

EL PROCESO DE FERMENTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE HIDROMIEL Y SU EVALUACIÓN SENSORIAL

Alicia M. Basilio¹; José E. Prieto² Valeria C. López^{1,3}; Lorena M. Mellado¹; Graciela Pascual;
Facundo Pedraza¹; Karina Fráncica¹; Raul Álvarez³ y Laura B. Gurini³

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Animal,
¹Cátedra de Avicultura, Cunicultura y Apicultura; y Departamento de Biología Aplicada y Alimentos,
²Cátedra de Microbiología Agrícola, Av. San Martín 4453 - C1417DSE - Buenos Aires, Argentina.

³Estación Agropecuaria Delta del Paraná, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Río Paraná de la Palmas y
Canal Laurentino Comas - 4ta. Sección de Islas CC 14 (2804), Campana, provincia de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: abasilio@agro.uba.ar, eprieto@agro.uba.ar

Recibido: 15/07/19

Aceptado: 23/01/20

RESUMEN

En el hidromiel confluyen las ideas de alimentación natural y saludable relacionadas con la miel, con las de un producto artesanal y gourmet. La oferta de este producto se está expandiendo en las ferias regionales de todo el país pero, a pesar de la mención en la literatura de ficción, el producto es desconocido en el mercado local y comienza a fabricarse con bajos volúmenes y a ofrecerse con calidad dispar. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) evaluar y comparar las cepas de levaduras disponibles en el mercado en cuanto a la eficiencia del proceso y a la calidad sensorial del producto, y 2) brindar parámetros accesibles a los productores sobre la evolución de la fermentación en diferentes concentraciones de mosto. Para ello, se evaluaron tratamientos con cuatro cepas de *Saccharomyces* en tres concentraciones diferentes de mosto. Además, se registró la evolución de la fermentación, y se elaboraron curvas que permitirán al productor artesanal estimar la situación de sus fermentados de miel con mediciones simples. Los productos se sometieron a dos instancias de evaluación hedónica: por consumidores ($n \approx 200$), y por un panel semi entrenado ($n = 10$). El 93% de los consumidores no conocía la existencia de la bebida, y el 83% la encontró aceptable en relación a sus expectativas. Los consumidores que habían probado hidromiel opinaron que el degustado era satisfactorio, sin poder discriminar entre variedades; mientras que el panel de expertos sólo detectó olores y sabores en los hidromieles secos.

Palabras clave: hidromiel, fermentación, *Saccharomyces*, panel de consumidores, panel semientrenado, evaluación sensorial.

FERMENTACION PROCESS IN THE PRODUCTION OF HAND-MADE MEAD AND IT SENSORY

SUMMARY

Mead reflects the convergence of the concepts of natural and healthy food, in terms of honey, with the concepts of a hand-made and gourmet product. The offer of mead is expanding in regional markets throughout the country, and, although it is mentioned in the fictional literature, the mead remains unknown in the local market. It is currently being manufactured in low volumes and offered with unequal quality. The objectives of this study were: 1) to evaluate and compare the quality of the yeast available in the market in terms of process efficiency and the product's sensory quality; and 2) to provide accessible parameters of the fermentation evolution to the producers in different concentrations of must. Treatments with four strains of *Saccharomyces* in three different concentrations of must were evaluated. The evolution of the fermentation was recorded, and curves that will enable honey fermentation process follow-up were built. The products were subjected to two instances of hedonic evaluation: by consumers ($n \approx 200$), and by a semi-trained tasting panel ($n = 10$). 93% of the consumers did not know about the existence of the drink, and the 83% of them found it acceptable in relation to their expectations. Consumers who had tried mead before considered that the taste was satisfactory, although they were not able to discriminate between varieties, while the panel of experts found off odors and flavors only in the dry mead.

Key words: mead, fermentation, *Saccharomyces*, consumer panel, semi-belly panel, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

El hidromiel se ha incorporado al Código Alimentario Argentino en 2018, según la resolución N° 88678/18 v. 22/11/2018, de forma tal de ordenar y clasificar los productos que se comercializan. Esta bebida, con un tener alcohólico de entre 8 y 12%, ha despertado interés en los consumidores de productos naturales y artesanales. Confluyen en él las ideas de alimentación natural y saludable, relacionadas con la miel o los antioxidantes que la misma contiene (Al-Waili *et al.* 2011, Erejuwa *et al.* 2012, Abubakar *et al.* 2012, Ahmed y Othman 2013, Vandamme *et al.* 2013, Kuropatnicki *et al.* 2018, Rana *et al.* 2018, Cianciosi *et al.* 2018), con las de un producto artesanal y gourmet (Rey, 2016). Esta bebida se suma a otros productos de diseño como cervezas, mermeladas y aderezos, cuya oferta se expande en las ferias de productos regionales.

Los fermentados de miel son muy populares en Europa, Asia y África (Pastor 2007, Nogales y Montes 2007, Bobkina 2010, Brezmes Escribano *et al.* 2014, Samorini 2016), y casi desconocidos en la Argentina, a pesar de su frecuente mención en la literatura clásica y fantástica (Uriel 1998). La bebida nacional, el vino (Ley Nacional 26870), fue la más popular de las bebidas alcohólicas en la Argentina desde el inicio de la colonización, durante la independencia y consolidación de la nación, y en los momentos de mayor desarrollo agrícola (Lacoste 2004, Collado, 2006, Mateu 2007, Richard-Jorba 2008). En pos de los intereses del sector vitivinícola, la fermentación de miel estuvo proscripta (Barrios de Villanueva 2007, Pellizari 2016). Actualmente, en el país se manifiesta un creciente interés por las bebidas de autor como lo muestra el éxito de los emprendimientos de fabricación artesanal de cerveza (Ablin 2011 Colino *et al.* 2017). Asimismo, también se despierta interés por la fabricación en pequeña escala de agua miel o hidromiel, impulsado por la necesidad de lograr productos con

valor agregado que ayuden a la sustentabilidad del sector apícola (Bedascarrasbure 2008, Vila Seoane y Marín 2017). Varios trabajos piloto y ensayos sobre diferentes procesos con mieles regionales dan cuenta del interés del sector científico y tecnológico por mejorar los estándares de calidad y la rentabilidad en la fabricación de hidromiel en el país (Kember *et al.* 2018 Maessen 2018), y en Sudamérica (Acosta Romero 2012, Martínez *et al.* 2014, Toral *et al.* 2016, Cuellar 2017, Marini y Barreto 2017).

En la mayoría de los países, los apicultores ven en esta producción la posibilidad de incrementar sus ingresos. La escala de fabricación planteada no es industrial, y la intención manifiesta es ofrecer el producto junto con la miel fraccionada y otros subproductos de la colmena, como el extracto de propóleos, cremas o caramelos, en los mercados de alimentos regionales (Bocco *et al.* 2010, Paz *et al.* 2013, INNOVAGRO 2016). Además, pensar en la exportación de hidromieles de alta calidad resulta tentador como objetivo a largo plazo para emprendedores más ambiciosos, ya que la globalización permite a productores específicos con altos logros en calidad, pequeños nichos muy rentables (Rodríguez Cohard 2002). Del mismo modo que la miel es un producto de mayor demanda en el mercado internacional, donde se vende el 90% de la miel argentina, que en el local (Sánchez *et al.* 2018), el vino de miel se consume mucho más en Europa que en nuestro país.

Por otra parte, según Brezmes Escribano *et al.* (2014), Martínez *et al.* (2014) y Kember *et al.* (2018), la carga simbólica que le otorgan diferentes culturas a un alimento es tan variable que puede ser el factor decisivo de su ingesta. Esta idea es relevante en el caso del hidromiel, ya que evoca a las culturas antiguas y a las epopeyas, leyendas y sagas fantásticas populares en la actualidad. Este valor cultural puede ser parte fundamental de la elección en un consumidor que celebra la producción artesanal y las particularidades

obtenidas a partir de la materia prima local, las que se pierden en los productos de consumo masivo debido a la elaboración industrial.

La mayoría de los fermentados, ya sea vinos, panificados o cervezas, se producen utilizando alguna cepa más o menos específica de *Saccharomyces* spp. Estas bebidas pueden tener diferentes grados de dulzor de acuerdo a la concentración inicial de azúcares y la tolerancia al alcohol de la cepa, resultando en hidromieles diferentes. El comportamiento de las cepas de fermentos respecto de la concentración inicial de nutrientes (azúcar y nitrógeno) varía generando diferentes tiempos de fermentación y de resultados a nivel sensorial (Bertullo *et al.* 1943, Acosta Romero 2012, Hernández y Quicazan 2014).

El propósito de este trabajo fue evaluar las propiedades fermentativas de las cepas de levadura habitualmente disponibles en el mercado local para la producción artesanal de bebidas alcohólicas y de pan, con el fin de generar herramientas accesibles al productor y contribuir a la mejora de la calidad del producto. Para ello, se realizó un ensayo en el que se comparó la capacidad de producir alcohol, la eficiencia del proceso y los efectos sensoriales del producto obtenido a partir de la fermentación con cuatro cepas diferentes de levadura (*Saccharomyces* spp.) en tres concentraciones distintas de miel en el mosto.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el contexto del proyecto de Vinculación e Innovación Tecnológica del Ministerio de Educación de la Nación, "Diversificación en la

cadena productiva apícola" presentado a la convocatoria "Jorge A. Sabato" en 2015, que financió el trabajo y su transferencia a los productores, se realizó un ensayo de elaboración de hidromiel con cuatro cepas distintas de levadura, en concentraciones diferentes de mosto, resultando en un total de 12 tratamientos. Se utilizó una misma miel, multiflora de pradera pampeana, una de las mieles más comunes en el medio. La fermentación se realizó en tanques de 30 l de policarbonato, provistos de una válvula "airlock" para permitir la salida de CO₂ e impedir la contaminación. Todo el ensayo se localizó en la bodega del sótano de las instalaciones de enología, en la Facultad de Agronomía (UBA), donde la temperatura fue constante alrededor de los 22°C, y nunca ingresó luz natural en forma directa. Las levaduras utilizadas fueron *Saccharomyces cerevisiae* y *S. bayanus*. El Cuadro 1 presenta las variedades y marcas seleccionadas para el trabajo, a partir de su accesibilidad en el medio local.

Miel utilizada para la fabricación del mosto

Se trabajó con una miel recién cosechada por un productor confiable en cuanto a la identidad, inocuidad e integridad del producto, vinculado directamente al proyecto. Toda la materia prima fue homogénea en la fecha de cosecha y colmenar de origen. El mismo estaba localizado en la Provincia de Buenos Aires, en la región fitogeográfica pampeana. El análisis polínico identificó el origen botánico de la miel como multiflora de pradera pampeana, la relación inicial glucosa/fructosa fue de 0,65.

Cuadro 1. Diferentes fermentos utilizados: variedad, marca comercial y utilidad propuesta de acuerdo al fabricante.

Variedad	Marca	Utilidad propuesta por el fabricante
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Mi Pan	Para elaborar pan
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Safale S-04	Para elaborar cerveza (Ale)
<i>Saccharomyces bayanus</i>	Spark Zymaflore	Para elaborar vino blanco espumante
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Springer Enologie	Para elaborar vino tinto

Diseño del ensayo

Se elaboraron 20 l de cada uno de los 12 tratamientos, correspondientes a la fermentación de tres concentraciones diferentes de mosto con cuatro cepas distintas de levaduras (Cuadro 2). En cada caso, la cantidad inicial de miel para formar el mosto (8,4; 7,0 y 5,6 k para las variantes dulces, demisec y secas, respectivamente) se diluyó en un recipiente de acero inoxidable con la cantidad necesaria de agua, potabilizada y filtrada con carbón activado, hasta completar un volumen de 20 l, y se llevó a ebullición por 10 minutos. La miel es un líquido con una densidad aproximada de 1,4 g ml⁻¹, (ver Cuadro 2 para la concentración inicial volumen-volumen). Una vez enfriado hasta la temperatura de 25°C, se vertió en fermentadores de polietileno alta densidad y alto peso molecular (PEAD-APM) de uso alimentario, desinfectados con alcohol 70%, reservándose aproximadamente 2 l para diluir el fermento, según las instrucciones brindadas por los fabricantes. Se dejó estabilizar el fermento durante 4 hs y se inoculó.

Para minimizar la aparición de compuestos indeseables, producto de las deficiencias en nutrientes de las levaduras durante la fermentación (Mesas y Alegre 1999, Muñoz y Catrilaf 2013), se agregaron sales aportando nitrógeno y fósforo (escasos en la miel), y se acidificó el medio al pH en el que mejor se desenvuelve *Saccharomyces*, con fosfato diamónico (0,40 g l⁻¹ de mosto) y ácido cítrico (1 g l⁻¹ de mosto). Además, se agregó metabisulfito de potasio para controlar la proliferación de bacterias que pudieran existir a pesar

de la desinfección (0,20 g l⁻¹ de mosto). Semanalmente, se tomaron muestras de los fermentadores, se determinaron sólidos solubles (°Brix) por refractometría, y se estimó grados Baumé (°Be) a partir de la densidad, mediante un areómetro o mostímetro de Cazenave (marca FITE), calibrado a 20°C.

El trasiego consiste en el trasvase del líquido sobrenadante del fermentador a otro recipiente donde continuará la fermentación. En este proceso, se separan los sedimentos consistentes en levaduras muertas y otros precipitados que ceden aromas y sabores desagradables y le dan turbidez al mosto. Los tiempos en que se realizan, así como la higiene, son fundamentales, ya que se pueden inocular bacterias o levaduras exógenas que perturben el proceso. El primer trasvase se realizó una vez finalizada la fermentación tumultuosa. Para ello, se realizó una aspersión con alcohol 70% como sanitizante de la boca del envase, cuidando mantener la manguera extractora a 5 cm sobre los sedimentos, para que no fueran succionados por la misma y se extrajo el mosto límpido por la parte superior del recipiente. Se realizaron dos trasiegos más a intervalos de 20 días, en que se utilizó 20 ml de suspensión de bentónica al 20% por cada 10 l de mosto como clarificante, adicionado por agitación 5 días antes de realizar el trasvase. De esta manera, se promovió la precipitación de las partículas sólidas para obtener una bebida límpida y transparente.

Análisis fisicoquímicos

La concentración en azúcares en el mosto fue determinada por refractometría, y medida

Cuadro 2. Diseño experimental: tratamientos (tr#), combinaciones entre las cuatro levaduras diferentes y las tres concentraciones de mosto.

Concentración inicial de miel /tratamientos	Cepas de levadura			
	<i>S.cerevisiae</i> (Mi Pan)	<i>S.cerevisiae</i> (Safale S-04)	<i>S. bayanus</i> (Spark Zymaflore)	<i>S.cerevisiae</i> (SpringerEnologie)
20 % (200 ml l ⁻¹)	tr1	tr2	tr3	tr4
25 % (250 ml l ⁻¹)	tr5	tr6	tr7	tr8
30 % (300 ml l ⁻¹)	tr9	tr10	tr11	tr12

en grados Brix ($^{\circ}$ Brix). El contenido de etanol se estimó a partir de la densidad, mediante un mostímetro de Cazenave, marca FITE calibrado a 20 $^{\circ}$ C y se midió en grados Baumé ($^{\circ}$ Be); mientras que la acidez se controló durante el proceso con papel indicador pH 0-14 (marca Merck). Una vez finalizado el proceso, muestras del mosto en cada fecha evaluada (conservadas en freezer a -18 $^{\circ}$ C) fueron enviadas a un laboratorio, donde se determinó fructosa y glucosa por HPLC, con detector de Índice de refracción (HPLC-RID).

Análisis sensorial

Para seleccionar el producto con características más atractivas para los consumidores, se planificaron dos instancias de evaluación hedónica (definidas en los términos de Mondino y Ferratto 2006). Una, de preferencia por consumidores, y otra integrada por un panel de jueces semi entrenado en la producción y cata de vinos artesanales. Según Angulo y O'Mahony (2009), las pruebas de preferencia hedónica son menos sensibles que las de preferencia *per se*. Sin embargo, son razonablemente buenas para comparar productos y, aunque no optimizan la evaluación de varias características simultáneamente, son referentes adecuadas de las expectativas del mercado con relación a la compra, el consumo y a algunas de las propiedades sensoriales más relevantes de los productos.

Prueba con consumidores

Se llevaron a cabo pruebas hedónicas con público no habituado al hidromiel midiendo las actitudes subjetivas en una muestra de 300 individuos. Las pruebas fueron aplicadas en tres eventos públicos, mediante puestos de degustación voluntaria ubicados en lugares donde habitualmente se ofrecen productos a degustar y con público dispuesto a involucrarse en la experiencia de conocer nuevos sabores. Para la selección de las pruebas y el diseño del instrumento de recolección de datos se tomó

como referente metodológico el trabajo de Mondino y Ferratto (2006) y las pruebas utilizadas por Cejudo Bastante *et al.* (2013). Se empleó una escala de 10 puntos, teniendo en cuenta que, según estos autores, la sensibilidad mejora con la cantidad de intervalos de medición. Los atributos sensoriales evaluados fueron color, olor, percepción del alcohol y agradabilidad de la bebida en general. Las 12 variedades de hidromiel resultantes del ensayo (temperatura de 15-17 $^{\circ}$ C) fueron ofrecidas en tres juegos armados según la variable concentración inicial del mosto, la que resultó representativa del dulzor de la bebida, efecto confirmado por los análisis de concentración de glucosa y fructosa en el producto final. Cada una de las 4 muestras de un juego correspondió a un fermento distinto. En un stand *ad hoc*, se presentó a cada participante un juego de 4 vasos de plástico de PEP (polipropileno) de 50 ml rotulados en forma previa al evento, con señales de diferentes colores que identificaban para el equipo de trabajo el juego de pertenencia en cuanto a dulzor y la levadura de fermentación. Aproximadamente 10 ml de la bebida fueron servidos al evaluador y se le solicitó valorar los atributos de cada muestra y registrarlos en una planilla (ver Anexo 1) antes de proceder a degustar la siguiente. Para evitar el error del impacto de la primera o la última prueba sobre la puntuación de las bebidas, se sirvieron las variantes comenzando por una seleccionada al azar. Una vez completada la evaluación de cada juego, si las personas deseaban seguir probando otro juego, se les solicitaba que esperaran al menos 15 minutos, para minimizar los efectos de la persistencia de las sensaciones. Las planillas de registro llenadas por los participantes se ordenaron y se depuraron, eliminando aquellas en las que se omitían datos, situación difícil de percibir mientras se atendía simultáneamente al público interesado, el que además demandaba información sobre la bebida y sobre el proyecto.

Test de consistencia de los evaluadores

Dado que todos los productos ofrecidos tenían el mismo color, se consideró que aquellos evaluadores cuya calificación presentaba una varianza mayor a 0,5 con respecto a esta variable dentro del mismo juego, no resultaban confiables, ya que puntuaban caprichosamente. De esta manera, para realizar los análisis estadísticos de los datos, se eliminaron 55 encuestas.

Para determinar el hidromiel mejor puntuado con respecto a cada parámetro en cada juego, se calculó el promedio, la moda y la desviación estándar. La existencia de diferencias significativas en las respuestas en relación al olor, el contenido de alcohol y la aceptabilidad entre los fermentados elaborados con distintas levaduras se analizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, ya que la distribución de los datos se apartó de la normal. Se usó la prueba de exceso de curtosis, que describe la forma de la distribución de frecuencias en relación a una curva normal, para destacar la probabilidad de obtener valores extremos, con el fin de destacar los resultados atípicos (Hornillo Mellado 2005), ya que en los análisis sensoriales pueden aparecer algunos valores extremos (Lawless & Heymann 2010, Capmbell *et al.* 2014, Khodabakhsh *et al.* 2017)

La hipótesis bajo la cual se planteó el análisis es que las distribuciones muestrales de los atributos no difieren en los hidromieles dentro de cada juego (es decir, el tipo de levadura no tiene ningún efecto en la respuesta del consumidor). La prueba de ordenamiento en relación a la preferencia se realizó en base a la puntuación que obtuvo cada bebida en el atributo agradabilidad. Para determinar el perfil del evaluador dispuesto a probar el producto, se les solicitó que completen una planilla con las siguientes preguntas sobre el producto degustado: 1) conocimiento de su existencia;

2) grado de satisfacción de las expectativas que generó el mismo; y 3) identificación de sus características con respecto a otras bebidas que conoce. Las respuestas se analizaron por separado de la evaluación de las muestras, con el fin de describir a grandes rasgos a los eventuales jueces.

Por otra parte, los hidromieles fueron evaluados por un panel de 10 jueces semi-entrenados, conformado por estudiantes que habían completado el curso de enología. Los jurados cataron los diferentes productos de uno por vez, alternando productos dulces y secos; y luego de cada prueba se generó el resultado mediante la puesta en consenso de las percepciones individuales. Las pruebas estuvieron focalizadas en la percepción de olores o sabores defectuosos en el producto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo del proceso

Durante los primeros días de fermentación aumentó ligeramente el contenido etanólico, el que se incrementó notablemente hacia el octavo día del proceso, a partir del cual decreció la tasa de producción etílica y empezó el proceso de estabilización. Hubo procesos de fermentación de mostos melíferos con fases aeróbicas entre el quinto y octavo día de proceso, debido al consumo de sustrato, y al desarrollo de acidez en el medio. Esta etapa podría asociarse a la fase exponencial de crecimiento del fermento en condiciones ideales, con su posterior estabilización hacia el noveno día de fermentación (Acosta *et al.* 2012, Blanco *et al.* 2012, Cuellar, 2017). Se presenta en este trabajo una escala de medición con la cual los productores pueden contrastar sus observaciones, hechas sencillamente con un mostímetro, y estimar el desarrollo del proceso. El mismo está desarrollado para una temperatura estable, de aproximadamente 21°C.

La fermentación puede acelerarse o retrasarse en función de varios factores, como

por ejemplo el estrés osmótico y el bajo contenido de nutrientes en la miel, los que determinan una disminución en la capacidad de adaptación de las levaduras, originando una posible producción de malos sabores debido a fermentaciones lentas o prematuras y falta de uniformidad en los productos finales (Alza, 2006). En el caso de la miel, la causa principal de estos problemas es el contenido bajo y variable de nitrógeno (en promedio 0,04% del total, con valores extremos entre 0 y 0,13%), el que proviene del material vegetal y de las enzimas propias de las abejas. Este aporte de nitrógeno se distribuye principalmente en aminoácidos libres, de los cuales la prolina, constituye entre el 50 y 85% de la fracción aminoácida (Baldi 2010), limitando el desarrollo de las levaduras y la capacidad de formación de compuestos que contribuyen al sabor y al aroma. De ahí, que el sembrado con sales para evitar los olores o sabores desagradables relacionados con el estrés de las levaduras por falta de nitrógeno sea más importante en la miel que en otros fermentados.

Evolución de los parámetros químicos

Los mostos estudiados comenzaron su evolución con 18, 21 y 32° Brix, según el 20, 25 y 30% de concentración inicial de miel, respectivamente. El producto con menor contenido de azúcar fue obtenido en la fermentación producida por la levadura Mi Pan; mientras que el que presentó mayor contenido de azúcar fue el que correspondió a la fermentación incompleta obtenida con la levadura Safale S-04. La Figura 1 muestra la evolución de la densidad a lo largo de la fermentación en las distintas combinaciones de fermento y mosto ensayadas.

Fase de fermentación aeróbica

En la concentración más baja de miel, casi toda la fermentación tuvo lugar en las primeras 5 semanas (Figura 1). La tasa de respuesta al sustrato fue más acelerada en SafaleS-04 y en Mi Pan durante las primeras dos semanas y fue constante con las otras dos levaduras. En las concentraciones medias, la

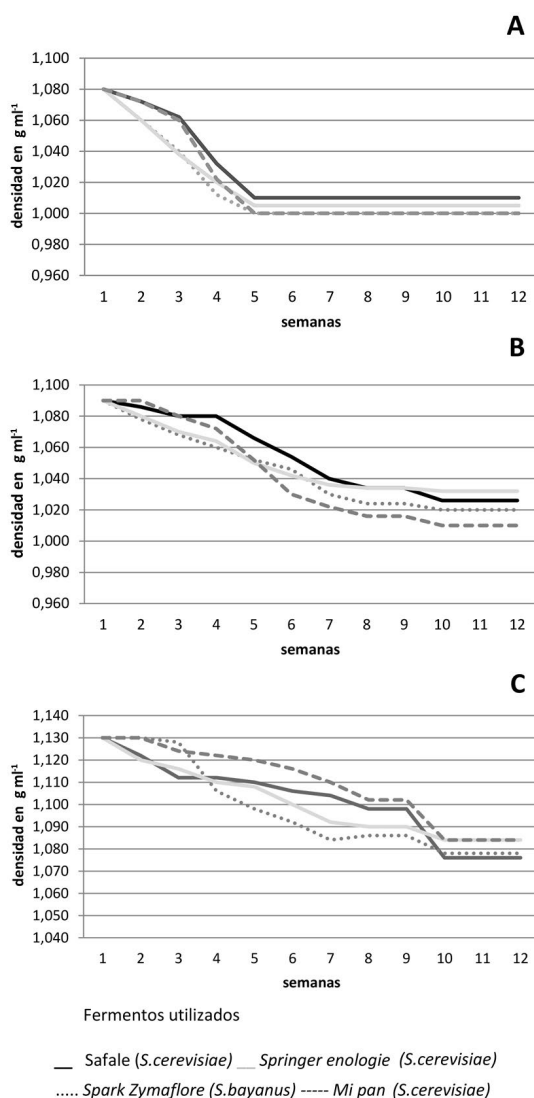


Figura 1. Evolución de la densidad de azúcar (g ml⁻¹) con respecto al tiempo (semanas) a lo largo del proceso de fermentación para las distintas cepas incubadas en las diferentes concentraciones de mosto: 20% (A), 25 % (B) y 30% (C).

fermentación se completó alrededor de las semanas 9 y 10; mientras que en la concentración más alta el proceso se completó alrededor de la semana 10, y las levaduras Mi pan y Spark Zymaflore tardaron en comenzar el proceso. La fermentación más rápida se alcanzó con las levaduras Springer enologie y Spark Zymaflore, las que trabajan con tasas de conversión de azúcares estables. Las levaduras Mi pan y Safale S-04 tienen más dificultad para comenzar la fermentación, sin embargo, una vez iniciado el proceso, alcanzan una eficiencia mejor o igual a las otras (Cuadro 3). Los parámetros de calidad (alcohol, acidez, PH, azúcares, etc.) del producto de la fermentación en las diferentes condiciones evaluadas se muestran en el Cuadro 3.

Eficiencia del proceso

La eficiencia de fermentación, estimada como la cantidad de azúcar transformado en

alcohol, fue mayor en las concentraciones medias del mosto, y disminuyó en las concentraciones altas (Cuadro 3). La generación de etanol fue máxima en los procesos conducidos con las levaduras Mi pan y Safale S-04, ambas *S. cerevisiae*. En concentraciones bajas, las levaduras de pan y de cerveza llegan a 12 y 12,5 % de alcohol respectivamente, posiblemente debido a que el estrés osmótico las afecta menos. En las levaduras vínicas, el proceso más eficiente tanto con Springer enologie como con Sparck Zymaflore se desarrolló en las concentraciones medias, alcanzando 11,6-11,7% de alcohol. Las concentraciones altas no permitieron superar el 8-8,8 % de contenido de alcohol en ninguno de los fermentos ensayados. Si bien *S. bayanus* es un fermento más resistente al alcohol que *S. cerevisiae*, su desempeño resultó sensible a las altas concentraciones de azúcares, por lo tanto, su empleo

Cuadro 3. Parámetros de calidad del producto al final del proceso para las diferentes cepas y las distintas concentraciones de mosto (20%, 25 % y 30%).

Parámetro evaluador del proceso	Mosto al 20% v/v				Mosto al 25% v/v				Mosto al 30% v/v			
	Mi pan	Safale S-04	Spark Zymaflore	Springer enologie	Mi pan	Safale S-04	Spark Zymaflore	Springer enologie	Mi pan	Safale S-04	Spark Zymaflore	Springer enologie
Alcohol (%v)	12,0	11,0	11,6	11,0	12,5	12,4	11,7	11,8	8,7	8,8	8,7	8,0
Acidez Total (Ác. tartárico g l ⁻¹)	4,5	4,2	4,7	4,4	4,8	5,2	4,9	5,3	5,7	5,8	6,8	6,4
Acidez Volátil (Ác. acético g l ⁻¹)	0,8	0,4	0,8	0,9	1,0	0,8	0,7	1,4	1,1	1,3	0,7	1,1
Dióxido de azufre libre (mg l ⁻¹)	0,9	0,9	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
pH	3,5	3,4	3,1	3,0	3,1	3,1	3,0	3,1	3,3	3,3	3,2	3,2
Glucosa (GLU) (%)	ND	0,5	ND	ND	ND	1,3	1,0	1,9	5,7	5,3	5,3	6,3
Fructosa (FRU) (%)	1,7	2,3	0,9	1,8	3,3	5,6	4,0	6,0	12,2	12,1	12,7	13,6
Relación GLU/FRU	-	0,2	-	-	-	0,2	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5

no resultó más ventajoso en relación con la eficiencia de la fermentación.

El índice glucosa/fructosa varió entre 0,2 y 0,5 en los productos; y se incrementó a medida que los mostos estaban más concentrados en azúcares (Cuadro 3). La glucosa disponible fue consumida en la fermentación por todas las cepas, excepto Safale-S04 en la situación de baja disponibilidad de azúcares. El fermento Mi pan consumió toda la glucosa disponible también en la concentración media, dando origen a productos más secos en boca. La fermentación conducida por las levaduras Mi Pan utilizó toda la glucosa y parte de la fructosa en las concentraciones más bajas, y la alta osmolaridad la afectó menos que a los demás fermentos. Las levaduras de vino espumante (Spark Zygmaflore), por su parte, lograron adecuarse eficientemente a trabajar con baja concentración de mosto, mientras que en un medio con alta concentración, la conversión fue mejor en Safale S04, indicada para elaborar cerveza. A mayor concentración de mosto no hubo una mayor producción de alcohol, suponiéndose la inhibición de las levaduras por estrés osmótico.

Análisis de preferencia de consumidores

Los evaluadores confiables de hidromieles dulces resultaron una pequeña proporción (16%) de todos los que participaron en el ensayo, obteniéndose así 14 planillas completas y consistentes. Los cuatro productos obtuvieron, considerándolos en conjunto, una mediana de 8, considerado "me gusta" en la escala utilizada. Los resultados de la prueba de Kruskal Wallis no permiten rechazar la hipótesis inicial, que planteaba que los consumidores no hallarían diferencias entre hidromieles dulces elaborados a partir de las cuatro cepas utilizadas. Los datos de preferencia se desvían de la curva normal, y analizados aplicando el índice de *Exceso de curtosis*, presentaron una distribución platiúrtica, con valores de β de -0,9 para color; 2,0 para olor -0,5 para percepción de alco-

hol, y 1,5 para agradabilidad, indicando muchos casos de resultados atípicos, los que se manifestaron en altas varianzas en las apreciaciones de los consumidores en todos los parámetros evaluados, sobre todo en la percepción del alcohol.

En cuanto a los hidromieles semidulces o demi-sec, los evaluadores confiables resultaron el 71% de los que participaron en el ensayo, obteniéndose 30 planillas completas y consistentes a partir de 35 evaluaciones realizadas. Los resultados de la aplicación de prueba de Kruskal-Wallis no permiten rechazar la hipótesis inicial, que planteaba los consumidores no hallarían diferencias entre hidromieles dulces elaborados a partir de las cuatro cepas utilizadas. Aplicando el índice de *Exceso de curtosis*, los datos presentaron una distribución platicúrtica, con valores de β de -0,8 para color; 0,3 para olor; -0,001 para percepción de alcohol; y 1 para agradabilidad, donde el parámetro que presentó mayor amplitud fue la agradabilidad. Los cuatro productos obtuvieron, considerándolos en conjunto, una mediana de 7,5, considerado "me gusta" en la escala; mientras que entre los juegos, dos fueron puntuados con 8, y dos con 7.

Los evaluadores confiables de hidromieles secas resultaron una pequeña proporción (20%), obteniéndose 34 planillas completas y consistentes de las 79 evaluaciones realizadas. Los cuatro productos obtuvieron, considerándolos en conjunto, una mediana de 8, considerado "me gusta" en la escala empleada. Los resultados no significativos de la prueba de Kruskal-Wallis muestran que, en la percepción de los consumidores, los atributos sensoriales no fueron lo suficientemente distintivos para seleccionar una levadura específica para cada concentración de mosto (Cuadro 4). Analizados con el índice de *Exceso de curtosis*, los datos presentaron una distribución platicúrtica, con pocos datos en los extremos de la curva, y valores de β de -0,8

Cuadro 4. Evaluación sensorial (puntuación de 1 a 10) por el público consumidor sin entrenamiento previo de hidromieles (H) (dulces, semidulces y secos) provenientes de las distintas concentraciones iniciales de mosto (20, 25 y 30%, respectivamente) y de fermentaciones con las diferentes cepas. Se muestra el promedio (pmd) con su respectivo desvío estándar (desvt); la mediana (me) y la moda de cada parámetro evaluado (Parám).

Productos obtenidos		H. dulces				H. semidulces				H. secas			
Fermentos usados	Páram.	pmd.	desvt.	me.	moda	pmd.	desvt.	me.	moda	pmd.	desvt.	me.	moda
Mi pan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Aspecto visual	7,43	1,93	7,5	8	7,30	1,93	7,5	8	7,6	1,8	8	8
	Olor	6,55	2,41	7	8	5	2,45	7	8	6,7	1,9	7	8
	Alcohol	6,35	2,36	7	7	6,35	2,36	7	7	6,3	2,8	7	7
	Agrado	7,58	2,05	8	8	7,58	2,05	8	8	7,5	2	8	7
Springer enologie <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Aspecto visual	7,05	2,01	7	8	7,05	2,01	7	8	7,9	1,6	8	8
	Olor	6,35	2,32	7	7	6,35	2,32	7	7	6,9	2,1	7	7
	Alcohol	6,7	2,21	7,5	7	6,7	2,21	7,5	7	6,5	2,5	7	7
	Agrado	6,92	2	7	8	6,92	2	7	7	7,6	2	8	8
Spark Zygnaflore <i>Saccharomyces bayanus</i>	Aspecto visual	7,57	1,57	7	7	8	0,57	8	8	7,6	1,9	8	8
	Olor	7	2,02	8	7	7	2,02	8	7	7,1	1,4	7	7
	Alcohol	6,63	2,34	7,5	7	6,63	2,34	7,5	7	5,8	3,1	7	7
	Agrado	7,95	1,55	8	8	7,95	1,55	8	8	7,3	2	8	8
Safale S.04 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Aspecto visual	7,23	2,03	7,5	7	8,13	2,15	7,5	8	7,6	1,7	8	8
	Olor	6,62	2,16	7,5	8	6,62	2,16	7,5	8	7	1,9	7	7
	Alcohol	6,15	2,53	7	7	6,15	2,53	7	7	6,5	2,9	7	8
	Agrado	7,18	2,47	8	7	7,18	2,47	8	7	7,6	1,9	8	8

para color; 2, para olor; -0,5 para percepción de alcohol; y 1,5 para agradabilidad.

Los consumidores argentinos no conocen el producto como para prestar una atención especial. Barrio *et al.* (2010) realizaron pruebas en las que los consumidores no lograron diferenciar hidromieles comerciales de las artesanales, lo que nos permite suponer que para este tipo de producto las pruebas con consumidores no son muy sensibles, y como Angulo y O'Mahony (2009) sugieren para pruebas hedónicas, son sólo indicadoras de preferencia. Las sensaciones experimentadas

al ingerir un vino no son producidas solamente por un sentido, como Lesschaeve y Noble (2010) describen, la respuesta se genera ante una estimulación compleja, difícil de controlar durante el trabajo con el público, como en este caso el efecto frescor de la bebida en lo cálido del día, y el entusiasmo por degustar un producto desconocido.

Evaluación por panel de personas semientrenadas

La evaluación por un panel de personas semientrenadas permitió hallar diferencias en los atributos de los hidromieles resultantes de

los distintos tratamientos (Cuadro 5). Este panel encontró el dulzor como atributo positivo sólo en los productos dulces y semidulces. A pesar de que la capacidad de percibir el dulzor es ampliamente variable (Hwang *et al.* 2015), todos pudieron discriminar el producto seco del resto. La percepción del alcohol *per se* y la acidez en boca, definidos como atributos negativos, sólo se encontraron en el producto de las concentraciones intermedias de las levaduras Mi Pan y SafaleS04. Los "off" olores y sabores, relacionados con las dificultades en la fermentación por estrés de los fermentos, se percibieron en las concentraciones mínimas del mosto fermentado con todas las levaduras excepto con Spark Zymaflore. En la bebida lograda con la máxima concentración se manifestaron olores desagradables en el producto de la fermentación de Springer enologie, cepa que no toleró bien las bajas o altas concentraciones de mosto. La única cepa con la cual no se identificaron características poco deseables fue Spark Zymaflore.

CONCLUSIONES

La elección del fermento adecuado al tipo de producto

Según las características positivas y negativas detectadas, resultan recomendables para elaborar hidromieles dulces las cepas Spark Zymaflore (*S. bayanus*), Mi Pan y SafaleS04 (*S. cerevisiae*). Springer enologie (*S. cerevisiae*), por su parte, resultó sensible a las concentraciones del mosto, y se desempeñaría apropiadamente sólo en las concentraciones intermedias (25% de miel). Para hidromieles secos, sería recomendable usar *S. bayanus*. Esta levadura, además de su ya conocida tolerancia al etanol, manifestó resistencia a la escasez de nutrientes, lo que le otorga ventajas en la elaboración de hidromiel a bajas concentraciones de sustrato. La ausencia de olores y sabores no gratos procedentes del estrés fue más evidente en el producto seco, y sólo *S. bayanus* consiguió un buen desempeño en ese medio; poniéndose en evidencia las características con las que se promociona esta cepa.

Cuadro 5. Evaluación sensorial por un panel de personas semientrenadas. Atributos positivos y negativos encontrados en las hidromieles provenientes de las diferentes concentraciones iniciales de mosto (20, 25, 30%) y de fermentaciones de con las distintas cepas.

Tratamientos		Parámetros sensoriales evaluados				
Cepas de levadura	Concentración inicial de mosto	Dulzor (+)	Percepción del alcohol (-)	Percepción de la acidez (-)	Off olores (-)	Concentración óptima de sustrato
Mi PAN (<i>S. cerevisiae</i>)	20%			x	x	
	25%		x	x	x	
	30%	x				x
Safale S04 (<i>S. cerevisiae</i>)	20%			x	x	
	25%	x	x			
	30%	x				x
Spark Zymaflore (<i>S. bayanus</i>)	20%					x
	25%					x
	30%	x				
Springer enologie (<i>S. cerevisiae</i>)	20%	x			x	
	25%					x
	30%	x			x	

Los consumidores y un panel semientrenado difieren en la apreciación del producto

Las diferencias de percepción entre evaluadores formados y el público en general son relevantes a la hora de diseñar el protocolo de producción y de elegir las materias primas para una producción artesanal. El mismo productor puede, al comienzo, no ser suficientemente sensible por falta de entrenamiento a las debilidades del producto. Esta circunstancia, se manifestó en algunas degustaciones informales del producto elaborado por apicultores.

El panel de personas semientrenadas percibió diferencias no detectadas por el panel de consumidores, especialmente en los hidromielles secas. Cuando el dulce no enmascaró otras sensaciones, se percibieron los metabolitos secundarios que pueden originarse frente al alto tenor de azúcar o de alcohol, los que estresan a algunas cepas y disminuyen su capacidad de fermentación y, en combinación con la base química del mosto, aportan olores propios. La miel, como sustrato, es de composición muy pobre en nutrientes, lo que no permite un buen desarrollo de las levaduras. El agregado de sales nitrogenadas y estabilizantes de la acidez es importante, sin embargo, aún con este factor contemplado, se recomienda atender con especial cuidado a la elección de la levadura y a las condiciones de fermentación, particularmente en el caso de mostos con baja concentración. En estos últimos, pueden aparecer olores y gustos no deseables ante un exceso de aireación, o si el sustrato se contamina con lactobacilos (lo que no sucedió durante este ensayo). Como opción, se recomienda recurrir a un fermento más tolerante al medio, como *S. bayanus*.

Los evaluadores no detectaron diferencias entre los productos en los casos de bebidas dulces y semidulces, lo que permitiría la utilización de cualquier fermento disponible. En cambio, en el caso del producto seco en el que el dulzor no enmascara sensacio-

nes, la elección de la levadura afecta el aspecto sensorial del producto. Otros factores no considerados en este trabajo, como el tipo de miel, o la práctica de agregar especias o jugos de frutas durante la elaboración pueden generar variaciones en el proceso de fermentado o en los atributos del hidromiel. Según los resultados de las encuestas, la principal razón de elección entre los consumidores en el caso de este producto, podría ser el valor cultural asociado a la historia antigua y a mundos de fantasía y magia, ello sumado a la novedad y a la preferencia actual por productos saludables. Estos atributos de naturaleza inmaterial son fundamentales para su ingreso en el mercado y constituirían la base de una promoción exitosa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al evaluador del trabajo que nos ayudó en gran medida a mejorar el mismo, a los productores involucrados en el trabajo, a los estudiantes que colaboraron en distintos eventos, al INTA Delta del Paraná, y a todos los participantes del proyecto UBANEX "Diversificación en la cadena productiva apícola: Productos de la Fermentación de la Miel (Hidromiel y vinagre de Miel)" del Programa Capacidades Universitarias para el Desarrollo Productivo "Jorge A. Sábató" del Área de Extensión Universitaria y Vinculación Tecnológica - Dirección Nacional De Desarrollo Universitario y Voluntariado- Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio De Educación, que financió la realización de parte de los experimentos y la vinculación con los apicultores. Deseamos agradecer también al equipo editorial de EFA, el complejo trabajo desarrollado en las condiciones que planteó la publicación en épocas de COVID-9, y la paciencia y cordialidad que siempre tuvieron con contratiempos que afrontaron los autores

BIBLIOGRAFÍA

- Ablin, A. (2012). *El mercado de la cerveza, Área de Industria Agroalimentaria*. Dirección de Promoción de la Calidad de Productos Agrícolas y Forestales. Subsecretaría de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías. Recuperado de http://www.alimentosargentinos.gov.ar/HomeAlimentos/AyB/bebidas/Informes/ Cerveza_02_2011_05May.
- Acosta Romero, C. (2012). *Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9933/1/ 300060.2012.pdf>
- Al-Waili, N., Salom, K., & Al-Ghamdi, A. A. (2011). Honey for wound healing, ulcers, and burns; data supporting its use in clinical practice. *The Scientific World Journal*, 11, 766-787. doi:10.1100/tsw.2011.78
- Alza Briones, V. (2006). *Optimización de los parámetros de fermentación de miel monofloral con S. cerevisiae para la obtención de hidromiel*. Tesis de pregrado. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/ handle/2250/105601>
- Angulo, O., & O'Mahony, M. (2009). Las pruebas de preferencia en alimentos son más complejas de lo imaginado. *Interciencia*, 34(3), 177-181.
- Baldi, B. (2010). *La Miel. Una mirada científica*. Editorial de la Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Barrio de Villanueva, P. (2009). Caracterización del boom vitivinícola en Mendoza (Argentina), 1904-1912. *Mundo Agrario*, 9 (18). Recuperado a partir de <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/artic>
- Barrios, S. C., Principal, J., Sánchez, J. & Guédez, J. C. (2010). Characterization physicist - chemistry and sensory analysis of an elaborated Mead of a handcrafted way. *Zootecnia Tropical*, 28(3), 313-319. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000300002&lng=es&tling=en
- Bedascarrasbure, E. L. (2008). El Programa Nacional del INTA en apoyo al Plan Estratégico "Argentina Apícola 2017". Workshop Internacional "Estudio de la diversidad genética contra patógenos con especial énfasis en tolerancia a *Varroa destructor*. Mesa redonda sobre Principales Problemas de la Apicultura Mundial y Perspectivas. 2008 12 08-09, 8-9 de diciembre 2008. Buenos Aires. AR. s.p. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/capacitacion/seminarios/6Guillermo_Huerta_INTA.pdf
- Bertullo, W. A. & Etchandy, A. M. (1943). Un ensayo comparativo de fermentación de mostos de hidromiel con levadura vínica (*Saccharomyces ellipsoides*) y con levadura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*). *Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos*, 15, 71-73.
- Bobkina, J. (2010). El mundo de las bebidas a través del prisma de los viejos creyentes rusos. *Actas del Primer Congreso Internacional sobre Aproximaciones Lingüísticas a la Descripción de la Comida y del Vino* / coord. por Margarita Goded Rambaud, Alfredo Poves Luelmo. págs. 209-216
- Bocco, A., Garat, J. J., Velarde, I. (2013). Sistemas agroalimentarios localizados y agriculturas familiares *Revista de la Facultad de Agronomía*, 112(3), 1-2. Recuperado de <http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/ view/157/99>.
- Brezmes Escribano, M. A., García Vázquez, I. & Vela, R. M. (2014). Hidromiel en contextos de la antigüedad. *Investigaciones Arqueológicas en el valle del Duero, del Paleolítico a la Antigüedad Tardía*. Actas de las III Jornadas de Jóvenes Investigadores del Valle del Duero, Salamanca, 20, 21 y 22 de noviembre de 2013 /, págs. 323-338
- Campbell, J., DiPietro R. B., Remar, D. (2014). Local foods in a university setting: Price consciousness, product involvement, price/quality inference and consumer's willingness-to-pay. *International Journal of Hospitality Management* 42, 39-49.
- Cejudo-Bastante, M. J., Durán, E., Castro, R., Rodríguez-Dodero, M. C., Natera, R., García-Barroso, C. (2013). Study of the volatile composition and sensory characteristics of new Sherry vinegar-derived products by maceration with fruits. *LWT. Food Sci Technol*, 50(2), 469-479.
- Cienciosi, D., Forbes-Hernández, T.Y., Afrin, S., Gasparrini, M., Reboredo-Rodríguez, P., Manna, P. P., Zhang, J., Bravo Lamas, L., Martínez Flores, S., Agudo Toyos, P., Quiles, J. L., Giampieri, F., Battino, M. (2018). Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. *Molecules* 23(9), 2322. <https://doi.org/10.3390/molecules23092322>
- Colino, E., Civitaresi, H., Capuano, A., Quiroga, J., Winkelman, B. (2017). Análisis de la estructura y dinámica del complejo cervecero artesanal de Bariloche, Argentina. *Revista Pilquen-Sección Ciencias Sociales*, 20(2), 79-91.
- Collado, P. (2006). Desarrollo Vitivinícola En Mendoza-Argentina. Apuntes Sobre Su Origen. *Trabajo y Sociedad*, 7(8), 1-28.
- Cuellar, J. L. T., Wilches, R. S., Reina, C. A. M., Grosso, G. S. (2017). Cinética de la fermentación de hidromiel monofloral elaborada a partir de miel de *Acacia mangium* Willd colectada en Villanueva, Casanare. *Alimentos Hoy*, 25(40), 43-58. Recuperado de <http://www.alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/430>.

- Fernández, U. P. (1998). Melilla en el comercio del Mediterráneo: miel, sal y púrpura. *Aldaba*, 30. DOI: <https://doi.org/10.5944/aldaba.30.1998.20443>.
- Folch-Mallol, J., Garay-Arroyo, A., Fernando Lledías A., Covarrubias Robles, A. (2004). La respuesta a estrés en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 46, 24-46 http://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2004/mi04-1_2d.pdf.
- Hernández, C., Serrato, J., Quicazan, M. (2015). Evaluation of Physicochemical and Sensory Aspects of Mead, Produced by Different Nitrogen Sources and Commercial Yeast. *Chemical Engineering Transactions*, 43, 1-6. <https://doi.org/10.3303/CET1543001>.
- Hwang, L., Zhu, G., Breslin, P., Reed, D., Martin, N., Wright, M. (2015). A Common Genetic Influence on Human Intensity Ratings of and High-Potency Sweeteners. *Twin Research and Human Genetics*, 18(4), 361-367. doi:10.1017/thg.2015.42
- Kember, T., Marún, E., Mercado, M. N., Rivero, M. B. (2018). Producción de Hidromiel como valor agregado en la localidad de Almafuerte. Trabajos Finales de Áreas de Consolidación - Ingeniería Agronómica. UNC. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11086/6796>.
- Khodabakhsh, S., Cheong, L., Rosli, N. (2017). The relationship between sensory processing patterns and anxiety among international students. *JuKu: Jurnal Kurikulum & Pengajaran Asia Pasifik*, 4(4), 53-60. Recuperado de <https://juku.um.edu.my/article/view/8211>.
- Kuropatnicki, A. K., Kłósek, M., Kucharzewski M. (2018). Honey as medicine: historical perspectives. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 113-118, DOI: 10.1080/00218839.2017.1411182
- Lacoste, P. (2004). Vinos, carnes, ferrocarriles y el Tratado de Libre Comercio entre Argentina y Chile (1905-1910). *Historia (Santiago)*, 37(1), 97-127. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-71942004000100004>
- Lawless, H.T. & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices*. 2 ed. New York (USA): Springer, Food science texts series xxiii, 596 pp.
- Lesschaeve, I., Noble, A. (2010) Sensory analysis of wine In: Reynolds AG, (Ed) *Managing wine quality*. (pag.188-211) North America: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845694845500075?via%3Dihub>
- Maessen, P. (2018). La hidromiel tiene un gran futuro comercial. *Diario Los Andes*. Recuperado de <https://losandes.com.ar/article/view?slug=pablo-maessen-la-hidromieltiene-un-gran-futuro-comercial>
- Marini, G. V., & Barreto, J. A. (2017). *Agregado de valor en miel: bebidas fermentadas*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. Recuperado de <https://inta.gob.ar/documentos/agregado-de-valor-en-mielbebidas-fermentadas>.
- Martínez, B. W. O., Arias, B. E., Báez, M. C. A., Higuera, F. J. D., Duque, P. O. J., Rodríguez, S. J. F. (2014). La bebida de los dioses: Hidromiel del bosque. Conference paper. Universidad Nacional de Colombia. Orlando Martínez Bojarcá. 1.8 National University of Colombia. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/268803663>
- Mateu, A. M. (2007). Los caminos de construcción del cooperativismo vitivinícola en Mendoza. Argentina (1900-1920). *Documento de Trabajo N° 176*, Universidad de Belgrano. Disponible en la red: http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/176_mateu.pdf
- Mesas, J. & Alegre, T. (2009). El papel de los microorganismos en la elaboración del vino. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 2(4), 174-183.
- Mondino, M. C., Ferratto, J. (2006). El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. Serie: *Agromensajes de la facultad*, (18),16-24. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/18/7AM18.htm>
- Montes Nogales, V. E. (2007). El alcohol en las epopeyas africanas: sangre de cordero, sangre de león y sangre de cerdo. Universidad de Huelva, Servicio de Publicaciones.
- Muñoz, M., Catrila, G. (2013). Estimación de parámetros cinéticos de *Saccharomyces cerevisiae* en sistemas de fermentación batch bajo distintas condiciones de crecimiento. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/257310255_Estimation_of_kinetic_parameters_of_Saccharomyces_cerevisiae_in_batch_fermentation_during_different_growth_conditions
- Murtala Bello, A. Abdullah, A., Wan, Z., Siti, A. S., Suen, A. B. (2012). A Review of Molecular Mechanisms of the Anti-Leukemic Effects of Phenolic Compounds in Honey. *Int. J. Mol. Sci.*, 13(11), 15054-15073.

- Omotayo Erejuwa, O., Siti, S. A., Mohd, S. W. (2012). Fructose Might Contribute to the Hypoglycemic Effect of Honey. *Molecules*, 17(2), 1900-1915. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/molecules17021900>.
- Pastor, F. P. (2007). Aspectos antropológicos del consumo de bebidas alcohólicas en las culturas mediterráneas. *Salud y drogas*, 7(2), 249-262.
- Paz, M. E. (2013). Propuestas de mejora para la actividad apícola en la pampa. *Perspectivas de las Ciencias Económicas y Jurídicas*, 3(2). Recuperado de <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/perspectivas/article/view/3360>.
- Pellizari, A. T. M. (2016). *El mundo mágico de las abejas y la utilización de sus productos*. De los cuatro Vientos, Buenos Aires, Argentina.
- Rana, S., Mishra, M., Yadav, D., Subramani, S., Katare, C., & Prasad, G. (2018). Medicinal uses of honey: a review on its benefits to human health. *Progress in Nutrition*, 20(1-S), 5-14. <https://doi.org/10.23751/pn.v20i1-S.6394>
- Rey, K. E. (2016). *Rutas alimentarias: diversificación de la oferta turística y reactivación de las economías locales. La ruta de la miel pampeana*. Monografía de Graduación, Universidad Nacional de Mar del Plata. Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Richard-Jorba, R. (2008). Crisis y transformaciones recientes en la región vitivinícola argentina: Mendoza y San Juan, 1970-2005, Estudios Sociales. *Revista de Investigación, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo*, 31, 81-124.
- Rodríguez Cohard, J. C. (2002). De artesanos rurales a comerciantes globales. La adaptación estratégica del sistema productivo local de Los Villares. *Boletín económico de ICE*, 2744, 31-38 Recuperado de <https://doi.org/10.32796/bice.2002.2744.3027>.
- Rosas, M. C. A. L. & Ortega, P. A. E. (2016). Evaluación sensorial de tres mezcales oaxaqueños obtenidos bajo diferentes sistemas de destilación. *I+T+C Investigación, Tecnología y Ciencia*, 1, 11-19. Recuperado de <http://www.unicomfauca.edu.co/revista/sites/default/files/art%C3%ADculo%20%5BPages%2011%20-%2019%5D.pdf>
- Samorini, G. (2016). Las fechas más antiguas de la relación humana con las drogas. *Revista Cultura y Droga*, 21(23), 91-113. DOI.10.17151/culrd.2016.21.23.6.
- Sánchez, C., Castignani, H., Rabaglio, M. (2018). El Mercado Apícola Internacional. - *Gestión de la innovación como Aporte para el Desarrollo Territorial*. PNAPI 1112052 Julio 2018 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria pp.23. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cicpes_instdeeconomia_sanchez_mercado_apicola_internacional.pdf
- Sarfraz, A. & Nor Hayati O. (2013). Honey as a Potential Natural Anticancer Agent: A Review of Its Mechanisms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2013, Article ID 829070, 7 pages, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/829070>.
- Toral, T. Ríos Rojas, R. C., Paqui, L. (2016). *Estudio de factibilidad para la implementación de una empresa productora y comercializadora de Hidromiel (vino) en el Cantón Puyango*, Provincia de Loja, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/17411>.
- Vandamme, L., Heyneman, A., Hoeksema, H., Verbelen, J., Monstrey, S. (2013). Honey in modern wound care: A systematic review. *Burns*, 39(8), 1514-1525. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2013.06.014>
- Vila Seoane, M., & Marín, A. (2017). Transiciones hacia una agricultura sostenible: el nicho de la apicultura orgánica en una cooperativa Argentina. *Mundo Agrario*, 18(37),1-18.