaciones, en donde todos los equipos están funcionando de manera simultánea, para el cálculo de la acometida. En este caso, el coeficiente de simultaneidad (Ks) es unitario (Ks=1)

Potencia Activa Total= 13950 W

Voltaje: 380 V

El factor de potencia se considera corregido en el tablero principal por lo que:

Cosφ: 1

$$Pservicio = V \; X \; I_{SERV} \; X \; Cos\varphi \rightarrow I_{SERV} = Pservicio/ (V \; X \; Cos\varphi)$$

$$I_{SERV} = 16150 \; W/ (380 \; V \; X \; 0,95)$$

$$\boldsymbol{I_{SERV} = 44,73 \; A}$$

De la tabla se selecciona el conductor que sea capaz de transmitir la corriente calculada:

Se selecciona un cable de sección 10 mm^2, con una $I_{ADM} = 50 \; A$

Debido a la forma de canalización de los cables se aplica un factor de agrupamiento por lo que la corriente admisible real (I_Z) de los circuitos es:

$$I_Z = Fc \; X \; I_{ADM} = 0,88 \; X \; 50 \; A$$

$$\boldsymbol{I_Z = 44 \; A}$$

Vemos que:

$$\boldsymbol{I_{SERV} < I_Z}$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio térmico.

Determinamos las caídas de tensión teórico y real para observar si, con la sección de cable seleccionada, se cumple el criterio de caída de tensión:

$$\Delta U_{TEOR} = (\delta\% * V) / 100$$

$$\Delta U_{TEOR} = (1,5 \text{ X } 380 \text{ V}) / 100$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{TEOR} = 5,7 \text{ V}}$$

Por otro lado, la caída de tensión real:

$$\Delta U_{REAL} = (K \text{ X } P \text{ X } l) / (\sigma \text{ X } S \text{ X } V)$$

$$\Delta U_{REAL} = (1 \text{ X } 12.200\text{W X } 10\text{m}) / (56 \text{ m}/\Omega * \text{mm}^2 \text{ X } 10 \text{ mm}^2 \text{ X } 380 \text{ V})$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} = 0,57 \text{ V}}$$

De acuerdo a los cálculos vemos que:

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} < \Delta U_{TEOR}}$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio de caída de tensión. Al cumplirse ambas condiciones, podemos afirmar que la sección de cable seleccionada es la adecuada.

Iluminación

El capítulo II del Código Alimentario Argentino (CAA) indica que la iluminación se hará por luz solar siempre que sea posible y cuando se necesite emplear luz artificial, ésta debe ser lo más semejante a la natural.

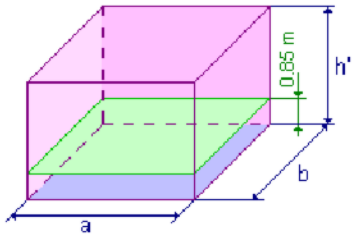
Los locales de los establecimientos deberán tener iluminación natural y/o artificial que posibiliten la realización de las tareas y no comprometa la higiene de los alimentos. Las fuentes de luz que estén suspendidas o aplicadas y que se encuentren sobre la zona de manipulación de alimentos en cualquiera de las fases de producción deben ser de tipo inocuo y estar protegidas de roturas.

Los sectores de elaboración de vino y vinagre de naranja contarán con nuevas iluminarias a las ya existentes en la planta. Para determinar tanto el número adecuado de la lámpara se utiliza el método de los lúmenes, a partir

del cual se puede calcular el nivel medio de iluminancia en una instalación de alumbrado general. Los factores a considerar son:

- *Dimensiones del local*

Los parámetros a medir que determinan la dimensión de cada sección se muestran en la siguiente imagen:



El valor de 0,85m señala la altura media de trabajo medida desde el piso, dicho valor se considera estándar.

Las dimensiones de las salas de elaboración de vino y vinagre son las siguientes:

Tabla 4: Dimensiones del área de trabajo

Sección	Dimensiones (m)			
	a	b	h'	h
Líneas de Proceso	7	17	7	6,15
Laboratorio	4,5	6	2,5	2,15

Donde:

- *h'= Altura del local*

- *h= Diferencia de altura entre la altura real del local y el valor estándar*

- *Nivel de iluminancia media (E_m)*: El nivel de iluminancia media depende de la actividad que se realice. Según las normas IRAM-AADL j20-06, los valores recomendados son:

Tabla 5: Iluminación recomendada por IRAM

LUGAR O FAENA	ILUMINACION
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada maquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

Para las líneas de producción se tomará como valor medio de iluminación 300 lux, mientras que para el laboratorio se tomará como valor medio 700 lux.

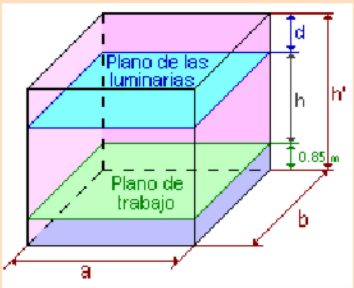
- *Tipo de lámpara*

Tanto para la sala de proceso, como para el laboratorio se utilizarán lámparas Glixleds G3 120 de 15.600 lm.

- *Índice del local.*

El índice del local se calcula según el sistema de iluminación y las dimensiones del local. Tanto el sistema de iluminación de las líneas de producción como la del laboratorio serán del tipo "directa".

Tabla 6: Cálculo de factor k



Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

De acuerdo a la fórmula, los índices de local son:

- $K_{producción} = 0,80$
- $K_{laboratorio} = 1,20$

- *Coeficiente de reflexión de superficies*

La siguiente tabla muestra algunos valores de coeficientes de reflexión, de acuerdo la norma IRAM-AADL j 20-06:

Tabla 7: Coeficientes reflectivos

	Color	Factor de Reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3

Oscuro	0.1

Para el caso de la línea de producción se adoptan los siguientes valores:

- Techo: 0,7
- Paredes: 0,5
- Suelo: 0,1

Para el caso de la iluminación en el laboratorio se adoptan los siguientes valores:

- Techo: 0,7
- Paredes: 0,5
- Suelo: 0,3
-

• *Factor de utilización (n)*

Se obtiene de tabla, el valor asignado depende del coeficiente de reflexión y del índice del local:

Tabla 8: Factor de utilización de luminaria

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)															
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00					
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00					
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00					
0.60	0.46	0.44	0.45	0.44	0.43	0.39	0.39	0.36	0.39	0.36	0.35					
0.80	0.54	0.51	0.53	0.52	0.51	0.46	0.46	0.43	0.46	0.43	0.42					
1.00	0.61	0.56	0.60	0.58	0.56	0.52	0.52	0.49	0.51	0.49	0.48					
1.25	0.67	0.61	0.65	0.63	0.60	0.57	0.57	0.54	0.56	0.54	0.53					
1.50	0.71	0.64	0.69	0.66	0.64	0.61	0.60	0.58	0.59	0.57	0.56					
2.00	0.77	0.69	0.75	0.71	0.68	0.66	0.65	0.63	0.64	0.62	0.61					
2.50	0.80	0.71	0.78	0.74	0.70	0.68	0.67	0.66	0.67	0.65	0.64					
3.00	0.83	0.73	0.81	0.76	0.72	0.70	0.69	0.68	0.68	0.67	0.66					
4.00	0.86	0.74	0.83	0.78	0.73	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.67					
5.00	0.87	0.75	0.85	0.79	0.74	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.68					

De acuerdo a la tabla, obtenemos los diferentes factores de utilización:

$n_{Producción} = 0,51$

$n_{laboratorio} = 0,65$

- *Factor de mantenimiento (Fm)*

El factor de mantenimiento es 0.8, el cual corresponde a una zona permanentemente limpia.

- *Flujo luminoso total y número de luminarias*

Para calcular el flujo total se emplea la siguiente fórmula:

$$\varphi T = (Em \times S) / (n \times Fm)$$

Donde:

- *φT = flujo luminoso total*
- *Em= iluminancia media deseada*

- *S= superficie del plano de trabajo*
- *n= factor de utilización*
- *Fm= factor de mantenimiento*

Aplicando la fórmula a las diferentes secciones de iluminación (Producción y laboratorio) se obtiene:

- $\varphi T_{producción}$*= 87.500 lúmenes.*
- $\varphi T_{laboratorio}$*= 35.350 lúmenes.*

Para el cálculo del número de luminarias se utilizó la siguiente fórmula:

$$N= \varphi T/ n* \varphi L$$

Donde:

- *N = número de luminarias*
- *φT = flujo luminoso total*
- *φL= flujo luminoso de una lámpara (15.600 lúmenes para los artefactos seleccionados para la planta y 2.500 lúmenes para laboratorio y oficinas)*
- *n= número de lámparas por luminaria (2 en para el caso de la planta y 1 para el resto)*

Aplicando la fórmula a las diferentes secciones de iluminación (Producción y laboratorio) se obtiene:

- $N_{producción}$*= 2,8 → 3 luminarias.*
- $N_{aboratorio}$*= 14,1 → 1 luminaria.*

Selección de luminarias

Se adoptarán para la planta luminarias de tecnología LED marca Glixleds modelo FactorGlix G3 120 que poseen las siguientes características:

- Tensión de entrada: 90-305 VAC
- FP > 0,95; THD < 15%

- Dimensiones: 460mm * 350mm * 60 **
- Color: 5700ºK
- Angulo de apertura 120º
- Consumo: 150 W



Ilustración 6: Luminaria para planta

Para la oficina y laboratorio, se adoptarán lámparas de tecnología LED Downlight 30 W de la empresa Glix, con las siguientes características

- Consumo: 30W
- Tensión de Entrada: 90~264 VAC
- Flujo Luminoso: 2500 LM
- Vida útil: 50.000 hs
- FP > 0.90 THD < 20%
- Dimensiones: 230 mm x h 88 mm (corte ø 210 mm)
- Color: Blanco Neutro 4000ºK
- Ángulo de apertura: 140º



Ilustración 7: Luminaria para laboratorio y oficina

Cálculo de la acometida del sistema de iluminación

Se instalaran un total de 18 lámparas: 3 en la zona de producción y 15 en la zona de laboratorio.

De acuerdo a los consumos y considerando un coeficiente de simultaneidad (Ks) de 0,8.

La potencia consumida por el sistema de iluminación será:

a) Zona de producción

$$P_{iluminación} = P_{lámp} \times N \times Ks = 150\ W \times 3 \times 0{,}8 = 360\ W$$

Entonces:

$$I_{SERV} = 360\ W / (220\ V \times 1)$$

$$\boldsymbol{I_{SERV} = 1{,}64\ A}$$

La sección seleccionada es:

SN= 1 mm^2

I_{ADM}= 11 A = I_Z

Vemos que:

$$I_{SERV} < I_Z$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio térmico.

Se verifica el criterio de caída de tensión:

$$\Delta U_{TEOR} = (\delta\% * V) / 100$$

$$\Delta U_{TEOR} = (0{,}5 \text{ X } 220 \text{ V}) / 100$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{TEOR} = 1{,}1 \text{ V}}$$

$$\Delta U_{REAL} = (K \text{ X } P \text{ X } l) / (\sigma \text{ X } S \text{ X } V)$$

$$\Delta U_{REAL} = (1 \text{ X } 360 \text{ W X } 15m) / (56 \text{ m/}\Omega * mm^2 \text{ X } 1 \text{ mm}^2 \text{ X } 220 \text{ V})$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} = 0{,}44 \text{ V}}$$

Podemos observar que:

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} < \Delta U_{TEOR}}$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio de caída de tensión. Al cumplirse ambas condiciones, podemos afirmar que la sección de cable seleccionada es la adecuada.

b) Laboratorio

$$P_{iluminación} = P_{lámp} \text{ x } N \text{ x } KS = 30 \text{ W x } 15 \text{ x } 0{,}8 = 360 \text{ W}$$

Entonces:

$$I_{SERV} = 360 \text{ W} / (220 \text{ V X } 1)$$

$$\boldsymbol{I_{SERV} = 1{,}64 \text{ A}}$$

La sección seleccionada según el método B1 de la tabla 3 es:

$SN = 1 \text{ mm}^2$

I_{ADM}= 11 A = I_Z

Vemos que:

$$I_{SERV} < I_Z$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio térmico.

Se verifica el criterio de caída de tensión:

$$\Delta U_{TEOR} = (\delta\% * V) / 100$$

$$\Delta U_{TEOR} = (0{,}5 \text{ X } 220 \text{ V}) / 100$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{TEOR} = 1{,}1 \text{ V}}$$

$$\Delta U_{REAL} = (K \text{ X } P \text{ X } l) / (\sigma \text{ X } S \text{ X } V)$$

$$\Delta U_{REAL} = (1 \text{ X } 360 \text{ W X } 4m) / (56 \text{ m}/\Omega * mm^2 \text{ X } 1 \text{ mm}^2 \text{ X } 220 \text{ V})$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} = 0{,}12 \text{ V}}$$

Podemos observar que:

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} < \Delta U_{TEOR}}$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio de caída de tensión. Al cumplirse ambas condiciones, podemos afirmar que la sección de cable seleccionada es la adecuada.

Cálculo de la acometida del tablero seccional

Para calcular la acometida desde el tablero seccional hasta el principal se deben realizar los siguientes cálculos:

Potencia de los equipos y el sistema de iluminación conectados al tablero seccional:

- *Estufa: 250 W*
- *Línea de Proceso: 13950 W*
- *Iluminación de la zona de proceso: 360 W*
- *Iluminación del laboratorio: 360 W*

Al tratarse de una línea de producción continua, se considera un coeficiente de simultaneidad de cargas (Ks) igual a 1.

Además de los tableros, es conveniente colocar toma corrientes para la conexión de herramientas o equipos de repuesto, por lo que se considera la instalación de dos tomas para la corriente bifásica de 220V y dos para corriente trifásica de 380V:

Potencia necesaria para los toma corrientes trifásicos:

- *Número de tomas (N) = 2*
- *Ks= 0,9*
- *Ku= 0,7*
- *V= 380 V*
- *I= 8 A*
- *Cos φ= 1 (se lo considera de carácter resistivo)*

$$P_{toma} = N \times Ks \times Ku \times 3^{1/2} \times V \times I \times Cos\ \varphi$$

$$P_{toma} = 2 \times 0{,}9 \times 0{,}7 \times 1{,}73 \times 380\ V \times 8\ A \times 1$$

$$\boldsymbol{P_{toma} = 6626\ W}$$

Potencia necesaria para los toma corrientes monofásicos:

- *Número de tomas (N) = 2*
- *Ks= 0,9*
- *Ku= 0,7*

- *V= 220 V*
- *I= 5 A*
- *Cos φ= 1 (se lo considera de carácter resistivo)*

$$P_{toma} = N \times Ks \times Ku \times V \times I \times Cos\ \varphi$$

$$P_{toma} = 2 \times 0{,}9 \times 0{,}7 \times 220\ V \times 5\ A \times 1$$

$$\boldsymbol{P_{toma} = 1386\ W}$$

Con todas las potencias reactivas ya determinadas, se hace la sumatoria de potencias para determinar la corriente de servicio:

$$PTS = (250 + 13.950 + 360 + 360 + 6.626 + 1.386)\ W$$

$$PTS = 22.932\ W$$

Luego tenemos:

$$PTS = 3^{1/2} \times V \times I_{SERV} \times Cos\ \varphi \rightarrow I_{SERV} = PTS / (3^{1/2} \times V \times Cos\ \varphi)$$

$$I_{SERV} = 22.932\ W / (1{,}73 \times 380\ V \times 0{,}95)$$

$$I_{SERV} = 36{,}7\ A$$

Se selecciona el siguiente conductor según la tabla del fabricante:

$$SN = 3x1x10mm^2 + 1x10mm^2\ (neutro)$$

$$I_{ADM} = 50\ A$$

Se verifica el criterio de caída de tensión:

$$\Delta U_{TEOR} = (\delta\% * V) / 100$$

$$\Delta U_{TEOR} = (1{,}5\ X\ 380\ V) / 100$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{TEOR} = 5{,}7\ V}$$

$$\Delta U_{REAL} = (K \; X \; P \; X \; l)/ (\sigma \; X \; S \; X \; V)$$

$$\Delta U_{REAL} = (1 \; X \; 21.182 \; W \; X30m)/ (56 \; m/\Omega*mm^2 \; X10mm^2 \; X \; 380 \; V)$$

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} = 2,98 \; V}$$

Podemos observar que:

$$\boldsymbol{\Delta U_{REAL} < \Delta U_{TEOR}}$$

Por lo que afirmamos que se cumple el criterio de caída de tensión. Al cumplirse ambas condiciones, podemos afirmar que la sección de cable seleccionada es la adecuada.

Elementos de seguridad

Cable a tierra

Todos los enchufes que suministren energía a 220V, tendrán este sistema de seguridad, como así todos los circuitos del proceso. El objetivo de este medio es asegurar que las estructuras metálicas protectoras de llaves, conductores o partes al alcance de la mano, queden a conexión a tierra.

El cable tendrá una sección adecuada y será de color verde-amarillo. Todos los cables a tierra se dirigirán al tablero seccional y desde allí a la jabalina.

La jabalina debe cumplir con todos los requisitos establecidos por la empresa proveedora del servicio eléctrico. Luego de su instalación, se debe verificar que la resistencia sea menor a 10 ohm, valor que es recomendado por la Asociación Electrónica Argentina. La jabalina será de acero carbono revestido de cobre.

Protección tipo NH

Se colocará un fusible de cuchilla (NH) clase gG, de alto poder de corte, para protección de uso general tanto ante sobrecargas como cortocircuitos. El mismo está indicado como protección de líneas como equipos en tensiones nominales hasta 500V.

Se optará por un modelo gl/gG 500 V de la empresa *DF* Electric, el cual cuenta con indicador doble frontal/superior para una optima visualización tanto en bases abiertas como en seccionadores tripolares cerrados. El mismo está construido con cuerpo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos, lo que permite un alto poder de corte.



FUSIBLES NH **gG 500V DOBLE INDICADOR**

TAMAÑO	I_n (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	Unid./CAJA
		T-00			
NH000 | C00	2	376000	500	120	3/60
	4	376005	500	120	3/60
	6	376010	500	120	3/60
	10	376015	500	120	3/60
	16	376020	500	120	3/60
	20	376025	500	120	3/60
	25	376030	500	120	3/60
	32	376035	500	120	3/60
	35	376040	500	120	3/60
	40	376045	500	120	3/60
	50	376050	500	120	3/60
	63	376055	500	120	3/60
	80	376060	500	120	3/60
	100	376065	500	120	3/60
NH00	125	376070	500	120	3/60
	160	376075	500	120	3/60

Ilustración 8: Fusible de protección tipo nh

Interruptores Termomagnéticos

Se utilizarán para la protección de distintos circuitos y se ubicarán en el tablero seccional. Los interruptores cumplirán la función de cortar el suministro de energía eléctrica cuando la intensidad de corriente sobrepase un valor determinado. Consta de 3 elementos:

- Disparo térmico: en caso de existir sobrecargas
- Disparo magnético: en caso de cortocircuito.

- Mecanismo de desconexión.

Características de los interruptores:

- Marca: Schneider Electric
- Modelo: C60L
- Poder de Corte:
  . Calibre hasta 25 A – 25 KA
  . Calibre 25 A hasta 40 A – 20 KA
- Tensión: 230/400 V (Corriente alterna)



Ilustración 8: Interruptor termomagnetico

2. Bibliografía

Bandejas Portacables Standard. Disponible en:
http://www.archiexpo.es/prod/basor-electric/product-53514-1678323.html

Cables subterráneos tripolares. Disponible en:
https://www.electromobile.com.ar/cables/subterraneos/subterraneo-cobre/subterraneos-tripolares/cable-subterraneo-3x15-cobre-sintenax-valio-x-mt-prysmian/

Cálculo de Instalaciones de Alumbrado Disponible en:
http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html

Catálogo de Gabinetes para Tableros Electricos "Elecris SRL". Disponible en:
http://www.elecrissrl.com.ar/pdf/Elecris-SRL-Catalogo-Gabinetes-Para-Tableros-Electricos.pdf

Catálogo de luminarias. Disponible en: http://lumenac.com.ar

DF Electric. Disponible en: http://www.df-sa.es/es/

Gabinetes Estancos. Disponible en: http://www.genrod.com.ar/productos.php

Glixleds. Soluciones en iluminación. Disponible en: http://glixleds.com.ar/

IMSA. Industria Metalúrgica Sudamericana S.A. Disponible en:
http://imsa.com.ar/imsa2015/index.php

Niveles de iluminación recomendados. Disponible en:
https://www.noao.edu/education/QLTkit/es/Safety_Activity_Poster/LightLevels_outdoor+indoor_es.pdf

Normas IRAM-AADL j20-06. Iluminación artificial de interiores. Disponible en:
http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32030/dto351-1979-anexo4.htm

Regulador de factor de potencia. Disponible en:
http://www.capacitorescampos.com.ar/EquiposAutomaticos/ReguladorEpcosBR450.htm

Scheider Electric Argentina. Disponible en: https://www.schneider-electric.com.ar/es/

Soluciones para Baja tensión. Cables y Accesorios. Disponible en: http://www.prysmianclub.es/files/92a2b5cb9c/2/v/2016_prysmiancatalogobt_%202016.pdf

Walker, J., Halliday, D. & Resnick, R. (2008). Fundamentos de F´sica. Vol II. Hoboken, N.J., EE.UU.: John Wiley & Sons, Inc.

1. Introducción

Como se mencionó en capítulos anteriores, la empresa Villa Rica S. A. se encuentra ubicada a tres kilómetros del acceso a Chajarí, sobre la ruta Tres Hermanas.

Opera en instalaciones propias, contando actualmente con una edificación de dimensiones 15 m x 30 m, lo que implica una superficie de 450 m^2. En este edificio, se encuentra operando la extractora tipo Brown, el pasteurizador, la cámara de secado de cáscara, contando también con una zona de almacenamiento y una oficina donde opera también un laboratorio.

El proyecto actual plantea incorporar a esta planta las líneas de producción de “vino” y de vinagres de naranjas, para lo cual es necesario implementar algunas modificaciones en la obra civil existente.

Para la modificación de las distintas dependencias se han tenido en cuenta los criterios establecidos en el Capítulo 2 del Código Alimentario Argentino. También se contemplan aspectos tales como la densidad de carga óptima de las salas, el espacio mínimo para que los empleados desempeñen su función, espacios muertos y pasillos, la distribución y espacio ocupado por los diferentes equipamientos, entre otros.

La edificación de la planta alimenticia cuenta con un tinglado con techo parabólico con cubierta de chapa galvanizada acanalada y sistema tradicional de construcción, con muros de ladrillo cerámico hueco revocados en ambas caras. El piso es de hormigón armado y actualmente no posee cerco perimetral.

2. Consideraciones para las modificaciones propuestas

Las nuevas instalaciones se diseñarán de manera tal que los productos sigan un recorrido unidireccional (zona sucia, intermedia y limpia), desde la recepción de la materia prima hasta la expedición del producto terminado, evitando de esa forma, que se produzca contaminación cruzada.

De acuerdo a lo indicado en el Código Alimentario Argentino, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La capacidad del local no será inferior a 15 m^3 por persona. La superficie total de las aberturas en los espacios donde se trabaje no será, en general inferior a la sexta parte de la superficie del suelo en locales de hasta 100 m^2 y a la décima parte en locales de superficie mayor.
b) La iluminación se hará por luz solar, siempre que sea posible y cuando se necesite emplear luz artificial, ésta deberá ser lo más semejante a la natural.
c) Las aberturas deberán estar provistas de dispositivos adecuados para evitar la entrada de roedores, insectos, pájaros, etc.
d) El establecimiento deberá disponer de agua potable en cantidad suficiente y las piletas necesarias para el lavado de los recipientes, etc., dotadas de desagües conectados a la red cloacal o pozos sumideros reglamentarios.
e) El establecimiento debe mantenerse en todo momento en buen estado de conservación, presentación y aseo, y poseerán pisos construidos con materiales impermeables.
f) Las vías y zonas utilizadas por el establecimiento, que se encuentran dentro de su cerco perimetral, deberán tener una superficie dura y/o pavimentada, apta para el tráfico rodado. Debe disponerse de un desagüe adecuado, así como de medios de limpieza.

g) Los edificios e instalaciones deberán ser de construcción sólida y sanitariamente adecuada. Todos los materiales usados en la construcción y el mantenimiento deberán ser de tal naturaleza que no transmitan ninguna sustancia no deseada al alimento.

h) Los pisos, deberán ser de materiales resistentes al tránsito, impermeables, inabsorbentes, lavables y antideslizantes; no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar y desinfectar. Los líquidos deberán escurrir hacia las bocas de los sumideros (tipo sifoide ó similar) impidiendo la acumulación en los pisos.

i) Las paredes, se construirán o revestirán con materiales no absorbentes y lavables autorizados por la autoridad competente, y serán de color claro. Hasta una altura apropiada para las operaciones, deberán ser lisas y sin grietas y fáciles de limpiar y desinfectar. Los ángulos entre las paredes, entre las paredes y los pisos, y entre las paredes y los techos o cielorrasos deberán ser cóncavas.



Figura 1: Terminaciones cóncavas

j) Los techos o cielorrasos, deberán estar construidos y/o acabados de manera que se impida la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación y la formación de mohos y deberán ser fáciles de limpiar.

k) Las puertas, deberán ser de material no absorbente y de fácil limpieza.

l) La cámara frigorífica donde se almacenará en jugo pasteurizado debe satisfacer las siguientes condiciones:

1. Ser construidas de mampostería y material aislante, de acuerdo con las normas técnicas y su interior revocado con cemento alisado.

2. Disponer de sistemas de ventilación que permitan la renovación de su ambiente, cuando fuere necesario. Deben disponer de sistemas de control de la temperatura y estado higrométrico.

m) Ser desinfectadas una vez al año, como mínimo, y su temperatura interior será la adecuada a las necesidades.

n) Las escaleras montacargas y estructuras auxiliares, como plataformas, escaleras de mano y rampas, deberán estar situadas y construidas de manera que no sean causa de contaminación.

o) Los alojamientos, lavabos, vestuarios y cuartos de aseo del personal auxiliar del establecimiento deberán estar completamente separados de las zonas de manipulación de alimentos y no tendrán acceso directo a éstas, ni comunicación alguna.

p) Los insumos, materias primas y productos terminados deberán ubicarse sobre tarimas o encatrados separados de las paredes para permitir la correcta higienización de la zona y quedando como mínimo a 14 cm del suelo.

q) Deberá evitarse el uso de materiales que no puedan limpiarse y desinfectarse adecuadamente, por ejemplo, la madera.

r) El establecimiento deberá disponer de un sistema eficaz de evacuación de efluentes y aguas residuales, el cual deberá mantenerse en todo momento, en buen estado de funcionamiento. Todos los conductos de evacuación (incluidos los sistemas de alcantarillado) deberán ser suficientemente grandes para soportar cargas máximas y deberán construirse de manera que se evite la contaminación del abastecimiento de agua potable.

s) Se deberán disponer de vestuarios, sanitarios y cuartos de aseo adecuados, convenientemente situados garantizando la eliminación higiénica de las aguas residuales. Estos lugares deberán estar bien iluminados y ventilados y no tendrán comunicación directa con la zona donde se manipulen los alimentos. Junto a los retretes y situados de tal manera que el personal tenga que pasar junto a ellos al volver a la zona de manipulación, deberá haber lavabos con agua fría o fría y caliente, provistos de elementos adecuados para lavarse las manos y medios higiénicos convenientes para secarse las manos.

t) los baños deberán estar aislados de los locales de trabajo con piso y paredes impermeables hasta 1,80 metros de altura, uno por cada 20 obreros y para cada sexo. Los orinales se instalarán en la proporción de uno por cada 40 obreros. Es obligación el lavado de las manos con agua y jabón cada vez que se haga uso del sanitario, lo que se hará conocer al personal con carteles permanentes.

3.Obra civil proyectada

Se considerarán uno a uno los ítems mencionados con anterioridad.

a) La capacidad del local es de 2250 m^3. Si en el mismo operarán una máximo de 10 personas, se cumple la condición propuestas de no ser inferior a 15 m3 por persona. La superficie total de las aberturas en los espacios donde se trabajará cumple con los requisitos.

b) La iluminación por luz solar es adecuada para trabajar durante el día y cuenta con luz artificial de acuerdo a las disposiciones. De todas maneras, se dispondrá de nuevas luminarias en las zonas de elaboración de vino y vinagre.

c) Las aberturas no están provistas de dispositivos adecuados para evitar la entrada de roedores, insectos, pájaros, etc. Se dispone la implementación de un sistema de control de plagas.



Figura 2: Sistema de control de plagas

d) El establecimiento dispone de agua potable de perforación propia en cantidad suficiente. Cuenta con dos tanques de almacenamiento de 3 m^3 cada uno, que trabajan con un motor de 2 HP y cañerías de ¾ pulgadas. Cuenta con las piletas necesarias para el lavado de los recipientes y utensilios conectada a un pozo sumidero reglamentario. Mensualmente, la empresa recurre a una empresa privada para analizar microbiológicamente el agua de la perforación.

e) El establecimiento es de reciente construcción y se encuentra en buen estado de conservación, presentación y aseo. Sin embargo, no posee pisos construidos con materiales impermeables, por lo que se proyecta la colocación de tipo revestimiento poliuretánico en toda la superficie de la instalación (450 m^2)

f) No se cuenta en la actualidad con cerco perimetral por lo que se prevé su construcción con tejido y postes de hormigón de 2 metros de altura para otorgar resistencia mecánica a la estructura.

- Área del terreno: 60 m x 100 m= 6000 m^2
- Longitud del cerco perimetral: 320 m**.**



Figura 3: Cerco perimetral

Se colocará hormigón en las zonas de transito dentro de los márgenes del cerco perimetral.

g) El edificio y sus instalaciones son de construcción sólida y permitirán la colocación del revestimiento sanitario adecuado en las paredes de las zonas de elaboración hasta los 2m de altura. Se estiman cubrir de revestimiento 330 m^2.



Figura 4: Revestimiento para paredes

h) Se prevé la colocación del piso adecuado de revestimiento con poliuretánico y de los sistemas de desagües correspondientes.

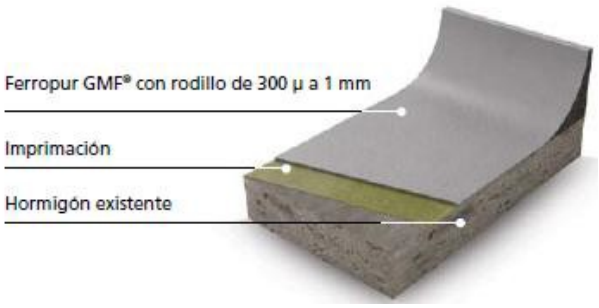


Figura 5: Detalle piso poliuretánico

Beneficio de la adopción de este tipo de piso:

- Impermeabilizan la superficie.

- Terminación lisa o antideslizante.
- Rápida habilitación.
- Resistente a químicos.
- Fácil mantenimiento y limpieza.
- Se aplican con rodillo o pincel.
- Amplia gama de colores.
- Poseen aditivo antibiótico.
- Bajo costo frente a otros productos para el mismo fin.

l) Las paredes se revestirán con materiales no absorbentes y lavables autorizados por la autoridad competente y serán de color claro, de acuerdo a lo indicado en el punto g). Los ángulos entre las paredes, entre las paredes y los pisos serán cóncavos.

j) Los techos están construidos de acuerdo a lo establecido por norma.

k) Las puertas, deberán ser de material no absorbente y de fácil limpieza.

l) La cámara frigorífica donde se almacenará en jugo pasteurizado contará con las siguientes características.

- Cámara frigorífica modular construida con paneles de chapa metálica.
- Panel aislante de espuma de poliuretano inyectado a alta presión, estructura tipo sandwich, formado por dos chapas de acero laminado en frío (0,6 mm.) galvanizado por ambas caras y lacado al fuego por el exterior.
- Espesor de los paneles: de 30 mm (frío positivo).
- Con alma de poliuretano inyectada en alta densidad de 40-43 Kgs./m^3 (100 mm) y un coeficiente de conductividad de 0,26 Kcal/m h. ºC, especialmente atóxica a los productos alimenticios.

- Sistema de ensamblaje: Mediante ganchos giratorios de presión progresiva, protegidos con carcasas A.B.S. (acrílico butidiano estireno), evitando la posible humedad y corrosión entre módulos, aseguramos la hermeticidad con juntas de neopreno que evitan las posibles fugas que pudieran existir.
- Puerta pivotante de medidas estándar de 1850/1900 x 1000 mm.
- Incluye evaporador ECO y cuadro electrónico AKO.
- Altura estándar de la cámara: 4.500 mm (frío positivo).
- Gas R-404A

m) La cámara será desinfectada de manera anual, antes del comienzo de los ciclos de producción.



Figura 6: Cámara de refrigeración

n) Las instalaciones no cuentan con escaleras ni estructuras auxiliares, como plataformas, escaleras de mano y rampas.

o) Se prevé la construcción de un vestuario, con estructuras de aluminio y construcción en seco con material tipo Durlok.

p) Los insumos y reactivos se ubicarán en un mueble destinado a tal fin en la zona de laboratorios. Los productos terminados se embalarán en cajas y se colocarán sobre pallets. Se estima la construcción de una zona de almacenamiento.

q) En ningún momento se utilizaran materiales que no puedan limpiarse y desinfectarse adecuadamente, por ejemplo, la madera.

r) El establecimiento cuenta con un sistema evacuación de efluentes y aguas residuales, el cual se mantendrá en buen estado de funcionamiento permanentemente.

s) Se realizará la modificación de los sanitarios existentes de manera tal que se garantice la eliminación higiénica de las aguas residuales. Estos lugares deberán estar bien iluminados y ventilados y no tendrán comunicación directa con la zona donde se manipulen los alimentos. Se colocarán además lavatorios provistos de elementos adecuados para lavarse las manos y medios higiénicos convenientes para secarse las manos.

t) Los baños contarán con piso y paredes impermeables hasta 1,80 metros de altura. Se prevé la construcción de dos baños, uno para cada sexo. Si bien actualmente no trabajan mujeres en el establecimiento, existe la posibilidad de que sí lo hagan en el futuro. Se colocará además toda la cartelería necesaria para recordar las normas de higiene y seguridad.



Figura 7: Cartelería de higiene y seguridad

4. Otras modificaciones propuestas

La ejecución de este proyecto implica la construcción de un nuevo laboratorio, una cámara de refrigeración y oficinas nuevas para el personal, además de una sala de refrigerio. Todas estas propuestas se muestran en los planos que se adjuntan.

Alrededor del edificio, hay extensa áreas verdes que quedarán protegidas una vez colocado el cerco perimetral, por lo que se sugerirá el mantenimiento de esta zona de parques.

5. Áreas de trabajo

Tabla 1: Áreas delas diferentes zonas de trabajo

Zona	Área cubierta (m^2)
Zona de extracción de jugos	34
Pasteurización	3
Secadero	50
Baños	4
Vestidores	2
Oficina	9
Laboratorio	15
Zona de elaboración de vino	125
Zona de elaboración de vinagre	125
Zona de envasado	Incluida en zonas de elaboración
Zona de almacenamiento	18
Área total	**385 m^2**

Queda expuesto que el área disponible actualmente en la planta, es suficiente para la implementación de las nuevas líneas de producción.

6. Bibliografía

Código Alimentario Argentino. Disponible en http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/

Estudio Paredes. Consulta online. Disponible en: www.paredestudio.com.ar/novedades/ventajas_desventajas_constructivos.htm

Itterman Seguridad Industrial. Concordia. Consulta en local. Disponible en http://www.seguridaditterman.com

Matrix. Camara Figorífica. Disponible en: http://www.coldkit.com/wp-content/uploads/ColdKit-Especificaciones-t%C3%A9cnicas-de-Matrix-C%C3%A1mara-frigor%C3%ADfica-modular.pdf

Nimat. Materiales para la construcción. Disponible en: http://www.nimat.com.ar

Rigelec. Materiales eléctricos e iluminación. Disponible en: http://rigelec.com.ar/

1. Organización de la empresa

Estructura de la Organización

La estructura de la empresa Villa Rica S.A. se muestra a continuación a modo de presentación en forma de diagrama organizacional, añadiendo la departamentalización correspondiente.

Esta forma de organización promueve la división del trabajo en sectores con el fin de optimizar la especialización de las tareas y delimitar responsabilidades.

Jefe de planta

Representa la autoridad máxima dentro de la empresa. Su función principal es establecer, implementar y controlar que la empresa misma, así como todos los procesos que en ella se llevan a cabo, cumplan con los objetivos establecidos.

Dentro de sus funciones específicas se encuentran:

- Desarrollar el plan estratégico y financiero de la empresa, en acuerdo con los socios.
- Lograr que la producción se lleve a cabo en tiempo y forma.
- Tomar decisiones respecto al mantenimiento de la planta y de los equipos.
- Garantizar stock de materias primas, insumos y todo lo necesario para los procesos.

- Interiorizarse en los recursos y medios necesarios para un mayor abarcamiento de mercado e inserción del producto.
- Propiciar campañas de promoción y publicidad de los productos.
- Coordinar algunas labores del personal de producción y mantenimiento.

El jefe de planta tiene a su cargo los tres sectores que conforman la empresa, siendo de su completa responsabilidad todas las actividades que los mismos desarrollen. Es responsable tanto de los procesos de vino y de vinagre, como del de obtención de cáscara de naranja. Deberá ser un profesional de la rama de la ingeniería, preferentemente Ingeniero industrial o en alimentos. Deberá contar con experiencia en administración de organizaciones, control de personal y de operaciones, así como un adecuado desarrollo comunicativo e interpersonal.

Encargado de producción

Sus funciones dependen directamente del jefe de planta. Su labor estará abocada completamente a los procesos de vino y vinagre de naranja.

Dentro de sus funciones específicas se encuentran:

- Supervisar la transformación de la materia prima y material de empaque en producto terminado
- Coordinar algunas labores del personal de producción y mantenimiento.
- Velar por el correcto funcionamiento de maquinarias y equipos.
- Ser responsable de la disponibilidad de materia prima, material de empaque y productos en elaboración.
- Ejecutar planes de mejora y de procesos.
- Emitir informes, analiza resultados, genera reportes de producción que respaldan la toma de decisiones.

- Cumplir y hacer cumplir los manuales de procesos y las buenas prácticas de manufactura
- Gestionar y manejar datos relativos a variables de proceso.
- Tomar decisiones en cuanto manejo de insumos y materias primas.
- Trabajar coordinado con el jefe de planta en respecto a mejoras en los procesos productivos de “vino” y vinagre de naranja.
- Cumplir con los objetivos específicos en cuanto a volúmenes de producción, fechas de entrega, mercados de destino, etc.

El encargado de producción debe contar con la formación profesional suficiente para llevar a cabo sus funciones, porque lo que debería ser cubierto por un Ingeniero o un Técnico en Alimentos. Deberá ademas, contar con experiencia previa en tareas de gestión de procesos y manejo de personal. Debe tener habilidades emprendedoras, comunicacionales y de liderazgo.

Dirige las acciones llevadas a cabo por los operarios de mantenimiento y operaciones.

Analista de Calidad

Sus funciones dependen directamente de las decisiones tomadas por el jefe de planta. Dentro de sus responsabilidades se encuentran:

- Liderar la creación del Plan de Calidad de la empresa.
- Alinear las actividades relativas a la gestión de la calidad con la implementación de normas (BPM, ISO, etc.)
- Analizar y tomar de decisiones basadas en muestras de materias primas, mostos en fermentación y productos terminados.
- Dejar evidencia y/o registro de las actividades realizadas relativas al aseguramiento de la calidad.

- Determinación de parámetros de calidad de los productos a fin de introducir mejoras relativas a los mismos.
- Facilitar/Liderar el proceso de satisfacción del cliente (encuestas, planes de acciones de mejora, etc.).
- Facilitar/Liderar el proceso de recolección de quejas del cliente (encuestas, planes de acciones de mejora, etc.).
- Coordinar con RRHH las capacitaciones del personal.

Es conveniente que, en cuanto a formación profesional, el cargo sea cubierto por un Ingeniero o Técnico en Alimentos o un Técnico en Calidad. Deberá contar con experiencia previa en tareas de control y gestión de la calidad. Debe contar con habilidades emprendedoras, comunicacionales y de liderazgo.

Personal de producción y mantenimiento

Se contará con dos operarios, los cuales deben tener formación suficiente como para llevar a cabo tareas de mantenimiento de equipos, además de las relativas al manejo de operaciones.

Dentro de sus funciones específicas, se pueden mencionar:

- Trasladar tachos con jugo desde la zona de pasteurizado hasta la cámara de refrigeración, y desde la misma hasta el tanque de dosificación.
- Manejar los equipos y los procesos.

- Realizar el armado de las cajas con las botellas ya llenas, etiquetadas y cerradas.
- Trasladar los diferentes insumos y materiales dentro de la planta o fuera de ella.
- Realizar tareas de mantenimiento de equipos cada vez que sea necesario y tareas de limpieza y desinfección.
- Asegurar el correcto suministro de los servicios auxiliares.

En cuanto a la formación de estos operarios, deben tener mínimamente el secundario finalizado y conocimientos básicos en electromecánica, soldadura, albañilería y manejo de equipamientos, entre otros. Se le impartirá una formación en manejo de equipos de proceso, toma y análisis de muestras, llenado de planillas y limpieza y desinfección adecuada de equipos e instalaciones.

Departamento de Administracion, RR. HH. y Ventas.

Estará integrado por dos empleados: un personal administrativo con la formación necesaria para llevar a cabo de forma eficiente las tareas administrativas necesarias para la empresa, así como el manejo integral de recursos humanos, y un encargado de ventas y marketing que tendrá a su cargo además las gestiones comerciales.

Dentro de las funciones específicas del personal administrativo se pueden mencionar las siguientes:

- Realizar pedidos y pago a proveedores de insumos y materias primas.
- Realizar el pago de impuestos.

- Manejar lo relativo a pago de salarios, vacaciones, días libres, etc. del personal.
- Selección y contratación de servicios externos, en coordinación con el jefe de planta.

Deberá contar con experiencia en manejo de RR. HH., liquidación de salarios e impuestos y manejo con proveedores y clientes.

El encargado de ventas tendrá dentro de sus funciones:

- Promocionar los productos en las zonas a comercializar.
- Propiciar el contacto con los potenciales clientes.
- Gestionar la venta y el cobro a clientes.
- Coordinar la logística de entrega de productos en tiempo y forma.

Se requerirá que el mismo posea conocimientos en marketing y gestiones comerciales, además de buenas relaciones interpersonales, liderazgo y poder de venta.

Organización del personal

El personal requerido para todo lo relativo a los procesos de elaboración de vino y vinagre de naranja, entre personal calificado y no calificado, es de 7 personas, las cuales se detallan brevemente a continuación:

- Jefe de planta: 1
- Encargado de producción: 1
- Analista de Calidad: 1

- Operarios pertenecientes al departamento de mantenimiento y operaciones: 2
- Personal perteneciente al departamento administrativo, de RR.HH y ventas: 2

Todo el personal realizará turnos de 8 horas diarias de lunes a sábado. luego de un tiempo de puesta en marcha de la planta, se verá la necesidad de reasignar funciones y responsabilidades.

2. Bibliografía

Función de los Recursos Humanos en una empresa. Disponible en: http://www.eoi.es/blogs/mintecon/2013/06/05/funcion-de-recursos-humanos-en-una-empresa/

Sociedad Anónima. Disponible en: http://www.creacionempresas.com/la-eleccion-de-la-forma-juridica/las-distintas-formas-juridicas/sociedad-anonima

1. Introducción

Una inversión, desde el punto de vista económico, es una distribución del capital y su colocación en un proyecto a fines de poder ponerlo en marcha o darle continuidad y el objetivo es obtener una ganancia futura.

Las empresas industriales, para poder llevar a cabo con eficacia su proceso de producción, necesitan utilizar maquinarias, instalaciones técnicas, equipos y otros tipos de activos. Este conjunto de elementos diversos constituyen sus recursos de capital y la inversión recoge los incrementos anuales de esos bienes que se hayan llevado a cabo a lo largo del año. La inversión mide la variación producida en los bienes de capital de una empresa.

Según la naturaleza de los bienes adquiridos, se puede dividir la misma en material e inmaterial. La inversión material incluye la inversión realizada por la empresa en terrenos, construcciones, instalaciones técnicas, maquinaria, elementos de transporte y otros activos materiales, mientras que la inmaterial recoge la inversión realizada en aplicaciones informáticas, gastos de I+D, concesiones, patentes y licencias, etc.

Realizar un presupuesto sirve para prever en qué se invertirá, como puede financiarse y como va a influir sobre los costos del producto y sobre los retornos de dinero. Estos datos servirán para evaluar si el proyecto es viable, es decir, si generará rentabilidad financiera y económica y si sería factible invertir en el mismo.

En esta etapa del proyecto, es necesario estudiar los activos fijos y el capital de trabajo.

2. Activos fijos

Los activos fijos se encuentran compuestos por:

- Inversión en terrenos.
- Obras civiles.
- Inversión en maquinarias, equipos y mobiliarios.
- Instalaciones auxiliares.
- Gastos de puesta en marcha.
- Inversión en marketing.
- Imprevistos.
- Inversión en estudios.

A continuación se detalla cada rubro y como se encuentra compuesto.

1. **Inversión en terrenos**: el terreno es propiedad de la empresa, por lo que no se considera esta inversión.
2. **Obras civiles**: si bien tanto la línea de producción de “vino” como la de vinagre se instalarán en el mismo edificio de la empresa, es necesario realizar algunas modificaciones para contribuir a la instalación de los nuevos equipos y optimizar además el espacio de trabajo.

Las modificaciones se describen en el capítulo 10 y el costo de las mismas se detalla en la tabla siguiente. Los costos de obra civil contemplan materiales y mano de obra.

Obra civil			
Concepto	Cantidad	P. Unitario	Total
Pisos	1	450.000	450.000
Divisiones de oficina	1	60.000	60.000
Desagües	1	160.000	160.000
Luminarias	1	26.000	26.000
Control de plagas	1	130.000	130.000
Cerco	1	45.000	45.000
Hormigón zonas de tránsito	1	26.000	26.000
Revestimiento sanitario	1	220.000	220.000
Vestuario	1	16.000	16.000
Sanitarios	1	90.000	90.000
Lavatorios	1	12.000	12.000
Descanso	1	14.000	14.000
Laboratorio	1	122.000	122.000
Oficina	1	71.000	471.000

Tablero	1	105.000	105.000
Sistemas contra incendios	1	29.000	29.000
			$ 1.576.000

3. **Inversión en maquinarias, equipos y mobiliarios:** se detallan los desembolsos necesarios para la compra de los equipos de las líneas de producción de "vino de naranjas" y de vinagre de naranjas, además del mobiliario necesario. Los equipos e instrumental están descriptos en el capítulo 7.

Maquinarias, equipos y mobiliarios			
Concepto	Cantidad	P. unitario	Total ($)
Tanque de fermentación	1	313.372	313.372
pHmetro de mesada	1	9.476	9.476
Refractómetro digital	1	4.717	4.717
Estufa de incubación	1	22.160	22.160
Tanque acetificador	1	105.384	105.384
Filtro vino	1	137.957	137.957
Filtro vinagre	1	32.573	32.573
Bombas Moyno 1 y 2	2	72.800	145.600

Bombas centrífugas 3,6,y 7	3	9.277	27.831
Bomba dosificadora 4	1	72.447	72.447
Bomba dosificadora 5	1	76.959	76.959
Apilador eléctrico	1	570.989	570.989
Tanque dosificador precultivo	1	114.715	114.715
Tanque almacenamiento vino a envasar	1	104.040	104.040
Tanque almacenamiento vino para vinagre	1	104.040	104.040
Tanque almacenamiento agua	1	69.630	69.630
Tanque almacenamiento vinagre para envasar	1	10.600	10.600
Autoclave	1	97.000	97.000
Material de laboratorio	1	8.700	8.700
Envasadora	1	2.871.730	2.871.730
Válvulas	24	740	17.760
Filtros para agua	5	2.000	10.000
Sillas	4	750	3.000
Escritorio	2	1.700	3.400

Computadora	1	12.000	12.000
Armario para oficina	1	6.000	6.000
Armario reactivos e insumos	1	6.000	6.000
Cartelería higiene y seguridad	1	15.000	15.000
Impresora	1	4.000	4.000
			$ 4.977.080

4. **Instalaciones auxiliares:** para este ítem se consideran instalaciones de cañerías de gas y agua así como las instalaciones eléctricas. La misma se estima en un 5% del gasto total en equipos e instrumentos puesto que en su mayoría la planta cuenta con instalaciones ya realizadas.

Instalaciones auxiliares	
Concepto	Total $
5% Total de equipos	248.854

5. **Gastos de puesta en marcha**: comprende gastos referidos a las pruebas que deben realizarse para poner a punto ambas líneas de producción, además de gastos necesarios para el desempeño de los

técnicos o el personal que lleve a cabo la instalación de los equipos. Se estima este gasto en un 5% del gasto total en equipamiento.

Puesta en marcha	
Concepto	Total $
5% Total de equipos	248.854

6. **Inversión en marketing**: se consideran $1.000.000 para publicidad y lanzamiento de la marca, buscando así un posicionamiento de los productos en el mercado.

Lanzamiento de marca	
Concepto	Total
Lanzamiento de marca	1.000.000

7. **Imprevistos**: se decide aplicar un porcentaje del 10% de la inversión en equipos.

Gastos por imprevistos	
Concepto	Total $
10% del total de equipos	497.708

8. **Inversión en estudios**: este ítem determina la posibilidad de realizar o no el proyecto según estudios de mercado y del sector y ya se encuentra hecho en el capítulo correspondiente, por lo que no es considerado en esta oportunidad.
   La tabla siguiente muestra el resumen de la inversión en activos fijos y activos intangibles.

Activos fijos ($)	
Obra Civil	1.576.000
Maquinas, equipos y mobiliario.	4.977.080
Instalaciones auxiliares	248.854
Total	6.801.934
Activos intangibles	

Puesta en marcha	248.854
Inversión en marketing	1.000.000
Imprevistos	497.708
Total	1.746.562
$8.548.496	

3. Capital de trabajo

Este rubro hace referencia a los gastos que hay que hacer para que la fábrica pueda comenzar a operar. Para este caso de producción de "vino de naranjas" y vinagre de naranjas, se toman en consideración los dos primeros meses.

El capital de trabajo se encuentra compuesto por:

- Materia prima.
- Adquisición de insumos.
- Mano de obra.
- Servicios.
- Gastos de publicidad y promociones.

- Transporte a los lugares de venta.

1. **Materia prima:**

- **Vino de naranjas:** actualmente, el jugo necesario para llevar a cabo las producciones constituye un desperdicio de la empresa, por lo que no es considerado como un gasto. Sí se deben considerar el resto de las materias primas necesarias para las producciones, como es el caso de la sacarosa. El agua proviene de una perforación propia, por lo tanto, el costo de obtención de la misma está contemplado en los gastos de consumo eléctrico de la bomba.

Concepto	**Cantidad (kg)**	**Precio unitario ($)**	**Inversión necesaria ($)**
Azúcar	33.619	9,01	302.907,19
Total			**$ 302.907**

- **Vinagre de naranjas:** el insumo principal lo constituye el "vino de naranjas" elaborado en la misma planta. Como es necesario salvar los costos de esta producción, se considera el valor económico del "vino" sin los costos de envasado (botellas, etiquetas y cajas) por lo que se

contempla precio unitario de un litro de vino. No se toma en consideración el agua consumida en la elaboración, ya que como se ha mencionado procede de una perforación propia y su costo queda contemplado en el consumo eléctrico.

Concepto	**Cantidad (L)**	**Precio unitario ($)**	**Inversión necesaria ($)**
Vino de naranjas	41.977	8,44	354.285,88
Total			**$ 354.286**

2. **Adquisición de insumos:** aquí se consideran la compra de insumos necesarios para la elaboración, como ser nutrientes, starters, reactivos necesarios para control de los procesos, envases, elementos de higiene para el personal (cofias, guantes y barbijos) y artículos de limpieza para todo un ciclo productivo.

Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Inversión ($)**
Fosfato de amonio	kg	1,00	1236	1.236
Levadura	kg	0,20	4875	975
Hidróxido de sodio 0,1N	L	10,00	252	2.520

Envases vino	Unidad	143.614	11,61	1.667.359
Tapas vino	Unidad	143.614	0,84	120.636
Envases vinagre	Unidad	335.816	6,24	2.095.492
Tapas vinagre	Unidad	335.816	0,97	325.742
Fenolftaleína	L	0,25	1400	350
Bentonita	kg	10,00	60	600
Fostato monopotasico	kg	0,50	800	400
Fosfato dipotásico	kg	0,25	1000	250
Sulfato de amonio	kg	1,00	1300	1.300
Metabisulfito de sodio	kg	5	400	2.000
Higiene	Unidad	1	1	39.223
Limpieza	Unidad	1	1	19.450
Cajas vino	Unidad	24.000	9	216.000
Cajas vinagre	Unidad	14.000	11	154.000
Pallets	Unidad	100	120	12.000
Etiquetas	Unidad	500.000	0,173	86.500
Total				**4.746.032**

Tabla 9: Detalle de insumos

3. **Mano de obra:** para el cálculo de los sueldos del personal necesario, se tomará como referencia el Convenio Colectivo de Trabajo del Sindicato de Trabajadores de la Alimentación. Los montos se muestran en la tabla siguiente y comprenden el periodo septiembre 2017 a abril 2018:

Categorías convencionales	**Septiembre 2017 – Abril 2018**
Elaboración, envasado y varios	**Por hora ($)**
Operario	94,21
Operario general	97,90
Operario calificado	101,46
Medio oficial	106,12
Oficial	115,73
Oficial general	122,62
Oficial calificado	128,34
Mantenimiento	**Por hora ($)**
Operario calificado	102,46

Medio oficial general	122,62
Oficial de oficios varios	125,55
Oficial de oficios generales	134,17
Oficial calificado	141,08
Administración	**Mensual ($)**
Categoría I	18.859,28
Categoría II	19.936,68
Categoría III	21.789,50
Categoría IV	23.734,93
Categoría V	24.902,26
Categoría VI	27.139,58
2º Jefe de sección	31.419,59

Los empleados que realizarán las tareas necesarias dentro de la planta, se reflejan en la tabla 11. Por otro lado, uno de los socios capitalistas, destinará 2 horas diarias de lunes a viernes a la realización de tareas de gestión.

Empleados afectados a la producción					
Cantidad	Función	Horas/día	$ Hora	Mensual	Total ($)
2	Operarios	8	94,21	18.842	37.684
1	Analista de calidad	8	128,34	30.802	30.802
1	Jefe de producción	8	128,34	30.802	30.802
1	Jefe de planta	8	141,08	33.859	33.859
Total					133.146
Cargas sociales sobre sueldos abonados (50%)					66.573
Total mano de obra mensual					199.720
Mano de obra anual con aguinaldo					2.596.355
Empleados administrativos					
1	Personal	8		21.790	21.790

	administrativo				
1	Encargado de ventas	8		27.140	27.140
Cargas sociales sobre sueldos abonados (50%)					24.465
Total mano de obra mensual					46.255
Mano de obra anual con aguinaldo					$ 601.315

4. **Gastos de servicios:** se consideran el gas y la electricidad que competen a las producciones de "vino de naranjas" y vinagre.

Concepto	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Costo ($)**
Gas GLP	5 recargas	$3770/recarga	$ 18.850
Electricidad	1600Kw.h/mes * 8 meses	$148.320/mensual	$1.186.560
Total			$1.205.410

5. **Gastos de publicidad y promociones**: se realizan con el fin de imponer los productos en la zona, por medio primeramente de una campaña de lanzamiento, ya que lo se busca es hacer conocer los mismos. Se prevé la participación en ferias alimentarias y la contratación de un especialista en marketing y publicidad durante los primeros meses. El presupuesto destinado a este ítem será del 5% sobre el total de ventas.
6. **Transporte:** durante los primeros años, se trabajará tercerizando el transporte. Para ello se contratará a la empresa Piloni, de Monte Caseros. De acuerdo a lo hablado con la empresa, durante el año se realizarán 36 viajes para ubicar los productos en las cabeceras de ventas. El costo promedio de cada viaje, que no deberá superar las 25 toneladas, es de $14.700 + iva, lo que arroja un valor total de $ 17.787 cada viaje.

   El estudio de mercado mostró las siguientes necesidades de producción:

Provincia	Región	Población	"Vino"		Vinagre	
			Botellas/ año	Botellas/ mes	Botellas /año	Botellas /mes
Entre	Concordia	170.033	2484	276	7.745	645
	Federación	68.736	1.004	112	3.131	261

Ríos	Colón	62.160	908	101	2.832	236
	Paraná	339.930	4.967	552	15.485	1.290
Buenos Aires	CABA y La Plata	3.682.805	53.809	5.979	167.762	13.980
Santa Fe	Santa Fe	525.093	7.672	852	23.919	1.993
	Rosario	1.193.605	17.440	1.938	54.372	4.531
Córdoba	Córdoba	1.329.604	19.427	2.159	60.567	5.047

Se acuerda con la empresa de transporte se definen tres circuitos para entregas mensuales, lo que hace un total de 36 viajes anuales.

Circuito 1	Ciudades	Botellas de “vino”	Botellas de vinagre
	Federación	112	261
	Concordia	276	645
	Colón	522	236
	Rosario	1938	4531

	Ciudades	Botellas de “vino”	Botellas de vinagre
	Paraná	552	1290

Circuito 2	Santa Fe	852	1993
	Córdoba	2159	5047

Circuito 3	Ciudades	Botellas de “vino”	Botellas de vinagre
	CABA y La Plata	5979	13980

La tabla siguiente muestra el resumen de la inversión en capital de trabajo.

Capital de trabajo para dos meses

	Anual ($)	**Bimestral ($)**
Empleados afectados a la producción	2.596.355	432.726
Empleados administrativos	601.315	100.219
Materia prima	657.1937	197.158
Insumos	4.746.032	1.356.009
Materiales indirectos	60.000	10.000
Transporte	640.332	82.952
Seguros	136.039	38.868
Mantenimiento	248.854	71.101
		2.389.033

De estos análisis surge que la inversión inicial necesaria es de:

Activos fijos	6.801.934
Activos diferidos	1.746..562
Capital de trabajo	2.389.0337
INVERSION INICIAL ($)	**10.937.529**

4. Análisis de costos. Determinación del costo unitario y precio de venta.

El costo de un producto es el gasto económico que representa fabricarlo. Es una medida de la cantidad de dinero que debe gastarse para la producción.

Dentro de los costos de producción deben considerarse:

1. Costos de materias primas e insumos: son los costos fundamentales de producción y podría definirse como el dinero que debe gastarse en los ingredientes que hacen a los productos, como ser azúcar, agua, fermentos y nutrientes.

2. Costos de mano de obra: aquí se contemplan los gastos en mano de obra directa e indirecta que deben asumirse para poder fabricar el producto. La primera, se refiere a aquellas personas que trabajan directamente relacionadas con el producto, por ejemplo, un operario. La segunda, hace referencia a aquellas personas que si bien están relacionadas al proceso productivo, no tienen funciones exclusivas para con ese proceso, sino que además atienden otras necesidades de la empresa, como por ejemplo los empleados que realizan las tareas administrativas.

3. Costos de servicios: en este ítem se contemplan todos los gastos relacionados a los servicios auxiliares de electricidad, gas y agua (destinada a la higiene, torre de enfriamiento y sanitización) necesarios para la producción.

4. Seguros de edificios, máquinas y equipos: aquí se incluyen los pagos de los seguros, que se estiman en un 2% anual respecto al gasto en estos ítems.

5. Mantenimiento y reparaciones: en este apartado se contemplan aquellos costos referidos al mantenimiento y reparación del proceso operativo de las líneas de elaboración. Incluyen mano de obra y materiales. Se considera el 5% del costo de equipos e instalaciones tanto civiles como auxiliares.

6. Imprevistos: en este ítem se absorben los costos que representan las posibles pérdidas por mal manejo de la línea de producción, falta de optimización o por defectos. Se aplica un 2% del costo de producción.

7. Material de envase y empaque: se contemplan costos tanto de envases primarios que serán botellas de 750 cm^3 para el vino y 250 cm^3 para el vinagre, las etiquetas y las cajas que actuaran de envases secundarios, además de los pallets necesarios para su empaque en el transporte.

8. Amortizaciones: siempre que se expone un activo fijo al trabajo, hay una pérdida de valor por funcionamiento o por uso. Es una forma de conceptualizar económicamente la pérdida de valor y por eso se supone un costo. Para cada uno de los activos fijos, el valor de amortización difiere de acuerdo a la vida útil del mismo. Estos valores porcentuales se detallan a continuación:

- Obras civiles: 2% anual.
- Muebles: 10% anual.

- Tecnología: 20% anual.
- Equipamiento: 10% anual.

Calculo del costo y precio de venta unitario

Para conocer los costos y obtener el precio de venta unitario de cada producto a fabricar, se consideraron los costos fijos y variables.

- "Vino de naranjas"

En lo referente al "vino de naranjas", los costos variables están representados por la materia prima, los insumos, los servicios y la mano de obra afectada a la producción necesarios para producir una unidad. Los costos variables para este producto se muestran en las tablas , , y .

Materia prima	Unidad	Cantidad	Precio	Costo ($)
Azúcar	kg	0,234	9,01	**2,11**

Insumos				**$14,36**
Vino	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio ($)**	**Costo ($)**

Fosfato de amonio	Kg	0,000007	1236	0,009
Levadura	Kg	0,000014	4875	0,007
Hidróxido de sodio	L	0,000035	252	0,009
Envases vino	unidad	1	11,61	11,61
Tapas vino	unidad	1	0,84	0,84
Fenolftaleína	L	0,0000009	1400	0,00122
Bentonita	Kg	0,00007	60	0,0042
Metabisulfito de sodio	Kg	0,00002	400	0,007
Higiene	kit	1	0,082	0,082
Limpieza	kit	1	0,04	0,04
Cajas vino	unidad	0,17	9	1,50
Pallets	unidad	0,00035	120	0,042
Etiquetas	unidad	1,16	0,173	0,2008

Mano de obra				**$ 5.42**
Empleados afectados a la producción	N° de empleados	Cantidad	Precio	Costo
5	5	0,0001	33.287,31	5,42

Servicios Auxiliares	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio ($)**	**Costo ($)**
Gas	recarga	0,0000104290	3.770	0,04
Electricidad	1600 Kw.h/mes	0,0000020858	1.186.560	2,47

La tabla resume los conceptos considerados para la determinación del costo variable del "vino de naranjas".

Concepto	**Importe ($)**
Materia prima	2,11
Insumos	14,36
Mano de obra afectada a la producción	5,42
Servicios	2,51
Total	**24,40**

Los costos fijos están representados por los gastos de administración y comercialización, que se detallan a continuación.

Costos Fijos x Mes	
Item	**Monto**
Gastos Administración	110.094
Administrativo	50.110
Art Librería	5.000
Seguro	19.434
Mantenimiento	35.551

Gastos Comercialización	**175.621**
Transporte	91.476
Publicidad	84.145

Para el cálculo del precio de venta por unidad, se consideraron los productos contra los cuales se piensa competir, en este caso vinos blancos y rosados dulces. Se consideró además que para la estimacion del precio en góndola, el margen entre la cadena de distribución y el consumidor es de un 40%. El precio de venta para el vino será de $70,00 lo que permitirá su venta al publico a $116,00. Las diferencias con los precios de los productos a competir se muestran en la tabla siguiente.

VINO DE NARANJA						
Producto	**Presentación (mL)**	**Marca**	**Precio $ (al 20/12/17)**	**Precio referido a 750 mL**	**Precio $ (en góndola)**	**Diferencia**
Vino blanco	750	Norton	105	105	116	9%

dulce natural						
Vino blanco dulce natural	750	Benjamín	125	125	116	-8%
Vino blanco dulce chenín	750	Santa Julia	143	143	116	-23%
Vino blanco varietal	750	Dadá	140	140	116	-21%
Vino rosado Malbec	750	Emilia	147	147	116	-27%
Vino rosado Malbec	750	Finca Las Moras	112	112	116	3%
Vino rosado dulce	750	Bodega privada	107	107	116	8%
Porcentaje promedio de diferencia con competencia						**-8%**

A este precio unitario de $70, se deben descontar el 3,5% de IIBB y el 1,6% de impuestos municipales, lo que arroja un precio neto de $66,60. De este análisis resulta:

Con estos valores es posible construir la gráfica de equilibrio para este producto.

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

- Vinagre de naranjas

Para la determinación de los costos variables por unidad, se procedió de la misma manera que para el vino de naranjas. El resumen de los cálculos de costos variables por unidad se muestran en las tablas siguientes. , , y .

Item	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
Materia Prima				**0,80**
Vino para vinagre	L	0,125	8,44	1,06
Insumos				**7,99**

Vinagre	Unidad	Cantidad	Precio ($)	Costo ($)
Hidróxido de sodio	L	0.000015	252	0,0038

Envases vinagre	Unidad	1	6,24	6,24
Tapas vinagre	Unidad	1	0,97	0,97
Fenolftaleína	L	0,00000037	1400	0,0005
Fosfato monopotásico	Kg	0,0000015	800	0,0012
Fosfato dipotásico	Kg	0,0000007	1000	0,0007
Sulfato de amonio	Kg	0,000003	1300	0,0039
Metabisulfito de sodio	Kg	0,000007	60	0,0004
Higiene	kit	1	0,082	0.082
Limpieza	kit	1	0,041	0,041
Cajas vinagre	unidad	0,042	11	0,459
Pallets	unidad	0,00015	120	0,018
Etiquetas	unidad	0,99	0,173	0,172

Mano de obra **3.33**

Empleados afectados a la producción	**N° de empleados**	**Cantidad**	**Precio**	**Costo ($)**
5	5	0,0001	33.287,31	5,42

Servicios Auxiliares	**Unidad**	**Cantidad**	**Precio ($)**	**Costo ($)**
Gas	recarga	0,0000104	3.770	0,04
Electricidad	1600Kw.h/mes	0,0000020	1.186.560	2,47

La tabla resume los conceptos considerados para la determinación del costo variable del vinagre de naranjas.

Concepto	Importe ($)
Materia prima	1,06
Insumos	7,99
Mano de obra afectada a la producción	5,42
Servicios	2,51
Total	**16,98**

Los costos fijos de este producto se corresponden con los mostrados en la tabla ….

De igual manera, para el cálculo del precio de venta por unidad se consideraron los productos contra los cuales se piensa competir, en este caso vinagres selectos o tipo gourmet.Se consideró además que para la estimación del precio en góndola, el margen entre la cadena de distribución y el consumidor es de un 40%. El precio de venta para el vinagre será de $28,00 lo que permitirá su venta al publico a $47,00. Las diferencias con los precios de los productos a competir se muestran en la tabla siguiente.

VINAGRE DE NARANJA						
Producto	**Presentación**	**Marca**	**Precio $ (al**	**Precio referido a**	**Precio $ (en**	**Diferencia**

	(mL)		20/12/17)	250 mL	góndola)	
Vinagre saborizado a la naranja	500	Casaterre	89	44.5	47	5%
Vinagre de vino fino Torrontés	250	Zuelo	102	102	47	-117%
Vinagre de arroz	355	Mizkan	155	109	47	-132%
Vinagre de uva tinto orgánico	500	Terrasana	94	47	47	0%
Vinagre de vino Gourmet	250	Alcaraz	107	107	47	-128%
Porcentaje promedio de diferencia con competencia						**-74%**

La gráfica de equilibrio para este producto se muestra a continuación:

5. Flujo De Fondos

El flujo de fondos en un plan de negocios o propuesta permite sintetizar la información económica relevante e identificar sus aspectos vitales. Desde el punto de vista numérico, queda definido por la inversión inicial, el rendimiento esperado y algún lapso en el que estos dos elementos evolucionan. Armar un flujo de fondos permite tomar toda esta información económica relevante y sintetizarla para identificar sus aspectos vitales.

Se estimó el flujo de fondos para los primeros cinco años. Se define este lapso de tiempo ya que la inversión a realizar tiene como origen el capital de la empresa y un crédito tomado por la misma de $5.000.000, con un plazo de devolución en ese periodo de tiempo. Este flujo de fondos se muestra en la tabla 22.

aca va tabla modelo.

6. VAN y TIR

VAN es el valor actual neto y permite conocer en qué medida se logran percibir beneficios con una tasa de interés promedio de préstamo. La fórmula para calcular el VAN se muestra a continuación:

$$VAN = \sum_{\square}^{\square} \square \frac{Flujo\ \ Neto}{(1+i)^n} - inversi\acute{o}n$$

Donde

i= tasa de interés promedio

n= tiempo evaluado

El VAN obtenido es de $ 5.022.352. Es decir que los inversores en 5 años habrán recuperado la inversión y se tendrá una ganancia equivalente a ese valor en el presente. Esto determina que la inversión es rentable.

TIR es la tasa interna de retorno y muestra el valor porcentual que limita la situación de factibilidad del proyecto demostrando las utilidades o pérdidas tomando en cuenta que cuando la TIR sea menor que la tasa promedio de préstamo, representa que no habrá recuperación total de la inversión. Es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión. En términos simples es la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN) es igual a cero.

Si la TIR es mayor que la tasa promedio de préstamo significa que se recupera la inversión total más el porcentaje adicional que se refleja como utilidades en el balance final.

Del cálculo surge una TIR del 25%, lo que muestra la rentabilidad del proyecto.

7. Bibliografía

Banco de la Nación Argentina. Disponible en: http://www.bna.com.ar/

Banco Galicia. Disponible en: https://wsec01.bancogalicia.com.ar/scripts/homebanking/GalHBlogin.asp

Banco Hipotecario. Disponible en: https://www.hipotecario.com.ar/

Banco ICBC. Disponible en: https://www.icbc.com.ar/personas

Banco Macro. Tasas de plazos fijos. Disponible en: https://www.macro.com.ar/PortalMacro/content/conn/macro/path/Contribution%20Folders/contenido/Recursos/Banner%20BCRA/Tasas_Plazo_Fijo_en_Dolares.pdf

Banco Supervielle. Disponible en: http://www.supervielle.com.ar/

Fornero, R. Análisis del flujo de fondos. Disponible en: http://www.economicas.unsa.edu.ar/afinan/dfe/trabajos_practicos/afic/AFIC%20Cap%205%20Flujo%20de%20fondos.pdf

HSBC. Disponible en: https://www.hsbc.com.ar/es/

Inflación en Argentina para los próximos años. Disponible en: http://www.ambito.com/896069-mercado-espera-mas-inflacion-en-2018-2019

López Dumrauf, G. (2004). Técnicas de evaluación de proyectos de inversión. Argentina.

Conclusiones

Realizando un análisis desde diferentes puntos de vista, se llegó a la conclusión de que este proyecto tiene considerables ventajas para su realización, las cuales se enumeran a continuación:

- Permite el agregado de valor a un subproducto que, en este contexto, no está encontrando valor en el mercado comercial.
- Logra incorporar fuerza de trabajo, tanto calificada como medianamente calificada.
- Al ser un producto que no está siendo elaborado a nivel industrial por otras empresas, permite una distinción particular con respecto a otros productos de la competencia.
- El análisis económico muestra un TIR y un VAN muy favorables, que hablan de la rentabilidad del proyecto.

A lo largo de la confección de este trabajo, los autores se han percatado de algunos aspectos que podrían optimizar los recursos y lograr obtener incluso mayores ganancias:

- La conveniencia de usar mas tanques de menor volumen, a fin de mantener los tambores con jugo durante menos días, lo cual sería un ahorro en cuanto a la construcción y al consumo eléctrico en la cámara de refrigeración.
- Durante los meses que no se procesa naranja es factible la utilización de otras frutas regionales, como por ejemplo berries, para ampliar la gama de productos que la empresa puede ofrecer.

Este proyecto abre la posibilidad de abrirse a nuevas opciones y productos:

- Se puede pensar en asociaciones entre productos elaborados por otras empresas, por ejemplo, vinagretas, tragos preparados, etc.
- Apertura a transformaciones que tomen como base al "vino" y vinagre de naranjas. Por ejemplo, espumantes y acetos.

Esta casa de estudios ya cuenta con publicaciones al respecto con respecto a espumante de naranjas y vinagre de arándanos, por lo que se cuenta con información base para empezar a trabajar.

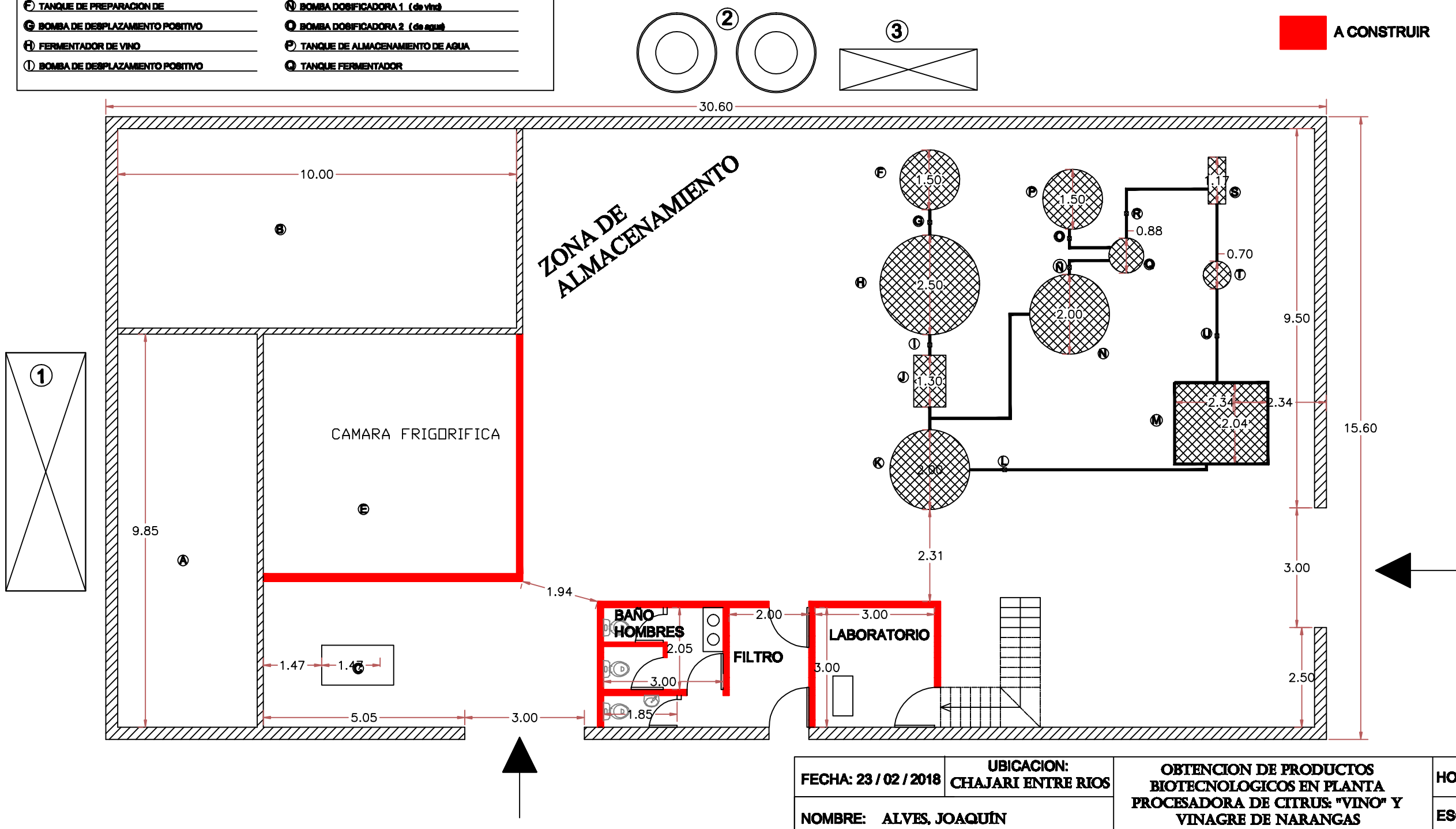
- Ⓐ LINEA DE EXTRACCION DE JUGO
- Ⓑ SECADERO
- Ⓒ PASTEURIZADOR
- Ⓓ OFICINA
- Ⓔ CAMARA FRIGORIFICA
- Ⓕ TANQUE DE PREPARACION DE
- Ⓖ BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO
- Ⓗ FERMENTADOR DE VINO
- Ⓘ BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO
- Ⓙ FILTRO DE PLACA Y MARCO PARA VINO
- Ⓚ TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO (vino)
- Ⓛ BOMBA CENTRIFUGA
- Ⓜ ENVASADORA
- Ⓝ TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE VINO PARA VINAGRE
- Ⓝ BOMBA DOSIFICADORA 1 (de vino)
- Ⓞ BOMBA DOSIFICADORA 2 (de agua)
- Ⓟ TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
- Ⓠ TANQUE FERMENTADOR
- Ⓡ BOMBA CENTRIFUGA
- Ⓢ FILTRO DE MARCO Y PLACA PARA VINAGRE
- Ⓣ TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADOR (vinagre)
- Ⓤ BOMBA CENTRIFUGA

1. CALDEREA Y CHANCHA DE GAS
2. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DESDE RED
3. TORRE DE ENFRIAMIENTO

EXISTENTE

EXISTENTE

A CONSTRUIR



PLANTA EXISTENTE/A COSTRUIR

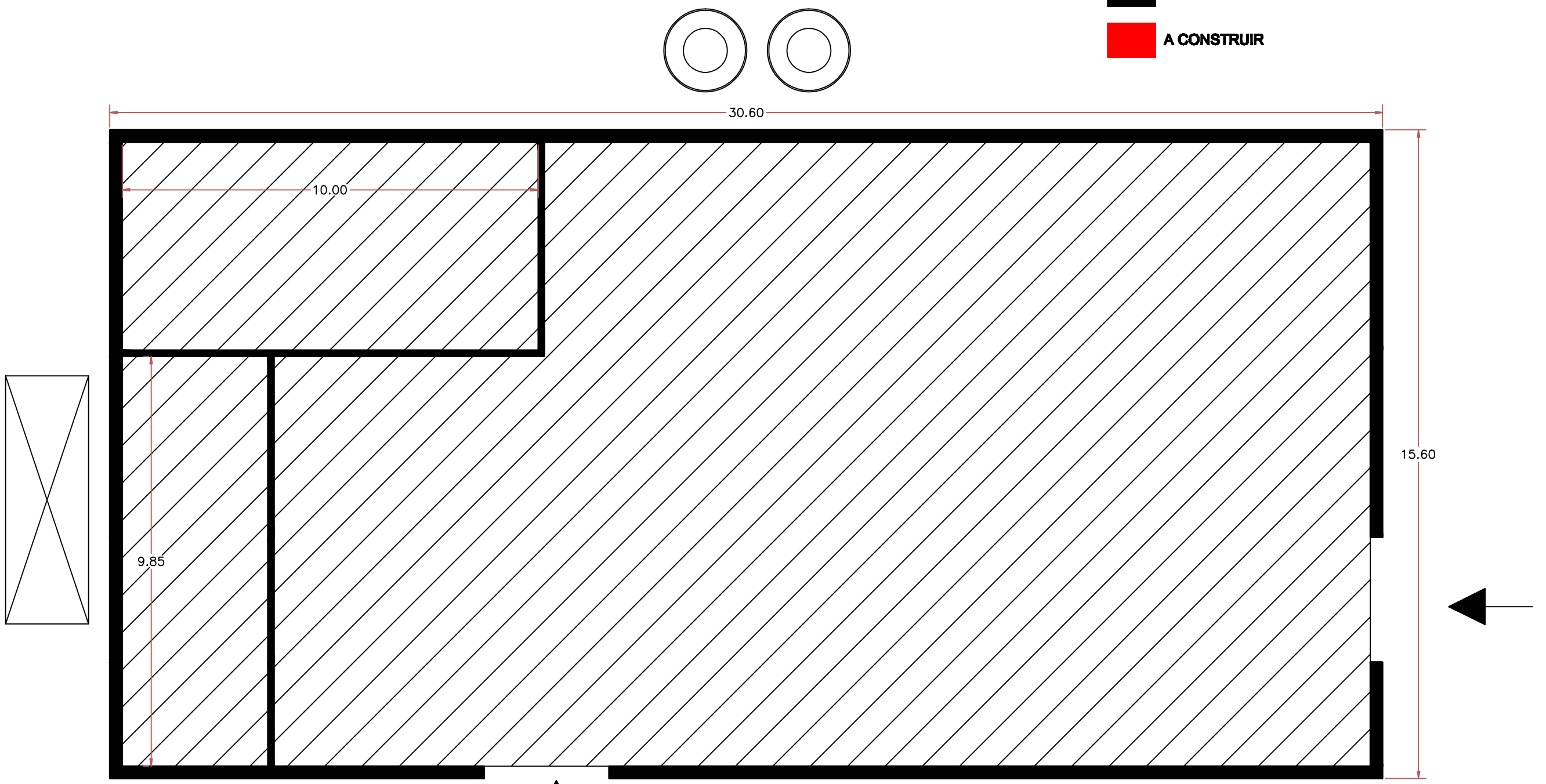
FECHA: 23 / 02 / 2018	UBICACION: CHAJARI ENTRE RIOS	OBTENCION DE PRODUCTOS BIOTECNOLOGICOS EN PLANTA PROCESADORA DE CITRUS: "VINO" Y VINAGRE DE NARANGAS	HOJA Nº 2
NOMBRE: ALVES, JOAQUÍN			ESC: 1:100
NOMBRE: GAMARRA, DAVID			
NOMBRE: SOLDÁ, CARINA			
OBSERVACIONES:			

Universidad Nacional de Entre Ríos

EXISTENTE

EXISTENTE

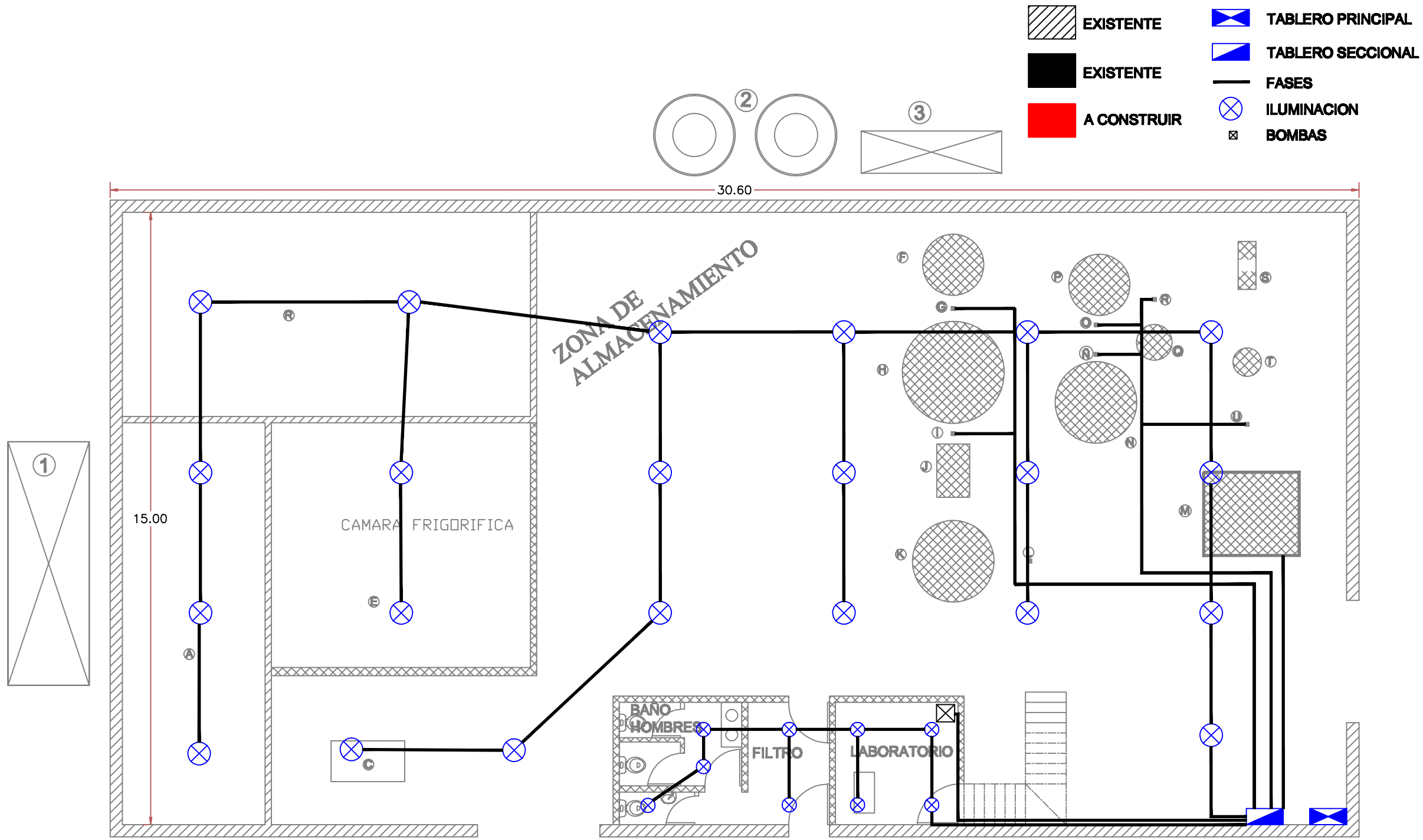
A CONSTRUIR



PLANTA EXISTENTE

FECHA: 23 / 02 / 2018	UBICACION: CHAJARI ENTRE RIOS	OBTENCION DE PRODUCTOS BIOTECNOLOGICOS EN PLANTA PROCESADORA DE CITRUS: "VINO" Y VINAGRE DE NARANGAS	HOJA Nº 1
NOMBRE: ALVES, JOAQUÍN			ESC: 1:100
NOMBRE: GAMARRA, DAVID			
NOMBRE: SOLDÁ, CARINA			
OBSERVACIONES:			

Universidad Nacional de Entre Ríos



PLANTA ELECTRICA

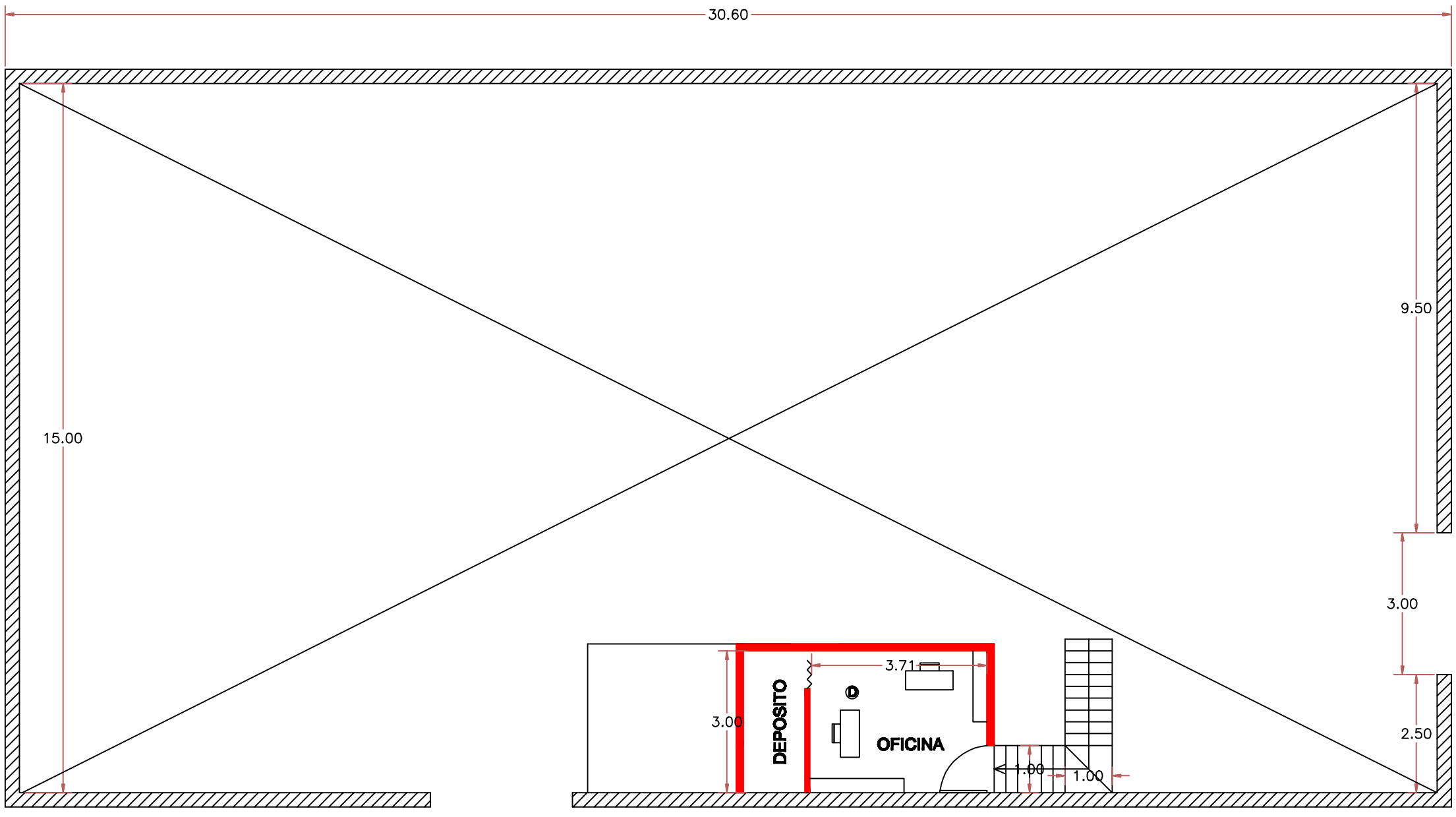
FECHA: 23 / 02 / 2018	UBICACION: CHAJARI ENTRE RIOS	OBTENCION DE PRODUCTOS BIOTECNOLOGICOS EN PLANTA PROCESADORA DE CITRUS: "VINO" Y VINAGRE DE NARANGAS	HOJA Nº 5
NOMBRE: ALVES, JOAQUÍN			ESC: 1:100
NOMBRE: GAMARRA, DAVID			
NOMBRE: SOLDÁ, CARINA			
OBSERVACIONES:			

Universidad Nacional de Entre Ríos

EXISTENTE

EXISTENTE

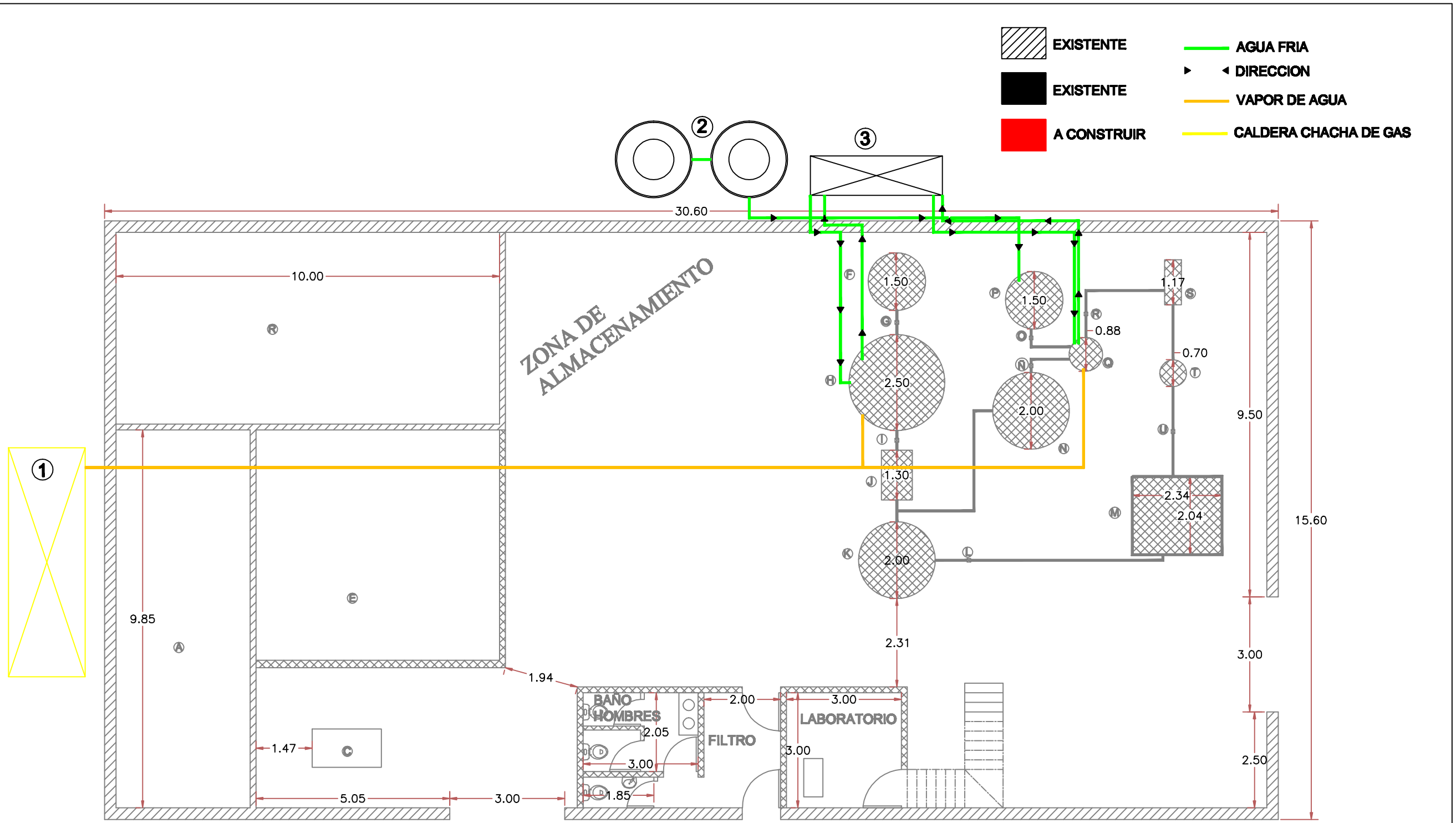
A CONSTRUIR



PLANTA A CONSTRUIR PRIMER PISO

FECHA: 23 / 02 / 2018	UBICACION: CHAJARI ENTRE RIOS	OBTENCION DE PRODUCTOS BIOTECNOLOGICOS EN PLANTA PROCESADORA DE CITRUS: "VINO" Y VINAGRE DE NARANGAS	HOJA Nº 3
NOMBRE: ALVES, JOAQUÍN			ESC: 1:100
NOMBRE: GAMARRA, DAVID			
NOMBRE: SOLDÁ, CARINA			
OBSERVACIONES:			

Universidad Nacional de Entre Ríos



PLANTA AGUA-GAS-VAPOR-

FECHA: 23 / 02 / 2018	UBICACION: CHAJARI ENTRE RIOS	OBTENCION DE PRODUCTOS BIOTECNOLOGICOS EN PLANTA PROCESADORA DE CITRUS: "VINO" Y VINAGRE DE NARANGAS	HOJA Nº 4
NOMBRE: ALVES, JOAQUÍN			ESC: 1:100
NOMBRE: GAMARRA, DAVID			
NOMBRE: SOLDÁ, CARINA			
OBSERVACIONES:			

Universidad Nacional de Entre Ríos