

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES Y SENSORIALES DEL HIDROMIEL ELABORADO CON CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) Y AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*)

DETERMINATION OF THE FUNCTIONAL AND SENSORY PROPERTIES OF MEAD ELABORATED FROM CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) AND AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*)

ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES, Docente, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, **E-mail:** david_natividad@hotmail.com

RUBÉN MÁX ROJAS PORTAL, Docente, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, **E-mail:** benrumax@hotmail.com

SERGIO GRIMALDO MUÑOZ GARAY, Docente, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, **E-mail:** sergiomuga_1980@hotmail.com

Recibido el 16 de enero 2015

Aceptado el 28 de abril 2015

ISSN 1994 - 1420 (Versión Impresa)

ISSN 1195 - 445X (Versión Digital)

RESUMEN

Con la investigación se buscó elaborar hidromiel, a partir de la preparación de un mosto diluyendo la miel de abeja con jugos de frutas, con propiedades funcionales reconocidas, como el camu camu (*Myrciaria dubia*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*). Para tal propósito, se realizaron los siguientes estudios: En primer lugar, determinar el porcentaje óptimo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) para la fermentación, probándose concentraciones de 0.1; 0.15 y 0.2% con respecto al mosto (miel diluida con agua hasta 27 grados Brix). Determinándose el porcentaje óptimo de levadura, se estudió las diluciones de la miel de abeja con los jugos de camu camu y con el jugo de aguaymanto en formas separadas para la obtención del mosto, las diluciones fueron hasta alcanzar 25, 27 y 29 °Brix, la dilución óptima resultó después de la evaluación sensorial al hidromiel obtenido. Finalmente, se evaluó la capacidad antioxidante y el contenido de vitamina "C" en los hidromieles que resultaron óptimos. Los resultados indicaron que el mejor porcentaje de levadura a utilizarse es 0.15%, y la dilución de la miel de abeja hasta 25°Brix con cualquiera de los dos jugos. La capacidad antioxidante en los hidromieles obtenidos presentaron evidente capacidad antioxidante: 690.8; 559; y 159.77 (µg/ml) para el hidromiel sin jugo de frutas y con jugos de camu camu y aguaymanto respectivamente, siendo mucho mayor con jugo de aguaymanto.

Palabras clave: miel, fermentación, hidromiel.

ABSTRACT

With this research study aimed to produce mead, starting from the preparation of a must diluting the honey with fruit juices, with recognized functional properties, such as camu camu (*Myrciaria dubia*) and aguaymanto (Peruvian *Physalis*). For such purpose, the following studies were performed: first of all, determine the optimal percentage of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) for fermentation, proving concentrations of 0.1; 0.15 and 0.2% with respect to the wort (diluted honey with water to 27 degrees Brix). Determining the optimal percentage yeast, it was studied the dilutions honey with camu camu juice and juice aguaymanto in separated forms to obtain wort, the dilutions was until to have 25, 27 and 29° Brix, the excellent dilution turned up after sensory evaluation mead obtained. Finally, the antioxidant capacity and the content of vitamin C in the mead evaluated with excellent results. The results indicated that the best percentage of yeast used is 0.15%, and the honey dilution to 25° Brix with either juices. The antioxidant capacity meads obtained showed obvious antioxidant capacity: 690.8; 559; and 159.77 (µg/ml) to the mead without fruit juice and juice camu camu and aguaymanto respectively; being much more with aguaymanto juice.

Keywords: honey, fermentation, mead.

INTRODUCCIÓN

La apicultura en el Perú se presenta como una alternativa sustentable desarrollada, instintivamente, por los pobladores como complemento a su economía rural, en donde la mayor parte del trabajo está aún por realizarse. En el departamento de Huánuco, como en muchos otros del Perú, el poblador andino y de la selva han sabido incorporar las abejas a su vida familiar por su profundo amor por la naturaleza y por el respeto que estos insectos despiertan en la población, ya que, en su idiosincrasia, les atribuye: orden, eficiencia y laboriosidad. Las abejas representan para estos pobladores, de alguna forma, un beneficio económico porque los productos de la colmena se venden y dejan una utilidad social, pues eleva el autoestima de los pobladores al hacerse acreedores de una capacidad (la de ser apicultor) olvidando, en buena parte, la tentativa migratoria; del mismo modo, eleva la nutrición local por los valores alimenticios de sus productos y, fundamentalmente, es una actividad que tiene un impacto eminentemente benéfico al medio ambiente por su acción polinizadora; sin embargo, se hace necesario complementar la dinámica comercial apícola que enlace la cadena productiva, que nace desde los sectores sociales marginales donde se encuentran la mayoría de apicultores y llega, o pretende llegar, a sectores comerciales "formales". Para ello, es necesario encontrar otras alternativas para diversificar la producción y/o darle valor agregado a la miel de abeja que producen. De lograr estos aspectos, con seguridad se contribuirá a que los productores mejoren la calidad de vida de sus familias.

El hidromiel o vino de miel de abeja 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 fermenta hasta que las levaduras conviertan los azúcares en alcohol. El hidromiel es una solución hidroalcohólica, con su aroma, fragancia intensa de las flores y agradable sabor, valorado desde la antigüedad por su contenido nutritivo y aportes a la salud del ser humano.

Si en la elaboración del hidromiel sustituimos el agua pura, por jugos de frutas, de hecho se mejoraría las propiedades nutritivas y funcionales del producto, de aquí que resulta interesante conocer previamente las propiedades de la fruta a utilizarse. El aguaymanto (*Physalis peruviana*) es una fruta andina y el camu camu (*Myrciaria dubia*) una fruta

tropical, ambos conocidos por sus significativas propiedades funcionales de capacidad antioxidante y vitaminas que en los últimos años se ha incentivado su producción en el país. Estos frutos muy bien complementarían las propiedades del hidromiel, no solo con mejores propiedades funcionales, sino representando una oportunidad de negocio para los productores de miel de abeja de la región.

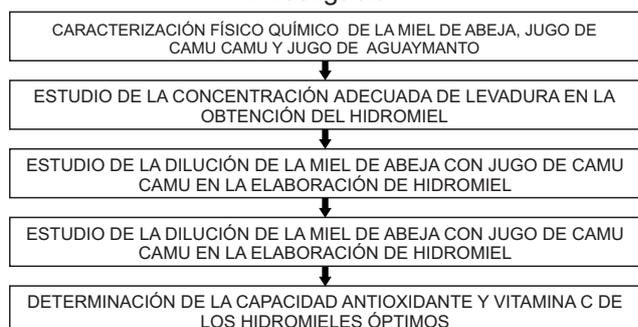
Por lo mencionado, con la tesis de investigación se busca obtener un hidromiel elaborado con aguaymanto y con camu camu, estableciendo sus parámetros básicos como la concentración de levadura y dilución adecuada, para luego caracterizarlo en términos de su vitamina "C", capacidad antioxidante y de sus atributos sensoriales. Se está seguro que los resultados podrán ser transmitidos a la sociedad brindando una opción a los apicultores y personas interesadas para que diversifiquen la comercialización de miel en un producto con mayor valor agregado. Los objetivos planteados son los siguientes:

- Determinar la concentración adecuada de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) a utilizarse en la elaboración del hidromiel.
- Determinar la dilución adecuada de la miel de abeja con jugo de camu camu y con jugo de aguaymanto, por separado, en elaboración del hidromiel.
- Determinar la capacidad antioxidante, contenido de vitamina "C" y características sensoriales de los hidromieles óptimos.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la figura 1, se presenta el esquema experimental que se utilizó para la conducción y ejecución del trabajo de investigación.

Figura 1. Esquema experimental del trabajo de investigación



1. Caracterización físico químico de la miel de abeja, pulpa de camu camu y pulpa de aguaymanto

- Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos a la materia prima: pH: por el método de potenciometría (AOAC 1997)
- Acidez titulable: por el método titulación (NTP 206.013 1981)
- Sólidos solubles (°Brix): mediante un refractómetro (modelo RHB – 80, Rango 0-80% °Brix), de acuerdo al método de la AOAC (1990).
- Índice de madurez: por el método de relación entre sólido soluble y acidez titulable, propuesto por García (2007).
- Capacidad antioxidante: por el método de DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), sugerido por Sandoval *et al.* (2001). Donde se halla por espectrofotometría el porcentaje de inhibición y el coeficiente de inhibición (IC50).
- Vitamina C: Por el método de espectrofotometría (AOAC, 1997).
- Acidez volátil y total: por el método de la AOAC (1997)

Para la obtención de los jugos de frutas de camu camu y aguaymanto se siguió el siguiente procedimiento:

- Recepción de la materia prima. El camu camu y aguaymanto destinado al procesamiento se recibió de acuerdo a su estado de madurez óptimo y características de calidad.
- Selección. Se realizó con la finalidad de obtener un camu camu/aguaymanto libre de deterioro.
- Pesado. El pesado se realizó con fines de efectuar los rendimientos correspondientes.
- Lavado / desinfectado. El camu camu / aguaymanto fue lavado por inmersión en agua limpia y fría, para luego desinfectarlo con hipoclorito de sodio a 100 ppm, sumergiéndolo por 5 min, posteriormente se realizará el enjuague con abundante agua.
- Licuado de la pulpa del fruto. Se realizó con la ayuda de la licuadora industrial de acero la relación de agua y pulpa de fruta en el licuado fue de cuatro de agua por uno de pulpa de fruta (4:1)
- Filtrado. Se realizó con la finalidad de obtener solo jugo de fruta tanto de camu camu como de aguaymanto.

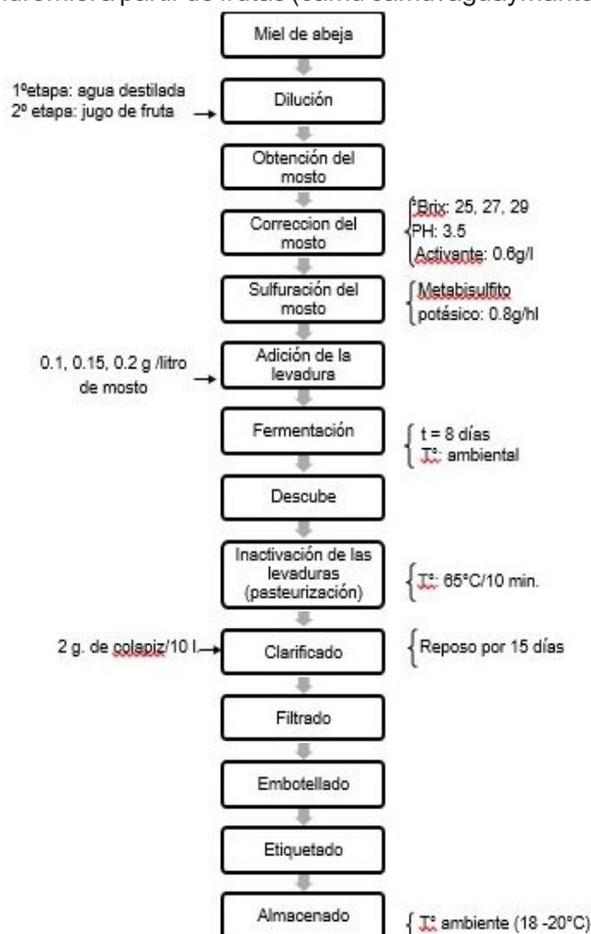
2. Estudio de las concentraciones de levadura en la elaboración del hidromiel

En esta parte del estudio, en la elaboración del hidromiel se evaluaron tres concentraciones de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*): 0.1%, 0.15%, y 0.2% con respecto al mosto. Para la dilución de la miel de abeja se utilizó agua destilada hasta alcanzar los 27 °Brix. Para determinar la concentración adecuada de levadura en la hidromiel obtenida, según tratamientos, se evaluaron las características fisicoquímicas: GL, pH, acidez volátil, acidez total, y grados brix, y características sensoriales: olor, transparencia, sabor y aceptabilidad, dicha evaluación fue realizada por 15 panelistas semi entrenados y los datos registrados fueron analizados estadísticamente a través de la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5\%$ (Sotomayor 2008). La ficha de evaluación sensorial se muestra en el anexo 1. De esta parte del estudio, se eligió al mejor tratamiento que se utilizó en las siguientes etapas del estudio.

3. Estudio de la dilución de la miel de abeja con jugo de camu camu en la elaboración de hidromiel

Para esta etapa, en la elaboración del hidromiel se evaluaron tres diluciones de la miel de abeja con jugo de camu camu, estas diluciones fueron hasta alcanzar los 25, 27 y 29 °Brix, la concentración de levadura fue la óptima determinada en la etapa anterior. El flujo de procesamiento del hidromiel se muestra en la figura 2. Para determinar la dilución adecuada o grados brix inicial del mosto en el hidromiel obtenido, según tratamientos, se evaluaron las características fisicoquímicas: °GL, °Brix, pH, acidez volátil y acidez total y, y características sensoriales: color, aroma, nivel de alcohol y aceptación general, la evaluación sensorial fue realizada por 15 panelistas semi entrenados.

Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención del hidromiel a partir de frutas (camu camu /aguaymanto)



Selección y limpieza

Los frutos de camu camu / aguaymanto fueron recepcionados y limpiados por flote en agua corriente, las materias extrañas, frutos verdes y magullados, efectuándose en las instalaciones del CITTA de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, asimismo la miel de abeja fue recepcionada en envases de plástico que cumplieran las condiciones higiénico sanitarias exigidas para alimentos.

Obtención y corrección del mosto

Esta operación consistió en mezclar la miel de abeja con los jugos de fruta (o agua destilada en el caso de la primera etapa) hasta obtener una cantidad apreciable y en función a los grados Brix iniciales, propuesto en los tratamientos del estudio: 25°, 27° y 29 °Brix. También, se ajustó el pH a 3.5, acondicionándolo a una temperatura de $22 \pm 3^\circ\text{C}$. Asimismo, se añadió como activante el Fosfato diamónico para regular la fermentación, una cantidad de 0.6 g. por litro de mosto.

Sulfuración del mosto

Para ello se añadió, 0.8 gramos de meta bisulfito

potásico por 10 litros de mosto.

Adición de la levadura

La adición de la levadura fue de 0.1, 0.15 y 0.2 g por cada litro de mosto corregido, de acuerdo a los tratamientos propuestos en la investigación.

Esta levadura se activó en un litro de mosto, el cual se llevó a una temperatura de 30°C por 15 min, luego se agitó suavemente con una cuchara y se dejó otros 15 min. En seguida se adicionó toda la solución al mosto preparado.

Fermentación

La temperatura óptima para la fermentación es de 20 a 28°C , por ello se trabajó en la investigación a temperatura ambiente, ya que la en la ciudad de Huánuco oscila a esa temperatura. Para lo cual, se cerrarán herméticamente los envases de fermentación y se conectarán dos mangueras a un recipiente con agua para el desfoque.

Descube

En esta etapa se separaron los residuos del producto fermentado, como los sólidos precipitados al fondo del recipiente.

Inactivación de las levaduras

Esta operación consistió en pasteurizar el mosto a 45°C por un intervalo de 10 minutos, complementariamente se adicionó 80 ppm de metabisulfito de potasio, luego se cerró herméticamente el envase con el producto durante 15 días, para su clarificación.

Clarificado

Consistió en tamizar el producto fermentado a través de un colador con algodón inodoro. Luego se bentonita 0.4g/ l del producto líquido a fin de precipitar los sólidos que enturbian el producto, dejando en reposo unos 15 días.

Filtrado

Pasado los 15 días se realizó el trasiego, para luego pasarlo por el filtro prensa, a fin de que el vino obtenga brillo.

Embotellado

Para el embotellado se desinfectó las botellas con detergente y una solución de NaOH de 1g/l. de agua, luego las botellas se sumergieron en agua caliente. Finalmente, se llenó el vino de miel (hidromiel) en las botellas limpias con ayuda de un embudo y seguidamente se taparon con los

corchos.

● Etiquetado

Esta operación consistió en poner las etiquetas y la cápsula en la boca de la botella para darle una mejor presentación y para su identificación.

● Almacenado

Se almacenaron a temperatura ambiente poniendo las botellas en forma horizontal, de manera que no se deje espacio de oxigenación.

Evaluación de la capacidad antioxidante y vitamina C

Al mejor tratamiento de hidromiel elaborado con jugo de camu camu, hidromiel elaborado con jugo aguaymanto y al tratamiento control (testigo), se les realizó un análisis con respecto a su capacidad antioxidante y vitamina C. Para determinar si existen diferencias significativas entre los tres hidromieles óptimos, se utilizará el ANVA correspondiente a un Diseño Completamente al Azar.

RESULTADOS

1. Caracterización físico-químico de la miel de abeja, pulpa de camu camu y pulpa de aguaymanto.

1.1. Caracterización de la miel de abeja.

En el cuadro 1, se presentan los resultados del análisis químico proximal de la miel de abeja proveniente de la Provincia de Leoncio Prado del departamento de Huánuco.

CUADRO 1. Composición físico química de 100g de miel de abeja:

Componentes	CANTIDAD
Humedad (%)	18.32 ± 0.26
Proteína (g)	0.71 ± 0.15
Grasa (g)	1.31 ± 0.21
Carbohidratos totales (g)	79.6 ± 0.42
Ceniza (g)	0.169 ± 0.01
Acidez libre (meg/100g)	0.33 ± 0.03
Acidez láctica (meg/kg)	0.14 ± 0.08
Acidez total (meg/kg)	47.5 ± 0.03
pH	3.85 ± 0.12
Sólidos solubles (grados Brix)	76 ± 0.05

Como se puede percibir en el cuadro 1, la miel está compuesta mayormente de azúcares

(79.6%). Son estos azúcares las que imparten a la miel las características fisicoquímicas principales como; viscosidad, higroscopicidad, granulación, valor energético, etc. El pH determinado alcanzó un promedio de 3.85, estos valores contribuyen hacia su estabilización contra micro-organismos. La determinación de acidez total arrojó como resultado 47.5 meq/100 g de muestra, la acidez en términos generales nos puede dar información sobre la historia de la miel.

1.2. Caracterización físico-química del aguaymanto y camu camu

En el cuadro 2, se presentan los resultados del análisis químico proximal de las pulpas de fruta del aguaymanto proveniente del distrito de Chínchao, en el departamento de Huánuco y camu camu proveniente de la ciudad de Pucallpa del departamento de Ucayali.

CUADRO 2. Composición físico-química de 100 g. pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y 100 g. camu camu (*Myrciaria dubia*).

Componentes	Aguaymanto	Camu camu
Humedad (%)	80.8 ± 0.22	92.62 ± 0.33
Proteína (g)	1.2 ± 0.05	0.51 ± 0.02
Grasa (g)	0.2 ± 0.21	0.81 ± 0.17
Carbohidratos totales (g)	14.9 ± 0.33	4.72 ± 0.21
Fibra (g)	1.78 ± 0.02	0.78 ± 0.04
Ceniza (g)	1.12 ± 0.01	0.56 ± 0.02
Acidez total (g ácido cítrico/100 ml fruto)	2.28 ± 0.03	2.47 ± 0.13
pH	4.08 ± 0.01	2.63 ± 0.53
Sólidos solubles (grados Brix)	12.50 ± 0.05	7.89 ± 0.01
Índice de madurez (sólidos solubles/ Acidez total)	5.48 ± 0.02	3.19 ± 0.01

Los resultados de la caracterización físico-química del aguaymanto y camu camu en relación a su índice de madurez 5.48 ± 0.02 y 3.19 ± 0.01 respectivamente, se encuentran dentro del rango intermedio según la norma del ICONTEC (1999). Los contenidos de proteínas y grasa para ambas pulpas de fruta son bajos, lo que se destaca en estas pulpas es el contenido de acidez titulable que alcanzaron valores 2.28 ± 0.03 para el aguaymanto y 2.47 ± 0.13 para el camu camu, siendo más ácido el camu camu, lo afirmado de la acidez se corrobora con el pH, donde el camu camu un pH de 2.63 ± 0.53 , es en promedio más ácido que el aguaymanto con $\text{pH} = 4.08 \pm 0.01$. En el cuadro 3, se muestra los valores de capacidad antioxidante y vitamina C de la miel de abeja, pulpa de aguaymanto y pulpa de camu camu.

CUADRO 3. Capacidad antioxidante y vitamina C de la miel de abeja, pulpa de aguaymanto y pulpa de camu camu

Componentes	Miel de abeja	Aguaymanto	Camu camu
Ácido ascórbico (mg/100g)	0.00400	28.55 ± 0.10	2880 ± 0.48
Capacidad antioxidante (µg/ml)	180.8 ± 0.42	3.62 ± 0.33	159.77 ± 0.43

Con respecto al ácido ascórbico el contenido encontrado en el camu camu (2880±0.48 mg/100 g. de fruto) supera incomparablemente a la miel de abeja y al aguaymanto; asimismo, se aprecia mayor capacidad antioxidante en el aguaymanto con respecto a la miel de abeja y camu camu, siendo también significativo la capacidad antioxidante en estos dos últimos.

Los resultados del coeficiente de inhibición al 50% del radical libre DPPH, presentó 180.8 ± 0.42 para la miel de abeja, 3.62 ± 0.33 para el aguaymanto y 159.77± 0.43 µg/ml para el camu camu, comprobando de esta manera que estas materias primas utilizadas en el estudio presentan capacidad antioxidante.

1.3. Estudio de las concentraciones de levadura en la elaboración del hidromiel

En el cuadro 4, se presentan los resultados de las tres concentraciones de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*): 0.1%, 0.15%, y 0.2% con respecto al mosto, utilizadas en la elaboración del hidromiel, partiendo de un mosto con 27 °Brix.

Se trató de que los grados brix al final de la fermentación estén en promedio a 12° por ello los días de fermentación variaron entre 13 y 18 dependiendo de la concentración de levadura. Después de la fermentación, se realizó el descube, luego 02 dos trasiegos a los 7 y 14 días después del descube, se clarificaron con la bentonita y adicionó el metabisulfito de potasio para frenar la fermentación, se filtró y finalmente se envasó en botellas de vidrio 760 ml. La medición del pH, acidez total, acidez volátil y °GL se realizó del hidromiel embotellado, según tratamiento.

CUADRO 4. Evaluación fisicoquímica del hidromiel elaborado con tres concentraciones de (*Saccharomyces cerevisiae*).

	Tratamientos		
	T1 0.10 % Levadura	T2 0.15 % Levadura	T3 0.20% Levadura
Días de fermentación	18	15	13
Grados brix*	11.80±0.173	12.10±0.200	11.73±0.153
pH	3.21±0.040	3.15±0.030	3.12±0.104
Acidez total (g/l) de Ácido Tartarico	4.35±0.070	4.45±0.087	4.73±0.153
Acidez volátil (g/l) de Ácido Acético	0.68±0.062	0.52±0.075	0.42±0.087
Grados alcohol °GL	11.03±0.451	11.20±0.300	12.03±0.874

En cada fila las medias con diferente letra son significativamente diferentes Prueba de Turkey (P<0.05)

En la mayoría de las propiedades determinadas no existen diferencias estadísticas, de igual forma los grados alcohólicos (°GL) del hidromiel alcanzó 11.03; 11.20 y 12.03 °GL valores están dentro del estándar correcto, según la norma INEN 360. Jean, R. – Gayon, E. (1980).

La evaluación sensorial muestra que en los atributos de transparencia y aceptabilidad no existe diferencias significativas entre las tres concentraciones; sin embargo, la concentración con 0.15% de levadura destaca en los atributos olor y sabor diferenciándose significativamente de los otros tratamientos; por lo tanto, esta concentración (0.15% de levadura) es elegida como la óptima en esta etapa del estudio.

CUADRO 5. Evaluación sensorial del hidromiel elaborado con tres concentraciones (*Saccharomyces cerevisiae*).

Tratamiento	Olor	Transparencia	Sabor	Aceptabilidad
T1: 0.10%	5.60	5.40	5.00	5.40
T2: 0.15%	5.87	5.40	5.73	5.60
T3: 0.20%	4.87	5.53	5.13	5.60

Medias seguidas de diferentes letras minúsculas en columnas son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Friedman (P<0.05)

DISCUSIONES

1. DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICO DE LA MIEL DE ABEJA, PULPA DE CAMU CAMU Y PULPA DE AGUAYMANTO

De los resultados del cuadro 15 se encuentra que los componentes determinados están dentro de los márgenes establecidos para la miel, la misma que es variante debido a que la composición de

una muestra de miel va a depender de dos factores principales: la composición del néctar o néctares y de factores externos como el tipo y química del suelo, clima, manejo apícola y manejo de la miel una vez cosechada por el apicultor (Prost y Medori. 2001). En casi todas las muestras de miel, la levulosa (fructosa) es la azúcar predominante. Aunque factible, es muy rara la muestra en la cual la dextrosa es la azúcar principal. Estas dos azúcares juntas contabilizan el 85-95% de los carbohidratos de la miel. La acidez de la miel está, en una escala de pH, entre 3.2 y 4.5 con un promedio de 3.9, valores muy cercanos a los determinados en el presente estudio.

Del cuadro 16, se extrae que la miel tuvo un IC50 = 180.8 ± 0.42 ($\mu\text{g/ml}$) que le confiere considerable actividad antioxidante ya que con esta cantidad de miel se puede inhibir el 50% del DPPH adicionado al inicio del análisis; estos valores están dentro de los valores promedios tal como lo reporta (Pérez et al 2007 y Zandamela 2008). En lo referente a la miel de abeja se ha reconocido principalmente como un alimento nutritivo de alto valor energético asimismo posee capacidad antioxidante que es la habilidad que tienen algunas mieles para reducir la cantidad de reacciones oxidativas en el cuerpo. Dentro de los compuestos que contribuyen a la actividad antioxidante se tienen flavonoides, ácidos fenólicos, enzimas, ácido ascórbico, etc. Sin embargo, la capacidad antioxidante varía de gran forma según el origen botánico de la miel (Fallas 2010).

Con respecto al camu camu, en el cuadro 16, se registró un valor ácido ascórbico de 2880 ± 0.48 mg/100g de pulpa de fruta, valor que supera significativamente a cítricos, como el limón y la naranja (50 a 60 veces más), debido a esta característica el camu camu presenta un gran interés para ser explotado en la agroindustria y farmacia. (Dreosti, 2000; Zapata; Dufour, 1993). Resultados similares han sido determinados con valores que varían entre 2780 mg. (Instituto Nacional de Nutrición del Perú, 1996), 2994 mg (Villachica et al., 1996), 2780 mg (Villachica, 1996), en comparación con su más cercano competidor, la acerola con 1300 mg (Villachica et al. 1998) y 1790 mg. (Instituto Nacional de Nutrición del Perú, 1996; Instituto Nacional de Nutrición de Buenos Aires, en Riva y Gonzales, 1996) en pulpa fresca, superando también a

frutos cítricos como el limón, naranja y otros. Se observa también en el cuadro 16, que la capacidad antioxidante alcanzó 159.77 ± 0.43 ($\mu\text{g/ml}$) valor bastante cercano a los reportados por Sotero (2009) quien con la misma metodología del DDPH^o encontró en la pulpa de camu camu un IC50 de $167.67 \mu\text{g/ml}$, otras investigaciones como las de Castañeda (2008) y Aparecido (2011) arrojan resultados similares de IC 50.

Con respecto a los resultados de la pulpa de aguaymanto presentados en los cuadros 15 y 16, los contenidos en promedio se encuentran dentro del rango reportado por Tapia (2000) y la Comunidad Andina (2004), e inferior al reportado por Bernal (1986); diferencias debidas quizás por los distintos ecotipos del fruto que existen en toda la región de los Andes. Al respecto, Davies y Albrigo (1994) señalan que los frutos, en especial los que poseen características cítricas, tienen un bajo contenido de proteína y de grasa, dentro de los cuales se puede considerar al aguaymanto. El contenido de ácido ascórbico encontrado en nuestro estudio (28.55 ± 0.10 mg / 100 g) se encuentra dentro del rango reportado por varios autores, siendo su valor menor al reportado por Tapia (2000) de 43 mg/100 g y mayor a los reportados por la Comunidad Andina (26 mg/100 g) y Bernal (20 mg/100 g). De acuerdo con Davies y Albrigo (1994), los niveles de ácido ascórbico en los frutos son variables tendiendo a disminuir estacionalmente. Estos valores pueden diferir por varios factores, entre ellos: suelo, clima, labores culturales, variedad, estado de madurez, etc. La capacidad antioxidante del aguaymanto determinado en nuestro estudio fue de 3.62 ± 0.33 ($\mu\text{g/ml}$) valor ligeramente superior al determinado por Francia y Rivera (2010) quienes para la misma variedad de aguaymanto encontraron $2.52 \mu\text{g/ml}$, asimismo Muñoz (2007) encontró 421.76 mg/ml de DPPH, estos resultados indican claramente la excelente capacidad antioxidante que tiene el aguaymanto, puesto que necesitamos menor cantidad de aguaymanto para inhibir el DPPH. Otros resultados de capacidad antioxidante para el aguaymanto reportan $249.23 \pm 8.01 \mu\text{g eq trolox/g}$ con el método ABTS (Encina et al 2007), al respecto cabe mencionar que al evaluar la capacidad antioxidante mediante el método del DPPH se evaluó utilizando como solvente al metanol, es decir se cuantificó la capacidad antioxidante de compuestos hidrófilos (ácido ascórbico y compuestos fenólicos),

mientras que otros métodos como el del ABTS se utiliza como solvente al metanol inicialmente y luego una mezcla de isopropanol/hexano, es decir, se cuantifica la capacidad antioxidante de compuestos hidrófilos (ácido ascórbico y compuestos fenólicos) y compuestos lipófilos (carotenoides), razón por la cual en el segundo caso se obtuvo una mayor capacidad antioxidante en términos numéricos.

2. DEL ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE LEVADURA EN LA ELABORACIÓN DEL HIDROMIEL

Los resultados del cuadro 17 y 18, indican que a mayor porcentaje de levadura menor es el tiempo de fermentación; sin embargo un excesivo porcentaje podría otorgar atributos sensoriales no propios del hidromiel, nuestros resultados señalaron que el mejor porcentaje de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) para la elaboración de hidromiel fue de 0.15%, en un estudio similar realizado por Bonilla (2009) quien evaluó diferentes porcentajes *saccharomyces cerevisiae* para la obtención del vino dulce de miel de abeja, encontró como óptimo al 0.1%, asimismo, Barrios (2009) en su investigación encontró con porcentaje ideal 0.16% de levadura para la elaboración de hidromieles, lo que nos permite tener la confianza que nuestros resultados son bastante fiables. En términos generales la evaluación fisicoquímica no presenta diferenciación estadística con los tres porcentajes estudiados y en cuanto a la evaluación sensorial con porcentajes de levadura entre 0.1 y 0.2 % se obtienen promedios oscilantes al valor de 5, que en la escala hedónica utilizada equivale a bueno, por lo que, dependiendo de las necesidades de producción en cuanto a tiempo, se podría utilizar concentraciones en todo este rango. En el caso de elaboración de bebidas fermentadas, la calidad organoléptica de la miel, es un factor determinante en la calidad final del producto elaborado, como lo mencionan los estudios de Barrios (2010).

Por otro lado de acuerdo a las características fisicoquímicas mostradas en los cuadros 20 y 22, se puede afirmar que la calidad del hidromiel obtenido se encuentra dentro de los parámetros establecidos por las especificaciones de las normas técnicas peruanas 212.014 (2002), por su 12 °GL se clasifica dentro de los vinos comunes y por el contenido de azúcares (12 °Brix) como un vino semi seco, asimismo la acidez volátil, acidez

total y el pH se encuentra dentro de los requisitos establecidos de acuerdo a la norma García y Xirau (2005).

3. ESTUDIO DE LA DILUCIÓN DE LA MIEL DE ABEJA CON JUGO DE CAMU CAMU Y JUGO DE AGUAYMANTO EN LA ELABORACIÓN DE HIDROMIEL

Tanto en el estudio de la dilución de la miel de abeja con jugo de camu camu como en la dilución de la miel de abeja con jugo de aguaymanto para la elaboración de hidromiel, se encontró que el pH tendió a disminuir 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 ácido málico, tartárico y/o láctico. Flanzky (2003), también señala que la capacidad de las levaduras de adecuar el pH del mosto está entre 3.20 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 que pudo estar relacionado con el aumento de alcohol en el medio, los ácidos orgánicos y los metabolitos, afectando el pH (Shea 2011).

En general, hubo una disminución significativa de los °Brix 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).

El proceso fermentativo se controló determinando: el consumo de azúcar, expresado en la reducción de los grados Brix iniciales hasta 12 °Brix aproximadamente. El valor óptimo de los grados Brix iniciales (dilución) resultó 25 °Brix, al respecto Bernardo y Blandón (2012) en su estudio "Efecto del tipo de levadura y el uso de mango en las características físicas, químicas y sensoriales de

hidromiel" determinaron rangos entre 22° a 26 °Brix, concentraciones menores resultaron en un producto demasiado ácido y concentraciones mayores en un producto demasiado dulce.

La hidromiel obtenida con las diluciones de la miel con los jugos de camu camu y aguaymanto en las condiciones señaladas presentó una graduación alcohólica entre 11.02 y 12.3° con una acidez total entre 3.36 y 4.15 g/L de ácido tartárico y una acidez volátil entre 0.42 y 0.78 g/L de ácido acético, valores en el rango normal para vinos.

La evaluación sensorial determinó que en los atributos de transparencia y aceptabilidad no existen diferencias significativas entre las tres diluciones de la miel de abeja con jugo de camu camu y jugo de aguaymanto. En cuanto al atributo sabor la dilución con 25 °Brix ocupa el primer lugar obteniendo un valor en promedio a 6.03 que, en la escala hedónica utilizada, equivale a muy bueno, no obstante, las otras diluciones también alcanzaron valores entre 4 y 6 para los atributos evaluados, lo que indican que aunque no sean diluciones óptimas de la miel de abeja, se logra hidromieles con buenos atributos sensoriales.

4. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y VITAMINA C

De los resultados obtenidos sobre la capacidad antioxidante se encuentra que los hidromieles obtenidos, según tratamientos óptimos, presentan evidente capacidad antioxidante: 690.8; 559; y 159.77 ($\mu\text{g/ml}$) para el hidromiel sin jugo de frutas y con jugos de camu camu y aguaymanto respectivamente; siendo mucho mayor con jugo de aguaymanto. Esto probablemente obedece a que inicialmente el aguaymanto como pulpa de fruta posee mayor capacidad antioxidante en comparación al camu camu y miel de abeja. Nuestro estudio se limitó a la evaluación de la capacidad antioxidante en el hidromiel obtenido; sin embargo, en cada etapa existe una variación de la capacidad antioxidante que debe complementarse con estudios posteriores. Según Lopera (2010) durante la fermentación del mosto los valores del índice de coeficiente de inhibición (IC50), van disminuyendo, lo cual demuestra que la capacidad antioxidante aumenta, y esto debido a la extracción de compuestos fenólicos durante el proceso fermentativo. Además, en la etapa de la fermentación según Villaño et al. (2005) se

produce un enriquecimiento de antioxidantes, lo que explica el aumento considerable de la actividad antioxidante del vino al finalizar el período de fermentación, en comparación con el vino sin fermentar. El proceso de pasteurización en nuestro estudio se llevó a cabo a 45 °C por 15 minutos, con la finalidad de poder conservar la mayor cantidad de vitamina C y la capacidad antioxidante, ya que este proceso genera una pérdida de la capacidad antioxidante expresados en índice de coeficiente de inhibición (IC50) y vitaminas, de acuerdo a Acevedo et al. (2004) menciona que la pasteurización es un proceso necesario para prolongar la vida útil de los productos líquidos, si bien elimina la posibilidad de daño microbiológico, reduce la capacidad antioxidante hidrosoluble y afecta la calidad del producto. También, el hidromiel después de ser clarificado presenta una disminución en su actividad antioxidante, antocianinas y fenoles totales, esto debido a que los clarificantes precipitan además de impurezas otros compuestos con actividad antioxidante, como lo señala Lopera (2010). Asimismo, Tupana (2012) señala que, en la clarificación de los vinos, existe una disminución notable del contenido de antioxidantes, debido a la pérdida de compuestos fenólicos presentes en los sólidos insolubles que no atraviesan las membranas o placas del filtro y quedan retenidos, pero también es una causa de la pérdida de otros compuestos que otorgan capacidad antioxidante como la vitamina C, que disminuyó en gran medida en nuestro estudio. Para otras etapas del procesamiento de vinos Leyva (2009) señala que durante el almacenamiento, se da un proceso de polimerización de los compuestos fenólicos y tienen un marcado efecto sobre la actividad antioxidante, este comportamiento observado coincide con lo citado por Mejía et al. (2006) quien señala que el tiempo de almacenamiento influye de manera negativa en la concentración del ácido ascórbico, carotenoides y compuestos fenólicos libres, lo cual puede atribuirse el descenso de la capacidad antioxidante y a la pérdida de la vitamina C.

AGRADECIMIENTOS

A la UNHEVAL por permitirnos y apoyarnos en hacer investigación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC.1997. "Official Methods of Analysis of the

- Association of Oficial Analytical Chemists, AOAC".
- Ahmad, I. 2001. Some methodological problems in the determination of antioxidants activity using chromogen radicals: A practical case. *Viewpoint. Food Science and Technology*. Vol 11. Pp 419–421.
- Alza, V. 2009 Optimización de los parámetros de fermentación de miel monofloral con *S. cerevisiae* para la obtención de hidromiel departamento de ciencia de los alimentos y tecnología química Universidad Chile
- Arrate, L. 2007. Antioxidantes en alimentación: Diferentes formas de expresar su actividad antioxidante. Tipos de unidades y métodos de Análisis. Barcelona 20 de junio, Consultado 15 ene. 2009 (en línea), Disponible en página Web : <http://www.gencat.net/salut/acsa/DU12/html/ca/dir131/dd16054/antioxidantes.pdf>.
- Amerine, M., Berg, H., Cruess, W. (1967). *The technology of wine making*, AVI Publishing company
- 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 fotoacústicas. UPIBI-IPN. Av. Acueducto S/N, col. Barrio la Laguna, C. P. 07340, Mexico, D. F. Mexico.
- Bartra, E., Casado, M., Carro, D., Campama, C. (2010). "Differential expression of thiamine biosynthetic genes in yeast strains with high and low production of hydrogen sulfide during wine fermentation." *Journal of applied microbiology* 109(1): 272-281
- Carlos Barrios S. Judith Principal¹, José Sánchez² y Juan Carlos Guédez³ Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal *Zootecnia Trop.*, 28(3): 313-319. 2010
- Bely, J. S., M., Barre, P. (1990). "Automatic detection of assimilable nitrogen deficiencies during alcoholic fermentation in enological conditions." *Journal of Fermentation and Bioengineering* 70: 246-252.
- Bernardo, A. Y Blandón, C. 2012 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. Tesis Lic. Ing. AGI. Valle del Yeguaré, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.