

**Efecto del tipo de levadura y el uso de mango
(*Manguifera indica*) en las características
físicas, químicas y sensoriales de hidromiel**

**Andrés Bernardo Gandarillas
Camilo Blandón Silva**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del tipo de levadura y el uso de mango (*Manguifera indica*) en las características físicas, químicas y sensoriales de hidromiel

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Andrés Bernardo Gandarillas
Camilo Blandón Silva**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

RESUMEN

Blandón Silva C. y A. B. Gandarillas. 2012. Efecto del tipo de levadura y el uso de mango (*Manguiфера indica*) en las características físicas, químicas y sensoriales de hidromiel. Proyecto especial del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 24 p.

En Honduras no existe producción de hidromiel a nivel comercial. Este tipo de producto permite a los procesadores de miel diversificar productos y generar valor agregado. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de tres tipos de levaduras y el uso de pulpa de mango en las características físicas, químicas y sensoriales del hidromiel. Durante el estudio se evaluaron características fisicoquímicas (color, pH, sólidos solubles y alcohol potencial) y sensoriales con pruebas afectivas (color, sabor, aroma, cuerpo, nivel de alcohol y aceptación general) y discriminatorias. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con un arreglo factorial de 3 x 2 donde los factores fueron levadura (Lalvin EC-1118, Lalvin ICV D-47 y Fermipan) y el sustrato (con y sin mango), con un total de seis tratamientos. Se tomaron mediciones en tres ocasiones (día 5, 10 y 15) y el estudio contó con tres repeticiones. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para todos los atributos sensoriales. El tratamiento con mayor aceptación por los panelistas fue el de levadura Fermipan. Las variables físicas y químicas fueron influenciados por el tiempo ($P < 0.05$). El tratamiento con levadura Fermipan obtuvo los °Brix más bajos, lo cual se relaciona con el nivel de alcohol, indicando una mayor producción de alcohol al final del proceso de fermentación. Los costos variables de producción de 500 ml del hidromiel con Fermipan fue el menor, con 0.87 dólares. Se podría mejorar el estudio aumentando el tiempo de fermentación para someter al hidromiel a los procesos de fermentación secundaria y sedimentación.

Palabras claves: Evaluación sensorial, fermentación, Fermipan, Lalvin.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4 CONCLUSIONES	18
5 RECOMENDACIONES	19
6 LITERATURA CITADA	20
7 ANEXOS.....	22

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

	Cuadros	Página
1.	Tratamientos evaluados en estudio de hidromiel.....	5
2.	Formulaciones para la elaboración de una botella con 500 ml de hidromiel	7
3.	Resultados análisis químicos: pH	8
4.	Resultados análisis químicos: °Brix.....	9
5.	Resultados análisis químicos: alcohol potencial.....	10
6.	Resultados análisis físicos: luminosidad.	11
7.	Resultados análisis físicos: valor b.	12
8.	Resultados análisis sensoriales: color, aroma, nivel de alcohol y aceptación general	12
9.	Resultados análisis sensoriales: sabor.....	14
10.	Resultados análisis sensoriales: cuerpo.....	14
11.	Resultados análisis sensoriales: prueba discriminatoria	15
12.	Costos variables para 500 ml de hidromiel con levadura Lalvin con mango.....	16
13.	Costos variables para 500 ml de hidromiel con levadura Lalvin sin mango.....	16
14.	Costos variables para 500 ml de hidromiel con levadura Fermipan con mango.	17
15.	Costos variables para 500 ml de hidromiel con levadura Fermipan sin mango..	17
	Figura	Página
1.	Resumen de análisis sensorial afectivo.....	15
	Anexos	Página
1.	Procedimiento para la elaboración de hidromiel.	22
2.	Boleta sensorial: análisis afectivo.....	23
3.	Modelo lineal de los análisis químicos.	24
4.	Correlaciones Pearson.	24

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de miel incrementa paralelamente con los estándares de vida. La mayor parte de los países industrializados importan miel para suplir los requerimientos de la demanda. Esta demanda puede ser aprovechada por los países en desarrollo creando una fuente de intercambio extranjero por la exportación de mieles. Los países con mayores exportaciones de miel son México, China y Argentina (Bradbear 2004).

Según Jean-Prost y Medori (2001), la vida útil para la comercialización de miel de abeja es aproximadamente de dos años, debido a que después de dicho tiempo las características físicas, químicas y sensoriales se ven afectadas; la concentración de HMF aumenta, superando el máximo permitido (20 ppm) en el mercado Europeo y Asiático. Dichas condiciones hace que la miel no cumpla con estándares de calidad internacionales generando pérdidas o ganancias mínimas. Una de las alternativas para aprovechar las mieles que no cumplen con los estándares, es la diversificación de productos en base a miel, que generan valor agregado con el fin de reducir mermas o pérdidas en los productos y aumentar sus ingresos.

El hidromiel es una bebida alcohólica obtenida a través de un proceso de fermentación de una mezcla denominada mosto. El mosto de hidromiel es una mezcla de miel de abeja, agua y levaduras que al someterse a un ambiente anaerobio se permite fermentar hasta que las levaduras han convertido los azúcares en alcohol. Según Rajedshama (2009) la preparación de una bebida alcohólica como el hidromiel depende de varios factores como la materia prima, los microorganismos, los aditivos, los procedimientos de maduración y la práctica del enólogo.

Según el Código Alimentario Argentino (2004), con la denominación de Hidromel o Aguamiel, se entiende la bebida procedente de la fermentación alcohólica de la miel diluida en agua potable. Con la denominación de Hidromel compuesto o Hidromel de frutas, se entiende el producto obtenido por la fermentación alcohólica de un cocimiento de miel agua potable y lúpulo, adicionado de zumos de frutas (Hidromiel de frutas).

Según Fernández y Camba (2011), la importancia de la selección de la levadura es un paso crítico y esencial en cualquier proceso de fermentación para desarrollar bebidas alcohólicas. Las levaduras determinan la composición del vino y generan propiedades organolépticas únicas dependiendo de la característica enológica de la levadura seleccionada.

Según Utrurry (2007), la presencia de sustrato está relacionada con dos importantes aspectos en la producción de un vino de uva de buena calidad. El primer factor se describe como uno de los más importantes dado que al tener presencia de sustrato con alto contenido de nitrógeno fomenta la producción de carbamato de etilo de manera espontánea, este compuesto es tóxico en concentraciones mayores a 200 mg/L. El segundo factor es la influencia del sustrato en el comportamiento de las levaduras y su capacidad de metabolizar los azúcares simples (glucosa y fructosa), a mayor concentración de sustrato y contenidos nitrogenados, el metabolismo se acelera generando productos primarios y en mayor proporción subproductos indeseados. El sustrato también influye en las características organolépticas del vino y puede afectar de forma negativa o positiva, todo depende del control que se le brinde en la producción de vino.

La importancia de este estudio es transmitir un conocimiento básico sobre la elaboración de hidromiel y poder brindar opciones a los apicultores y personas interesadas para que diversifiquen la comercialización de miel en un producto con mayor valor agregado.

Los objetivos del estudio fueron:

- Determinar el efecto de tres tipos de levaduras y el uso de pulpa de mango en las características físicas, químicas y sensoriales del hidromiel.
- Determinar por medio del análisis discriminador los mejores tratamientos evaluados.
- Establecer los costos variables de cada tratamiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. El estudio se realizó en diferentes áreas; la Planta Apícola, el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA) y el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), todos localizados en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Valle del Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

En este estudio se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Materiales

- Miel de abeja 100% pura.
- Levaduras Lalvin ICV D-47.
- Levaduras Lalvin EC-1118.
- Levadura Fermipan.
- Agua embotellada sin gas.
- Ácido cítrico.
- Bisulfito de potasio.
- Puré de mango (*Mangifera indica*) variedad Haden.

Equipos y utensilios

- Termómetro 82 °C.
- Refractómetro Atago® digital con rango de 0-90%.
- Hidrómetro-vinómetro con triple escala 15 °C.
- Trampas de aire de plástico.
- Botellas plásticas PET de 1.5 L.
- Colador.
- Balanza analítica.
- Colorflex Hunterlab.
- Potenciómetro ECO Testr pH2.

Metodología: Producción de hidromiel. Este estudio se basó en la metodología presentada por Salazar (2002). En el procedimiento mencionado anteriormente, se utilizó jugo de limón y ácido cítrico como acidificante y jugo de tomate como nutriente. Para este estudio se utilizó únicamente ácido cítrico como acidificante y pulpa de mango como nutriente. El °Brix inicial del procedimiento de referencia fue de 24 y este estudio se inició con 26 ± 0.4 °Brix.

Prueba afectiva. Se realizó la prueba afectiva utilizando una escala hedónica de nueve puntos. La escala representaba el nivel de agrado comenzando con el número uno representando "Me disgusta extremadamente" y terminando en el número nueve representando "Me gusta extremadamente".

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial ubicado en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). En cada repetición, se evaluaron seis tratamientos utilizando vasos de 1 oz asignados con un código al azar de tres dígitos y ordenados aleatoriamente. La evaluación se realizó a los cinco, 10 y 15 días de fermentación. Se utilizó un panel no entrenado de 25 personas, cada uno evaluó los atributos sabor, aroma, color, nivel de alcohol, cuerpo y aceptación general.

Prueba discriminatoria. El objetivo de la prueba fue generar diferencias estadísticas mediante una jerarquización del mejor tratamiento. En esta prueba 100 personas evaluaron los tres mejores tratamientos quienes ordenaban del uno al tres según su preferencia, siendo uno el más preferido y tres el menos preferido. La evaluación se realizó en el Puesto de Ventas de la Escuela Agrícola Panamericana de Zamorano. Se utilizó el método estadístico Friedman y Análogo de Fisher (separador de medias), descrito por Meilgaard (2003), para obtener los datos estadísticos.

Análisis Friedman

$$T = (12/(b)(t)(t+1))((\sum [x^2]) - 3 b(t+1)) \quad [1]$$

b = número de panelistas (# filas) = 100

t = número de muestras (# columnas) = 3

x = suma de ordenamientos (rank sums) = 123400

Análogo de Fisher

$$LSD = x_{\alpha} \infty \sqrt{(bt(t+1)/6)} \quad [2]$$

x = valor crítico de t (Tabla B).

b = número de panelistas.

t = número de muestras.

pH. Las mediciones de pH se realizaron usando un potenciómetro ECO Testr pH2, se extrajo una muestra de cada tratamiento en los días 0, 5, 10 y 15. Al inicio de cada evaluación el potenciómetro fue calibrado con tres soluciones buffer estándar (pH 4, 7 y 10). El potenciómetro fue lavado con agua destilada después de cada medición.

Alcohol. El alcohol potencial del mosto se midió con un Hidrómetro-vinómetro con triple escala 15 °C, el cual fue introducido a una probeta con 100 ml de cada muestra. Las medidas se realizaron a los días 0, 5, 10 y 15 según el tratamiento del hidromiel.

Sólidos totales. Se midieron los °Brix utilizando un Atago® digital con un rango de 0 a 90% aplicando una gota de cada tratamiento en el refractómetro digital. Se midieron los °Brix de cada muestra tres veces en los días 0, 5, 10 y 15.

Color. Para las muestras de color se utilizó el colorímetro Colorflex Hunter (con valores L y b). En el día 0, se evaluaron los 18 mostos de los seis tratamientos y en los días 5, 10 y 15 solo se medían los seis mostos correspondientes al día. Se evaluaron tres repeticiones de cada muestra.

El valor L representa la luminosidad de la muestra en una escala de 0 a 100, donde 0 es lo más oscuro y 100 lo más claro. El valor b representa en una escala de - 60 a + 60, la combinación de los colores azul que se representa con números negativos y amarillo que se representa con números positivos.

Temperatura. Se utilizó la información de temperatura (°C) y fue obtenida en la estación meteorológica de Zamorano.

Diseño experimental. El diseño experimental en este estudio fue de Bloques Completos al Azar (BCA), con un arreglo factorial 3 × 2 en donde los factores fueron:

- Levadura (3 niveles): Lalvin EC-1118, Lalvin ICV D-47 y Fermipan.
- Sustrato (2 niveles): Con mango y sin mango.

El análisis incluyó tres medidas repetidas en el tiempo a los 5, 10 y 15 días luego de haberse inoculado el mosto con levaduras y tres repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en estudio de hidromiel.

	Sustrato	Con mango	Sin mango
Levadura			
EC-1118		L1+Mango	L1
ICV D-47		L2+Mango	L2
Fermipan		L3+Mango	L3

L1: Levadura Lalvin EC-1118.

L2: Levadura Lalvin ICV D-47.

L3: Levadura Fermipan.

Descripción de tratamientos (cuadro 1):

- L1+Mango = Levadura EC-1118 con mango.
- L2+Mango = Levadura ICV D-47 con mango.
- L3+Mango = Levadura Fermipan con mango.
- L1 = Levadura EC-1118 sin mango.
- L2 = Levadura ICV D-47 sin mango.
- L3 = Levadura Fermipan sin mango.

Análisis de costos variables. Se realizó un análisis de costos variables de cada uno de los tratamientos. El costo se determinó por cada 500 ml de hidromiel.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procedimiento de Salazar Granja (2002) fue ajustado según el estudio lo demandó, obteniendo el siguiente procedimiento:

Elaboración del mosto. Se prepararon dos diferentes mostos, uno conteniendo miel de abeja, agua y pulpa de mango. El segundo conteniendo solo miel de abeja y agua. El cuadro 2 ilustra los ingredientes y proporciones utilizadas en los diferentes tratamientos.

Cuadro 2. Formulaciones para la elaboración de una botella con 500 ml de hidromiel.

	Tratamiento con mango	Tratamiento sin mango
Ingrediente	Cantidad	Cantidad
Miel (ml)	153	171
Levadura (g)	0.50	0.50
Agua (ml)	276	328
Mango (ml)	70.0	0.00

Para la elaboración del hidromiel se realizaron las siguientes operaciones:

1. Los materiales (agua, miel y mango) se mezclaron en botellas de plástico individuales según el tratamiento con un contenido de 500 ml. Los tratamientos oscilaron en un valor de alrededor de 20 ± 0.5 °Brix y luego fueron ajustados utilizando miel hasta llegar a 26 ± 0.4 °Brix.
2. Se agregó ácido cítrico en los tratamientos con mango hasta obtener un pH de 3.40 a 3.70, lo cual resulta ideal para el desarrollo de las levaduras. Para los tratamientos sin mango, el pH fue 3.10 - 3.20 y no se pudo elevar debido a que no se contaba con un agente alcalinizante que no afectara las propiedades químicas del mosto.
3. Luego se pasteurizaron las 18 botellas de plástico en baño maría a una temperatura de 90 °C durante 10 minutos. Luego se dejaron enfriar a temperatura ambiente que resultó ser un promedio de 23.1 ± 0.9 °C, entre los meses de enero a mayo del 2012.

4. Una vez enfriados los mostos, se procedió a inocular el mosto con 0.5 g de levadura según el tratamiento.
5. Una vez inoculado el mosto, se procedió a colocar las trampas de aire a cada botella plástica para evitar el paso de oxígeno al interior de la misma para creando el ambiente anaerobio necesario para la fermentación alcohólica. Se fermentó el mosto durante 15 días, con muestreos cada 5 días. Al día 10 a todos los tratamientos destinados para el día 15, se les agregó metabisulfito de potasio en una concentración de 10 ppm con el propósito de controlar el crecimiento de las levaduras.
6. Una vez fermentado el hidromiel, se procedió a filtrar cada tratamiento para remover los sólidos más grandes, utilizando una coladora en preparación para las pruebas fisicoquímicas y sensoriales.

Se concluyó que todas las propiedades químicas fueron influenciadas significativamente ($P < 0.05$) por la interacción que existió entre el tratamiento y el día. Por lo anterior fue necesario hacer una separación de medias LSMEANS con medidas repetidas en el tiempo.

pH. Al día 0 se encontraron diferencias entre los tratamientos que contenían mango y los que no lo tenían ($P < 0.05$), siendo estos últimos los que tenían un pH más bajo (cuadro 3). En el día 5 los tratamientos con mango tendieron a disminuir el pH contrario a los tratamientos sin el sustrato ($P < 0.05$) y esto podría estar relacionado a lo que menciona Flanzky (2003), que la disminución del pH en el medio es debido a los subproductos producidos en el proceso de fermentación, estos subproductos son principalmente ácidos orgánicos como ácidos málico, tartárico y/o láctico.

Cuadro 3. Resultados análisis químicos: pH.

Tratamiento	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
L1+Mango	3.51 \pm 0.17 ^{aX}	3.33 \pm 0.05 ^{bZ}	3.41 \pm 0.09 ^{aY}	3.40 \pm 0.01 ^{bYZ}
L2+Mango	3.50 \pm 0.15 ^{aX}	3.43 \pm 0.06 ^{aX}	3.44 \pm 0.07 ^{aX}	3.49 \pm 0.02 ^{aX}
L3+Mango	3.50 \pm 0.14 ^{aX}	3.29 \pm 0.07 ^{bY}	3.31 \pm 0.20 ^{aY}	3.44 \pm 0.04 ^{bX}
L1	3.12 \pm 0.03 ^{bY}	3.28 \pm 0.17 ^{bX}	3.33 \pm 0.16 ^{aX}	3.31 \pm 0.09 ^{cX}
L2	3.11 \pm 0.03 ^{bZ}	3.17 \pm 0.13 ^{cZ}	3.38 \pm 0.17 ^{aX}	3.27 \pm 0.06 ^{cY}
L3	3.11 \pm 0.02 ^{bZ}	3.21 \pm 0.16 ^{cY}	3.32 \pm 0.14 ^{aX}	3.27 \pm 0.07 ^{cXY}

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Medias seguidas de diferentes letras mayúsculas en filas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

DE: Desviación estándar.

L1: Levadura Lalvin EC-1118. L2: Levadura Lalvin ICV D-47. L3: Levadura Fermipan.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos en el día 10 y todos los tratamientos tendieron a aumentar la acidez. Flanzky (2003), menciona que la capacidad de las levaduras de adecuar el pH del mosto está entre 3.30 y 3.55 y así crea un ambiente más apropiado para su desarrollo. Lo antes mencionado justifica que todos los tratamientos hayan logrado estabilizarse en ese rango, subiendo o bajando el pH según su necesidad. La mayoría de los tratamientos mostraron una tendencia a disminuir el pH después de haberse estabilizado en el día 10 y pudo estar relacionado con el aumento de alcohol en el medio, los ácidos orgánicos y los metabolitos, afectando el pH (Shea 2011).

Grados Brix. Se encontraron diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$) y el tiempo influyó en los resultados (cuadro 4). En el día 0, aunque existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), todas las muestras estuvieron dentro del rango de 26 ± 0.4 °Brix, lo cual fue previamente establecido de acuerdo al procedimiento de Salazar (2002). En general, hubo una disminución significativa de los °Brix ($P < 0.05$) a través del tiempo. Lo anterior se puede comparar con los resultados en el estudio realizado por Alvarado *et al* (2009), donde fue documentada una disminución significativa en los °Brix a medida que fue pasando el tiempo de fermentación. La disminución de los °Brix pudo estar relacionado con el hecho que las levaduras, en ausencia de oxígeno, dividen las moléculas de azúcar en dos partes; gas carbónico y alcohol etílico, aumentando el alcohol presente en el medio y disminuyendo el azúcar (Jean-Prost y Medori 2001).

Cuadro 4. Resultados análisis químicos: °Brix (%).

Tratamiento	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
L1+Mango	25.8 \pm 0.18 ^{cW}	19.3 \pm 1.22 ^{dX}	15.5 \pm 0.95 ^{cY}	12.9 \pm 0.26 ^{cZ}
L2+Mango	25.9 \pm 0.17 ^{bW}	21.6 \pm 0.52 ^{bX}	17.7 \pm 0.98 ^{bY}	15.0 \pm 1.56 ^{bZ}
L3+Mango	26.0 \pm 0.15 ^{bW}	20.2 \pm 1.10 ^{cX}	15.5 \pm 0.36 ^{cY}	13.7 \pm 0.45 ^{cZ}
L1	26.0 \pm 0.17 ^{bW}	23.1 \pm 1.49 ^{aX}	20.3 \pm 2.85 ^{aY}	17.7 \pm 2.72 ^{aZ}
L2	26.1 \pm 0.11 ^{aW}	21.5 \pm 0.59 ^{bX}	17.7 \pm 1.53 ^{bY}	15.5 \pm 0.06 ^{bZ}
L3	26.1 \pm 0.11 ^{aW}	21.6 \pm 0.21 ^{bX}	17.8 \pm 1.13 ^{bY}	15.2 \pm 1.01 ^{bZ}

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Medias seguidas de diferentes letras mayúsculas en filas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

DE: Desviación estándar.

L1: Levadura Lalvin EC-1118. L2: Levadura Lalvin ICV D-47. L3: Levadura Fermipan.

Para los días 5 y 10 el tratamiento L1 resultó con la media más alta, indicando una fermentación más lenta. Según las especificaciones de la casa matriz Lalvin (2006), la fase de latencia de la levadura Lalvin EC-1118 es corta por lo que su actividad es prolongada, constante y es utilizada especialmente para elaborar vinos espumosos, vino de frutas o sidra. Por lo mencionado anteriormente se pudo justificar el comportamiento acelerado que presentó el tratamiento L1+Mango en cuanto a la disminución del °Brix del mosto.

El hecho que esta misma levadura en la ausencia de mango haya convertido tan pocos azúcares pudo deberse a esta levadura fue seleccionada específicamente para vinos con frutas (Casa Lalvin 2006), lo que determinó su baja producción de alcohol en ausencia de mango. Según Bogdanov (2009), la cantidad de amino ácidos en la miel se encuentra en proporciones muy pequeñas (0.70%), es por esto que la miel tiene niveles nutritivos demasiado bajos como para ser la única fuente de nutrientes para las levaduras.

Alcohol potencial. Se concluyó que los resultados de alcohol potencial tuvieron el mismo comportamiento que los °Brix, lo que se respalda con la alta correlación ($r=0.90$, $P<0.05$), que nos indica que a medida que fueron disminuyendo los °Brix, el alcohol potencial disminuía de igual manera (Anexo 4). El alcohol potencial no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($P>0.05$) al día 0 y se había comenzado el proceso de fermentación (cuadro 5). Al igual que los °Brix, se pudo observar una disminución significativa a medida que fue pasando el tiempo ($P<0.05$).

Cuadro 5. Resultados análisis químicos: alcohol potencial (%).

Tratamiento	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
L1+Mango	15.0 \pm 0.00 ^{aW}	7.66 \pm 2.17 ^{dX}	3.33 \pm 1.80 ^{dY}	2.33 \pm 0.50 ^{cZ}
L2+Mango	15.0 \pm 0.00 ^{aW}	9.66 \pm 1.32 ^{bX}	5.90 \pm 1.10 ^{bY}	3.86 \pm 1.34 ^{abZ}
L3+Mango	15.0 \pm 0.00 ^{aW}	8.03 \pm 0.10 ^{cX}	4.66 \pm 0.50 ^{cY}	2.33 \pm 0.50 ^{cZ}
L1	15.0 \pm 0.00 ^{aW}	10.5 \pm 2.25 ^{aX}	7.83 \pm 3.25 ^{aY}	4.33 \pm 1.95 ^{aZ}
L2	15.0 \pm 0.00 ^{aW}	9.27 \pm 1.09 ^{bX}	5.88 \pm 1.16 ^{bY}	3.00 \pm 1.63 ^{bZ}
L3	15.0 \pm 0.00 ^{aW}	9.17 \pm 1.52 ^{bX}	6.00 \pm 2.29 ^{bY}	3.33 \pm 1.32 ^{bZ}

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes ($P<0.05$).

Medias seguidas de diferentes letras mayúsculas en filas son significativamente diferentes ($P<0.05$).

DE: Desviación estándar.

L1: Levadura Lalvin EC-1118. L2: Levadura Lalvin ICV D-47. L3: Levadura Fermipan.

Según Jean-Prost y Medori (2001), cada levadura tiene una tolerancia a diferentes niveles de alcohol. La fermentación alcohólica se detiene al momento que las levaduras dejan de convertir los azúcares en alcohol porque ya no se encuentran azúcares en el medio o porque han sido inactivadas por la concentración del alcohol presente.

Se concluyó que todas las propiedades físicas fueron influenciadas significativamente ($P<0.05$) por la interacción que existió entre el tratamiento y el día. Por lo anterior, fue necesario hacer una separación de medias LSMEANS con medidas repetidas en el tiempo.

Luminosidad. Los tratamientos con mango tuvieron un valor de luminosidad mayor (más claro), posiblemente por a la presencia del sustrato (cuadro 6). Según Nuñez (1997), la etapa de maduración del mango genera un valor de luminosidad aproximado de 50.0, lo que podría haber justificado el hecho que los tratamientos con mango fueron más claros.

Todos los tratamientos presentaron una claridad baja posiblemente debido a que se utilizó miel tratada térmicamente. Se le denomina al reproceso de la miel, la acción de eliminar los cristales de fructosa por medio de un proceso térmico (50.0 – 70.0 °C), en el cual aparece espontáneamente un aldehído cíclico denominado hidroximetilfurfural (HMF), descomponiendo los glúcidos presentes en la miel y como consecuencia deshidratando la fructosa y oscureciendo miel (Subovsky *et al.* 2000).

Cuadro 6. Resultados análisis físicos: luminosidad.

Tratamiento	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
L1+Mango	43.5 ± 6.94 ^{aW}	36.3 ± 1.66 ^{aX}	32.9 ± 7.01 ^{aY}	30.7 ± 6.42 ^{aZ}
L2+Mango	43.5 ± 6.98 ^{aW}	25.0 ± 4.66 ^{cX}	23.0 ± 0.85 ^{cX}	22.6 ± 5.06 ^{cX}
L3+Mango	42.4 ± 3.55 ^{aW}	37.8 ± 2.74 ^{aX}	32.6 ± 5.68 ^{aY}	29.1 ± 5.31 ^{abZ}
L1	16.4 ± 5.26 ^{bY}	26.6 ± 2.89 ^{bcX}	30.0 ± 5.16 ^{abW}	24.4 ± 3.56 ^{bcX}
L2	16.4 ± 5.30 ^{bZ}	28.7 ± 2.57 ^{bW}	26.8 ± 3.69 ^{bcX}	23.8 ± 4.90 ^{cY}
L3	16.6 ± 5.13 ^{bY}	37.7 ± 3.14 ^{aW}	26.2 ± 4.50 ^{bcX}	24.4 ± 4.10 ^{bcX}

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes (P<0.05).

Medias seguidas de diferentes letras mayúsculas en filas son significativamente diferentes (P<0.05).

DE: Desviación estándar.

L1: Levadura Lalvin EC-1118. L2: Levadura Lalvin ICV D-47. L3: Levadura Fermipan.

A través del tiempo se observó que los valores de luminosidad en los tratamientos con mango fueron disminuyendo, lo que pudo estar relacionado con la acción de la enzima denominada polifenoloxidasas (PFO). La PFO ataca los polifenoles del mango causando oscurecimiento y afectando la claridad del mosto (Gutiérrez *et al.* 2001). Durante la elaboración del mosto se realizó un proceso térmico de pasteurización (90.0 °C por 10 minutos), ese proceso debió inactivar este tipo de enzimas y es posible que la temperatura o tiempo utilizados no fueran suficientes para lograrlo, permitiendo la acción de la PFO en el mango de los tratamientos que lo contenían.

El comportamiento de la luminosidad en los tratamientos sin mango mostró tener un aumento en claridad a partir del día 0 al día 5, y lo que pudo ser causado por el hecho que en el día de la inoculación se observaron las levaduras suspendidas, opacando en el medio y disminuyendo su luminosidad. A través del tiempo las levaduras tienden a sedimentarse, afectando directamente la claridad del mosto (Flanzky 2003).

Variable b. Al igual que con la luminosidad, el comportamiento del valor b (cuadro 7) presentó diferencias entre los tratamientos con mango y los tratamientos sin mango (P<0.05), posiblemente debido al avance en el proceso de maduración del fruto. En el proceso de maduración, el valor b aumenta pasando de un valor de -15.0 ± 2.30 en el día 38 de su fructificación, a un valor positivo en el día 115 de 54.4 ± 0.80 , pasando de un color verde aguamarina a un color amarillo claro (Nuñez 1997). En general, todos los tratamientos tendieron a disminuir el valor b (P<0.05) a través del tiempo y esto podría

estar relacionado con la acción de la enzima PFO en los fenoles del mango y la acción de HMF en los azúcares de la miel, especialmente la fructosa.

Cuadro 7. Resultados análisis físicos: valor b.

Tratamiento	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
L1+Mango	45.5 \pm 13.2 ^{aW}	32.7 \pm 4.39 ^{aX}	27.6 \pm 9.00 ^{aY}	25.2 \pm 6.98 ^{aY}
L2+Mango	45.2 \pm 13.1 ^{aW}	20.5 \pm 4.37 ^{bX}	18.4 \pm 0.89 ^{bX}	18.9 \pm 4.37 ^{bX}
L3+Mango	43.7 \pm 5.95 ^{aW}	34.2 \pm 4.06 ^{aX}	28.3 \pm 4.77 ^{aY}	23.8 \pm 4.63 ^{aZ}
L1	14.8 \pm 0.51 ^{bX}	18.8 \pm 2.34 ^{bX}	22.2 \pm 6.41 ^{abW}	17.8 \pm 1.02 ^{bXY}
L2	14.9 \pm 0.27 ^{bX}	22.5 \pm 3.10 ^{bW}	21.0 \pm 4.84 ^{bW}	17.8 \pm 5.24 ^{bX}
L3	14.3 \pm 0.57 ^{bX}	31.7 \pm 7.58 ^{aW}	19.8 \pm 5.05 ^{bX}	18.6 \pm 4.10 ^{bX}

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes (P<0.05).

Medias seguidas de diferentes letras mayúsculas en filas son significativamente diferentes (P<0.05).

DE: Desviación estándar.

L1: Levadura Lalvin EC-1118. L2: Levadura Lalvin ICV D-47. L3: Levadura Fermipan.

Análisis sensorial: Prueba de aceptación. Se determinó que los atributos de color, aroma, nivel de alcohol y aceptación general no estuvieron influenciados por el tiempo (P>0.05) a diferencia de los demás atributos sensoriales que sí fueron influenciadas por la interacción del tiempo y el tratamiento (P<0.05).

Color. Independientemente del tipo de levadura y el uso de sustrato, se observó (cuadro 8) que los panelistas calificaron de igual manera todos los tratamientos, situando a todos en una valoración de "Me gusta poco" (Anexo 2), aun encontrando diferencias estadísticas entre tratamiento (P<0.05). Lo anterior podría estar relacionado con la falta de capacitación de los panelistas.

Cuadro 8. Resultados análisis sensoriales: color, aroma, nivel de alcohol y aceptación general.

Tratamiento	Color	Aroma	Nivel de alcohol	Aceptación general
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
L1+Mango	6.07 \pm 3.77 ^{ab}	5.89 \pm 1.83 ^b	5.78 \pm 2.06 ^{ab}	5.78 \pm 2.00 ^c
L2+Mango	5.64 \pm 1.81 ^b	5.80 \pm 1.83 ^b	5.64 \pm 1.93 ^b	5.95 \pm 1.93 ^{bc}
L3+Mango	5.86 \pm 1.75 ^{ab}	6.10 \pm 1.74 ^{ab}	5.87 \pm 2.06 ^{ab}	5.96 \pm 1.89 ^{bc}
L1	6.16 \pm 1.76 ^a	6.11 \pm 1.71 ^{ab}	5.61 \pm 2.08 ^b	6.17 \pm 1.92 ^{ab}
L2	6.00 \pm 1.71 ^{ab}	6.08 \pm 1.74 ^{ab}	6.00 \pm 1.88 ^{ab}	6.32 \pm 1.73 ^{ab}
L3	6.19 \pm 1.67 ^a	6.29 \pm 1.62 ^a	6.09 \pm 1.76 ^a	6.40 \pm 1.67 ^a

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes (P<0.05).

Medias seguidas de diferentes letras mayúsculas en filas son significativamente diferentes (P<0.05).

DE: Desviación estándar.

L1: Levadura Lalvin EC-1118. L2: Levadura Lalvin ICV D-47. L3: Levadura Fermipan.

Aroma. Existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), con respecto al nivel de aceptación del aroma calificado por los panelistas. Todos los tratamientos fueron evaluándolos "Me gusta poco". Estadísticamente el tratamiento L3 fue preferido por los panelistas y los tratamientos L1+Mango y L2+Mango obtuvieron las medias más bajas. Este comportamiento pudo estar relacionado con lo explicado por Nuñez (1997), indicando que la presencia de mango puede producir ácido sulfhídrico (H_2S), causando olores sulfurados afectando su valoración.

Por otro lado existió la posibilidad de haya habido sesgo en los resultados obtenidos debido a la posible contaminación sensorial que pudo darse porque al momento de realizar el análisis sensorial, se sirvieron muestras de los seis tratamientos juntos. En general, los tratamientos sin sustrato tuvieron una mayor aceptación que los tratamientos con mango ($P < 0.05$).

Nivel de alcohol. El nivel de aceptación del nivel de alcohol, que percibieron los panelistas no se vio afectada por el tiempo ($P > 0.05$). En general todos los tratamientos fueron valorados como "Me gusta poco" (Anexo 2), aunque hayan existido diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). La volatilización del alcohol en los tratamientos pudo haber causado una contaminación sensorial dentro del laboratorio, inhibiendo las percepciones de los panelistas.

Aceptación general. En general los tratamientos sin pulpa de mango obtuvieron mejores niveles de aceptación general ($P < 0.05$). Según la correlación de Pearson su nivel de aceptación general estuvo asociado con los niveles de aceptación de sabor ($r = 0.86$, $P < 0.05$), nivel de alcohol ($r = 0.79$, $P < 0.05$) y cuerpo ($r = 0.83$, $P < 0.05$), debido a que tuvieron correlaciones altas (Anexo 4). Lo anterior indica que a medida que suben todos los niveles de sabor, cuerpo y nivel de alcohol, aumenta el nivel de aceptación general. Todos los tratamientos se encontraron en el nivel de "Me gusta poco" en la escala hedónica.

Sabor. En el cuadro 9, se pudo observar que a través del tiempo existió una disminución en el nivel de aceptación del sabor de aquellos tratamientos que contenían pulpa de mango ($P < 0.05$). Posiblemente esa disminución fue debido a lo que explica Augustyn (1989), que una deficiencia de nutrientes en específico nitrógeno asimilable, puede llevar a que las levaduras tengan la necesidad de atacar las proteínas liberando H_2S , creando atributos sensoriales desagradables.

Según Rajedshama (2009), se prefiere utilizar mieles con colores más claros debido a que las mieles oscuras producen sabores desagradables debido a la alta presencia de azufre, potasio y sodio. Los niveles bajos de aceptación del sabor pudieron deberse al color oscuro de la miel utilizada como materia prima y sabiendo que la miel fue previamente tratada con temperatura.

Cuadro 9. Resultados análisis sensoriales: sabor.

Tratamiento	Día 5	Día 10	Día 15
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
L1+Mango	6.10 \pm 2.08 ^{aX}	5.49 \pm 2.29 ^{bXY}	4.82 \pm 2.19 ^{bY}
L2+Mango	6.45 \pm 1.89 ^{aX}	5.84 \pm 2.24 ^{bX}	5.81 \pm 2.17 ^{aX}
L3+Mango	6.29 \pm 1.78 ^{aX}	5.79 \pm 2.28 ^{bX}	4.88 \pm 2.24 ^{bY}
L1	6.21 \pm 1.99 ^{aX}	6.18 \pm 2.01 ^{abX}	6.21 \pm 2.07 ^{aX}
L2	6.49 \pm 1.70 ^{aX}	5.90 \pm 2.05 ^{abX}	6.34 \pm 1.98 ^{aX}
L3	6.50 \pm 1.77 ^{aX}	6.53 \pm 1.78 ^{aX}	6.36 \pm 1.85 ^{aX}

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Medias seguidas de diferentes letras mayúsculas en filas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

DE: Desviación estándar.

L1: Levadura Lalvin EC-1118. L2: Levadura Lalvin ICV D-47. L3: Levadura Fermipan.

Cuerpo. Este atributo fue afectado por el tiempo ($P < 0.05$) y pudo estar relacionado con la falta de entrenamiento de los panelistas (cuadro 10). Al momento de realizar las pruebas sensoriales los panelistas mostraban no estar completamente claros con la descripción de este atributo, lo cual pudo justificar las variaciones en los valores de cuerpo a través del tiempo.

Cuadro 10. Resultados análisis sensoriales: cuerpo.

Tratamiento	Día 5	Día 10	Día 15
	Media \pm DE	Media \pm DE	Media \pm DE
L1+Mango	6.28 \pm 1.64 ^{aX}	5.62 \pm 2.05 ^{bY}	5.16 \pm 2.08 ^{bY}
L2+Mango	5.88 \pm 1.83 ^{aX}	5.52 \pm 2.10 ^{bX}	5.86 \pm 1.82 ^{aX}
L3+Mango	6.22 \pm 1.62 ^{aX}	5.87 \pm 1.82 ^{bX}	5.22 \pm 2.05 ^{bY}
L1	6.17 \pm 1.91 ^{aX}	5.96 \pm 1.89 ^{abX}	5.96 \pm 2.03 ^{aX}
L2	6.29 \pm 1.66 ^{aX}	5.90 \pm 1.87 ^{abX}	6.12 \pm 2.03 ^{aX}
L3	6.28 \pm 1.61 ^{aX}	6.50 \pm 1.57 ^{aX}	6.25 \pm 1.80 ^{aX}

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Medias seguidas de diferentes letras mayúsculas en filas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

DE: Desviación estándar.

L1: Levadura Lalvin EC-1118. L2: Levadura Lalvin ICV D-47. L3: Levadura Fermipan.

Es importante mencionar que el comportamiento de los valores de cuerpo a través del tiempo fue muy similar a los valores de sabor en el tiempo ($r = 0.76$, $P < 0.05$) teniendo una alta correlación, indicando un aumento en el nivel de aceptación del sabor a medida que aumentó el nivel de aceptación del cuerpo. Lo anterior pudo estar relacionado con el hecho que los panelistas se pueden haber confundido entre los atributos sensoriales de cuerpo y sabor.

Resumen análisis sensorial afectivo. Los tratamientos con mayor aceptación en la sumatoria acumulada de medias fueron los que no contenían pulpa de mango (Figura 1), sin encontrar diferencias entre ellos ($P>0.05$). Por lo anterior, los tres mejores tratamientos debieron ser sometidos a una prueba discriminativa.

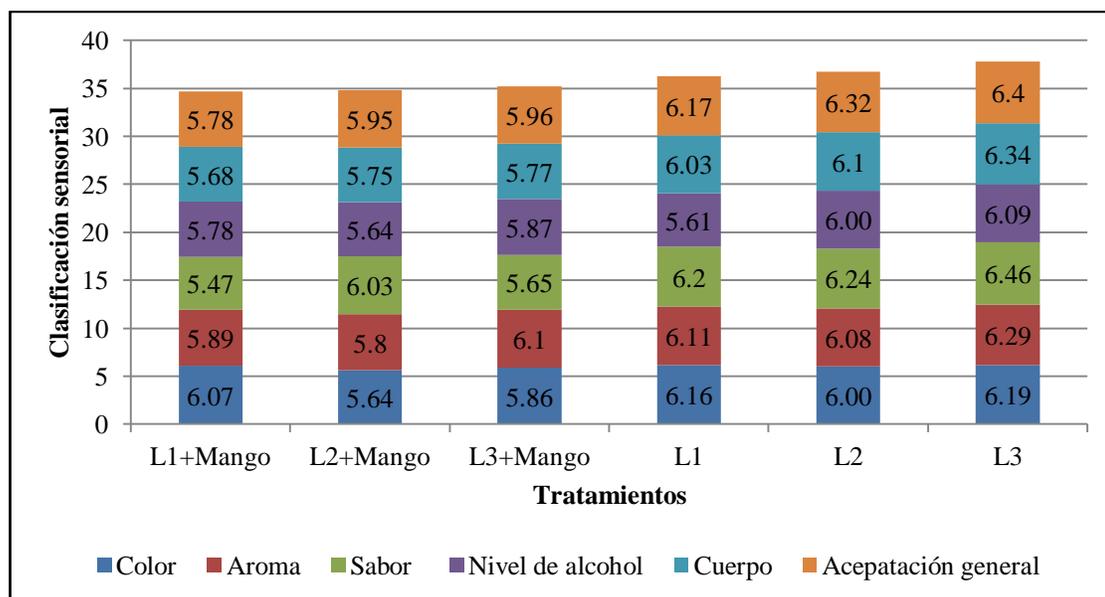


Figura 1. Resumen de análisis sensorial afectivo.

Análisis sensorial: Prueba discriminativa. Se realizó un análisis de ordenamiento para definir cuál de los tres tratamientos más aceptados en la prueba de aceptación afectiva fue el tratamiento más aceptado en la prueba discriminativa. El valor de LSD permitió determinar si fue un producto tipo A o uno producto tipo B comparando las diferencias con el valor LSD. El cuadro 11 indica los resultados de las muestras comparados con el valor LSD.

Cuadro 11. Resultados análisis sensoriales: prueba discriminativa.

Tratamiento	$\sum x$	Diferencia	LSD	Ordenamiento
Levadura Ec-1118	230			A
Levadura D-47	223	7	< 74.24	A
Levadura Fermipan	146	77	>74.24	B

LSD: Least significant difference.

$\sum x$: Suma de medias.

Las muestras fueron ordenadas del 1 al 3 (1 siendo el preferido y 3 siendo el de menor preferencia), se determinó que la suma de x más baja es aquel preferido por los panelistas. De esta manera se concluye que el tratamiento Fermipan fue el de mayor preferencia ya que obtuvo diferencias significativas entre los otros dos tratamientos.

Los precios utilizados para este análisis fueron actualizados hasta Septiembre del 2012. Los siguientes cuadros muestran los costos variables para elaborar 500 ml de hidromiel con diferente levadura y presencia de sustrato. En el cuadro 2 se muestran los costos variables en la formulación de 500 ml de hidromiel usando levadura Lalvin EC-1118 o Lalvin ICV D-47 con mango.

Cuadro 12. Costos variables para 500 ml de hidromiel con levadura Lalvin con mango.

Costos Variables	Precio (L)	Cantidad	Unidad	Costo (L)
Miel	0.05	153	ml	7.65
Levadura Lalvin	4.00	0.50	g	2.00
Agua	0.02	312	ml	6.24
Pulpa de mango	0.04	70.0	g	2.80
Botella PET 1.5 l	3.00	1.00	unidad	3.00
	Total en lempiras (L)			21.7
	Total en dólares (\$)			*1.10

*Tasa de cambio 1.00 USD = 19.7 HNL.

En el cuadro 13, se muestran los costos variables en la formulación de 500 ml de hidromiel usando levadura Lalvin EC-1118 o Lalvin ICV D-47 sin mango.

Cuadro 13. Costos variables para 500 ml de hidromiel con levadura Lalvin sin mango.

Costos Variables	Precio (L)	Cantidad	Unidad	Costo (L)
Miel	0.05	153	ml	7.65
Levadura Lalvin	4.00	0.50	g	2.00
Agua	0.02	312	ml	6.24
Botella PET 1.5 l	3.00	1.00	unidad	3.00
	Total en lempiras (L)			18.9
	Total en dólares (\$)			*0.96

*Tasa de cambio 1.00 USD = 19.7 HNL.

En el cuadro 14, se muestran los costos variables en la formulación de 500 ml de hidromiel usando levadura Fermipan con sustrato.

Cuadro 14. Costos variables para 500 ml de hidromiel con levadura Fermipan con mango.

Costos Variables	Precio (L)	Cantidad	Unidad	Costo (L)
Miel	0.05	153	ml	7.65
Levadura Fermipan	0.50	0.50	g	0.25
Agua	0.02	311	ml	6.22
Pulpa de mango	0.04	70.0	g	2.80
Botella PET 1.5 l	3.00	1.00	unidad	3.00
	Total en lempiras (L)			19.9
	Total en dólares (\$)			*1.01

*Tasa de cambio 1.00 USD = 19.7 HNL.

En el cuadro 15, se muestran los costos variables para elaborar 500 ml hidromiel con levadura Fermipan sin mango.

Cuadro 15. Costos variables para 500 ml de hidromiel con levadura Fermipan sin mango.

Costos Variables	Precio (L)	Cantidad	Unidad	Costo (L)
Miel	0.05	153	ml	7.65
Levadura Fermipan	0.50	0.50	g	0.25
Agua	0.02	311	ml	6.22
Botella PET 1.5 l	3.00	1.00	unidad	3.00
	Total en lempiras (L)			17.1
	Total en dólares (\$)			*0.87

*Tasa de cambio 1.00 USD = 19.7 HNL.

4. CONCLUSIONES

- El mejor tratamiento en las pruebas sensoriales fue el tratamiento con levadura Fermipan y sin mango produciendo un hidromiel con pH de 3.27, nivel de alcohol de 11.7% y color amarillo oscuro.
- Los tratamientos con mango obtuvieron menor aceptación en las pruebas afectivas y a través del tiempo los tratamientos sin mango mejoraron sabor y aroma.
- El tratamiento con menor costo variable de producción con 0.87 dólares fue el de la levadura Fermipan.

5. RECOMENDACIONES

- En próximos estudios usar botellas de vidrio para poder garantizar que el ambiente de fermentación sea óptimo.
- Aumentar el tiempo de fermentación para someter al hidromiel a un proceso de fermentación secundaria y el proceso de sedimentación, clarificado y envasado.
- Realizar pruebas microbiológicas para determinar la efectividad de la pasteurización comercial.
- Realizar pruebas sensoriales con un máximo de tres muestras para así evitar la contaminación del ambiente causando sesgo en los resultados.
- Realizar un estudio con otras variedades de mango o frutas.

6. LITERATURA CITADA

Alvarado Monsivais T; A.J. Damián Velázquez, A.J. López Bladeras, Y. Gómez y E. Ramíres Bautista. 2009. Cuantificación de etanol en un proceso fermentativo por técnicas foto acuáticas. UPIBI-IPN. Av. Acueducto S/N, col. Barrio la Laguna, C. P. 07340, Mexico, D. F. Mexico.

Augustyn O.P.H. 1989. Differentiation between Yeast Species, and Strains within a Species, by Cellular Fatty Acid Analysis. Viticultural and Oenological Research Institute. Stellenborsch, Republic of South Africa. 10 p.

Bogdanov S. 2009. Book of Honey. (En línea). Suiza. Bee-Hexagon. Consultado el 1 de septiembre del 2012. Disponible en: <http://www.bee-hexagon.net/en/home.htm>.

Bradbear N. 2004. Beekeeping and Sustainable Livelihoods. Booklet 1. Rome, Italy. Agricultural Support Systems Division Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Casa Lalvin. 2006. Premium Yeast for Premium Wines. (En línea). Lallemand inc. Montreal, Canada. Consultado el 3 de julio del 2012. Disponible en: <http://www.lalvinyeast.com/strains.asp#>.

Código Alimentario Argentino. 2004. Hidromiel. (En línea). Artículo 1.084. Argentina. Consultado el 3 de julio del 2012. Disponible en: <http://www.apisocios.com.ar/notas/codigoalimentarioargentino.htm>.

Fernández Orriols I; P. Camba Blanco. 2011. Experiencias recientes con levaduras, crianza en maderas y destilados autóctonos de la Estación de viticultura y Enología de Galicia.

Flanzy C. 2003. Enología. Fundamentos científicos y tecnológicos. 2ª Edición. Paris, Francia. Editorial MUNDI-PRENSA. 797 p.

Gutiérrez G; L. Gomez, H. García, J. De la Cruz. 2001. Estrés por frío y la actividad de la polifenoloxidasas en mango (*Mangifera indica* variedad Manila). Unidad de investigación y desarrollo, Banamex. México DF.

Jean-Prost P; P. Medori. 2001. Apicultura. Conocimiento de la abeja. Manejo de colmena. 3ª Edición. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa. 741 p.

Li X; B. Yu, P. Curran, S.Q. Lui. 2010. Chemical and Volatile Composition of Mango Wines Fermented with Different *Saccharomyces cerevisiae* Yeast Strains. Food Science and Technology Programme. Tuas, Singapore. National University of Singapore. 12 p.

Meilgaard, M; G. Civille, B. Carr. 2003. Sensory evaluation techniques. 3 ed. New York, CRC Press. 387 p.

Núñez Ramírez A. 1997. Evaluación sensorial del mango Hade hidrocalentado y encerado. ingeniería de alimentos. división de ciencias biológicas y de la salud. Izatalapa, Mexico.

Rajedshama Gupta J.K. 2009. Production Tecnology and Quality Characteristics of Mead and Fruit-honey Wines. A Review. Himachal Pradesh, India. Dr. Y.S Paramar University of Horticulture and Forestry. 11 p.

SAS. 2002-2010. SAS for Windows Statistics versión 9.3 (TS1MO). SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

Salazar Granja B. E. 2002. Desarrollo y plan de comercialización de vino de miel, como alternativa para apicultores. Tesis Lic. Ing. AGI. Valle del Yeguaré, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 52 p.

Shea A.J. 2011. Guide to Mead Making. A More Manual. More Flavor.

Subovsky A; A. Sosa López, A. Castillo, N. Cano. 2000. Evaluación del contenido de Hidroximetilfurfural en miles del NEA. Facultad de Cs Agrarias UNNE, Sargento Cabral 2131 - (3400) Corrientes - Argentina.

Uturry C. 2007. Las levaduras y la baja producción de urea y de carbamato de etilo. Laboratorio de Enología. Dep. Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria S/N. (28040) Madrid. España.

7. ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento para la elaboración de hidromiel.

Se basó en la metodología presentada por Salazar en el 2002:

1. Se mezcló miel con agua hasta bajar los grados °Brix (contenido de azúcares) de 76° hasta 24° que es una concentración adecuada de azúcares para la actividad de las levaduras. La cantidad de miel y agua variaron según el tratamiento.
2. El jugo de tomate, jugo de limón y el ácido cítrico se agregaron según los tratamientos. El jugo de limón se agregó hasta que el pH de la miel.
3. diluida baje hasta 3.7 que es lo ideal para el crecimiento de las levaduras en el vino y como fuente de nutrientes para las levaduras. El ácido cítrico se agregó para bajar el pH de 4 a 3.7 y el jugo de tomate como fuente de nutriente para las levaduras.
4. El mosto se pasteurizó por 10 minutos a 90 °C en una marmita y se dejó enfriar hasta alcanzar una temperatura de 28 °C.
5. Se colocó 500 ml del mosto por cada botella de 750 ml de plástico, obteniendo un total de 90 botellas y se inoculó con levaduras a razón de 0.5 g por botella.
6. A cada botella se le colocó una trampa de aire, colocando una manguera de plástico desde la boca de la botella hasta un frasco con agua y cloro para evitar contaminación y evitar que entre el oxígeno para tener un ambiente anaerobio. Se dejó fermentar el mosto durante 21 días.
7. El vino se decantó de cada botella a frascos de 500 ml dejando el sedimento de las levaduras en el fondo de las botellas.
8. Se dejó en reposo durante un mes para que se sedimentara los solidos suspendidos incluyendo los cuerpos de las levaduras.

Para que no quede residuo de levaduras se decantó en frascos llenándolos hasta el borde para que no haya oxígeno y no crezcan bacterias acetolácticas y posteriormente se refrigeró a 10 °C.

Anexo 2. Boleta sensorial: análisis afectivo.

1

Estudio Sensorial: Vino de miel (melomiel)

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Evalúe las seis muestras de izquierda a derecha, en el orden que se le presenten. Marque con una X en cualquier cuadrado de cada escala, indicando su grado aceptación (donde 1=me disgusta extremadamente, 5=no me gusta ni me disgusta y 9=me gusta extremadamente). Recuerde limpiar su paladar entre cada muestra con un sorbo de agua y un mordisco de galleta.

Muestra _____

	Me disgusta Extremadamente			ng/nd			Me gusta extremadamente		
Color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aroma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nivel de alcohol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
*Cuerpo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptación general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

*Cuerpo: describe la sensación táctil que produce en el paladar el vino, debida sobre la consistencia del líquido y a la intensidad de sus sabores.

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. Me disgusta extremadamente. | 7. Me gusta moderadamente. |
| 2. Me disgusta mucho. | 8. Me gusta mucho. |
| 3. Me disgusta moderadamente. | 9. Me gusta extremadamente. |
| 4. Me disgusta poco. | |
| 5. No me gusta ni me disgusta. | |
| 6. Me gusta poco. | |

Anexo 3. Modelo lineal de los análisis químicos.

Estadígrafo					
Variable	Media	C.V	R ²	trt*tiempo	lev* sus
pH	3.32	3.01	0.73	< 0.05	> 0.05
°Brix	21.9	3.79	0.97	< 0.05	> 0.05
Alcohol potencial	10.4	8.83	0.96	< 0.05	> 0.05

C.V: Coeficiente de variación. R²: Error del modelo. trt: Tratamiento. lev: Levadura.
sus: Sustrato.

Anexo 4. Correlaciones Pearson.

Correlaciones		
Variables	Pearson	Probabilidad
°Brix - Alcohol potencial	0.90	< 0.05
Sabor - Cuerpo	0.76	< 0.05
Aceptación general - Sabor	0.86	< 0.05
Aceptación general - Nivel de alcohol	0.79	< 0.05
Aceptación general - Cuerpo	0.83	< 0.05