

I- INTRODUCCIÓN

La necesidad de indagar para obtener productos nuevos, de calidad, bajo costo, facilidad en su obtención y aprovechamiento para el consumo humano fue la idea esencial que motivó el presente trabajo. La miel de la caña, también conocida como melaza, es uno de los subproductos de la industria azucarera al cual no se le ha dado un uso más pragmático como alimento de las personas.

Dentro de la Región Amazónica, existen provincias que se destacan por tener grandes cultivos de caña de azúcar, una de ellas es la provincia de Pastaza; en su capital Puyo, existen cultivos de la misma que no son aprovechados en la región, y son trasladados a diversas provincias, especialmente la provincia de Tungurahua. En Puyo existen plantaciones de caña de azúcar en las cuales sus propietarios poseen los trapiches para obtener de ella su jugo, materia prima inicial de la cual se obtiene propiamente el azúcar y otros subproductos, de aquí que la caña de azúcar y sus derivados se constituyen en uno de los rubros más importantes de la economía del campesino de Pastaza, ya que además del avance que ha generado su cultivo, es significativo la producción artesanal y semi artesanal de melaza y meladura.

La miel de caña o melaza es un producto líquido espeso derivado de la caña de azúcar, obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares (Salazar, 2012). Por su parte, (Gómez de los Ríos, 2010) plantea que la meladura es un subproducto resultante de la evaporación del jugo, es la eliminación de un 70%-80% de agua presente en el jugo claro, resultando un líquido más denso de 50-60 °Brix, llamado meladura o jarabe, la cual es usada posteriormente en la cristalización, dándose la formación de masas, que a continuación se lleva a las centrifugas, para la separación del grano. Como se aprecia existe una diferencia entre la melaza y la meladura teniendo en cuenta su manera de obtención, sin embargo, desde el punto de vista de sus propiedades físico químicas y nutricionales pudieran existir similitudes, este estudio contribuirá a la ampliación de estos conocimientos los cuales son más limitados para la meladura.

Según (Pérez, 2008) la miel de caña posee importantes propiedades nutricionales entre las que se pueden mencionar: alto aporte de energía, rica en hierro, cobre, calcio, magnesio y potasio, vitaminas del complejo B, especialmente la B6, por tal motivo la recomiendan como ideal para deportistas, para personas con anemia, interesante para personas que quieran bajar de peso, endulzante recomendado para personas con diabetes, beneficiosa para la salud del cabello y de la piel, para prevenir el raquitismo y

la osteoporosis por la combinación adecuada que posee de calcio y magnesio y como laxante natural para personas que padezcan de estreñimiento.

Las ideas anteriores señalan una necesidad: el conocimiento de algunas propiedades físico química de la meladura de caña de azúcar que comparadas con resultados de referencia aceptados de buena calidad permitan su utilización con el fin propuesto. Por otra parte, el conocimiento del comportamiento físico y químico de la meladura, contribuye al mejor aprovechamiento para la superación de limitaciones que impiden la calidad total de este producto, el desarrollo de otros nuevos y hasta cierto punto como controlador de calidad.

Aprovechando la oportunidad que significa el contar en la región con distintas variedades de caña de azúcar derivó el siguiente **problema**: la necesidad de determinar los indicadores físico-químicos de la meladura de caña de azúcar de tres variedades cultivadas en la Región Amazónica de la provincia de Pastaza.

1.1. Hipótesis

Las meladuras de caña de azúcar de tres variedades cultivadas en la Región Amazónica de la provincia de Pastaza poseen los indicadores físicos químicos estudiados dentro de los rangos de calidad establecidos como normales, lo cual posibilitaría su consumo por los seres humanos.

1.2. Objetivo General.

Evaluar indicadores físico-químicos de la meladura de caña de azúcar obtenida a partir de las variedades POJ 93, POJ 28-78 y Pauteña, cultivadas en la Región Amazónica de la provincia Pastaza con la finalidad de establecer las diferencias entre ellas.

1.3. Objetivos Específicos.

- Determinar los indicadores: % sólidos insolubles en agua, acidez libre, cenizas, humedad, pH, °Brix sólidos solubles.
- Valorar la densidad y el índice de refracción.
- Establecer la calidad de estas meladuras al compararlas con referencias que se utilizan como indicadores aceptados.

II- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. CAÑA DE AZÚCAR

Nombre científico: *Saccharum officinarum*

Según (Salazar, 2012) la caña de azúcar es una planta proveniente del sureste asiático. La expansión musulmana supuso la introducción de la planta en territorios donde hasta entonces no se cultivaba. Así llegó al continente europeo, más en concreto a la zona costera entre las ciudades de Málaga y Motril, siendo esta franja la única zona de Europa donde arraigó. Posteriormente, los españoles llevaron la planta, primero a las islas Canarias, y luego a América. Así, este cultivo se desarrolló en países como Brasil, México, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, que se encuentran entre los mayores productores de azúcar del mundo.

El tallo de la caña de azúcar está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa. En ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas.

Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc. La caña es un cultivo de zonas tropicales o subtropicales del mundo.

El tiempo de la primera cosecha es a los 15 meses, luego varía entre 10 a 12 meses. Se entresacan los tallos y se clasifican en delgados para elaboración de panela y gruesos para fruta.

La caña se puede cosechar a mano o a máquina. La cosecha manual es realizada por personal calificado con machete. La cosecha mecanizada se hace con cosechadoras que cortan las plantas y separan los tallos de las hojas con ventiladores.

Una vez cortada la caña debe transportarse rápidamente al lugar de procesamiento o comercialización para evitar su deterioro por levaduras y microbios.

Este cultivo se desarrolla en climas que pueden ser desde templado a tropical húmedos. La temperatura varía entre 21 a 32 grados centígrados.

El promedio de lluvia va de 1200 a 1500 mm anuales. Es indispensable proporcionar una adecuada cantidad de agua a la caña durante su desarrollo vegetativo, para que permita la absorción, transporte y asimilación de los nutrientes.

Necesita de suelos fértiles francos, profundos con buen drenaje. Se reportan buenos resultados de rendimiento y de azúcar en suelos de textura franco limoso y franco arenoso.

La caña de azúcar se cultiva con éxito en la mayoría de suelos, estos deben contener materia orgánica y presentar buen drenaje tanto externo como interno, y que su pH oscile entre 5.5 a 7.8 para su óptimo desarrollo.

La altura de la caña es en promedio de dos metros de altura y el diámetro es de cinco a seis centímetros.

La comercialización de caña para fruta se realiza en la provincia en pequeños puntos de venta y se vende a otras provincias para la elaboración de melcochas, dulces, jugo y diferentes bebidas alcohólicas.

El campo y la cosecha de la caña (Díaz y Portocarrero, 2002)

Adecuación y preparación del terreno: Estas labores se realizan antes de la siembra y tienen como objetivo brindar la infraestructura adecuada del terreno para el establecimiento del cultivo. Incluye las labores de: destrucción de cepas, nivelación, construcción de la infraestructura vial, construcción de canales de riego y drenaje, puentes y alcantarillas, obras de protección como diques y jarillones, obras civiles, estaciones de bombeo y drenaje, preparación y surcada del terreno.

Siembra: Contempla la selección de la variedad de caña a establecer de acuerdo a la zona agro ecológica, evaluación de los semilleros, fertilización, transporte, descargue, acomodada y tapada de la semilla y riegos de germinación.

Cultivo: Hace referencia a las labores culturales, mecánicas y de fertilización realizadas posteriormente al establecimiento de la plantación, suministrándolas adecuada y oportunamente para su desarrollo fisiológico y obtención de alta productividad. Incluye las labores de descompactación mecánica del terreno, fertilización incorporada, aporque, mantenimiento de drenajes, mantenimiento de vías, control fitosanitario, control de malezas, riegos de sostenimiento, aplicación aérea de bioestimulantes y madurantes, y análisis de pre-cosecha y maduración de la caña.

Cosecha: Cuando la caña ha cumplido su proceso de desarrollo fisiológico y maduración, aproximadamente entre los 12 y 14 meses de edad, el departamento de cosecha procede a realizar la selección de los predios a cosechar determinando el tipo de corte a realizar y su sistema de transporte para su procesamiento en fábrica.

El próximo paso en el proceso para la obtención de la meladura es la extracción del jugo o guarapo que será posteriormente sometido a evaporación, según (Trujillo y Pazmiño, 2008) se produce inmediatamente después de cosechada y limpiada la caña, lo cual se hace en el trapiche, máquina constituida por un sistema de masas que movidas por un motor eléctrico, diesel o fuerza animal logra dejar como residuo el

bagazo el cual sirve como alimento del ganado, o se coloca en la bagacera para que se seque y luego sea utilizado como combustible para distintos procesos.

Nombres comunes: Caña de azúcar, Cañaduz, Cañamiel, Guarapera, Caña criolla, Caña dulce, Caña melar, Caña sacarina, Caña de fruta.

2.2. SUB PRODUCTO.

Miel de caña y meladura.

(Salazar, 2012) plantea que la miel de caña es un producto líquido espeso derivado de la caña de azúcar, obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares. Su aspecto es similar al de la miel de abeja aunque de color parduzco muy oscuro, prácticamente negro. El sabor es dulce, ligeramente similar al del regaliz, con un pequeño regusto amargo. Nutricionalmente presenta un altísimo contenido en hidratos de carbono además de vitaminas del grupo B y abundantes minerales, entre los que destacan el hierro, cobre y magnesio. Su contenido de agua es bajo y reúne otras características enumeradas a continuación:

- Tiene cantidades importantes de vitaminas y minerales.
- Es un alimento muy rico en las vitaminas del grupo B (a excepción de B1).
- Al contener hierro, cobre y magnesio ha sido siempre muy recomendada para las personas anémicas, asténicas, tras el parto o cualquier convalecencia.
- Tiene 10 veces más minerales que el azúcar moreno y 100 veces más que el azúcar blanco. Nutritivamente es comparable a la miel de abejas.
- La presentación más común es líquida espesa, siroposa, de color amarillento claro o pardo rojizo. Traslucido cuando fresco a menudo se torna opaco y granular debido a la cristalización de la dextrosa.
- El producto final tiene una textura parecida a la miel de abeja y de sabor muy agradable. La miel o melaza de caña cuanto más oscura sea, más sabor y nutrientes tendrá.

La miel de caña o melaza se obtiene al cocinar el jugo hasta evaporar el agua logrando su concentración, para obtener el jugo se hacen pasar las cañas por los rodillos extractores.

Durante el proceso se eliminan las impurezas (cachaza) que contiene el jugo. Así queda una melaza clara, transparente y homogénea.

La melaza se utiliza como endulzante de té, infusiones o jugos. Hay que tener en cuenta que, al igual que la miel de abeja, su sabor es intenso y hay que poner poquita

para que no predomine más su sabor sobre el del jugo o infusión.

Mejora el desarrollo y crecimiento de los niños. Ayuda a combatir la anemia.

Constituye un excelente complemento energético para deportistas y personas que practiquen ejercicio físico.

Es completamente natural y de fabricación ancestral y artesanal.

Altera el sabor del alimento en menor medida que la miel de abeja.

Posee menos calorías que el azúcar blanco (312) frente a las 400 del azúcar.

Posee todas las vitaminas y minerales de la caña de azúcar (a diferencia del azúcar blanco o moreno). Su consumo es benéfico en la “reducción del colesterol”.

Tabla 1. Composición de la caña de azúcar y de los sólidos del guarapo

CANA TRITURADA	CANA (%)
Agua	73 -76
Sólidos	24 – 27
Sólidos solubles	10 - 16
Fibra (seca)	11 - 16
COMPONENTES DEL GUARAPO	SOLIDOS SOLUBLES (%)
Azúcares	75 – 92
Sacarosa	70- 88
Glucosa	2 – 4
Fructosa	2 – 4
Sales	3.0 -4.5
Acidos inorgánicos	1.5 – 4.5
Acidos orgánicos	1.0 – 3.0
Acidos orgánicos	1.5 - 5.5
Acidos carboxílicos	1.1 – 3.0
Aminoácidos	0.5 - 2.5
Otros no azúcares orgánicos	
Proteínas	0.5 – 0.6
Almidón	0.001 - 0.050
Gomas	0.30 – 0.60
Ceras, grasa, fosfátidos	0.05 – 0.15
Otros	3.0 – 5.0

FUENTE: (James y Chen, 1991)

2.3. INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS A ANALIZAR.

- % sólidos insolubles en agua.

La cuantificación de los sólidos insolubles en agua permite detectar las impurezas de la melaza superiores al máximo permitido. Esta determinación se basa en el aumento de peso de un crisol poroso después de filtrar por él una cantidad conocida de melaza disuelta en agua ligeramente alcalinizada (NTE INEN 1635, 1989).

- Acidez libre.

La acidez es un importante criterio de calidad. La fermentación de la melaza causa un incremento de acidez. En un matraz erlenmeyer se toman 10 g de muestra y se disuelven en 75 ml de agua destilada. Se añaden 4 gotas de fenolftaleína. Se titula con NaOH 0,1N hasta conseguir un color rosado persistente en al menos 10 segundos. Finalmente se lee el volumen de NaOH consumido (NTE INEM 1634, 1989)

- % Ceniza

El contenido de cenizas es un criterio de calidad para evaluar el contenido de los minerales globalmente en relación con el peso total de la muestra expresado en %. Se pesan 5 g de miel y en crisol se somete a calcinación total hasta peso constante. (NTE INEM 1636,1989).

- % Humedad

El contenido de humedad es el único criterio de composición de la miel, que debe ser cumplido como parte de los estándares de la miel para su comercialización. Mieles con mayores contenidos de humedad podrían fermentar. Nos indica la cantidad de agua presente en la meladura en relación con el peso total expresado en %. (NTE INEM 1632, 1989)

- pH.

Indicador que nos sirve para evaluar la calidad ácido básico de la meladura. Se utilizará un pH-metro. Se homogeniza la muestra mediante agitación, el pH-metro se calibra previamente con la solución buffer, en aproximadamente 50ml de muestra contenida en un vaso de precipitación se determina el pH, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, y finalmente se lee directamente el pH de la muestra.

- °Brix azúcares totales.

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de

las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C. Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en °Brix, según la temperatura en que se realice la lectura. La escala Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o bebidas suaves, y en la industria del azúcar. Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución. Los grados Brix se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro (Equipos y Laboratorios de Colombia, 2015).

- **Índice de refracción.**

Permite determinar de manera rápida y precisa la humedad de la miel. Se obtiene con la utilización del refractómetro. El método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de la separación de dos medios, en los cuales es distinta la velocidad de propagación.

- **Densidad**

La densidad o masa específica de una sustancia se define como la masa de su unidad de volumen. Es una propiedad utilizada extensamente, en especial para determinar la concentración de compuestos que se encuentran en solución, los sólidos presentes en un producto y para identificar diversos materiales. (NTE INEN 1632, 1989)

III- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El trabajo experimental de campo se ejecutó en la finca del señor Segundo Valle Parroquia Teniente Hugo Ortiz, Comunidad Allishungo, Cantón Pastaza “Finca del Valle” (Figura 1), posee 43 hectáreas y se encuentra distribuida de la siguiente manera 17 hectáreas de bosque primario, 5 hectáreas de bosque secundario, 15 hectáreas de cultivo de pasto, 1 hectárea de papa china, 3 hectáreas de caña de azúcar (variedades POJ 93, POJ 28-78 y Pauteña) y 2 hectáreas están destinadas para la producción de otros cultivos tales como naranjilla, café, yuca y plátano. Se realizó el seguimiento del desarrollo y crecimiento de las plantas de caña desde la fecha de un corte hasta los 12 meses, momento en que se procedió a la recolección de las cañas que se utilizaron para la extracción del jugo con vista a la elaboración de la melaza.

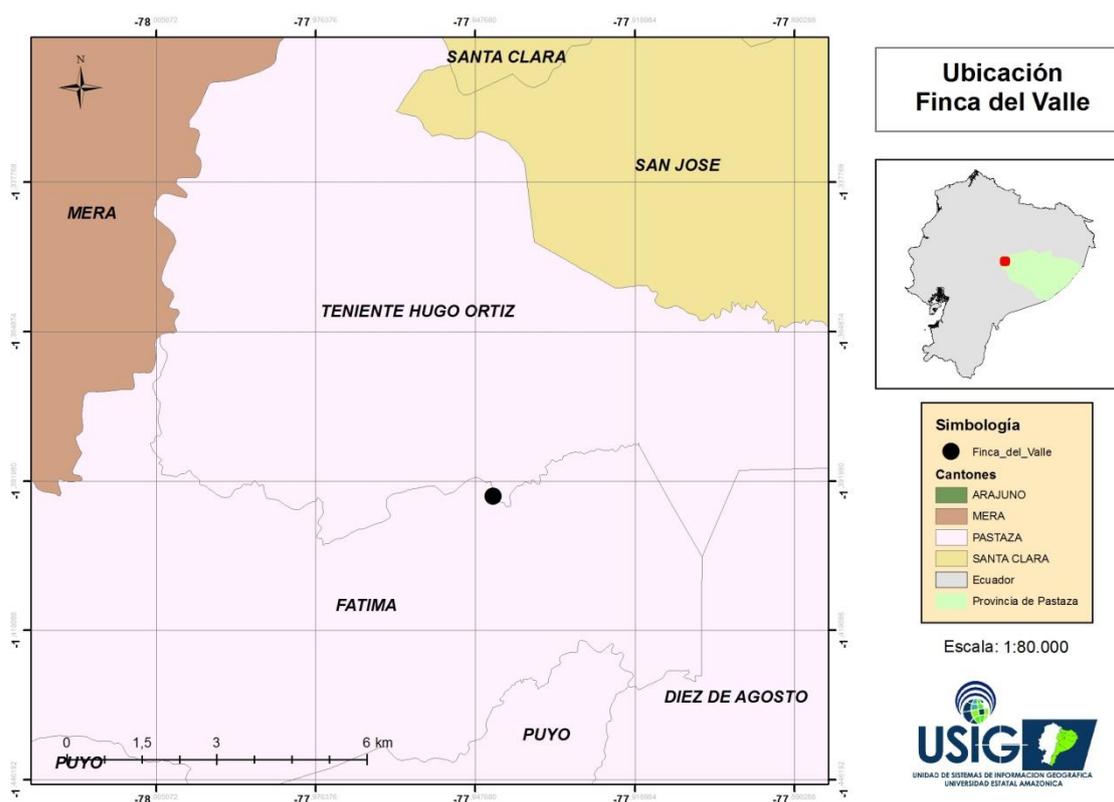


Figura 1. Ubicación Finca del Valle.

3.2. Condiciones Meteorológicas.

La “Finca del Valle” pertenece a la Región Amazónica Ecuatoriana, a una altitud de 1040 msnm. La temperatura promedio es de 20,9°C, con clima Tropical húmedo y precipitación anual media de 4084.40 mm, posee una pendiente promedio de 50%, con suelos de tipo Inceptisoles y capa vegetal con profundidad de 15 cm y buen drenaje superficial.

3.3. Tipo de investigación.

La modalidad de la investigación empleada es analítica, bibliográfica y experimental (Bermeo, 2011) a la cual se aplica un diseño experimental con variables dependientes e independientes con la finalidad de obtener las relaciones existentes entre éstas y de tal manera poder sacar conclusiones relativas al efecto de la variedad de caña en los indicadores físico químico de las melazas obtenidas de ellas. En este caso teniendo en cuenta la información obtenida se identificó el problema y de ahí se formuló la hipótesis a demostrar, la cual consistía en obtener la meladura de los tres tipos de caña de azúcar cultivadas en la Amazonía, evaluar en ellas las propiedades físico químicas y compararlas entre sí y con los valores de referencia ofertados tanto de mieles de caña como de la miel de abeja que constituye a nivel internacional el mejor de los referentes para el consumo humano.

3.4. Métodos de investigación.

El método de investigación de acuerdo a la hipótesis planteada y por los objetivos que se persiguen fue el explicativo cuasi-experimental, ya que su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas. Este método consiste en organizar deliberadamente condiciones, de acuerdo con un plan previo, con el fin de investigar las posibles relaciones causa-efecto exponiendo a uno o más grupos empíricos a la acción de una variable experimental y contrastando sus resultados con un mismo u otro grupo de comparación. Su característica principal es que permite controlar rigurosamente las condiciones en que se desarrolla y manipula la(s) variable(s) independiente(s) para observar o medir las modificaciones que se producen en la variable dependiente, controlando además las variables intervinientes. La recolección de datos nos permite determinar el grado de influencia que tienen las variables independientes sobre las variables dependientes y cuáles son las que afectan a los resultados, entonces, desde este punto de vista la investigación es del tipo exploratorio (Bravo, 2015).

3.5. Factores de estudio.

Variable dependiente:

Indicadores físico químicos: % sólidos insolubles en agua, acidez libre, cenizas, humedad, pH, °Brix sólidos solubles, densidad e índice de refracción.

Variable independiente:

Variedades de cañas (POJ 93, POJ 28-78 y Pauteña).

Diseño de la investigación.

Se utilizó un modelo lineal completamente aleatorizado con tres repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variables a analizar.

μ = media general

T_i = efecto de los tratamientos

e_{ij} = errores aleatorios normalmente distribuidos

Las variables serán: (% sólidos insolubles en agua, acidez libre, % ceniza, % humedad, pH, °Brix azúcares totales, densidad e índice de refracción. En los casos necesarios de existir diferencias significativas entre los tratamientos se aplicará la dócima de comparación múltiple de Tukey.

3.6. Tratamiento de los datos.

La investigación fue diseñada según un Diseño Completamente Aleatorizado con tres repeticiones para comparar tres tipos de mieles. En los casos en que se alcanzaron diferencias significativas en el ANOVA, las medias fueron analizadas usando la prueba de rangos múltiples de Tukey. Los procedimientos estadísticos se realizaron en el software InfoStat (2009) en el Observatorio Estadístico de la Universidad Estatal Amazónica bajo la conducción de la Dra C. Verena Torres Cárdenas.

3.7. Recursos humanos y materiales.

Para la investigación se utilizaron las cañas de la Finca del Señor Valle, se participó en las labores culturales durante el período de desarrollo de las mismas y una vez alcanzada la madurez se procedió al corte. Además en el proceso participaron los profesores DrC Javier Domínguez Brito y el MSc Juan Elías González Rivera. Tuvimos también la colaboración del Técnico Docente responsable de la planta de procesos agroindustriales MSc José Antonio Escobar y de la Ing. Derwin Viáfara responsable del laboratorio de Bromatología. El trabajo es propio de la autora, alumna del X semestre, Elena Margarita Hernández Posso.

3.8. Materiales y Equipos.

- Materiales biológicos.

Cañas de las variedades POJ 93, POJ 28-78 y Pauteña.

- Materiales físicos

Libreta registros individuales

Moto guadaña

Azadón

Bomba de fumigar

Machetes

Sogas

Esfero

- Equipos

Balanza digital (5 kg)

Balanza mecánica de resorte (capacidad 10 kg)

Trapiche

Cámara fotográfica digital

Computadora

Pen drive

Impresoras

Calculadora

Termómetro

Olla

Fogón de gas

- Instalaciones

Laboratorio de procesos agroindustriales de la UEA.

Laboratorio de Bromatología de la UEA.

- Mediciones experimentales.

Indicadores valorados y metodología utilizada:

-% sólidos insolubles en agua (NTE INEN 1635, 1989)

-acidez libre (NTE INEN 1634, 1989)

-humedad (NTE INEN 1632, 1989)

-cenizas (NTE INEN 1636, 1989)

-pH (Medición directa en pH metro-conductímetro Marca OHAUS modelo Pioner PA 3102).

-°Brix sólidos solubles (Calculada por Refractometria con el Refractómetro Digital Kruss Optonic Gmbh, modelo DR 301-95).

-densidad (NTE INEN 1632, 1989)

-índice de refracción. (Refractómetro Digital Kruss Optonic Gmbh, modelo DR 301-95).

3.9. Descripción del proceso de obtención de jugo y la meladura.

Recepción

Las cañas de las tres variedades se cortaron en trozos de aproximadamente 50 cm de largo, fueron transportadas en sacos de plásticos desde la finca del Señor Valle hasta la instalación de la autora, situada en Atahualpa y Sangay, en este lugar se sometieron al proceso de lavado y descortezado, posteriormente se llevaron las cañas al trapiche de Beatriz Caiza perteneciente a la Asociación de Productores y Vendedores de Caña y sus Derivados del Puyo, El Dorado, en este lugar se extrajo el guarapo que se trasladó inmediatamente a la Universidad Estatal Amazónica para culminar el trabajo de la obtención de la meladura en la planta procesadora de Agroindustria.

Selección.

Los trozos de caña fueron seleccionados de acuerdo a su variedad, esta operación se fundamentó básicamente por el color de la corteza y por el diámetro o grosor de los fragmentos de caña; la variedad: POJ 93 es de color amarillo, canutos cortos y de diámetro pequeño, mientras que la POJ 28-78 es de color verde con tonalidades de amarillo, canutos más largos y de diámetro mayor, mientras que la Pauteña es más verde y de canutos largos, como se puede observar en la (Figura 2).

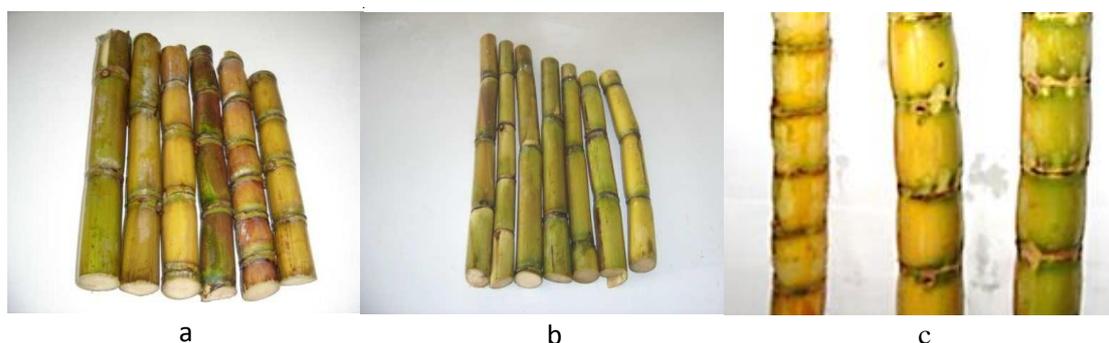


Figura 2. Variedades de cañas. a) POJ 28-78 b) PAUTEÑA c) POJ 93

Lavado

Los fragmentos de caña fueron lavados con abundante agua, hasta eliminar todas las impurezas que estaban adheridas a la corteza.

Pulido

En esta etapa del proceso, la corteza de los trozos de caña fue pulida manualmente con cuchillo (Figura 3).



Figura 3. La autora puliendo manualmente las cañas (a). Cañas pulidas (b).

Troceado

Para facilitar el proceso de extracción del jugo, la caña pulida fue cortada longitudinalmente con un cuchillo (Figura 4).



Figura 4. Cañas cortadas longitudinalmente.

Extracción

Utilizando un extractor eléctrico (Trapiche) de doble rodillo, se extrajo el jugo de la caña descortezada por doble pasada (Figura 5).



Figura 5. Extractor eléctrico (Trapiche).

Filtrado.

Esta operación se realizó en dos cernidores; uno de orificios grandes para atrapar las macro partículas producidas durante el proceso de extracción del jugo; y luego en uno de orificios pequeños utilizando además un pedazo de tela de lienzo, con el propósito de evitar el paso de partículas muy finas (Figura 6).



Figura 6. Filtración por los cernidores.

Concentración

El jugo de caña previamente filtrado fue sometido a ebullición en una cazuela evaporadora con control de la temperatura a 90°C por medio de un termómetro. Se retiró la cachaza formada en la superficie. En un tiempo estimado de 1 hora de ebullición se obtuvo la meladura deseada (Figura 7).



Figura 7. La autora concentrando el jugo para obtener la meladura.

Enfriado, Envasado y Almacenado

La meladura elaborada, se enfrió a temperatura ambiente y se envasó en frascos de plástico y se colocaron a temperaturas de refrigeración hasta que fueron sometidas a las técnicas propias de laboratorios para las determinaciones de las propiedades físico-químicas (Figura 8).



Figura 8. Meladura de las distintas variedades de cañas estudiadas.

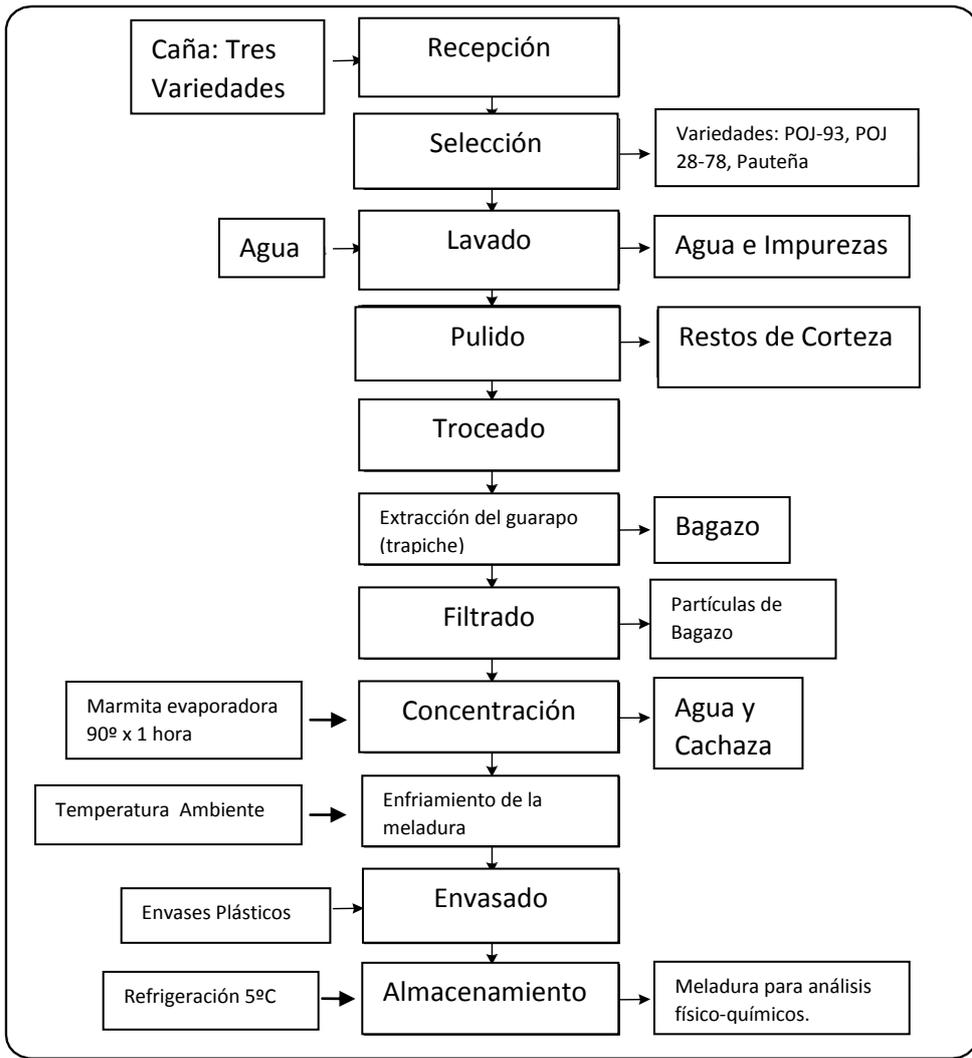


Figura 9. Diagrama de flujo para la obtención del jugo de caña y la meladura. (Elaborado por la autora).

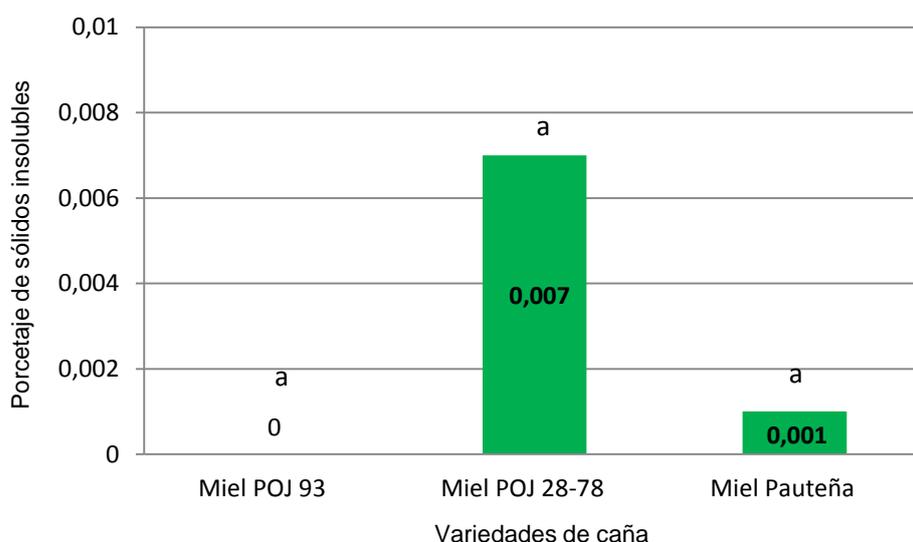
IV- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. % de sólidos insolubles.

En la gráfica 1 se presentan los valores obtenidos para este indicador, los mismos oscilaron desde 0,000 % para la meladura de la POJ-93 y 0,007 % para la POJ 28-78. No se encontró diferencia significativa entre las tres variedades.

El contenido de sólidos insolubles encontrados en las meladuras estudiadas se encuentra dentro de los rangos permitidos por las normas internacionales y de algunos países como lo son el (Alimentarius, 1999; Código Alimentario Argentino; Norma Mexicana NMX-F-036-1997; NTE INEN 1572, 1988) Todas estas son para la miel de abeja la cual se toma como referencia a la hora de evaluar las mieles obtenidas de otras frutas y productos.

Los porcentos encontrados son bajos, ya que se admiten valores de hasta 0,3 % (NMX-F-036-1997) y de 0.5 % para mieles prensadas (Fonseca Fabiola; González E.; Palmar, 2012) Esto significa que las mieles fueron filtradas adecuadamente, que son limpias y que no presentan problemas de higiene. Según (Suescún y Vit, 2008) los sólidos insolubles son materias extrañas como la cera, el propóleo, los granos de arena, algunas partes del cuerpo de las abejas, entre otros, que se consideran impurezas, por lo que son indicadores de la calidad higiénica de la miel. En el caso de la meladura se refiere a restos de tierra, bagazo y otras impurezas.



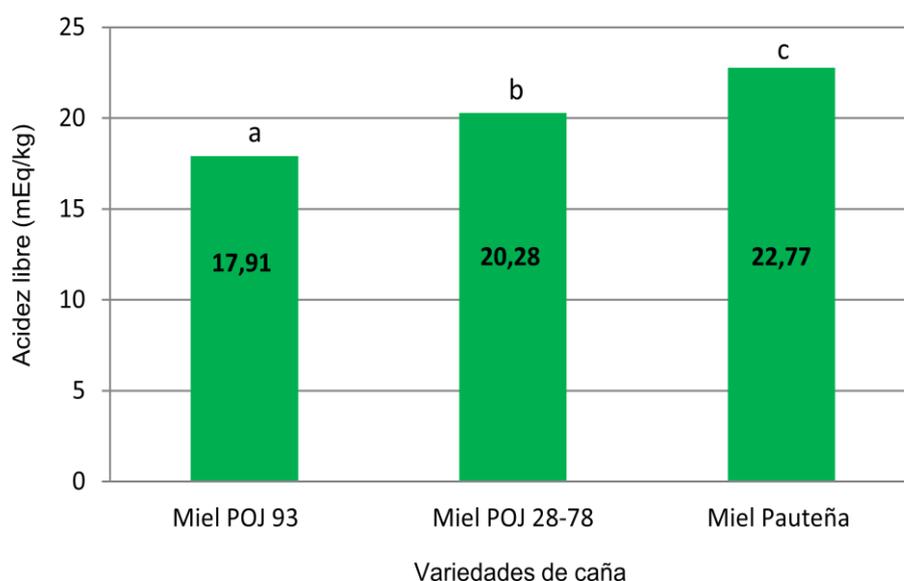
Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística para $p \leq 0.05$, Test de Tukey.

Gráfica 1. Porcentaje de sólidos insolubles en la meladura de las tres variedades de cañas estudiadas.

4.2. Acidez libre.

La acidez indica el grado de frescura de la miel. Se relaciona también con la probable fermentación por desarrollo de microorganismos. El sobrecalentamiento es otro factor que se refleja en un alto valor de acidez (Godoy, 2013). En el caso de la presente investigación en la cual se siguió una metodología uniforme y simultánea para obtener las meladuras, se identifica el primer factor citado por este autor por cuanto los valores obtenidos están bien separados del máximo permitido de 40 mEq/kg lo cual indica la frescura de las mismas. No encontrando relación con la fermentación por microorganismos ni tampoco el sobrecalentamiento. Las diferencias encontradas entre ellas pudieran estar relacionadas directamente con las variedades de las cañas.

Los resultados obtenidos para la acidez libre se presentan en la gráfica 2 observándose diferencia significativa entre las tres variedades, reportando el mayor valor de 22,77 MEq/kg la Pauteña, el menor la POJ 93 con 17,91 MEq/kg y un valor intermedio de 20,28 MEq/kg para la POJ 28-78. Estos valores se encuentran dentro de los rangos reportados por varios autores como permitidos para mieles aptas para el consumo humano que es de hasta 40 mEq/kg (APISERVICES, 2005; Godoy, 2013; Suescun y Vit, 2008; Codex Alimentarius, 1999; Código Alimentario Argentino, S/F; Norma Mexicana, NMX-F-036-1997).



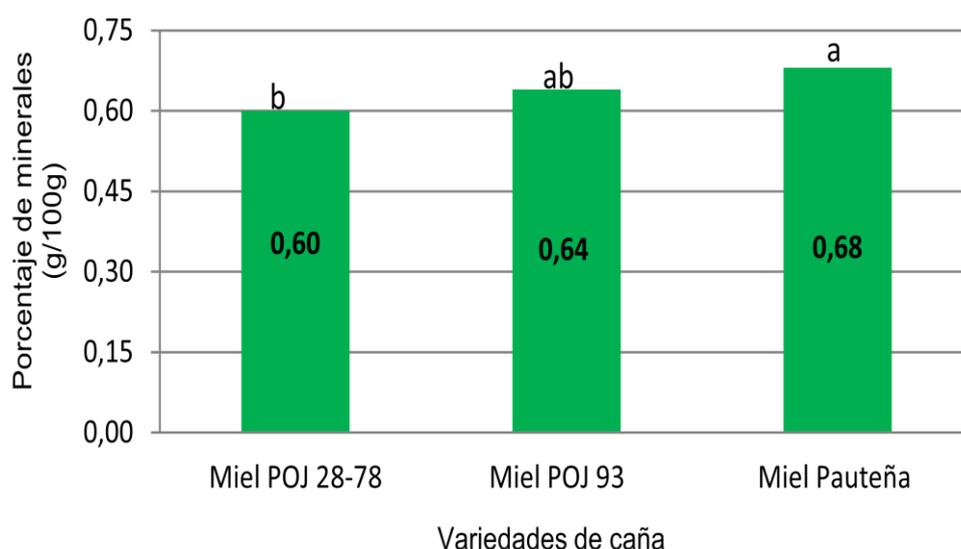
Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística para $p < 0.01$, Test de Tukey.

Gráfica 2. Acidez libre en la meladura de las tres variedades de cañas estudiadas.

(Sanz y Sanz, 1994) mencionan que la legislación española a través de las Normas de Calidad de la Miel, prohíbe la comercialización de miel destinada al consumo directo que presente una acidez libre superior a 40 mEq/kg, así como cualquier cambio artificial de la acidez. Sin embargo, son muchos los trabajos en los que se han analizado mieles de calidad que, sin presentar ningún indicio de contaminación microbiana, poseen valores de acidez libre superiores al límite marcado legalmente, y lo atribuyen al origen de la materia prima utilizada por las abejas para producir las mieles.

4.3. Cenizas.

Los valores obtenidos para las cenizas de las tres variedades de meladuras estudiadas se presentan en la gráfica 3. Se observa que existió diferencias significativas entre ellas con el mayor valor a favor de la obtenida a partir de la Pauteña con 0,68 g%, el menor de 0,60 g% de la POJ 28-78 y un valor intermedio de 0,64 g% en la POJ 93.



Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística para $p < 0.01$, Test de Tukey.

Gráfica 3. Contenido de Cenizas en la meladura de las tres variedades de cañas estudiadas.

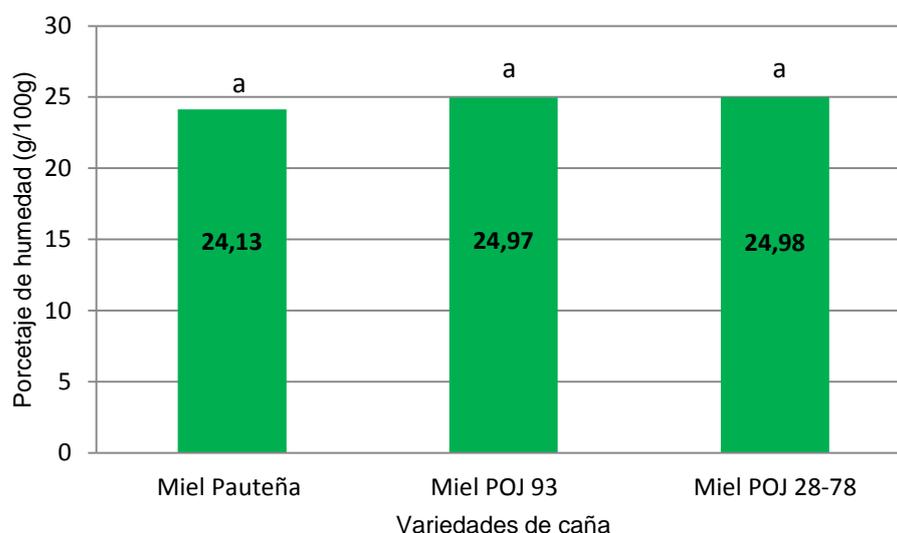
De acuerdo con los criterios de algunos autores (Apiservices, 2005; Codex Alimentarius, 1999; Suescun y Vit 2008) se aceptan valores máximos de 0,6 g% de minerales en las mieles, sin embargo, otros autores admiten valores de hasta 1 g% (Godoy, 2013; Norma Mexicana NMX-F-036-1997; Código Alimentario Argentino, S/F). Tomando en consideración ambos criterios tendríamos una meladura en el límite máximo admitido por los primeros autores y de acuerdo con los segundos las tres estarían comprendidas dentro de los rangos tolerables.

La determinación de las cenizas en los azúcares y en los productos azucarados está sujeta a considerable inseguridad y, no obstante, se usa mucho como indicación de los productos minerales presentes (Godoy, 2013). En este sentido, Suescun y Vit (2008) plantean que el contenido mineral de cada variedad de miel difiere de acuerdo con los recursos minerales del suelo. En el caso de la presente investigación las cañas que se utilizaron para la extracción de las meladuras procedieron de la misma finca y del mismo sitio, de aquí que los valores que se obtuvieron están muy cercanos los unos de los otros lo cual coincide con lo planteado por estos autores. Aunque estadísticamente se presentaron diferencias significativas, los valores son similares y pudieran estar relacionados con la variedad de la caña.

Según los criterios de Suescun y Vit (2008) las cenizas expresan el contenido de sales minerales y suele ser proporcional al tono de la miel, mieles más oscuras poseen un mayor contenido de minerales y viceversa. En el caso de la presente investigación y coincidiendo con los valores de cenizas determinados en las tres meladuras muy similares y próximos, los colores de las mismas también fueron similares.

4.4. Humedad.

La gráfica 4 muestra los resultados obtenidos para la humedad de las meladuras de las tres variedades de cañas estudiadas. Los valores oscilaron entre los 24 y 25 g % no existiendo diferencias significativas entre las mismas lo cual indica que el contenido de agua de las meladuras fue similar.



Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística para $p < 0.01$, Test de Tukey.

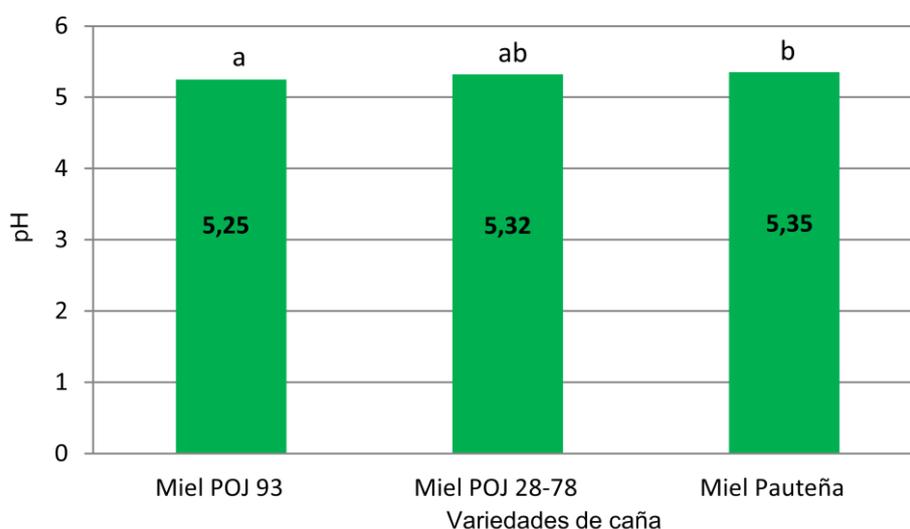
Gráfica 4. Contenido de Humedad en la meladura de las tres variedades de cañas estudiadas.

El contenido de agua de las mieles es una de las características más importantes porque determina su grado de conservación. La humedad de la miel puede aumentar durante su extracción y almacenamiento debido a sus propiedades higroscópicas. Este factor debe tomarse en cuenta en el almacenamiento; cuando el producto es almacenado a temperaturas bajas y en un ambiente húmedo, absorbe humedad y se diluye, lo cual provoca su fermentación. En caso contrario, cuando se almacena en un ambiente con poca humedad, la miel pierde agua, de modo que su cuerpo se vuelve más espeso (Suescun y Vit, 2008). De acuerdo con Godoy (2013) las mieles con humedades superiores al 18 % corren riesgo de fermentación y de su consiguiente acidificación. Estos criterios son tenidos en cuenta y por tal motivo la mayoría de los autores admiten valores de humedad hasta el 20 % (Apiservices, 2005; Código Alimentario Argentino; Godoy, 2013; Norma Mexicana NMX-F-036-1997), sin embargo, el Codex Alimentarius (1999) acepta valores de hasta el 23 %.

En la presente investigación las meladuras reportaron valores de humedad por encima de los admitidos para una buena conservación, lo cual indica la necesidad de hacer un uso rápido de las mismas por cuanto se corre el riesgo de una fermentación prematura.

4.5. pH.

Los resultados obtenidos para el pH, se muestran en la gráfica 5. En la misma se observa que no existió diferencia significativa entre las meladuras de las cañas estudiadas, fluctuando los valores desde 5,25 para la POJ 93 y 5,35 para la Pauteña con un valor intermedio de 5,32 para la POJ 28-78.



Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística para $p < 0,01$, Test de Tukey.

Gráfica 5. pH de las meladuras de las tres variedades de cañas estudiadas.

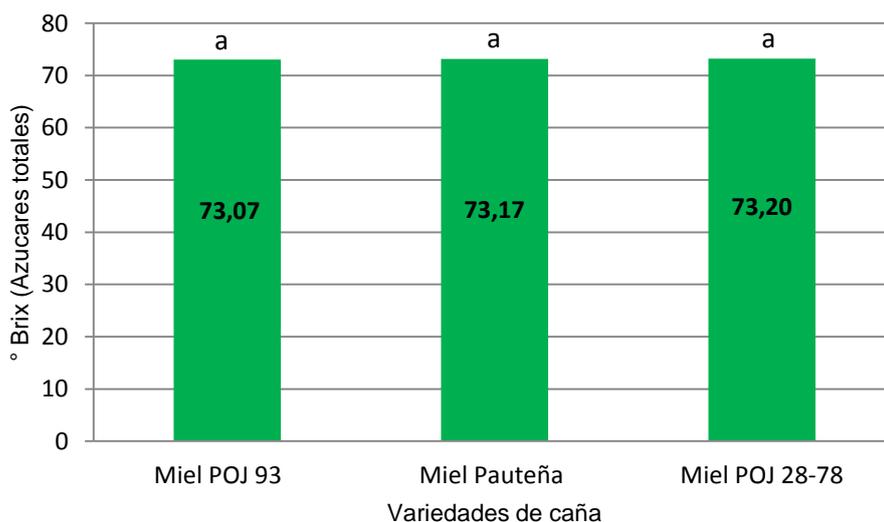
De acuerdo con Godoy (2013) la determinación de la alcalinidad o la acidez es expresada como pH y para determinarlo se emplean comúnmente el método colorímetro y el del potenciómetro. Ambas pruebas, la del pH y la determinación de la alcalinidad absoluta o total por volumetría, expresada en gramos de NaOH ó CaO requeridos para neutralizar 10 ml de jugo (indicador, la fenolftaleína), se emplean en el control del calado y de la carbonatación en las fábricas de azúcar de caña y de remolacha. Este autor plantea la acidez de la miel en una escala de pH, entre 3,2 y 4,5 con un promedio de 3,9.

Según Suescun y Vit (2008) los valores promedio de pH normales para una miel se encuentran comprendidos entre 3,0 y 4,5 debido a la presencia de ácidos orgánicos. Sanz y Sanz (1994) obtuvieron valores que oscilaron entre 3,55 y 4,54 para mieles de origen florales y más elevados para mieles de bosque. (Naranjo, 2008) encontró valores de pH en las mieles de las variedades de caña POJ 28-78 y POJ 28-78 de 5,63 y 5,64 respectivamente con concentración de azúcares de 50 °Brix, valores superiores a los encontrados en la presente investigación. Esto pudiera estar relacionado con el hecho de que las concentraciones de azúcares en este caso alcanzaron aproximadamente los 73 °Brix en las meladuras obtenidas. No se encontró una relación aceptable entre la acidez libre y el pH de las meladuras, por cuanto debía ser a menor acidez libre mayor valor de pH.

4.6. °Brix sólidos solubles

En la gráfica 6 se presentan los valores de °Brix obtenidos para este indicador, los mismos oscilaron desde 73,07 para la meladura de la POJ-93, una media de 73,20 para la POJ 28-78 y un valor intermedio de 73,17 para la Pauteña. No se encontró diferencia significativa entre las tres variedades.

Según Godoy (2013) los sólidos contenidos en los líquidos se miden por el hidrómetro de Brix o por el refractómetro. La riqueza aparente, esto es, el porcentaje de sacarosa en los sólidos (determinado por polarización directa), según se hallan por el hidrómetro o el refractómetro, es uno de los ensayos más frecuentes en el curso de la fabricación de azúcar.



Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística para $p < 0.01$, Test de Tukey.

Gráfica 6. °Brix de azúcares totales de las meladuras de las tres variedades de cañas estudiadas.

Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución (Gómez de los Ríos, 2010). De acuerdo con este autor las meladuras de las cañas estudiadas en el presente trabajo presentan aproximadamente 73 g de sacarosa por cada 100 g de las mieles.

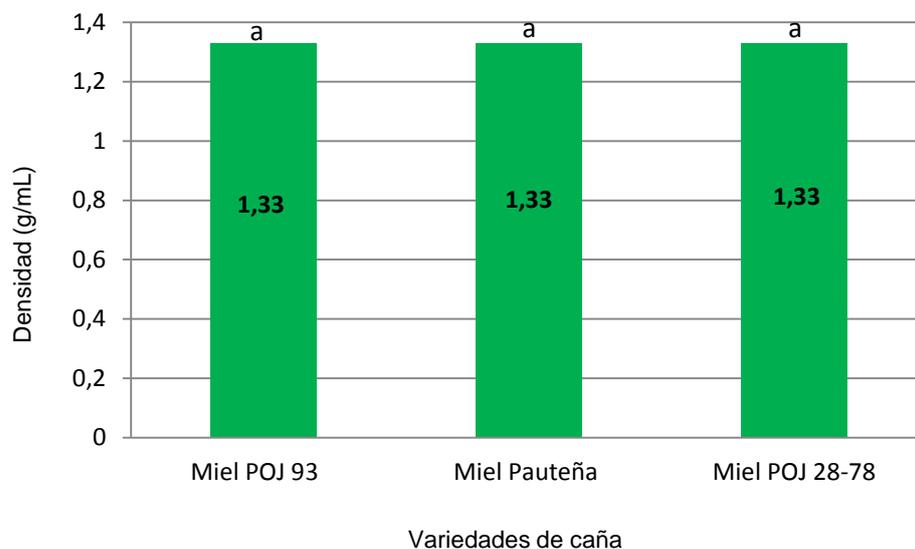
Naranjo (2008) encontró valores de 19,14 °Bx para el jugo de caña de la variedad POJ 28-78 y de 18,26 °Bx en la POJ 27-14 planteando que esa diferencia se podría deber precisamente a la variedad y logró posteriormente mieles con concentraciones de 50 °Bx, 60 °Bx y 70 °Bx producto de la eliminación del agua contenida en dichos jugos por evaporación.

4.7. Densidad.

Los resultados obtenidos para la densidad se presentan en la gráfica 7, no se presentó diferencia significativa entre las tres variedades, reportando valores iguales de 1,33 g/ml. Godoy (2013) plantea que las medidas de la densidad se emplean en la industria azucarera para determinar la concentración de las soluciones de azúcar, particularmente en las transacciones de jarabes y melazas.

Según Naranjo (2008) la densidad o masa específica de una sustancia se define como la masa de su unidad de volumen. Con igual criterio coinciden Fonseca *et al.* (2012) y reportaron valores de densidad de la miel en dependencia de la humedad de 1,402 g/ml

a 1,413 g/ml a 20 °C. Estos valores son ligeramente superiores a los hallados en esta investigación.



Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística para $p < 0.01$, Test de Tukey.

Gráfica 7. Densidad de las meladuras de las tres variedades de cañas estudiadas.

Por su parte Suescun y Vit (2008) plantean como rangos de valores de densidad de la miel 1,39 a 1,44 kg/l. Gómez de los Ríos (2010) encontró promedios en los niveles de la meladura de 1,29 g/ml considerando como ideal los 50-55 °Brix. La densidad de 1,33 g/ml encontrada en esta investigación pudiera estar relacionada con los 73°Bx promedios de las meladuras obtenidas de las tres variedades de cañas estudiadas.

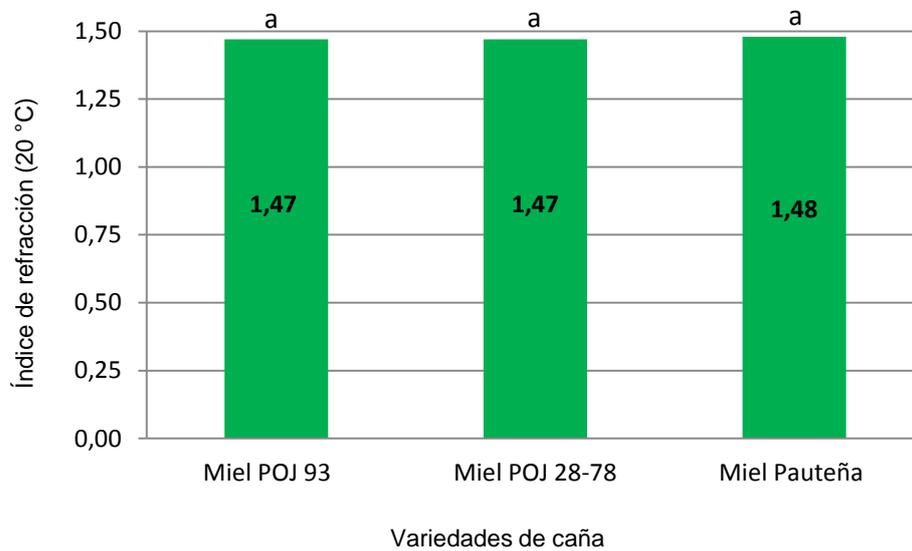
4.8. Índice de Refracción.

Los valores obtenidos para el índice de refracción de las tres variedades de meladuras estudiadas se presentan en la gráfica 8. Se observa que no existió diferencia significativa entre ellas con valores similares de 1,47 a 1,48.

Godoy (2013) plantea que el índice de refracción es una medida física que puede ser relacionada con la concentración del azúcar en una solución, pero como esta relación varía algo en los diferentes azúcares, se han construido tablas para cierto número de azúcares comerciales. En la presente investigación se utilizó como técnica para determinar los °Bx la refractometría con la respectiva tabla de referencia.

La Norma Mexicana para Miel de abeja NMX-F-036-1997 establece una tabla en la cual relaciona índice de refracción y contenido de humedad; con los valores encontrados en esta investigación relativos al índice de refracción la humedad se debía encontrar ligeramente por encima de 25% y 22,6%, sin embargo, el reporte brindado por el análisis de laboratorio efectuado reveló de 24 a 25% no coincidiendo exactamente con

lo establecido por la norma mexicana. En este sentido también coinciden Suescun y Vit (2008) quienes plantearon que el índice de refracción permite determinar de manera rápida y precisa la humedad de la miel; en el caso de las mieles, el contenido de agua está en función inversa a su índice de refracción.



Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística para $p < 0.01$, Test de Tukey.

Gráfica 8. Índice de refracción de las meladuras de las tres variedades de cañas estudiadas.

V- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.

Se comprobó que las meladuras obtenidas fueron higiénicamente bien elaboradas al poseer muy bajos % de sólidos insolubles.

Se determinó que las meladuras gozaban de un buen nivel de frescura y no se relacionó con contaminación microbiana ni sobrecalentamiento ya que mostraron niveles de acidez libre muy satisfactorios y de humedad aceptables para un consumo rápido.

Se precisó que estas meladuras pudieran tener mayores valores de °Bx ya que admiten todavía más evaporación de agua para disminuir la humedad hasta el 20%.

Se determinó que el contenido de minerales encontrado en las meladuras satisface las necesidades nutricionales básicas para su consumo.

Se evidenció que las diferencias obtenidas en algunos de los indicadores físico-químicos evaluados pudieran estar relacionadas con las variedades de cañas utilizadas.

Se admite que las meladuras obtenidas reúnen buenas características desde el punto de vista de los indicadores evaluados y pudieran ser utilizadas por las personas en su alimentación siempre que se complemente con otros estudios como los microbiológicos y toxicológicos.

Recomendaciones.

Elaborar meladuras de caña siguiendo la metodología aquí utilizada teniendo en cuenta las observaciones realizadas en las conclusiones.

Complementar este estudio con pruebas microbiológicas y toxicológicas, entre otras, con el fin de que las meladuras puedan ser consumidas por las personas en su alimentación.

Realizar estudios con propósitos similares a los aquí planteados con otras variedades de cañas existentes en la Región Amazónica.

VI- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alimentarius, C. (1999). *Proyecto de norma revisado del Codex para la miel. Comisión del Codex Alimentarius. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias.*
- Apiservices. (2005). Todo sobre miel. Retrieved from http://www.apiservices.com/articulos/sobre_miel.htm
- Bermeo, J. (2011). Investigación Aplicada al Turismo. Retrieved from http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes_y_directivos%5Carticulos/4955_Fcevallos_00009.pdf
- Bravo, C. (2015). *Aplicación WEB para el almacenamiento, control y distribución de la información de los procesos inmobiliarios del registro de la propiedad municipal de Quevedo 2013. Tesis de Grado. Previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas.* Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Quevedo. Ecuador.
- Código Alimentario Argentino. Capítulo X. Alimentos destinados a la alimentación humana y animal. Alimentos azucarados. Retrieved from http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_X.pdf
- Díaz, L., y Portocarrero, E. (2002). *Manual de Producción de Caña de Azúcar (saccharum officinarum l.* (Trabajo de Graduación presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano. Honduras.).
- Equipos y Laboratorios de Colombia. (2015). El Refractómetro. Retrieved from http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=1303
- Fonseca Fabiola; González E.; Palmar, A. P., Betty; Méndez Daidelly,. (2012). La colmena. Características físicas de la miel. Residuos químicos en la miel. Retrieved from <http://quimicaorganicalamiel.jimdo.com/propiedades-f%C3%ADsicas-de-la-miel/>
- Godoy, K. (2013). Azúcar y miel. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos97/azucar-y-miel/azucar-y-miel.shtml>
- Gómez de los Ríos, C. (2010). *Optimización del proceso de clarificación de meladura mediante el seguimiento de nueve variables fisicoquímicas en el Ingenio Risaralda s.a.* (Trabajo de Grado. Requisito parcial para optar por el título de

- Tecnólogo en Química. Facultad de Tecnología. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.).
- James, C. P., y Chen, P. (1991). Manual del azúcar de caña. *Editorial Limusa, Primera Edición, México.*
- Naranjo, W. (2008). *Caracterización reológica y térmica de miel de dos variedades de caña.* (Trabajo de graduación, modalidad Sistema Tutorial, presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato.Ecuador).
- Norma Mexicana NMX-F-036-1997. Norma Mexicana de Miel. Retrieved from <http://www.anmvea.com/imagenes/normas/NMX-F-036-1997.pdf>
- NTE INEN 1572. (1988). *Miel de abeja.Requisitos.*
- NTE INEN 1632. (1989). *Miel de abejas. Determinación de la densidad relativa a 27°C y de la humedad.*
- NTE INEN 1634. (1989). *Miel de abejas. Determinación de la acidez total.*
- NTE INEN 1635. (1989). *Miel de abejas. Determinación del contenido de sólidos insolubles.*
- NTE INEN 1636. (1989). *Miel de abejas. Determinación de las cenizas.*
- Pérez, C. (2008). Melaza de caña: beneficios y propiedades. Retrieved from <http://www.natursan.net/melaza-de-cana-beneficios-y-propiedades/>
- Salazar, G. (2012). *Elaboración de una Planificación Estratégica para la Asociación de Cañicultores de Pastaza “ASOCAP” de la ciudad de Puyo cantón Pastaza provincia de Pastaza. Periodo 2011- 2013.* (Tesis de Grado. Previa a la Obtención del Título de: Ingeniera de Empresas. Facultad de Administración de Empresas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador).
- Sanz, S., y Sanz, M. (1994). Valores de acidez (libre, láctica y total) y ph de las mieles de la Rioja. *Zubia.* 12, 193-204. Retrieved from https://www.google.com/search?q=ZUBIA%0912%09193%09-+204+I%09Logrono%091994&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&ei=9EUuV4jSCdOBqQWcsJy4Aw
- Suescún, L., y Vit, P. (2008). Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio. *Fuerza Farmacéutica. Año 12. Vol 1. Pp 6-15.*

Trujillo, M., y Pazmiño, V. (2008). *Diseño, Cálculo y Construcción de un Trapiche*.
(Tesis de Grado previo a la obtención del Título de: Ingeniero Mecánico.
Facultad de Mecánica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.).