



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“INDUSTRIALIZACIÓN AZUCARERA NOVA MIEL”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros Agroindustriales

Autores:

Alvarado Robalino Katerin Nataly

Chasi Chasi Dario Javier

Tutor:

PhD. Quezada Moreno Walter Francisco

Latacunga – Ecuador

Agosto 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Alvarado Robalino Katerin Nataly y Chasi Chasi Dario Javier declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: INDUSTRIALIZACIÓN AZUCARERA NOVA MIEL, siendo el PhD. Quezada Moreno Walter Francisco tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

.....
Alvarado Robalino Katerin Nataly

C.I.050423916-1

.....
Chasi Chasi Dario Javier

C.I.050349543-4

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Alvarado Robalino Katerin Nataly identificada con C.C. N° 050423916-1, de estado civil soltera y con domicilio en Latacunga, Pastocalle y Chasi Chasi Dario Javier, identificado con C.C. N° 050349543-4, de estado civil soltero y con domicilio en Latacunga, Guaytacama, barrio Pupana sur, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: Industrialización Azucarera “NOVA MIEL” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- (Marzo 2012 – Febrero 2017).

Aprobación HCA.- (Agosto 2017).

Tutor.- PhD. Quezada Moreno Walter Francisco.

Tema: Industrialización Azucarera “NOVA MIEL”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los

siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, Agosto del 2017.

Alvarado Robalino Katerin Nataly

EL CEDENTE

C.I. 0504239161

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

Chasi Chasi Dario Javier

EL CEDENTE

C.I. 0503495434

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“INDUSTRIALIZACIÓN AZUCARERA NOVA MIEL”, de Alvarado Robalino Katerin Nataly y Chasi Chasi Dario Javier, de la carrera Ingeniería Agroindustrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, julio, 2017

PhD. Quezada Moreno Walter Francisco

DOCENTE-UTC-TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Alvarado Robalino Katerin Nataly y Chasi Chasi Dario Javier con el título de Proyecto de Investigación: INDUSTRIALIZACIÓN AZUCARERA NOVA MIEL han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto 2017

Para constancia firman:

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

CC: 050177393-1

Lector 1

Quím. Rojas Molina Jaime Orlando

CC: 050264543-5

Lector 2

Ing. Trávez Castellano Ana Maricela Mg.

CC: 050227093-7

Lector 3

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento va dirigido a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Por darnos fortaleza necesaria para afrontar los infortunios que día a día se nos van presentado.

A todos mis profesores quienes contribuyeron en la etapa de nuestra formación académica, orientándonos en el proceso de nuestro estudio para el cumplimiento de nuestras metas.

De igual manera a mi tutor por compartir sus conocimientos y experiencia para el buen desarrollo de este trabajo investigativo.

Y por último un agradecimiento muy especial a nuestras familias por brindarnos el apoyo incondicional tanto sentimental, como económico en nuestra formación académica, creyó en nosotros en todo momento, logrando con ello que nuestro sueño se hiciera realidad.

Katerin N. Alvarado R., Dario J. Chasi Ch.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome e iluminándome para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mis capacidades.

A mi hija con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de este trabajo, quien es mi compañera inseparable de cada jornada. Ella representó una gran fortaleza en momentos de decline y cansancio.

A mis hermanos que son personas que me han ofrecido el amor y la calidez de la familia a la cual amo.

Katerin N. Alvarado R.

DEDICATORIA

A mis padres, porque confiaron en mí y porque me apoyaron incondicionalmente, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, es por eso que hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron presentes en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque la confianza que depositaron en mí, fue lo que me impulso llegar hasta el final. Por ustedes, por lo importantes que son en mi vida, porque gracias a su fortaleza y sacrificio han hecho de mí una persona de bien.

A mi hija porque es mi orgullo y, mi motivación y mi fortaleza para superar las adversidades que se presentan en mi diario vivir, y me impulsas a superarme cada día con el afán de poder ofrecerte siempre lo mejor.

A toda mi familia, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Dario J. Chasi Ch.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: "INDUSTRIALIZACIÓN AZUCARERA NOVA MIEL"

Autores:

**Alvarado Robalino Katerin Nataly
Chasi Chasi Dario Javier**

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de obtener miel hidrolizada a partir del jugo de caña de azúcar por inversión enzimática utilizando la enzima invertasa, además de evaluar calidad, inocuidad y eficiencia de procesos como nuevas alternativas de industrialización del jugo de caña de azúcar. Con la finalidad de dinamizar el subsector agroindustrial panelero ya que se obtuvo mayor rendimiento, en el producto terminado. La concentración alcanzada fue menor que la panela y azúcar natural, al tratarse de una miel se concentra a temperaturas superiores a las de ebullición, por tal motivo se envasó en caliente en recipientes de vidrio. La calidad nutritiva y del proceso se debe a que se controló cada etapa en la clarificación y concentración. La clarificación es importante debido a la acción de las sustancias clarificadoras naturales, en este caso los mucílagos de la Yausabara, que permite separar los no azúcares disueltos en el jugo e impurezas gruesas por efecto del incremento de temperatura del jugo y que se realiza bajo el principio de flotación y sedimentación. Donde se realizó un análisis fisicoquímico (turbidez) para obtener el mejor tratamiento, mediante un ADEVA (A x B x C) se comprobó que el mejor tratamiento fue el t_5 (-1,-1,1) es decir, con una solución mucilaginosa de 50g/500ml, al 3% a temperatura de incorporación de 70°C. La obtención de miel por inversión enzimática se debe a la incorporación de la enzima invertasa añadida en diferentes cantidades y temperaturas después de clarificar el jugo de la caña de azúcar. Se realizó un análisis fisicoquímico (viscosidad, sólidos solubles y presencia de cristales) para obtener el mejor tratamiento, mediante un ADEVA (A x B x C) se comprobó que el mejor fue el t_{14} (0, 0, 0) es decir, con una concentración de enzima 7.5g, a una temperatura de incorporación de 55°C y a un tiempo de activación de 12 horas. La miel hidrolizada obtenida se valoró objetivamente mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos los mismos que entregaron resultados aceptables ya que se encuentran dentro de los parámetros permitidos por las normas INEN 1572, 1632 y CODEX Alimentarius vigente equivalentes a los de la miel de abeja. Por último se determinó el costo del producto en la presentación de un envase de 250 ml que es de 1,74 ctvs., y un PVP de 2,18 ctvs., costo accesible al consumidor.

Palabras clave: jugo de caña de azúcar, mucilago de yausabara, miel hidrolizada, viscosidad, sólidos solubles, presencia de cristales.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of obtaining hydrolysed honey from the sugarcane juice by enzymatic inversion using the enzyme invertase, in addition to evaluating quality, safety and efficiency of processes as new alternatives for the industrialization of sugarcane juice. With the purpose of dynamizing the agroindustrial subsector panelero since it obtained greater yield, in the finished product. The concentration reached was lower than the panela and natural sugar, being a honey concentrated at temperatures above those of boiling, for that reason was packed in hot glass containers. The nutritional and process quality is due to the fact that each stage in the clarification and concentration was controlled. The clarification is important due to the natural clarifying substances action, in this case the mucilages of the Yausabara, which allows to separate the non-sugars dissolved in the juice and thick impurities due to the increase of temperature of the juice and that is realized under the principle of flotation and sedimentation. When a physicochemical analysis (turbidity) was performed to obtain the best treatment, an ADEVA (A x B x C) showed that the best treatment was t_5 (-1, -1, 1), with a mucilaginous solution of 50g / 500ml, 3% at the incorporation temperature of 70 ° C. Obtaining honey by enzymatic inversion was given by the incorporation of the enzyme invertase added in different amounts and temperatures after clarifying the juice of the sugar cane. A physicochemical analysis (viscosity, solids solids and presence of crystals) was carried out to obtain the best treatment, by ADEVA (A x B x C), the best was t_{14} (0, 0, 0) with a concentration of enzyme 7.5 g of enzyme, at an incorporation temperature of 55 ° C and a activation time of 12 hours. The hydrolysed honey obtained was objectively assessed by physicochemical and microbiological analyzes which gave acceptable results since they are with in the parameters allowed by the INEN 1572, 1632 standards and CODEX Alimentarius in force equivalent to those of honey. Finally, the cost of the product was determined in the presentation of a container of 250ml which is 1.74 ctvs., and a PVP of 2.18 ctvs., Cost accessible to the consumer.

Keywords: sugarcane juice, yausabara mucilage, hydrolyzed honey, viscosity, soluble solids, presence of crystals.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... | iii |
| AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | vi |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN..... | vii |
| AGRADECIMIENTO | viii |
| DEDICATORIA..... | ix |
| RESUMEN..... | xi |
| ABSTRACT | xii |
| ÍNDICE GENERAL..... | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xvii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xviii |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS..... | xix |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL..... | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 2 |
| 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 2 |
| a. Directos..... | 2 |
| b. Indirectos | 3 |
| 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 5. OBJETIVOS..... | 4 |
| 5.1. Objetivo General..... | 4 |
| 5.2. Objetivos Específicos | 4 |
| 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS | 5 |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA | 6 |
| 7.1. Antecedentes | 6 |
| 7.2. Fundamentación teórica..... | 8 |

| | |
|--|----|
| 7.2.1. Agroindustria panelera | 8 |
| 7.2.2. Caña de azúcar | 8 |
| 7.2.3. Variedad de caña a emplear para la obtención de la miel hidrolizada | 9 |
| 7.2.4. Subproductos | 9 |
| 7.2.5. Almacenamiento de la caña de azúcar | 10 |
| 7.2.6. Miel de caña | 11 |
| 7.2.6.1. Sacarosa..... | 11 |
| 7.2.6.2. Hidrólisis de la sacarosa..... | 12 |
| 7.2.6.3. No azúcares | 13 |
| 7.2.6.4. Azúcares invertidos | 14 |
| 7.2.6.5. Usos del azúcar invertido | 14 |
| 7.2.6.6. Propiedades del azúcar invertido..... | 14 |
| 7.2.7. Clarificación del jugo de la caña de azúcar..... | 15 |
| 7.2.8. Mucílagos | 15 |
| 7.2.8.1. Clasificación de los mucílagos | 16 |
| 7.2.8.2. Principales plantas ricas en mucílago..... | 16 |
| 7.2.8.3. Yausabara | 16 |
| 7.2.8.4. Clasificación botánica | 17 |
| 7.2.8.5. Extracción de mucílagos | 18 |
| 7.2.9. Miel de abeja | 19 |
| 7.2.9.1. Composición..... | 19 |
| 7.2.10. Miel hidrolizada | 21 |
| 7.2.10.1. Establecimiento de requisitos mínimos de calidad de la miel hidrolizada..... | 21 |
| 7.2.10.2. Parámetros físicos que intervienen en la calidad de la miel hidrolizada..... | 22 |
| 7.2.10.3. Parámetros de proceso (concentración temperatura y pH), para la obtención de miel hidrolizada..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 7.2.10.4. Temperaturas y grado de concentración de sólidos solubles para la obtención de la miel hidrolizada..... | 25 |
| 7.2.11. Invertasa | 26 |
| 7.2.11.1. Beneficios de la invertasa para la salud | 26 |
| 7.2.12. Proenzimas S.A. | 27 |
| 7.3. Glosario de términos:..... | 29 |
| 8. HIPÓTESIS | 31 |
| 8.2. Hipótesis alternativa | 31 |
| 8.3. Hipótesis nula | 31 |
| 8.4. Hipótesis alternativa | 31 |
| 9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 32 |
| 9.1. Metodología | 32 |
| 9.1.1. Ubicación de la investigación | 32 |
| 9.2. Elaboración de miel hidrolizada “NOVA MIEL” | 32 |
| 9.2.1. Materiales | 32 |
| 9.2.2. Diagrama de proceso de elaboración de la miel hidrolizada..... | 34 |
| 9.2.3. Procedimiento de elaboración de la miel hidrolizada | 35 |
| 9.3. Diseño experimental | 38 |
| 9.3.1. Diseño para la clarificación del jugo de caña..... | 38 |
| 9.3.1.1. Factores niveles y variables para la clarificación del jugo..... | 38 |
| 9.3.2. Diseño para la obtención de la miel hidrolizada | 39 |
| 9.3.2.1. Factores, niveles y variables para la obtención de la miel hidrolizada | 39 |
| 9.4. Resumen del control de variables | 40 |
| 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 42 |
| 10.1. Resultados de la materia prima | 42 |
| 10.2. Resultados del proceso..... | 42 |
| 10.2.1. Resultados de la clarificación..... | 42 |

| | |
|--|----|
| 10.2.1.1. Balance de masa del proceso para la clarificación del mejor tratamiento | 43 |
| 10.2.2. Resultados de las variables del proceso de clarificación del jugo..... | 44 |
| 10.2.2.1. Modelo matemático de la variable respuesta | 45 |
| 10.2.2.2. Análisis de varianza de la turbidez..... | 47 |
| 10.2.2.3. Comportamiento de la variable turbidez | 52 |
| 10.3. Resultados de inversión enzimática en el jugo de caña para la obtención de miel..... | 54 |
| 10.3.1. Balance de masa del proceso para la obtención de miel hidrolizada | 54 |
| 10.3.2. Resultados de las variables del proceso para la obtención de la miel hidrolizada | 55 |
| 10.3.2.1. Modelos matemáticos de las variables respuesta | 57 |
| 10.3.2.2. Análisis de varianza de la viscosidad..... | 59 |
| 10.3.2.3. La viscosidad como variable de la calidad de la miel | 60 |
| 10.3.2.4. Análisis de varianza de los sólidos solubles..... | 61 |
| 10.3.2.5. Sólidos solubles como variable de la calidad de la miel | 63 |
| 10.3.2.6. Análisis de varianza de la presencia de cristales..... | 64 |
| 10.3.2.4. La presencia de cristales como variable de la calidad de la miel | 65 |
| 10.3. Análisis de calidad al producto terminado del mejor tratamiento | 67 |
| 10.3.1. Análisis del color al mejor tratamiento | 67 |
| 10.3.2. Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento..... | 70 |
| 10.3.3. Análisis microbiológico del mejor tratamiento..... | 71 |
| 10.4. Análisis de costo del mejor tratamiento..... | 72 |
| 10.4.1. Gastos de la materia prima y aditivos | 72 |
| 10.4.2. Depreciación de maquinaria..... | 73 |
| 10.4.3. Otros gastos | 73 |
| 10.4.4. Gastos totales..... | 73 |
| 10.4.5. Costos de producción | 74 |
| 10.4.6. Utilidad..... | 74 |
| 11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES)..... | 74 |

| | |
|---|-----|
| 11.1. Impactos técnicos..... | 74 |
| 11.2. Impactos sociales | 75 |
| 11.3. Impactos económicos..... | 75 |
| 11.4. Impactos ambientales..... | 75 |
| 12. PRESUPUESTOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO..... | 76 |
| 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 78 |
| 13.1. Conclusiones | 78 |
| 13.2. Recomendaciones | 79 |
| BIBLIOGRAFÍA | 80 |
| ANEXOS | 84 |
| Anexo 1. Aval de inglés..... | 84 |
| Anexo 2. Ubicación donde se va a realizar el proyecto..... | 85 |
| Anexo 3. Hoja de vida PhD. Quezada Moreno Walter Francisco | 86 |
| Anexo 4. Hoja de vida de Alvarado Robalino Katerin Nataly | 87 |
| Anexo 5. Hoja de vida de Chasi Chasi Dario Javier..... | 88 |
| Anexo 6. Resultados del análisis fisicoquímico del mejor tratamiento. | 89 |
| Anexo 7. Resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento. | 91 |
| Anexo 8. Fotografías de la elaboración de la miel hidrolizada..... | 92 |
| Anexo 6. Norma Tecnica INEN 1572 | 104 |
| Anexo 7. Norma Tecnica INEN 1632 | 112 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Formula molecular de la sacarosa..... | 12 |
| Figura 2: Obtención de la miel hidrolizada..... | 34 |
| Figura 3: Diagrama de Pareto estandarizado para turbidez..... | 52 |
| Figura 4: Gráfica de efectos principales para turbidez..... | 53 |
| Figura 5: Diagrama de Pareto estandarizada para viscosidad | 60 |
| Figura 6: Grafica de efectos principales para viscosidad..... | 61 |

| | |
|--|----|
| Figura 7: Diagrama de Pareto estandarizada para solidos solubles | 63 |
| Figura 8: Gráfica de efectos principales para sólidos solubles | 63 |
| Figura 9: Diagrama de Pareto estandarizada para presencia de cristales | 65 |
| Figura 10: Gráfica de efectos principales para presencia de cristales..... | 66 |
| Figura 11: Visualización 3D del color captado en la miel de abeja de eucalipto | 67 |
| Figura 12: Visualización 3D del color captado en la miel de abeja de cítricos | 68 |
| Figura 13: Visualización 3D del color captado en la miel hidrolizada por inversión enzimática..... | 69 |
| Figura 14: Variedad de color en las mieles | 69 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Actividades..... | 5 |
| Tabla 2: Actividades (<i>continuación...</i>) | 6 |
| Tabla 3: Viscosidades de productos comunes | 20 |
| Tabla 4: Requisitos mínimos de calidad de la miel hidrolizada..... | 21 |
| Tabla 5: Parámetros de proceso para la obtención de miel hidrolizada | 24 |
| Tabla 6: Temperaturas y concentración, según la altura de ubicación de la panelera..... | 25 |
| Tabla 7: Especificaciones de la invertasa C 3000 | 29 |
| Tabla 8: Factores, niveles y variables | 39 |
| Tabla 9: Factores, niveles y variables..... | 39 |
| Tabla 10: Variables de clarificación..... | 40 |
| Tabla 11: Variables de concentración | 41 |
| Tabla 12: Resultados de los análisis fisicoquímicos del jugo de caña | 42 |
| Tabla 13: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la solución mucilaginoso..... | 42 |
| Tabla 14: Resultados del jugo clarificado | 43 |
| Tabla 15: Resultados de las variables..... | 45 |
| Tabla 16: Modelo ajustado al mucilago de la planta para clarificación | 45 |
| Tabla 17: ANOVA de la turbidez..... | 47 |
| Tabla 18: Prueba de tukey para las repeticiones | 48 |
| Tabla 19: Prueba de tukey para el factor concentración..... | 48 |
| Tabla 20: Prueba de tukey para el factor porcentaje | 49 |
| Tabla 21: Prueba de tukey para el factor temperatura..... | 49 |
| Tabla 22: Prueba de tukey para la interacción concentración porcentaje | 50 |

| | |
|--|----|
| Tabla 23: Prueba de tukey para la interacción concentración, temperatura | 50 |
| Tabla 24: Prueba de tukey para la interacción porcentaje, temperatura..... | 51 |
| Tabla 25: Prueba de tukey para la interacción concentración, porcentaje y temperatura | 52 |
| Tabla 26: Resultados de las variables..... | 56 |
| Tabla 27: Modelos matemáticos de las variables respuesta | 57 |
| Tabla 28: ANOVA de la viscosidad..... | 59 |
| Tabla 29: ANOVA de los sólidos solubles | 61 |
| Tabla 30: ANOVA de los sólidos solubles (<i>continuación...</i>)..... | 62 |
| Tabla 31: ANOVA de la presencia de cristales..... | 64 |
| Tabla 32: Resultados de los análisis fisicoquímicos | 70 |
| Tabla 33: Resultados del análisis microbiológico | 71 |
| Tabla 34: Gastos de la materia prima e insumos | 72 |
| Tabla 35: Depreciación de maquinaria..... | 73 |
| Tabla 36: Otros gastos | 73 |
| Tabla 37: Gastos totales | 73 |
| Tabla 38: Costos de producción | 74 |
| Tabla 39: Utilidad..... | 74 |
| Tabla 40: Presupuestos | 76 |
| Tabla 41: Presupuestos (<i>continuación...</i>) | 77 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|----|
| Fotografía 1: Recepción de la materia prima | 92 |
| Fotografía 2: Pesado de la yausabara..... | 92 |
| Fotografía 3: Machacar la planta | 93 |
| Fotografía 4: Maceración de la planta..... | 93 |
| Fotografía 5: Tamizado del mucilago | 93 |
| Fotografía 6: Solución mucilaginosa | 94 |
| Fotografía 7: Volumen de mucilago obtenido | 94 |
| Fotografía 8: Medición de pH de la solución mucilaginosa | 94 |
| Fotografía 9: Calentamiento del jugo de caña | 95 |
| Fotografía 10: Adición de mucilago | 95 |
| Fotografía 11: Clarificación del jugo de caña..... | 95 |
| Fotografía 12: Clarificación del jugo | 96 |

| | |
|--|-----|
| Fotografía 13: Muestras del jugo clarificado | 96 |
| Fotografía 14: Medición de turbidez..... | 96 |
| Fotografía 15: Recepción de la materia prima | 97 |
| Fotografía 16: Extracción del jugo..... | 97 |
| Fotografía 17: Filtrado del jugo de caña | 97 |
| Fotografía 18: Calentamiento del jugo de caña a 70°C | 98 |
| Fotografía 19: Medición de °Brix | 98 |
| Fotografía 20: Adición del mucilago al jugo | 98 |
| Fotografía 21: Ebullición del jugo con mucilago | 99 |
| Fotografía 22: Enfriamiento del jugo con la solución mucilaginoso | 99 |
| Fotografía 23: Descachazado 1 | 99 |
| Fotografía 24: Medición de 1.5 l del jugo clarificado..... | 100 |
| Fotografía 25: Calentamiento del jugo clarificado | 100 |
| Fotografía 26: Adicción de enzima invertasa C3000..... | 100 |
| Fotografía 27: Activación de la enzima durante | 101 |
| Fotografía 28: Concentración a 105°C | 101 |
| Fotografía 29: Descachazada 2 | 101 |
| Fotografía 30: Tratamientos obtenidos | 102 |
| Fotografía 31: Mejor tratamiento de la miel hidrolizada | 102 |
| Fotografía 32: Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento..... | 102 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

Industrialización azucarera “NOVA MIEL”

Fecha de inicio: octubre 2016.

Fecha de finalización: agosto 2017.

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache Bajo. (Anexo 2)

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga.

Provincia: Cotopaxi (Zona 3).

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache “CEASA”.

País: Ecuador.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Ingeniería Agroindustrial.

Proyecto de investigación vinculado: I + D + i de productos y sub productos para uso alimentario y no alimentario.

Equipo de Trabajo:

Tutor responsable:

PhD. Quezada Moreno Walter Francisco. (Anexo 3)

Alumnos:

Alvarado Robalino Katerin Nataly. (Anexo 4)

Chasi Chasi Dario Javier. (Anexo 5)

Área de Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación: Desarrollo y Seguridad Alimentaria.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo se realizó con la finalidad de dar a conocer nuevas alternativas de industrialización del jugo de la caña de azúcar para obtener productos nuevos, de calidad y bajo costo.

Al obtener este producto se contribuye con el subsector agroindustrial panelero ya que, al tener menor concentración de sólidos solubles se consigue mayores cantidades de masa (miel), consecuentemente mayor rendimiento en la producción. Además, por ser un producto viscoso permite envasarlo en caliente en recipientes con cierre hermético consiguiendo asepsia total y alargar la vida útil del producto, lo que beneficiará tanto al productor como al consumidor.

Este nuevo producto por ser un edulcorante natural y por presentar características como el alto poder endulzante, aumenta la fermentación de las masas, la retención de humedad, el tiempo de ternez y su potente efecto anticristalizante, actuará como aditivo para la industria de alimentos que lo requieran.

El producto “NOVA MIEL” es un alimento altamente calórico considerado como alimento básico y se lo podrá conseguir en cualquier despensa. Finalmente, por su elevada concentración de azúcares invertidos como glucosa y fructosa, característica que le confiere una gran aceptación en personas que requieran aportes calóricos extras ya que le suministra elementos necesarios para el cuidado, desarrollo y actividad de su organismo.

Con la producción de este nuevo producto y la utilización del mismo, se pudo dar una respuesta al uso mejorado de la caña de azúcar y de la misma manera generar fuentes de trabajo y productos innovadores para el país.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación se relaciona dos beneficiarios.

a. Directos

Los beneficiarios directos del presente proyecto serán, Pangua, Sigchos y la Maná, cantones pertenecientes a la provincia de Cotopaxi productores de caña de azúcar e industrializadores paneleros.

La provincia tiene una población aproximada de 409.205 habitantes de los cuales 198.620 son hombres y 210.560 son mujeres. En cuanto a los cantones antes mencionados suman 86.125 habitantes. De los cuales 40% se dedican al cultivo de caña de azúcar y el 25 % a la elaboración de panela, el 28% se dedica a la producción de alcohol etílico y el 7 % se dedica a diferentes actividades de trabajo. (Censo, 2010). Por lo tanto las personas que participan directamente en la elaboración de la miel hidrolizada serán los beneficiarios principales, puesto que serán las que trabajen para las pequeñas y medianas empresas paneleras que decidan elaborar este nuevo producto.

b. Indirectos

En cuanto a los beneficiarios indirectos será toda la sociedad en general, ya que el proyecto beneficiará a las personas que viven en estos cantones, debido a que se incrementarán los puestos de trabajo, también ayudará a los comerciantes paneleros mayoristas, minoristas y lo más importante a los consumidores de la Provincia y todo el país, de tal manera que la economía del país crecerá.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente el Ecuador cuenta con un sinnúmero de industrias en todo el campo, entre ellas existen fábricas paneleras que la mayoría solo se basa en la producción de panela y muy escasamente de azúcar. Debido al desconocimiento de nuevas alternativas de industrialización de la caña de azúcar y diversos factores negativos que existen en nuestro país, como la falta de implementación de tecnologías, pero además de eso la escasa diversificación de productos a partir del jugo de la caña de azúcar, que comúnmente ya conocemos.

En el mercado ecuatoriano se comercializa y consume distintos tipos de edulcorantes, ya sean en forma líquida o sólida. Sin embargo, el consumo y utilización de sacarosa cristalizada por pequeñas y grandes industrias del sector alimentario que generan un impacto negativo a los consumidores, ha dado lugar al fortalecimiento e innovación de productos nuevos derivados del jugo de la caña azúcar.

A través del tiempo la tecnología ha reducido las barreras para realizar negocios, incrementar ingresos, mejorar procesos e implementar nuevas herramientas dentro de las

compañías. Sin embargo hoy por hoy, la implementación de la misma ya no es un lujo, o una inversión, sino una necesidad fundamental que le hace falta a la mayoría de empresas de Ecuador, y es el mismo inconveniente que pasan las empresas que recién están abriendo puertas en el mercado, la escases económica ha hecho que no se pueda adquirir dicha tecnología.

En nuestro país el insuficiente impulso a las industrias por parte de los organismos gubernamentales, provoca la carencia de información sobre el avance de nuevos productos en el sector agroindustrial que faciliten y optimicen el tiempo y bajen costos en la producción. Lo que esperan las pequeñas y medianas empresas paneleras con la obtención de este nuevo producto, como nueva alternativa edulcorante, de perspectiva benéfica y comercializable, es tener apertura a nuevos mercados a nivel provincial y nacional con visión de innovación.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

- Obtener miel hidrolizada a partir del jugo de caña de azúcar por inversión enzimática, mediante la acción de la enzima invertasa y clarificada por el mucílago de la yausabara (*Pavonia sepium St. Hil*) en la Universidad Técnica de Cotopaxi durante el período Octubre 2016-Agosto 2017.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la variable de proceso (turbidez) para la obtención del mejor tratamiento en la clarificación del jugo de caña utilizando el mucílago de la yausabara (*Pavonia sepium St. Hil*).
- Determinar el mejor tratamiento en la miel hidrolizada por inversión enzimática mediante las variables de viscosidad, sólidos solubles y presencia de cristales.
- Determinar la calidad mediante un análisis fisicoquímico (grado de inversión, minerales y color) e inocuidad (análisis microbiológico) del mejor tratamiento.
- Establecer el costo del producto final (costo por porción 250 ml) del mejor tratamiento.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Actividades

| Objetivos | Actividad (tareas) | Resultado de la actividad | Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos) |
|---|---|--|--|
| <p>Determinar variable de proceso (turbidez) para la obtención del mejor tratamiento en la clarificación del jugo de caña utilizando el mucilago de la yausabara (<i>Pavonia sepium St. Hil</i>).</p> | <p>Evaluar la turbidez de los diferentes tratamientos.</p> <p>Realizar un ADEVA AxBxC de los resultados obtenidos.</p> | <p>Se realizó la clarificación del jugo de caña a base del mucilago de la yausabara a diferentes concentraciones y se determinó la turbidez de los 8 tratamientos.</p> <p>La mejor concentración para la clarificación fue el t₅ (-1,-1,1) es decir, con una solución mucilaginoso de 50g/500ml, al 3% a temperatura de incorporación de 70°C.</p> | <p>Análisis fisicoquímico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Turbidez. |
| <p>Determinar el mejor tratamiento en la miel hidrolizada por inversión enzimática mediante las variables de viscosidad, solidos solubles y presencia de cristales.</p> | <p>Evaluar la viscosidad, solidos solubles y presencia de cristales de los diferentes tratamientos.</p> <p>Realizar un ADEVA AxBxC de los resultados obtenidos.</p> | <p>Se realizó la miel hidrolizada por inversión enzimática a diferentes concentraciones de enzima a temperaturas, tiempos altos, medios y bajos y se determinó la viscosidad, solidos solubles y presencia de cristales de los 27 tratamientos.</p> <p>El mejor tratamiento fue el t₁₄ (0, 0, 0) es decir, con una concentración de 7.5g de enzima, a una temperatura de incorporación de 55°C y a un tiempo de activación de 12 horas.</p> | <p>Análisis fisicoquímico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad. • Solidos solubles. • Presencia de cristales. |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Tabla 2: Actividades (*continuación...*)

| Objetivos | Actividad (tareas) | Resultado de la actividad | Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos) |
|---|--|--|--|
| Determinar la calidad mediante un análisis fisicoquímico (grado de inversión, minerales y color) e inocuidad (análisis microbiológico) del mejor tratamiento. | Elaboración del mejor tratamiento para el análisis fisicoquímico y microbiológico. | Se determinó la cantidad de azúcares totales, azúcares reductores, K, Fe, Mg y el color café marrón claro brillante. Se obtuvieron lecturas <10 en bacterias aerobias, enterobacterias, mohos y levaduras. | Se aplicaron análisis de laboratorio mediante los siguientes métodos: MAL-53/PEARSON ABSORCIÓN ATÓMICA MAL-02/AOAC 923.03 NTE INEN 1632 MMI-02/AOAC 990.12 MMI-04/AOAC 2003.01 MMI-01/AOAC 997.02 MMI-01/AOAC 997.02 |
| Establecer el costo del producto final (costo por porción 250 ml) tomando en consideración todos los rubros utilizados. | Determinar el PVP del mejor tratamiento. | Se determinaron los costos fijos, variables y el PVP del mejor tratamiento. | Análisis de costo. |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Antecedentes

Dentro de este punto se encuentran relaciones de proyectos investigados sobre la caña de azúcar o la miel hidrolizada, un claro ejemplo lo manifiesta (Quezada, 2007), en su estudio “Determinación de parámetros óptimos para la producción y aromatización de miel hidrolizada panela soluble y azúcar” (realizado en la Universidad Técnica del Norte), dice que la miel hidrolizada, panela soluble y azúcar natural aromatizados con aceite esencial de anisillo, tipo y hierbabuena a obtenerse en las agroindustrias paneleras, proporciona nuevas alternativas de producción, comercialización y uso, también analiza que la información de azúcar natural es escasa y proviene de Colombia y muy limitada de Ecuador y Perú. La planta de anisillo, ha sido muy poco estudiada, como tampoco existe información sobre formas de aromatización con la misma.

Al igual que la planta de yausabara (*Pavonia sepium*), a pesar de ser muy utilizada en la agroindustria panelera del norte del país, existe escasa información sobre las bondades y usos de la misma. (Quezada, Guía Técnica de Agroindustria Panelera, 2007, pág. 37), en su estudio “Agroindustria panelera” (realizado en la Ibarra- Ecuador) menciona que mediante esta investigación, indica que no existe mucha información sobre las variables que son estudiadas, incluso sobre la planta de yausabara, que a pesar de que es muy utilizada para la realización de azúcar tiene poca información sobre los beneficios y usos que se les puede dar.

Existe otra investigación relacionado con el tema, escrita por (Naranjo, 2008), en el estudio de la “Caracterización reologica y térmica de miel de dos variedades de caña” (realizados en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos), indica que por la escasa producción de miel de caña en nuestro país, y por la poca variabilidad de productos obtenidos a base de caña de azúcar, no se ha estudiado profundamente las propiedades físicas y químicas de la caña, jugo y miel específicamente en la POJ 28-78 y POJ 27-14 que son las variedades que utilizan las paneleras artesanales.

Entonces, la producción de miel de caña es otra alternativa de explotación a nivel artesanal e industrial, ya sea como producto final y/o como ingrediente, por lo cual, el conocimiento del comportamiento físico y químico de la miel, contribuye al mejor aprovechamiento para la superación de limitaciones que impiden la calidad total de los productos, el desarrollo de nuevos productos y en ciertos casos como controlador de calidad.

Sin duda alguna lo importante de la investigación es la producción de miel hidroliza a partir de la caña de azúcar, para indicar los beneficios y usos de la misma, mediante lo cual dará oportunidad de crecimiento a las industrias paneleras, azucareras para dar otra alternativa de producto al consumidor y otra manera de explotar a nivel mundial.

Clarificación del jugo de caña mediante el empleo de plantas mucilaginosas

Para (Quezada.W y Gallardo, 2014) en el estudio de la “Clarificación del jugo de caña mediante el empleo de plantas mucilaginosas” (realizado en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana, Cuba) indica que:

En la agroindustria panelera, después de la cosecha de la caña se llevan a cabo una serie de etapas para obtener edulcorantes naturales, tales como extracción del jugo, limpieza y clarificación, evaporación, cocimiento y batido.

Dentro de estas etapas sobresale la clarificación, donde el uso de clarificadores naturales o de químicos, determinan la calidad del producto. Una adecuada clarificación del jugo de la caña, contribuye a la calidad nutritiva y sensorial del producto final, en aspectos como el color.

De tal manera que, mediante esta investigación, se pudo conocer los beneficios que presentan el uso de los clarificadores naturales ya que mediante la aplicación de una cantidad extraída de mucilagos se puede llegar a obtener una clarificación de calidad.

7.2. Fundamentación teórica

7.2.1. Agroindustria panelera

Al hablar de industria hablamos de la actividad económica fundamental dentro del sector secundario, actividad que se encarga de transformar los productos naturales en materias primas o materias industriales, como también en productos elaborados y semielaborados.

Para (Quezada, Guía Técnica de Agroindustria Panelera, 2007), “la industria es la principal actividad fundamental en el sector secundario ya que este se encarga de transformar las materias primas es decir los recursos producidos por la naturaleza transformándolos en producción de materia industrial”.

Además menciona que es “una empresa que elabora productos edulcorantes derivados de la caña, a través de actividades de cultivo y post-cosecha, procesamiento-empaque y comercialización”.

7.2.2. Caña de azúcar

Según (Perafan, 2010): “la sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis”. La caña de azúcar es una planta tropical, es decir un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en el tallo de dicha planta se forma y adicionalmente se acumula un jugo que tiene la combinación de sacarosa, este compuesto que al ser extraído y al pasar un proceso este jugo forma el azúcar.

El tronco de esta caña de azúcar está conformada por una parte sólida llamada también fibra la cual contiene una parte líquida (jugo) que contiene agua y sacarosa. En este tallo también se puede encontrar compuestos como sacarosa, agua, sales, ácidos orgánicos,

fructosa, glucosa las cuales por ser muy pequeñas no se las puede apreciar de mejor manera.

El desarrollo o fotosíntesis de la caña de azúcar se produce mediante la luz del día, es decir en zonas tropicales en donde el sol permanezca constante para su perfecta fotosíntesis, en esta intervienen varios factores los cuales ayudan a la producción del jugo de caña que para luego será muy satisfactorio para la sociedad.

De acuerdo a (Infoagro, 2015): la caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas específicamente pertenece al género *Saccharum*. Las variedades cultivadas son híbridos de la especie *officinarum* y otras afines.

La caña de azúcar procede del extremo Oriente la cual llegó a España, específicamente en las zonas de Málaga y Motril en el siglo IX, esta posteriormente tiende a expandirse por América a partir del siglo XV. Hoy en día en la mayoría de los países de América latina se exporta este producto en grandes masas lo cual se han convertido en grandes productores de caña de azúcar.

7.2.3. Variedad de caña a emplear para la obtención de la miel hidrolizada

En estado óptimo de madurez ofrece excelentes posibilidades para la diversificación en nuevas presentaciones del producto como panela instantánea entre otros. Presenta también muy buena facilidad para la limpieza de los jugos lo que permite la obtención de jugos y mieles limpias con buena presentación. (Corporación colombiana de investigación agropecuaria, s.f.)

Es por tal motivo que emplearemos la variedad POJ 27-14 como materia prima para la obtención de la miel hidrolizada.

7.2.4. Subproductos

a) Miel

La miel o también llamada melaza, es un líquido denso y viscoso de color oscuro, es producto final de la fabricación o refinación de la sacarosa procedente de la caña de azúcar. Este subproducto se usa para alimentos concentrados para animales y como suplemento alimenticio para el hombre. (Leeson y Summers, 2000)

b) Cachaza

Residuo que se elimina en el proceso de clarificación del jugo de caña durante la fabricación de azúcar. Es un material rico en fósforo, calcio, nitrógeno y materia orgánica, pero pobre en potasio. Se usa principalmente como abono, ya que mejora algunas propiedades físicas y ácidas del suelo, aunque también se emplea en alimentación de ganado vacuno y en la obtención de ceras y aceites (Leeson y Summers, 2000).

c) Bagazo de caña

Desecho que queda después de la molienda de la caña de azúcar. Está formado por un conjunto de partículas de diferentes tamaños cuyo promedio oscila alrededor de 2 a 2.5mm el resto consta de sólidos solubles e insolubles. Es utilizado normalmente como combustible en las calderas que le dan energía a los ingenios (Leeson y Summers, 2000).

d) Melaza de la caña de azúcar

La melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali que normalmente están presentes en el jugo de caña localizado, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar.

Además de la sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa los cuales son fermentables, las melazas también contienen sustancias reductoras no fermentables.

Estos compuestos no fermentables reductores del cobre, son principalmente caramelos libres de nitrógeno producidos por el calentamiento requerido por el proceso y las melanoidinas que si contienen nitrógeno derivadas a partir de productos de condensación de azúcar y aminocompuestos (Honig, 1974).

7.2.5. Almacenamiento de la caña de azúcar

La caña después de ser cortada es llevada a patios de almacenamiento en el ingenio. Este almacenamiento no debe ser muy prolongado, puesto que los efectos del sol disminuyen el rendimiento del jugo, lo mismo que su calidad; por este motivo, debe pasarse a la molienda en el menor tiempo posible después de haber sido cortada; dentro

de lo posible debe procurarse que este tiempo no sobrepase las 48 horas para evitar pérdidas (Swan y Karalazos, 1990).

7.2.6. Miel de caña

La miel de caña es un producto obtenido netamente de la caña de azúcar, esta sustancia obtenida es de alta calidad cabe mencionar que el procedimiento para la elaboración de miel de caña no tiene relación con la obtención de azúcar blanca.

(Avila Ordoñez Inés Alejandra, 2011) Sostiene que principalmente se emplea la melaza como suplemento energético para la alimentación de rumiantes por su alto contenido de azúcares y su bajo costo en algunas regiones. No obstante, una porción de la producción se destina al consumo humano, empleándola como edulcorante culinario.

Al momento de la elaboración de la miel o melaza de caña en cuanto más obscura se presente, esta tendrá mayor cantidad de nutrientes y la calidad será mayor conforme a las demás.

La melaza se tiene un sinnúmero de utilidades como endulzante de jugos, té, bebidas, entre otros usos. Hay que tomar en cuenta que, al igual que la miel de abeja esta contiene mucha sacarosa la cual no es recomendada para diabéticos debido a su alta gama de endulzantes.

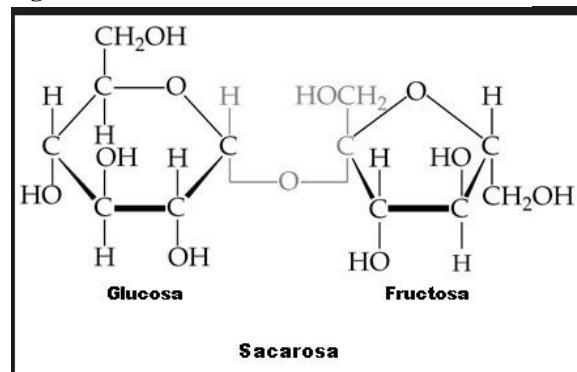
7.2.6.1. Sacarosa

La sacarosa es el edulcorante más utilizado en la producción industrial, pero esta al paso del tiempo ha ido siendo remplazada por diferentes endulzantes así como jarabes de glucosa, también por algunas fusiones de ingredientes con el fin de endulzar el producto deseado de forma adecuada al producto.

Popularmente la sacarosa se la conoce como azúcar, a pesar que químicamente la palabra azúcar engloba a un gran número de glúcidos. En cuando a su origen, la producción industrial de azúcar se consigue mayormente de dos especies: una es la caña de azúcar, y la otra es la remolacha azucarera. En el caso de la caña de azúcar se consigue un 70% de la producción y un 30% de la remolacha azucarera.

La sacarosa está compuesta por alfa-D-glucosa y beta-D-fructosa y su composición química es $C_{12}H_{22}O_{11}$ con la apariencia de azúcares cristalino, esta tiene una densidad de 1587 kg/m³, esta sacarosa presenta una solubilidad en contacto con el agua de 203,9 g/100ml. Esta es producida por medio del proceso de fotosíntesis, en la cual actúan compuestos inorgánicos que en presencia de la luz solar reacciona formando un jugo (jugo de caña) esta una vez extraída y expuesta a un proceso se obtiene la sacarosa.

Figura 1: Formula molecular de la sacarosa



Fuente: Quimicas.com

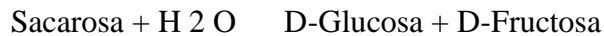
(Mendez Á. , 2010) Señala que la sacarosa es un disacárido de tipo heterogéneo que se encuentra formado por una glucosa, la cual aparece en forma de piranosa, es decir, un anillo con seis miembros, y una fructosa a modo de furanosa, o anillo de cinco miembros. Dichos monosacáridos se encuentran enlazados por el carbono 1 en el caso de la glucosa, y por el carbono 2 cuando se trata de la fructosa.

El enlace que los une es de tipo glucosídico, siendo α para la glucosa y β para la fructosa. Así, podemos decir que la sacarosa es una α -D-glucopiranososa (1 \rightarrow 2) β -D-fructofuranósido.

7.2.6.2. Hidrólisis de la sacarosa

La hidrólisis de la sacarosa produce una enzima llamada sacarasa o invertasa. En presencia del cloruro de hidrógeno (HCl) y en caliente la sacarosa se hidroliza, es decir que incorpora una molécula de agua la cual se descompone en los monosacáridos quienes conforman, glucosa y fructosa, que así son reductores.

Conforme a (Medina Borges e Isabel María, 2012) especifica que existen enzimas invertasas las cuales son encargadas de la hidrólisis de la sacarosa, están clasificadas como Beta -D fructofuranósido-fructohidrolasa.



Para (María Paucar Menacho Luz, 2013) la hidrólisis de la sacarosa produce glucosa y fructosa. La sacarosa tiene un conjunto de propiedades únicas; no presenta mutarrotación y no es un azúcar reductor. Estas propiedades son el resultado de poseer una unión glicosídica α -1,2 en lugar de una unión glicosídica. Los átomos de carbono anoméricos de ambos azúcares están unidos por un enlace glicosídico α -1,2; por lo tanto, no hay ningún átomo de carbono anomérico que sufra mutarrotación u oxidación.

Cuando se hidroliza sacarosa con ácido acuoso diluido o por acción de la enzima invertasa (de la levadura), se obtienen cantidades iguales de D (+) glucosa y D (-) fructosa. Esta hidrólisis va acompañada por el cambio en el signo de la rotación de + a -; por eso se suele llamar la inversión de la sacarosa.

La inversión de los azúcares, fundamentalmente de la sacarosa, consiste en la hidrólisis de su molécula, sea por vía enzimática (invertasa), o por procedimientos físico-químicos, como la hidrólisis con ácido clorhídrico a temperatura elevada o la utilización de resinas sulfónicas. El producto obtenido es conocido como azúcar invertido, y se encuentra en forma natural en la miel. El término inversión se refiere al cambio que se observa en el poder rotatorio de la solución cuando ocurre la hidrólisis, por ejemplo: La rotación específica de una solución de sacarosa es $+66,5^\circ$, en cambio la del azúcar invertido es de 20° .

7.2.6.3. No azúcares

Los no azúcares están compuestos por 33% de sustancias inorgánicas (Fe⁴, IC, Na, Ca², Mg², Zn², As³, Cd², Hg, Pb y Cr, NO₃, SO₂); el 42% corresponde a sustancias nitrogenadas (aminoácidos, péptidos, colorantes); y el 25% a sustancias orgánicas libres de nitrógeno (ácidos carboxílicos, alcoholes, fenoles, ésteres, vitaminas, gomas y dextranos) (Castro, 1993).

7.2.6.4. Azúcares invertidos

El azúcar invertido es una separación por hidrólisis de la fructosa y la glucosa, es algo más dulce que el azúcar simple y tiene una serie de propiedades (no cristaliza, mayor poder edulcorante, mantiene la humedad en las masas) muy diferentes con respecto al azúcar blanquilla normal (Arda, 2015).

El azúcar invertido se forma por una reacción química de hidrólisis ácida o inversión enzimática, en donde lo que ocurre es que se rompe la sacarosa (o azúcar común de mesa) en los elementos básicos que la componen, glucosa y fructosa. Por lo que el azúcar invertido es esencialmente un producto que puede ser obtenido involuntariamente o bien de forma provocada por una reacción química buscada (Clemente E. , 2012).

7.2.6.5. Usos del azúcar invertido

El azúcar invertido se caracteriza por su alto poder endulzante, que sería hasta un 30% mayor que el que posee el azúcar común o sacarosa, por eso en donde más se va a emplear es en productos de confitería y panadería.

- En panadería, repostería tiene poder para aumentar la fermentación de las masas, ya que la levadura digiere mejor la glucosa y la fructosa por separado, que la sacarosa como tal.
- En heladería, es frecuente su uso pues tiene un potente efecto anticristalizante, disminuyendo el punto de congelación de la mezcla para preparar el helado. (Clemente E. , 2012)

7.2.6.6. Propiedades del azúcar invertido

Mayor poder endulzante.- Por la misma cantidad de sacarosa (azúcar común) si separamos sus dos componentes (se llama hidrolizar a este proceso de separación) el poder endulzante aumenta un 30%. Es decir con la misma cantidad de azúcar (pongamos una cucharadita) de azúcar común y la misma invertida (separados sus dos azúcares básicos) la segunda endulza un tercio más

Mejor digestión por parte de las levaduras.- Las levaduras digieren de forma más fácil la glucosa y la fructosa que la sacarosa. Cuando hacemos pan, o una mezcla con levadura, estas digieren los azúcares de los carbohidratos de la harina.

Anticristalizante.- El azúcar invertido tiene un potente efecto anticristalizante, disminuyendo el punto de congelación de la mezcla para preparar helado. Usando azúcar invertido en vez de azúcar común, será más fácil darle forma al helado y resultarán mucho más suaves.

Humedad en las masas.- Las mezclas panificadas con azúcar invertido conservan mejor la humedad porque aumenta la retención de humedad retrasando el resecamiento, con el consiguiente incremento de duración de este tipo de productos alimenticios y aumentando su tiempo de ternez (Azucar Invertido, 2012)

7.2.7. Clarificación del jugo de la caña de azúcar

(Gallardo, 2015) Menciona que la clarificación de jugos de caña consiste en coagular los no azúcares por calentamiento a temperaturas muy cercanas a la de ebullición mediante la adición de algún agente clarificador. A través de lo anterior, se comprueba la eficiencia de los productos químicos y de los mucílagos naturales empleados para eliminar la cachaza, partículas suspendidas (sólidos en suspensión) y coloidales e impurezas no azúcares.

7.2.8. Mucílagos

(Plantasparacurar, s.f.) Da a conocer que son polisacáridos (conjunto de monosacáridos o hidratos de carbono simple). Tienen característica viscosa, que al tomar contacto con el agua aumenta de volumen obteniendo una solución coloidal.

(Saludable Naturaleza, 2010) Menciona que los mucílagos son fibras solubles, con la propiedad de hincharse con el agua y formar disoluciones coloidales o geles, característica ésta a la que deben la mayoría de sus propiedades y aplicaciones. En las plantas funciona como depósitos de agua gracias a su capacidad de retención, evitando así la deshidratación y favoreciendo la germinación. Cuando son muy abundantes, pueden fluir al exterior y por desecación en contacto con el aire se forman gomas.

(Quezada, Walter y Gallardo, 2014) Indica que los mucílagos son polisacáridos hidrocoloides que retienen agua debido a la presencia de grupos hidroxilos, son derivados de glúcidos gelatinosos y viscosos con una gran capacidad para retener los líquidos, por ello al hidratarse aumentan de volumen.

También que al incorporar la solución mucilaginosa al jugo se valoraron variables como la concentración de extracto de mucílago en agua, la cantidad de solución mucilaginosa añadida por litro de jugo y la temperatura de incorporación de esta al jugo. Durante el proceso se separan gomas, ceras, pigmentos, entre los más importantes presentes en el jugo, conocidos como cachaza. La cachaza negra se separa a temperaturas de 91 a 93 °C y la cachaza blanca a temperaturas superiores a la de ebullición del jugo (>93°C). El control de temperatura se realiza con termómetro digital Fisher Scientific con cable y sonda de acero inoxidable de escala -50 a 30 °C. Para evaluar la turbidez del jugo se utiliza turbidímetro.

7.2.8.1. Clasificación de los mucílagos

(Saludable Naturaleza, 2010) Da a conocer que los mucílagos de plantas superiores se clasifican clásicamente en dos grandes grupos: mucílagos neutros y mucílagos ácidos.

Mucílagos ácidos: se combinan con los ácidos biliares y tienen acción hipocolesterolemia. Tienen efecto emoliente y laxante. Ejemplos de plantas que los contienen son el lino, el llantén, la ispágula, la zaragatona, la malva y el malvavisco.

Mucílagos neutros (galactomananas, glucomananas): retardan la absorción de azúcares (glúcidos) y grasas (lípidos) al formar con ellos soluciones coloidales.

7.2.8.2. Principales plantas ricas en mucílago

(Botanical online, s.f.) Indica que entre las principales plantas ricas en mucílagos están:

Malva, Aloe vera, Plantago lanceolata, Arnica montana, ortiga, onagra, salvia, malvavisco, perejil, entre otras.

7.2.8.3. Yausabara

(Quezada, 2007) Menciona que la planta de yausabara (*Pavonia sepium St. Hil*) conocida comúnmente en el norte del país, se la encuentra en los cultivos y cercanías

vivas de los terrenos. Para muchos agricultores es una mala hierba, sin embargo, por su gran contenido en gomas y mucílagos es de gran importancia para la agroindustria panelera de la región norte.

Por su capacidad de atrapar impurezas para clarificar jugos, la ha convertido en la preferida por los paneleros. Esta planta contiene las gomas o mucilagos en los tallos mismos que deben ser macerados para obtenerlos. La cantidad de gomas obtenida depende del grado de desintegración que sufran los tallos previamente lavados y deshojados, por lo que se hace necesario pasarlos por el molino o trapiche.

Es escasa la información técnica tanto agronómica como de uso o de transformación de esta planta es evidente. Alguna información teórica, señala que la yausabara pertenece a la familia de las malváceas. Existen 1500 especies, divididas en más de 80 géneros, destacándose la yausabara como la única de importancia para el sector panelero.

Inicialmente, a esta planta se la había clasificado de la siguiente manera, esto según información de la tesis de grado de (Gordon R. y Echeverría, M. 1997.p.).

Clase: Angiospermas

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: Sida. s.f.

Esta clasificación se descarta hoy en día, toda vez que se tiene datos e información confiable de la planta proporcionados por expertos, donde señalan la siguiente clasificación.

7.2.8.4. Clasificación botánica

Clasificación botánica de la planta de yausabara, según Moller Jorgensen, P. y C. Ulloa (1995, p. 222).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Genero. Pavonia Cav.

Especie: Pavonia sepium St. Hil

Nombre común: yausabara.

(Vinicio, 2012) Menciona que las plantas “indeseables”, merecen mayor atención en aspectos de investigación. Pues, la yausabara, nómbrese como planta indeseable, arbusto, o mala hierba que generalmente se la encuentra en cercas para evitar la entrada de animales, es en la actualidad una principal fuente de investigación y uso en aspectos de clarificación de jugos, especialmente en el sector panelero y en el aprovechamiento de sus mucílagos en la obtención de jabón como material que proporciona propiedades farmacológicas, aspecto del estudio de hoy.

El desarrollo de las economías de los pueblos y países se fortalecen cuando existe una explotación racional de recursos naturales, y si estos son industrializados y llevados a un mercado se cumple la cadena de valor. En el caso de la yausabara no se ha generado esta cadena, porque las investigaciones no se han realizado y recién se están iniciando investigaciones para la elaboración de productos de aseo y limpieza que incluyen materias primas naturales, para que a futuro desplacen éstos a los productos similares con sustancias químicas, que al final afectan al ambiente y salud.

7.2.8.5. Extracción de mucílagos

(Quezada, 2007) Da a conocer que el proceso se inicia con la recolección de tallos maduros, separación de hojas, lavado, pesado y triturado.

Posteriormente se maceran por algunos minutos y finalmente separar la solución clarificadora por medio de un filtro. La solución que se obtiene, es espesa o muy densa (babosa). Finalmente, está lista para ser incorporada al jugo a temperatura de $90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

7.2.9. Miel de abeja

La miel es el producto generado por la colonia de abejas melíferas, también conocidas como (*Apis mellifera*); estos insectos elaboran la miel a partir del néctar recolectado de las flores, al que transforman de una sustancia líquida ligera y perecedera, en una más estable, rica en carbohidratos, cuya composición depende de las especies de las plantas de las que se haya tomado el néctar; así como el tipo y la química del suelo y clima.

El sabor de la miel, es particularmente dulce. El color se relaciona con los contenidos de minerales, polen y compuestos fenólicos de ahí que algunas mieles pueden ser extra claras o, incluso, casi negras, la fuente floral, además de otros compuestos como los pigmentos de origen vegetal, como los carotenos, taninos y derivados de la clorofila. Por otra parte, el aroma depende de los ácidos y aminoácidos que contenga. (Revista el consumidor, 2017)

7.2.9.1. Composición

a. Contenido de azúcares

Indica que de acuerdo a la norma debe ser mínimo (63.88%). Esta cantidad puede variar, de acuerdo con el tipo de alimentación que recibe la colmena o, bien, si la cosecha fue prematura.

b. Tipo de azúcares

La calidad de la miel depende, en buena medida, de los azúcares contenidos en ella, es decir, estos deben corresponder a los de la miel y no a los del azúcar común (sacarosa). Se realizó el perfil de carbohidratos determinando la cantidad de fructosa, glucosa y sacarosa, ya que los azúcares típicos de la miel de abeja son los que le dan sus características organolépticas.

c. Contenido de agua

El contenido de agua (humedad) es un factor importante en la calidad de la miel: su presencia en exceso puede hacerla susceptible de fermentación. El contenido de humedad es atribuible a ciertos factores ambientales; el agua presente en el néctar

influye también en la viscosidad y color, lo que afecta, a su vez, las propiedades organolépticas y de conservación. La norma exige que este parámetro no rebase 20%.

d. Viscosidad

(Aplicaciones técnicas procesos productivos, 2008) Indica que la viscosidad es la propiedad de los fluidos que se caracteriza por su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas. En el Sistema Internacional se mide en Pascales segundo, pero la unidad más utilizada es el centipoise (cps), equivalente a 1mPas.

Tabla 3: Viscosidades de productos comunes

| Viscosidades aproximadas de los productos comunes a temperatura ambiente de 21°C (70 °F) | |
|---|---------------------------------|
| Material | Viscosidad en centipoise |
| Aire | 0,01 cps |
| Metanol | 0,5 |
| Agua | 1 |
| Leche | 3 |
| Glicol etileno | 15 |
| Vino | 25 |
| SAE 10 aceite de motor | 85 a 140 cps |
| SAE 20 aceite de motor | 140 a 420 cps |
| SAE 30 aceite de motor | 420-650 cps |
| SAE 40 aceite de motor | 650 a 900 cps |
| Aceite castrol | 1.000 cps |
| Miel karo | 5.000 cps |
| Miel | 10.000 cps |
| Chocolate | 25.000 cps |
| Salsa de tomate | 50.000 cps |
| Mostaza | 70.000 cps |
| Crema | 100.000 cps |
| Manteca de cacahuete | 250.000 cps |
| Compuestos asfalto | 500.000 cps |

Fuente: Aplicaciones técnicas procesos productivos, 2008

7.2.10. Miel hidrolizada

“La miel hidrolizada es un hidrato de carbono obtenido por concentración del jugo de la caña y está constituido por azúcares invertidos y sacarosa, por efecto de una inversión que puede ser ácida, enzimática y por resinas sulfónicas; en donde el producto es viscoso y de sabor dulce, translúcido, soluble en agua y color café claro brillante” (Quedaza, 2007)

7.2.10.1. Establecimiento de requisitos mínimos de calidad de la miel hidrolizada

(Freire. A y Landazuri, 2007) Indica que los requisitos establecidos para panela, azúcar orgánico y miel hidrolizada son los siguientes:

Tabla 4: Requisitos mínimos de calidad de la miel hidrolizada

| Característica | Panela | Azúcar | Miel hidrolizada |
|-------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Azúcares totales (%) | Mínimo 88.0 | Mínimo 95.0 | Máximo 81.0 |
| Azúcares invertidos (%) | - | - | Mínimo 48.0 |
| Sacarosa (%) | Mínimo 82.0 | Mínimo 82.0 | Máximo 5.0 |
| Humedad (%) | Máximo 7.0 | Máximo 2.0 | Mínimo 17.0 Max 23.0 |
| Sólidos solubles | | | 77.0 -78.0 |
| Cenizas totales | Máximo 3.0 | Máximo 3.0 | Máximo 3.0 |
| Anhídrido sulfuroso(ppm) | Negativo | Negativo | Negativo |
| Impurezas (%) | Máximo 0.4 | Máximo 0.4 | Máximo 0.4 |
| Transmitancia (%) a 620nm | Máximo 72.0 | Máximo 72.0 | Máximo 72.0 |
| Color (abanico colorimétrico) | 5 a 10 | 5 a 8 | 3 a 9 |
| pH | ----- | ----- | 3.8-4 |
| Coliformes totales (NMP/g) | <3 | <3 | <3 |

Fuente: Freire. A y Landazuri, 2007

7.2.10.2. Parámetros físicos que intervienen en la calidad de la miel hidrolizada

- **pH**

El potencial hidrógeno (pH) es una forma convencional y muy conveniente de expresar según una escala numérica adimensional, el grado de acidez o basicidad de soluciones acuosas diluidas. Es en realidad una medida de la actividad de los iones hidrógeno en una solución electrolítica.

En la mayoría de los procesos industriales el control de los niveles de pH que presentan los productos o soluciones elaborados es un factor importante.

Su medición se emplea normalmente como indicador de calidad, por lo que su regulación no puede ni debe pasar desapercibida, por ejemplo, en la Industria Alimentaria para las bebidas, gaseosas, cervezas, yogurt, embutidos, salsas, mermeladas, etc.

En lo que respecta a la Industria Alimentaria, la importancia que tiene evitar la contaminación es indiscutible, siempre se debe garantizar que el producto final se encuentre libre de microorganismos que puedan intervenir en la calidad y causar daño en la salud del consumidor.

Es por ello que se debe revisar el valor del pH de los productos, pues este puede aumentar su tiempo de conservación. En la eliminación de los agentes patógenos indeseados se utilizan bactericidas, que tardan en eliminar los microorganismos, la concentración iónica del hidrógeno afecta a esos microorganismos y también a la acción de los bactericidas, por lo tanto el índice de pH influye de forma directa en el control aplicado para evitar la activación de microorganismos y de bacterias (García, 2015).

El valor de pH de un alimento es una medida en escala logarítmica de su acidez o de su basicidad. El pH se define por la relación $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Debido a que cada unidad de la escala de pH representa una diferencia de 10 veces, un alimento con un pH de 6 es 10 veces más ácido que uno con un pH de 7; pH de 5.0 es 100 veces más ácido. (Montville & Matthews, 2009, pág. 22)

La excesiva acidez puede causar demasiada hidrólisis, lo que forma un producto azucarado blando o líquido. Si el punto de ebullición se alcanza de forma lenta (por lo

tanto, un tiempo de calentamiento más largo) aumenta la posibilidad de inversión, mientras que una velocidad rápida menor inversión (Meza & Freire, 2011, pág. 3).

- **Hidrólisis**

Literalmente significa destrucción, descomposición o alteración de una sustancia química por el agua. En el estudio de las soluciones acuosas de electrolitos, el término hidrólisis se aplica especialmente a las reacciones de los cationes (iones positivos) con el agua para producir una base débil, o bien, a las de los aniones (iones negativos) para producir un ácido débil. Entonces se dice que la sal de un ácido débil o de una base débil, o de ambos, de un ácido débil y una base débil, está hidrolizada. El grado de hidrólisis es la fracción del ion que reacciona con el agua. (Hidrolisis).

Las reacciones de hidrólisis se producen cuando los compuestos orgánicos reaccionan con el agua. Se caracterizan por la división de una molécula de agua en un grupo de hidrógeno e hidróxido con uno o ambos de estos apegándose a un producto orgánico de partida. La hidrólisis, por lo general, requiere el uso de un catalizador ácido o base y se utiliza en la síntesis de muchos compuestos útiles. El término "hidrólisis" significa literalmente dividir con agua; el proceso inverso, cuando el agua se forma en una reacción, se llama condensación (Sanchez, 2013).

- **Hidrólisis de la sacarosa**

La sacarosa es un disacárido que no posee carbonos anoméricos libres por lo que carece de poder reductor. Dado que es común utilizar este azúcar en procesos fermentativos su determinación por el método de DNS requiere de hidrólisis ácida (HCl) o enzimática para la obtención de glucosa y fructosa que son azúcares reductores. (Godoy, 2002)

- **Cristalización**

En términos generales la cristalización responde a un proceso utilizado en química, de solidificación partiendo de un gas, líquido o incluso de una disolución (de iones, átomos o moléculas), que se enlazan hasta lograr formar una red cristalina. También se puede decir, que es la operación por medio de la cual se separa un componente de una disolución líquida para ser transferido a la fase sólida. (Cristalizacion)

(Mendez A. , Sacarosa, 2010) Menciona que la cristalización es el nombre que se le da a un procedimiento de purificación usado en química por el cual se produce la formación de un sólido cristalino, a partir de un gas, un líquido o incluso, a partir de una disolución. En este proceso los iones, moléculas o átomos que forman una red en la cual van formando enlaces hasta llegar a formar cristales, los cuales son bastante usados en la química con la finalidad de purificar una sustancia de naturaleza sólida.

Según (Creus Solé, 2005), Grados Brix, empleados casi exclusivamente en la industria azucarera representan el tanto por ciento en peso de azúcar en solución a 17,5 °Bx.

- **Grados Brix**

Para (Gianottiy & Prandoni, 2012), Grados Brix es la unidad de medida de la concentración de azúcares en un líquido. El valor corresponde al número de gramos por cada 100g de líquido.

7.2.10.3. Parámetros de proceso (concentración temperatura y pH), para la obtención de miel hidrolizada

La miel es un producto de la concentración de sustancias azucaradas de la caña, constituida en casi su totalidad por azúcares invertidos y sacarosa, es viscosa y de sabor dulce, translúcido, soluble en agua y color café rojizo brillante. La calidad del producto depende de una buena turbidez en unidades NTU, concentración (78 °B + 0.5) y pH- 4. (Quedaza, 2007, pág. 23)

Tabla 5: Parámetros de proceso para la obtención de miel hidrolizada

| Determinación | Unidad | Resultados |
|----------------------|---------------|-------------------|
| Humedad | % | 17.8 |
| Azúcares totales | % | 81.1 |
| Azúcares reductores | % | 32.62 |
| Azúcares invertidos | % | 48.48 |
| Cenizas | % | 3.30 |
| Hierro | Ppm | 26,22 |
| Magnesio | Ppm | 923,72 |
| Turbidez | % T | 92 |

Fuente 1: Quezada, 2007, pág. 24

Según los resultados expuestos de la miel hidrolizada, es rica en minerales, azúcares y energética.

7.2.10.4. Temperaturas y grado de concentración de sólidos solubles para la obtención de la miel hidrolizada

Tabla 6: Temperaturas y concentración, según la altura de ubicación de la panelera

| Temp. (° C) | Sólidos solubles (° Brix) según ubicación panelera (msnm) | | | | |
|----------------|---|-----|------|------|------|
| | 200 | 670 | 1160 | 1650 | 2250 |
| 93 | | | | | 22 |
| 94.5 | | | | | 37 |
| 95 | | | | 22 | 44 |
| 96 | | | | 32 | 50 |
| 97 | | | 22 | 43 | 57 |
| 98 | | | 35 | 51 | 61 |
| 99 | | 22 | 42 | 56 | 65 |
| 100 | | 32 | 49 | 60 | 68 |
| 101 | 22 | 42 | 56 | 64 | 71 |
| 102 | 40 | 49 | 60 | 67 | 73 |
| 103 | 48 | 56 | 64 | 70 | 75 |
| 104 | 55 | 60 | 67 | 72 | 76 |
| 105 | 60 | 65 | 69 | 74 | 77 |
| 106 | 65 | 68 | 71 | 75 | 78 |
| 107 | 67 | 70 | 73 | 76 | 79 |
| 108 | 70 | 72 | 75 | 78 | 80 |
| 109 | 72 | 74 | 76 | 79 | 81 |
| 110 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 |
| 111 | 76 | 78 | 79 | 81 | 84 |
| 112 | 77 | 79 | 80 | 83 | 85 |
| 113 | 79 | 80 | 82 | 84 | 86 |
| 114 | 80 | 82 | 83 | 85 | 87 |

Fuente: ICIDCA, sobre los derivados de la caña de azúcar

7.2.11. Invertasa

La invertasa es una enzima que digiere carbohidratos dividiendo la sacarosa (azúcar común o azúcar de mesa) en sus componentes que son la glucosa y la fructosa. Generalmente se deriva de una cepa benéfica de *Saccharomyces cerevisiae* y que luego son purificados para usarse ya sea por sí solos o como parte de una fórmula de múltiples enzimas. Combinadas con otras carbohidrasas, mejora la digestión en general del almidón, el azúcar y otros carbohidratos.

La habilidad de la invertasa para descomponer (hidrolizar) el enlace entre la fructosa y la glucosa la convierte en una parte vital de la digestión de azúcares complejos en azúcar en la sangre (glucosa) lo cual puede usarse como una fuente de energía para el cuerpo. También es conocido como beta-fructofuranosidasa y puede aparecer en listas bajo este nombre en algunas etiquetas de los productos y en la literatura científica. (Edward, 28/ julio/2011).

También (Padial, 2016) menciona que a nivel industrial, la invertasa se obtiene principalmente a partir de cultivos de levadura y se utiliza en la industria alimentaria para producir el jarabe de azúcar invertido. De forma muy esquemática, se parte de un jarabe de sacarosa y se somete a la acción de la invertasa. Como resultado se obtiene una solución de glucosa y fructosa que se conoce como jarabe de azúcar invertido o simplemente jarabe invertido.

7.2.11.1. Beneficios de la invertasa para la salud

Estos son algunos de los beneficios para la salud y de los estudios que apoyan los beneficios de las enzimas como la invertasa:

- **Impulsor Natural del Sistema Inmunológico**

Las enzimas encontradas en la miel, como la invertasa, han sido estudiadas por su actividad metabólica. Los estudios hechos respecto a los espárragos (*Asparagus officinalis*) determinaron una gran actividad de invertasa en la punta de los espárragos misma que puede estar relacionada con el alto ritmo de metabolismo que se da en esta parte del vegetal.

- **Apoyo Antioxidante**

La invertasa tiene muchas propiedades antioxidantes y es un poderoso agente antimicrobiano. Estos dos aspectos permiten que apoye la prevención de infestaciones bacterianas y la fermentación en el estómago debido a la oxidación. En la antigua India, la miel sin procesar a menudo se usaba en pacientes que tenían un corazón débil. Se sabía que mataba las bacterias y reducía los malestares intestinales.

También se usó por sus propiedades higroscópicas (retiene la humedad), y su habilidad para extraer la humedad del cuerpo, haciendo que disminuyan las infecciones bacterianas. La invertasa es uno de esos elementos clave del apoyo enzimático encontrado en la miel.

- **Previene la aparición de úlceras**

Dado a que la invertasa crea azúcares simples pre-digeridas, ayuda a reducir la toxicidad del estómago, para que los azúcares no permanezcan en el estómago suficiente tiempo para provocar una fermentación tóxica. La fermentación es lo que hace que las bacterias y las enfermedades se den en el tracto digestivo. De esta manera la invertasa ayuda a proteger el cuerpo de las úlceras, al igual que de muchas otras enfermedades digestivas (Edward, 28/ julio/2011).

7.2.12. Proenzimas S.A.

(Proenzimas , 2017) PROENZIMAS, es una empresa dedicada a la importación, elaboración y suministro de enzimas y preparaciones enzimáticas, destinadas a nuevas aplicaciones que dan respuesta a necesidades particulares de la industria alimentaria. Asociados con Compañías de Bio-ingeniería, que tienen Instalaciones de fabricación certificadas bajo Normas ISO 9001:2008 en el desarrollo, fabricación y suministro de enzimas para Industria Alimentaria y aplicaciones especiales.

Proenzimas, s.a. ubicada en la Calle 56 № 5N-65 Bodega 4, La Flora Industrial, Valle del Cauca, Cali, Colombia dicha empresa presenta en el mercado enzimas para Confitería, Industria Azucarera y tratamiento de extractos de café.

La enzima invertasa C 3000 es un producto micro granulado fino, obtenido de la cepa seleccionada de la *Saccaromyces cerevisiae*, puede ser usada en la alimentación,

específicamente como ingrediente en la procesamiento de frutas, inversión de sacarosa, prevención de cristalización y la suavidad de dulces rellenos.

Posee una actividad estandarizada $>3,000$ SU/g dicho producto cumple con las especificaciones generales para enzimas grado alimenticio como está publicado por JECFA, FCC y estándares GMP de FDA.

Se puede decir que en comparación de la hidrólisis ácida, el proceso enzimático con Invertasa 3000 C presenta una reacción moderada, permite mejor control en la operación y no se forman subproductos indeseables.

Cabe mencionar que la eficiencia en la inversión de las mieles de caña o mieles soluciones de sacarosa y agua, depende de la dosis de Enzima Invertasa C 3000 usada, la temperatura, el pH de las mieles y el tiempo empleado para la reacción.

La enzima invertasa debe almacenarse bajo condiciones de ambiente fresco y seco. La vida de almacenamiento puede extenderse con refrigeración a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para que pueda presentar una estabilidad óptima y vida útil adecuada.

Ventajas que presenta el uso de la enzima invertasa C 3000 cuando se aplica a la producción de confitería y otros productos de consumo similares.

- Previene la cristalización, dando una apariencia bella y atractiva.
- Favorece la consistencia y el gusto suave, característico de la glucosa y la fructosa.
- Proporciona un contenido de humedad apropiado, delicadez y buen sabor.
- Inhibe la proliferación de hongos y bacterias y aumenta la vida comercial en los productos elaborados con ella.

Tabla 7: Especificaciones de la invertasa C 3000

| Composición | Propiedades | Microbiológicos | Efecto del pH | Efecto de temperatura |
|---|---|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Principio activo: Enzima Invertasa | Metales pesados: <30ppm (como plomo) | Coliformes: <30/g | pH óptimo: 4,5-5,0 | Temperatura óptima: 50 – 55 ° C |
| Cubierta del MG: Maltodextrina /Cloruro sódico | Lead: <5 ppm | E .coli: ausente en 25 g. | Rango efectivo de pH: 4,5-5,9 | |
| | Arsénico: <3ppm | Salmonella: ausente en 25 g | | |
| | Cadmio:<0.5ppm | | | |

Fuente: Proenzimas, 2017

7.3. Glosario de términos:

- 1. Azúcares.** Los principales azúcares en la melaza son la sacarosa (60% - 63% en peso), la glucosa o dextrosa (6% - 9% en peso), y la fructosa o levulosa (5% - 10% en peso); estas dos últimas constituyen la mayor porción de los azúcares reductores encontrados en los análisis. La fructosa puede sufrir transformaciones al igual que la glucosa, debido a reacciones dependientes de la temperatura. El contenido de glucosa y fructosa en las melazas puede variar a causa de la hidrólisis de la sacarosa, a valores de pH ácido y a temperaturas altas (Castro, 1993).
- 2. Azúcar invertido.** “El azúcar invertido es una separación por hidrólisis de la fructosa y la glucosa, es algo más dulce que el azúcar simple” (Ardá, 2010)
- 3. Cachaza.** La cachaza es el residuo en forma de torta que se elimina en el proceso de clarificación del jugo de caña. Durante la fabricación del azúcar crudo, la cachaza constituye el 17 por ciento de residuos por el uno por ciento de azúcar cristalizada. En la determinación de las pérdidas de suelo se utilizaron parcelas de erosión en cada subparcela de cada tratamiento (EcuRed, s.f.)
- 4. Descachazada.** “Proceso que consiste en separar las impurezas que floculan por efecto del clarificador y calentamiento del jugo al coagular las ceras, gomas y otros; y a ellos se adhieren los pigmentos” (Quezada, GUÍA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA PANELERA, 2007, pág. 69).

5. **Glucosa.** En términos científicos, podemos decir que la glucosa es un monosacárido, lo cual significa que tiene una estructura simple que no se puede descomponer más ya que es la estructura más simple a partir de la cual se arman estructuras más complejas como otros tipos de azúcares. La fórmula molecular o la estructura de las moléculas de la glucosa es $C_6H_{12}O_6$, ésta estructura está formada por seis moléculas de carbono, doce moléculas de hidrógeno y seis moléculas de oxígeno (Definición ABC, s.f.).
6. **Hidrólisis.** “Descomposición de sustancias orgánicas e inorgánicas complejas en otras más sencillas por acción de agua: la hidrólisis de una sal forma disoluciones ácidas o básicas” (WordReference, 2005).
7. **Enzima.** (Ramírez .Laura y Garcia, s.f.) Menciona que actualmente, las enzimas se consideran como aditivos en la industria de los alimentos que pueden modificar la apariencia, textura, valor nutricional, generar aromas y sabores, además de disminuir el tiempo de proceso. Su utilización se ha extendido a otras aplicaciones relacionadas con la industria alimentaria como el desarrollo de envases activos y biosensores. Las enzimas pueden obtenerse a partir de tejidos animales, tejidos vegetales o mediante procesos de fermentación utilizando microorganismos seleccionados. El uso de enzimas a nivel industrial se ve limitado por la disponibilidad y costo.
8. **Invertasa.** “La invertasa es la enzima que cataliza la hidrólisis de la sacarosa, el disacárido conocido como azúcar común, para obtener sus dos componentes, la glucosa y la fructosa. Esta enzima recibe otros muchos nombres, siendo el más exacto Beta-fructofuranosidasa” (Curiosiando, 2016)
9. **Melaza.** “La melaza de caña es el resultado de cocer el jugo de la caña de azúcar, cuyo proceso ayuda a que se evapore el agua y se concentren en ella los distintos azúcares naturales de la fruta” (naturesan, s.f.).
10. **Fructosa.** La fructosa es la fuente principal de combustible en las dietas que contienen grandes cantidades de sacarosa un disacárido de fructosa y glucosa). Hay dos vías para el metabolismo de la fructosa; una se produce en el músculo y la otra en el hígado. Esta dicotomía es resultado de la presencia de diferentes enzimas en estos distintos tejidos (Voet & Voet, 2004, pág. 638).
11. **Mucílagos.** “Los mucílagos son un tipo de fibra soluble viscosa. Lo producen la semilla de ciertas plantas, como plántago, el lino, la chía, la algarroba y la mostaza” (Botanical online).

- 12. Punteo.** “Es la concentración óptima que debe alcanzar la miel hidrolizada” (Quezada, GUÍA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA PANELERA, 2007, pág. 70)
- 13. Turbidez.** La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez (lenntech, s.f.)
- 14. Viscosidad.** “Es lo opuesto de fluidez; puede definirse de modo simplificado, como la mayor o menor resistencia que ofrece un líquido para fluir libremente. Todos los líquidos poseen algo de viscosidad” (EcuRed, s.f.)
- 15. Yausabara.** Esta planta (*pavoniasepium* St. Hil) se la encuentra en los cultivos y cercas vivas del terreno y para muchos agricultores es considerado como una mala hierba. Sin embargo, por su contenido en gomas y mucílagos, es de gran importancia para la agroindustria panelera ya que tiene la capacidad de atrapar impurezas. (Quezada, GUÍA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA PANELERA, 2007, pág. 65).

8. HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis nula

Ho= La concentración, el porcentaje y la temperatura de adición de la solución mucilaginoso, no influyen significativamente en la clarificación del jugo de la caña.

8.2. Hipótesis alternativa

Ha= La concentración, el porcentaje y la temperatura de adición de la solución mucilaginoso, influyen significativamente en la clarificación del jugo de la caña.

8.3. Hipótesis nula

Ho= La cantidad, la temperatura y tiempo de activación de la enzima invertasa, no influyen significativamente en la calidad de la miel hidrolizada.

8.4. Hipótesis alternativa

Ha= La cantidad, la temperatura y tiempo activación de la enzima invertasa influyen significativamente en la calidad de la miel hidrolizada.

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Metodología

9.1.1. Ubicación de la investigación

La investigación para obtener miel hidrolizada “NOVA MIEL” se realizó en el laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mismo que cuenta con los equipos e instrumental necesarios para realizar los respectivos análisis y pruebas.

9.2. Elaboración de miel hidrolizada “NOVA MIEL”

9.2.1. Materiales

Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitación.
- Agitador de vidrio.
- Pipeta.

Utensilios

- Recipientes.
- Envases de vidrio.
- Cucharas.
- Cocina.
- Jarra de plástico.
- Colador.
- Tela (lienzo).
- Ollas.

Materia prima

- Jugo de caña de azúcar.
- Yausabara.

Insumos

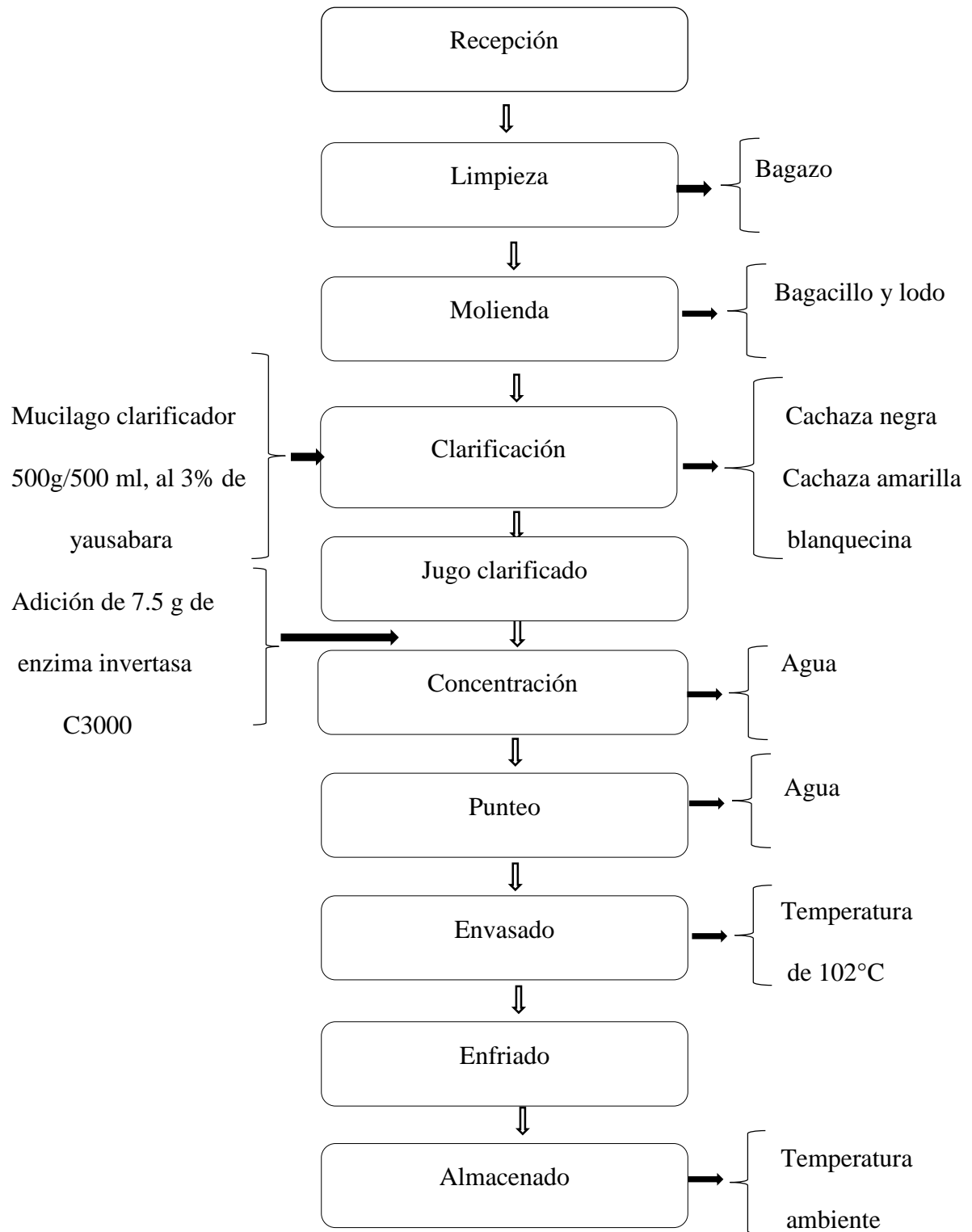
- Enzima invertasa.
- Mucílago de la yausabara.

Equipos

- Balanza analítica.
- Brixometro.
- Ph metro.
- Termómetro.
- Turbidímetro.
- Viscosímetro.
- Trapiche.
- Pantone palette X-rite con software colorimétrico para CIE – Lab Color scale.

9.2.2. Diagrama de proceso de elaboración de la miel hidrolizada

Figura 2: Obtención de la miel hidrolizada



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

9.2.3. Procedimiento de elaboración de la miel hidrolizada

- **Recepción de la materia prima**

La caña se la recibió en los laboratorios de análisis de alimentos de la Universidad Técnica de Cotopaxi la cual presentó un estado de madurez óptimo, limpia (libre de hojas y materiales extraños) y fresca (se recomienda no almacenarla por más de 24 horas después del corte).

- **Molienda**

Se procedió a introducir las cañas limpias en el trapiche para extraer el jugo por medio de la compresión de la caña.

- **Análisis fisicoquímicos del jugo de caña**

Se inicia con la calibración del pH metro con los buffers de 5, 7 y 10, se colocó en un vaso de precipitación 20 ml de la muestra de (jugo) posteriormente se introduce el pH metro cuidando de que no toque las paredes del recipiente y se procedió a la lectura obteniendo valores de pH 4.7.

Posteriormente se procedió a valorar el °Bx, se encero el refractómetro con agua destilada, se limpió cuidadosamente, luego se colocó una gota de muestra en el refractómetro y se realizó la lectura, dándonos como resultado 20°Bx. Además se determina la temperatura de 18°C con el termómetro digital.

- **Filtrado**

Posteriormente se realizó la filtración del jugo extraído para separar las impurezas menos densas que el jugo, para ello utilizamos una tela lienzo para quitar el bagacillo, gran parte de lodos y arenas presentes en el jugo.

- **Extracción de solución mucilaginosa**

Se realizó el deshoje y clasificación de los tallos maduros de la planta de yausabara.

Procedimos a pesar y lavar 50 g de tallos maduros de yausabara.

Machacamos los tallos hasta observar la presencia de mucílago.

Medir 500 ml de agua y macerar por 5 minutos hasta obtener la solución mucilaginoso.

Filtrar la solución mucilaginoso mediante un colador hasta obtener la solución libre de impurezas y sustancias extrañas.

Posteriormente se realizaron los respectivos análisis fisicoquímicos en donde se comenzó calibrando el pH metro con los buffers de 5, 7 y 10 se colocó en un vaso de precipitación 20 ml de la muestra de jugo posteriormente se introdujo el pH metro cuidando que no toquen las paredes del recipiente y se procedió a la lectura de la concentración de 50g/500ml obteniendo un pH de 6.7.

Luego se procedió a evaluar los °Bx, primero se encero el refractómetro con agua destilada y se limpió cuidadosamente, luego se procedió a colocar una gota de muestra en el refractómetro de la concentración de 50g/500ml y se realizó la lectura dándonos como resultado 0.3 °Bx.

- **Clarificación**

Se la realizó mediante el empleo de la solución mucilaginoso extraída de la yausabara en donde procedimos a:

Se calentó el jugo hasta llegar a una temperatura de 70°C para agregar la solución mucilaginoso, mezclar enérgicamente durante 30 segundos.

Esperar que los no azúcares del jugo se coagulen por el calentamiento para que los mucilagos de la yausabara los atrapen a la temperatura de ebullición. Separar utilizando un colador.

Dejar enfriar el jugo hasta que llegue a una temperatura de 35 °C.

Luego se realizaron los análisis de turbidez donde primero se calibró el turbidímetro con los buffers de 0.1, 20, 200 y 800.

Posteriormente se lavaron los toma muestras con agua destilada y se colocaron 10 ml de muestra se limpió con una paño de tela y se procedió a la lectura dándonos como mejor tratamiento una turbidez de 70 NTU en el jugo de caña clarificado.

- **Descachazada I**

Procedimiento que consistió en separar las impurezas que floculan por efecto del clarificador.

- **Pesado de enzima invertasa**

Pesar 7.5g para 1.5 l de jugo clarificado.

- **Temperatura de activación de enzima**

Calentar el jugo clarificado hasta llegar a la temperatura ideal de activación de 55°C.

- **Adición de enzima**

Una vez alcanzada la temperatura propuesta, añadir la enzima, agitar enérgicamente hasta que se disuelva por completo.

- **Conservación de temperatura y tiempo de activación de enzima**

Esto se lo consiguió colocando los tratamientos dentro de las estufas estableciendo previamente la temperatura y el tiempo que requieren los mismos y llevar a temperatura de ebullición.

- **Descachazada II**

Consistió en separar la cachaza de color amarilla blanquecina durante el proceso de ebullición empleando un colador, además de la adición de la enzima invertasa.

- **Concentración**

Evaporar el jugo en el menor tiempo posible hasta llegar a concentraciones cercanas al punteo entre 78 -80 °Bx.

Posteriormente se realizan los análisis para determinar la viscosidad con el viscosímetro rotacional. Se prepararon las muestras con 400 ml de miel hidrolizada. Luego se configuró las unidades de medición en centipoises, el tiempo de rotación del usillo a 5 minutos y a 100 rpm en la pantalla digital del viscosímetro rotacional. A continuación

se colocó el usillo correcto (L4) y se colocó el vaso de precipitación en posición, debajo del usillo y bajamos el cabezal a un nivel adecuado.

Y se procedió a realizar la lectura de las diversas muestras en donde se determinó el mejor tratamiento con una viscosidad de 9800 cps. También se determinó lo que son 77 °Bx. para el mejor tratamiento.

- **Envasado**

El producto se envasa en caliente en recipientes de vidrio transparente para detectar alteraciones físicas.

- **Enfriado**

Se enfría a temperaturas de entre 100-103°C con la tapa puesta.

- **Almacenado**

El producto puede almacenarse a temperatura ambiente es decir entre 18-30°C con un tiempo de vida útil mayor a un año.

9.3. Diseño experimental

En esta investigación se aplican dos diseños experimentales que corresponden a:

9.3.1. Diseño para la clarificación del jugo de caña

El diseño experimental que se aplicó en la investigación es un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial A x B x C; donde el factor A (X_1) la solución mucilaginosa, factor B (X_2) es el porcentaje de la solución mucilaginosa y el factor C (X_3) es la temperatura de adición de solución mucilaginosa.

9.3.1.1. Factores niveles y variables para la clarificación del jugo

El control de temperatura se realiza con termómetro digital Fisher Scientific con cable y sonda de acero inoxidable de escala -50 a 110 °C. Para evaluar la turbidez del jugo se utiliza turbidímetro HANNA, escala 0,00-1,000 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Se utilizó un diseño factorial 2^3 , con una repetición, donde la variable respuesta es la turbidez (t) y factores en estudio (X). Los resultados se analizaron

estadísticamente con el software Statgraphics Plus 4, según factores, niveles y variable; resultados que se muestran en la tabla N°8.

Tabla 8: Factores, niveles y variables

| Factores | Niveles | | Variable respuesta |
|---|---------|------|----------------------------|
| | Bajo | Alto | |
| Concentración de solución mucilaginosa (X ₁) | 500 | 1000 | Turbidez (Y _t) |
| Porcentaje (%) de solución mucilaginosa (X ₂) | 3 | 5 | |
| Temperatura de adición de solución mucilaginosa (X ₃) | 50 | 70 | |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

9.3.2. Diseño para la obtención de la miel hidrolizada

El diseño experimental que se aplicó en la investigación es un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial A x B x C, 3³; donde el factor A (X₁) es la cantidad de enzima, factor B (X₂) es la temperatura de activación de la misma y el factor C (X₃) es el tiempo de activación de la enzima. Los resultados se analizaron estadísticamente con el software Statgraphics, según factores, niveles y variable; resultados que se muestran en la tabla N°9.

9.3.2.1. Factores, niveles y variables para la obtención de la miel hidrolizada

Tabla 9: Factores, niveles y variables

| Factores | Niveles | | | Variables respuesta | | |
|---------------------|---------|-------|------|------------------------------|-------------------------|--|
| | Bajo | Medio | Alto | Viscosidad (Y _v) | °Brix (Y _s) | Presencia de cristales (Y _c) |
| A (X ₁) | 6 | 7.5 | 8.5 | | | |
| B (X ₂) | 50 | 55 | 60 | | | |
| C(X ₃) | 8 | 12 | 16 | | | |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

9.4. Resumen del control de variables

Tabla 10: Variables de clarificación

| Variables dependientes | Variables independientes | Indicadores | |
|------------------------|---|----------------------|----------|
| Clarificación | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Concentración de solución mucilaginosa <ul style="list-style-type: none"> • 500 ml • 1000 ml ➤ Porcentaje (%) de solución mucilaginosa <ul style="list-style-type: none"> • 3% • 5% ➤ Temperatura de adición de solución mucilaginosa <ul style="list-style-type: none"> • 50°C • 70°C | Variables de proceso | Turbidez |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Tabla 11: Variables de concentración

| Variables dependientes | Variables independientes | Indicadores | | |
|------------------------|---|--|--|---------------------------|
| Miel hidrolizada | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad de enzima <ul style="list-style-type: none"> • 6g • 7.5g • 8.5g | Variables de proceso | Presencia de cristales | |
| | | | °Brix | |
| | | | Viscosidad | |
| | | | Color | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatura de activación de enzima <ul style="list-style-type: none"> • 50°C • 55°C • 60°C | Análisis microbiológico | Recuento de microorganismos aeróbios mesófilos | |
| | | | Coliformes | |
| | | | Mohos | |
| | | | Levaduras | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiempo de activación de enzima <ul style="list-style-type: none"> • 8h • 12h • 16h | Grado de inversión, análisis fisicoquímico | Azúcares totales | |
| | | | Azúcares reductores | |
| | | | Costo del producto | Costo de venta al público |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Resultados de la materia prima

Luego de la recepción de la materia prima (jugo de caña) se realizaron los análisis fisicoquímicos que se muestran en la tabla N° 12.

Tabla 12: Resultados de los análisis fisicoquímicos del jugo de caña

| Jugo de caña | pH | °Bx | Temperatura |
|--------------|-----|-----|-------------|
| | 4.7 | 20 | 18 °C |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Posteriormente se procedió a realizar la clarificación del jugo, por medio de la solución mucilaginosa de la yausabara. A continuación se detallan los resultados de los análisis fisicoquímicos que se muestran en la tabla N°13.

Tabla 13: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la solución mucilaginosa

| Concentración yausabara(g)/ lt H2O | Volumen de concentración de solución mucilaginosa (ml) | pH | °Bx |
|------------------------------------|--|-----|-----|
| 50 g/500 ml | 465 | 6.8 | 0.3 |
| 50 g/1000 ml | 925 | 7.5 | 0.2 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

10.2. Resultados del proceso

10.2.1. Resultados de la clarificación

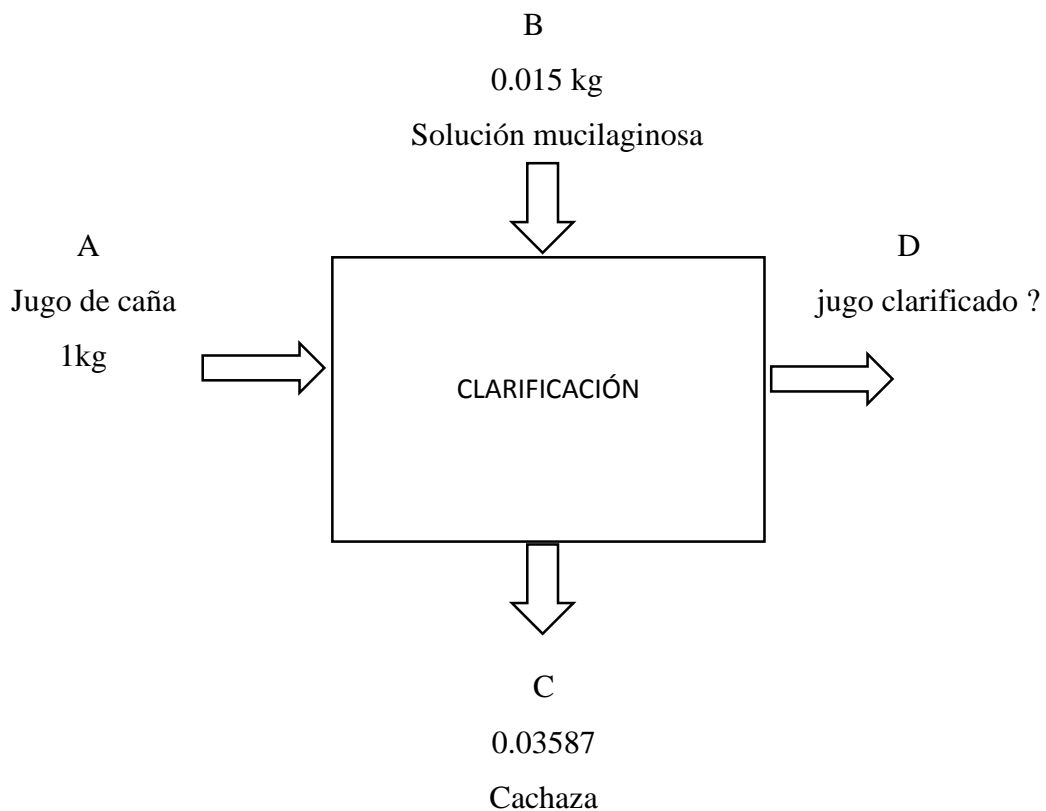
Para la clarificación se probó concentraciones de 50 g del tallo de la planta en 500 y 1000 ml de agua. Se agitó durante 60 segundos, que significó 60 movimientos obteniendo mejores resultados de turbidez con concentraciones altas en 50g/500ml y 50g/1000ml; por lo que se descartó concentraciones diluidas. De las dos concentraciones se aplicó un diseño experimental donde las variables respuesta es la turbidez y se empleó en un porcentaje de 3 a 5 % a temperaturas de 50 y 70 °C que pueden apreciar en la tabla N°14.

Tabla 14: Resultados del jugo clarificado

| Factores | | | Turbidez | |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|----------|------|
| Solución mucilaginosa | Solución mucilaginosa (%) | Volumen solución mucilaginosa (ml) | 50°C | 70°C |
| 50 g/500 ml | 3 | 15 | 113 | 70 |
| | 5 | 25 | 83 | 80 |
| 50 g/1000 ml | 3 | 15 | 161 | 134 |
| | 5 | 25 | 153 | 109 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

10.2.1.1. Balance de masa del proceso para la clarificación del mejor tratamiento



Datos:

1kg de jugo de caña

0.015 kg de solución mucilaginosa

0.03587 kg de cachaza extraída

Cantidad de jugo clarificado =?

Ecuación general

$$A+B-C=D$$

Reemplazo

$$1+0.015-0.03587 = 0.97913 \text{ kg}$$

Porcentaje de jugo clarificado

1kg..... 100%

0.97913 kg..... x = 97.913 %

Discusión

En el proceso de clarificación tenemos una pérdida de jugo del 2,087 %, lo cual se produce por el descachazado para clarificar el jugo de caña.

En conclusión la pérdida de jugo en la clarificación es sumamente baja lo cual no afectará en el rendimiento del producto final.

10.2.2. Resultados de las variables del proceso de clarificación del jugo

Los datos que se muestran en la tabla N°15, modelos matemáticos en la Tabla N°16 y las figuras 3 y 4 son los resultantes del software de evaluación Statgraphics.

Tabla 15: Resultados de las variables

| Repeticiones | Concentración (g/l) | Porcentaje (%) | Temperatura de incorporación (°C) | Turbidez (NTU) |
|--------------|---------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|
| 1 | -1 | -1 | -1 | 113 |
| 1 | 1 | -1 | -1 | 161 |
| 1 | -1 | 1 | -1 | 83 |
| 1 | 1 | 1 | -1 | 153 |
| 1 | -1 | -1 | 1 | 70 |
| 1 | 1 | -1 | 1 | 134 |
| 1 | -1 | 1 | 1 | 80 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 109 |
| 2 | -1 | -1 | -1 | 112 |
| 2 | 1 | -1 | -1 | 165 |
| 2 | -1 | 1 | -1 | 80 |
| 2 | 1 | 1 | -1 | 133 |
| 2 | -1 | -1 | 1 | 69 |
| 2 | 1 | -1 | 1 | 137 |
| 2 | -1 | 1 | 1 | 78 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 108 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

El mejor tratamiento es el t_5 y se pudo corroborar con la segunda replica donde se consideró la turbidez como medida visual de la clarificación es decir que, se utilizó la concentración de 50g/500ml al 3% a una temperatura de incorporación de 70°C obteniendo jugo clarificado con una turbidez de 70 NTU el mismo que se empleó para la elaboración de miel hidrolizada por inversión enzimática.

10.2.2.1. Modelo matemático de la variable respuesta

Tabla 16: Modelo ajustado al mucilago de la planta para clarificación

| Modelo | R cuadrada |
|---|------------|
| $(Y_t) = 110,375 + 24,75 * X_1 - 9,75 * X_2 - 12,25 * X_3 - 4,375 * X_1 * X_2 - 0,875 * X_1 * X_3 + 5,375 * X_2 * X_3 - 4,75 * X_1 * X_2 * X_3$ | 99,8589% |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

El modelo matemático (Y_t) para la turbidez determinada en cada experimento según el tratamiento muestra valores menores de 200. Sin embargo la solución mucilaginosa incorporada con una concentración baja, a una temperatura alta dieron mejores resultados (menor turbidez) en el jugo clarificado con características de claro y brillante, condiciones de en un proceso eficiente de clarificación, por una rápida floculación con una buena coagulación de coloides por acción del mucílago.

Se aprecia que los mejores resultados empleando mucilagos en la clarificación de los jugos de caña, es cuando los factores en estudio, concentración de la solución mucilaginosa está en su nivel inferior, mientras que la temperatura y la concentración de la solución mucilaginosa se encuentran en un nivel superior.

La concentración de incorporación del mucílago, es el factor que mayor incide en valores bajos de turbidez, lo que ratifica que en el proceso de clarificación la incorporación del agente clarificante debe hacerse a bajas concentraciones como lo señalado por Walter Quezada Moreno, Irenia Gallardo Aguilar en su estudio realizado acerca de la clarificación del jugo de caña mediante el empleo de plantas mucilaginosas.

Por otra parte el grado de significancia de las otras dos variables es menor respecto a la concentración.

En las figuras 2 y 3 se muestran los gráficos de Pareto y Superficie respuesta estimada para la variable turbidez de la solución mucilaginosa de yausabara utilizada en la clarificación del jugo de caña. En ellos se visualizan los efectos de las tres variables temperatura, concentración de la solución mucilaginosa y porcentaje de incorporación del mucílago al jugo, así como sus interacciones.

En la dependencia de la variable turbidez, se aprecia significación en orden con la concentración de incorporación del mucílago al jugo, porcentaje de solución de mucílago incorporado y la temperatura de incorporación y no es significativo en sus interacciones concentración-temperatura.

10.2.2.2. Análisis de varianza de la turbidez

Tabla 17: ANOVA de la turbidez

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Ft | Valor-P |
|-----------------|-------------------|----|----------------|---------|------|---------|
| A:Concentración | 9801,0 | 1 | 9801,0 | 3733,71 | 5,31 | 0,0000 |
| B:Porcentaje | 1521,0 | 1 | 1521,0 | 579,43 | 5,31 | 0,0000 |
| C:Temperatura | 2401,0 | 1 | 2401,0 | 914,67 | 5,31 | 0,0000 |
| AB | 306,25 | 1 | 306,25 | 116,67 | - | 0,0000 |
| AC | 12,25 | 1 | 12,25 | 4,67 | - | 0,0628 |
| BC | 462,25 | 1 | 462,25 | 176,10 | - | 0,0000 |
| ABC | 361,0 | 1 | 361,0 | 137,52 | - | 0,0000 |
| Error total | 21,0 | 8 | 2,625 | | | |
| Total (corr.) | 14885,8 | 15 | | | | |
| C.V. | 1.45 | | | | | |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N° 17 indicó la variabilidad de turbidez en partes separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. Es decir que en este caso, 6 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

Además se puede determinar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones que el 1,45% son diferentes y el 98.55% de observaciones son confiables, por lo tanto se refleja con la exactitud con que fue desarrollado el ensayo en base de control sobre la investigación.

De los datos obtenidos en la tabla N°17. El análisis de varianza de la turbidez se observa que Razón-F es mayor que el F crítico, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir que existe una diferencia altamente

significativa entre los tratamientos, por lo que es necesario realizar la prueba de tukey al 5%.

En conclusión se menciona que la concentración de 50g/500ml, al 3% y a una temperatura de adición de 70°C influyen sobre la variable turbidez en la clarificación del jugo de caña de azúcar presentado diferencias entre los tratamientos de la investigación.

Tabla 18: Prueba de tukey para las repeticiones

| REPETICIONES | MEDIAS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|--------------|----------|-------------------|
| 1,00 | 110,3750 | A |
| 2,00 | 111,3750 | B |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°18, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa dos rangos de significación, ubicándose la repetición r1 en el primer grupo homogéneo A, mientras que la repetición r2 se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor repetición es la repetición uno para obtener una turbidez baja con respecto a las otras replicas, ya que las concentraciones a la que se encontraban los tratamientos era diferente y a menor concentración menor turbidez provocando diferencia significativa en las repeticiones.

Tabla 19: Prueba de tukey para el factor concentración

| CONCENTRACIÓN | MEDIAS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|---------------|----------|-------------------|
| -1,00 | 85,6250 | A |
| 1,00 | 135,1250 | B |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°19, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentración se observa dos rangos de significación, ubicándose la concentración (-1) de (500ml) en el primer grupo

homogéneo A, el porcentaje (1) de (1000ml) en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es la concentración de solución mucilaginoso de yausabara de (500 ml), lo que nos permite definir que el jugo clarificado con esta concentración presenta baja turbidez.

Tabla 20: Prueba de tukey para el factor porcentaje

| PORCENTAJE | MEDIAS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|------------|----------|----------------------|
| -1,00 | 100,6250 | A |
| 1,00 | 120,1250 | B |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°20, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor porcentaje se observa dos rangos de significación, ubicándose el porcentaje (-1) de (3%) en el primer grupo homogéneo A, el porcentaje (1) de (5%) en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es el porcentaje de solución mucilaginoso de yausabara de (3%), lo que nos permite definir que el jugo clarificado con este porcentaje presenta baja turbidez.

Tabla 21: Prueba de tukey para el factor temperatura

| TEMPERATURA | MEDIAS | GRUPO HOMOGÉNEO |
|-------------|----------|--------------------|
| 1,00 | 98,1250 | A |
| -1,00 | 122,6250 | B |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°21, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor porcentaje se observa dos rangos de significación, ubicándose la temperatura (1) de (70°C) en el primer grupo homogéneo A, la temperatura (-1) de (50°C) en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es la temperatura de (70°C), lo que nos permite definir que el jugo clarificado con esta temperatura de adición presenta baja turbidez.

Tabla 22: Prueba de tukey para la interacción concentración porcentaje

| CONCENTRACIÓN | PORCENTAJE | MEDIAS | GRUPOS HOMOGENEOS |
|---------------|------------|----------|-------------------|
| -1,00 | -1,00 | 80,2500 | A |
| -1,00 | 1,00 | 91,0000 | B |
| 1,00 | 1,00 | 121,0000 | C |
| 1,00 | -1,00 | 149,2500 | D |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°22, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción entre la concentración y el porcentaje se observa cuatro rangos de significación, ubicándose la interacción (-1,-1) de (500 ml al 5%) en el primer grupo homogéneo A, la interacción (-1,1) (500 ml al 3%) en el grupo homogéneo B, la interacción (1,1) de (1000 ml al 5%) en el grupo homogéneo C, la interacción (1,-1) de (1000 ml al 3%) se ubica en el grupo homogéneo D, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es la interacción entre 500 ml de solución mucilaginoso al 3%, lo que nos permite definir que el jugo clarificado con esta interacción tiene una turbidez baja.

Tabla 23: Prueba de tukey para la interacción concentración, temperatura

| CONCENTRACIÓN | TEMPERATURA | MEDIAS | GRUPO HOMOGÉNEO |
|---------------|-------------|----------|-----------------|
| -1,00 | 1,00 | 74,2500 | A |
| -1,00 | -1,00 | 97,0000 | B |
| 1,00 | 1,00 | 122,0000 | C |
| 1,00 | -1,00 | 148,2500 | D |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°23, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción entre la concentración y la temperatura

se observa cuatro rangos de significación, ubicándose la interacción (-1,1) de (500 ml a 70°C) en el primer grupo homogéneo A, la interacción (-1,-1) (500 ml a 50°C) en el grupo homogéneo B, la interacción (1,1) de (1000 ml a 70°C) en el grupo homogéneo C, la interacción (1,-1) de (1000 ml a 50°C) se ubica en el grupo homogéneo D, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es la interacción entre 500 ml de solución mucilaginoso a 70°C de incorporación, lo que nos permite definir que el jugo clarificado con esta interacción tiene una turbidez baja.

Tabla 24: Prueba de tukey para la interacción porcentaje, temperatura

| PORCENTAJE | TEMPERATURA | MEDIAS | GRUPO HOMOGÉNEO |
|------------|-------------|----------|-----------------|
| -1,00 | 1,00 | 93.,7500 | A |
| 1,00 | 1,00 | 102,5000 | B |
| 1,00 | -1,00 | 107,5000 | C |
| -1,00 | -1,00 | 137,7500 | D |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N°24, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción entre el porcentaje y la temperatura se observa cuatro rangos de significación, ubicándose la interacción (-1,1) de (3% a 70°C) en el primer grupo homogéneo A, la interacción (1,1) (5% a 70°C) en el grupo homogéneo B, la interacción (1,-1) de (5% a 50°C) en el grupo homogéneo C, la interacción (-1,-1) de (3% a 50°C) se ubica en el grupo homogéneo D, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es la interacción entre 3% de solución mucilaginoso a 70°C de incorporación, lo que nos permite definir que el jugo clarificado con esta interacción tiene una turbidez baja.

Tabla 25: Prueba de tukey para la interacción concentración, porcentaje y temperatura

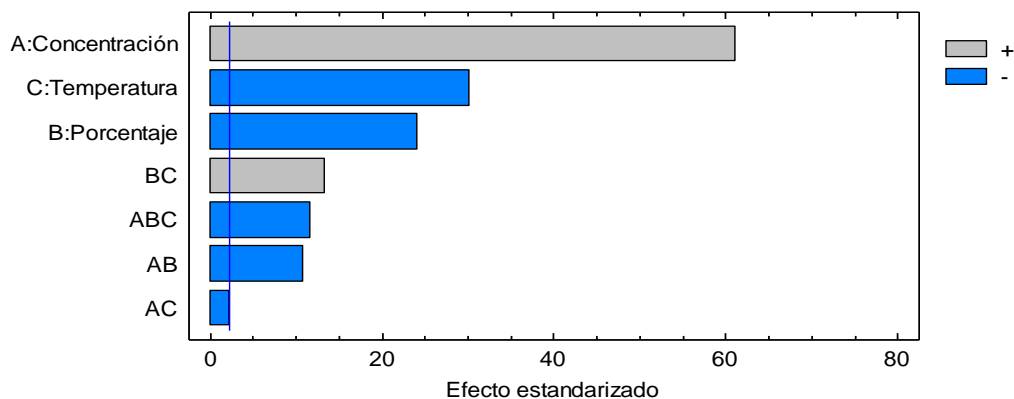
| CONCENTRACIÓN | PORCENTAJE | TEMPERATURA | MEDIAS | GRUPOS HOMOGÉNEOS |
|---------------|------------|-------------|----------|-------------------|
| -1,00 | -1,00 | 1,00 | 69,5000 | A |
| -1,00 | 1,00 | 1,00 | 79,0000 | B |
| -1,00 | 1,00 | -1,00 | 81,5000 | B |
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 108,5000 | C |
| -1,00 | -1,00 | -1,00 | 112,5000 | C |
| 1,00 | 1,00 | -1,00 | 133,5000 | D |
| 1,00 | -1,00 | 1,00 | 135,5000 | D |
| 1,00 | -1,00 | -1,00 | 163,0000 | E |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N° 25, se observa que los mejores tratamientos para la variable turbidez es el t_5 (-1,-1,1) con un una concentración de solución mucilaginoso de 500 ml a un porcentaje de 3% a una temperatura de adición de 70°C el t_5 pertenecen al grupo homogéneo A, existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor turbidez del jugo clarificado corresponde al tratamiento t_5 , siendo este el mejor tratamiento con una baja turbidez la cual fue comparada con los requerimientos mínimos de la miel hidrolizada por inversión acida al no existir una normativa de turbidez para mieles.

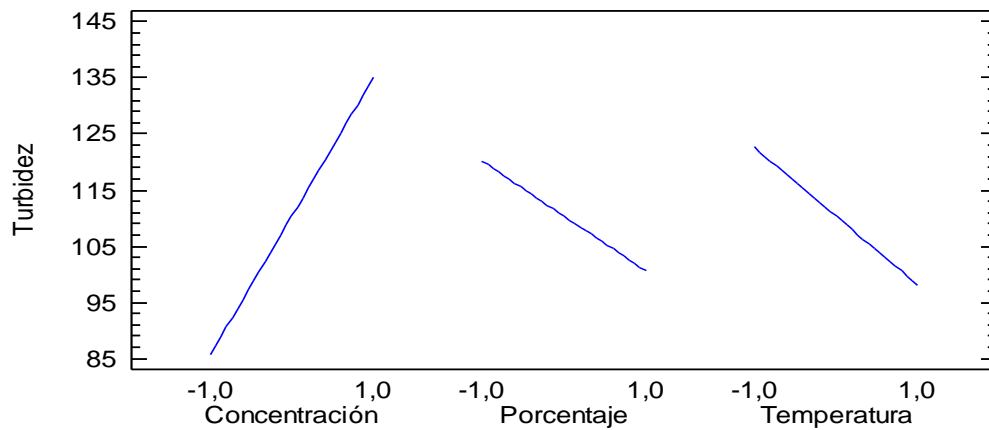
10.2.2.3. Comportamiento de la variable turbidez

Figura 3: Diagrama de Pareto estandarizado para turbidez

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Al valorar el comportamiento de la turbidez en el jugo según el diagrama de Pareto que se puede apreciar en la figura 3, se puede evidenciar que la concentración de la solución mucilaginosa y sus interacciones porcentaje-temperatura son altamente significativos, o que inciden en la turbidez del jugo.

Figura 4: Gráfica de efectos principales para turbidez

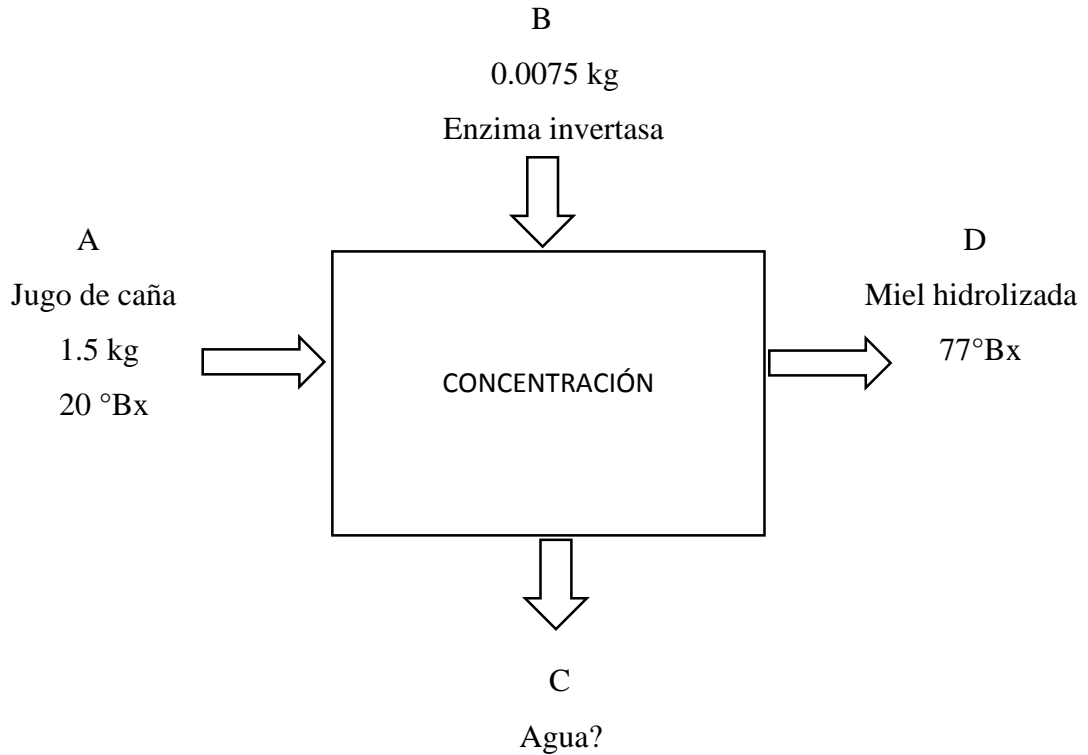


Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Igualmente la figura 4, muestra que la concentración en su nivel más alto arroja valores de turbidez negativos no así en sus niveles bajos donde la turbidez es mejor. Para el porcentaje de incorporación y temperatura en niveles superiores se alcanza valores de turbidez menores a 100 NTU, mientras que a niveles superiores la turbidez es superior a 100 NTU, que es perjudicial en la clarificación del jugo.

10.3. Resultados de inversión enzimática en el jugo de caña para la obtención de miel

10.3.1. Balance de masa del proceso para la obtención de miel hidrolizada



Datos:

1.5 kg de jugo de caña

0.0075 kg de enzima Invertasa

Agua?

Miel hidrolizada?

Ecuación general

$$A+B=C+D$$

Resolución para miel hidrolizada

$$1.5 (20) = D (77)$$

$$30 = D (77)$$

$$D= 30/77$$

$$D= 0.389 \text{ kg}$$

$$D= 389 \text{ g}$$

Resolución para H2O

$$1.5+0.0075=C+0.389$$

$$1.5075 = C+0.389$$

$$C=1.5075 - 0.389$$

$$C= 1.1185 \text{ kg}$$

$$C= 1118.5 \text{ g}$$

Discusión

En el proceso de concentración del jugo de caña clarificado se obtuvo la cantidad de 389 g de miel hidrolizada debido a que hubo la evaporación de 1118.5 g de agua para llegar a una concentración de 77 °Bx.

En conclusión el producto final al poseer ya menor concentración de sólidos solubles se consigue mayores cantidades de masa consecuentemente mayor rendimiento en la producción.

10.3.2. Resultados de las variables del proceso para la obtención de la miel hidrolizada

Los datos que se muestran en la Tabla N°26, modelos matemáticos en la Tabla N°27 y las figuras 5 a la 10 son los resultantes del software de evaluación Statgraphics.

Tabla 26: Resultados de las variables

| BLOQUE | Enzima | Temperatura | Tiempo | Viscosidad (V) | Sólidos solubles (Ss) | Presencia cristales (Pc) |
|---------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------|
| | g/L | °C | Horas | Cps | Brix | |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 11300 | 83 | 6 |
| 1 | 0 | -1 | -1 | 11000 | 81 | 7 |
| 1 | 1 | -1 | -1 | 11100 | 82 | 6 |
| 1 | -1 | 0 | -1 | 9800 | 76 | 9 |
| 1 | 0 | 0 | -1 | 10020 | 77 | 9 |
| 1 | 1 | 0 | -1 | 8990 | 76 | 10 |
| 1 | -1 | 1 | -1 | 10900 | 80 | 7 |
| 1 | 0 | 1 | -1 | 10800 | 81 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | -1 | 11400 | 80 | 8 |
| 1 | -1 | -1 | 0 | 9200 | 78 | 8 |
| 1 | 0 | -1 | 0 | 9800 | 78 | 7 |
| 1 | 1 | -1 | 0 | 11000 | 80 | 6 |
| 1 | -1 | 0 | 0 | 9700 | 78 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 9800 | 77 | 10 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 10600 | 78 | 8 |
| 1 | -1 | 1 | 0 | 10800 | 79 | 7 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 11000 | 79 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 9800 | 82 | 6 |
| 1 | -1 | -1 | 1 | 8200 | 75 | 10 |
| 1 | 0 | -1 | 1 | 9000 | 76 | 10 |
| 1 | 1 | -1 | 1 | 9800 | 78 | 9 |
| 1 | -1 | 0 | 1 | 9700 | 76 | 10 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9880 | 76 | 10 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 8990 | 77 | 10 |
| 1 | -1 | 1 | 1 | 10900 | 80 | 7 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 10300 | 81 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 10400 | 82 | 7 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Resultados demuestran que el mejor tratamiento se alcanza a niveles intermedios (7,5 gramos de enzima- 55 grados centígrados de temperatura de activación y durante 12 horas de activación de la enzima en el jugo clarificado), que permitió valores de viscosidad de 9800 Cps, 77 °Bx y grado de aceptación con un puntaje de 10 por ausencia de cristales en el producto.

10.3.2.1. Modelos matemáticos de las variables respuesta

Tabla 27: Modelos matemáticos de las variables respuesta

| Modelos | R cuadrada |
|---|-----------------------|
| $V = 9777,04 + 92,2222*X_1 + 322,222*X_2 - 27,7778*X_3 - 34,4444*(X_1)^2 - 350,0*X_1*X_2 + 75,0*X_1*X_3 + 652,222*(X_2)^2 + 408,333*X_2*X_3 - 51,1111*(X_3)^2 + 0,0*(X_1)^2*X_2 + 0,0*(X_1)^2*X_3 + 286,667*X_1*(X_2)^2 - 1070,0*X_1*X_2*X_3 - 293,333*X_1*(X_3)^2 + 0,0*(X_2)^2*X_3 + 91,6667*X_2*(X_3)^2$ | 83,78 % |
| $Ss = 76,5556 + 0,333333*X_1 + 0,944444*X_2 - 0,277778*X_3 + 0,5*(X_1)^2 + 0,0833333*X_1*X_2 + 0,666667*X_1*X_3 + 2,83333*(X_2)^2 + 1,58333*X_2*X_3 + 0,0*(X_3)^2 + 0,0*(X_1)^2*(X_2) + 0,0*(X_1)^2*X_3 + 0,75*X_1*(X_2)^2 - 1,58333*X_1*X_2*X_3 - 0,5*X_1*(X_3)^2 + 0,0*(X_2)^2*X_3 + 0,0833333*X_2*(X_3)^2$ | 93,7925 % |
| $Pc = 9,03704 - 0,333333*X_1 - 0,333333*X_2 + 0,277778*X_3 - 0,277778*(X_1)^2 + 0,25*X_1*X_2 - 0,166667*X_1*X_3 - 2,11111*(X_2)^2 - 0,916667*X_2*X_3 + 0,888889*(X_3)^2 + 0,0*(X_1)^2*X_2 + 0,0*(X_1)^2*X_3 - 0,25*X_1*(X_2)^2 + 0,666667*X_1*X_2*X_3 + 0,5*X_1*(X_3)^2 + 0,0*(X_2)^2*X_3 - 0,25*X_2*(X_3)^2$ | 92,2425 % |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Siendo V= viscosidad

Analizando dichos modelos matemáticos podemos llegar a las siguientes conclusiones:

Si enzima =0, temperatura= 0 y tiempo =0, podemos establecer que la viscosidad está en su valor máximo de 9777,04 Cps.

Para maximizar la viscosidad, notamos que depende fundamentalmente del factor temperatura.

Siendo S_s = sólidos solubles

Analizando dichos modelos matemáticos podemos llegar a las siguientes conclusiones:

Si enzima =0, temperatura= 0 y tiempo =0, podemos establecer que los sólidos solubles están en su valor máximo de 76,5556 °Bx.

Para maximizar la cantidad de sólidos solubles, notamos que depende fundamentalmente del factor temperatura.

Siendo P_c = Presencia de cristales.

Analizando dichos modelos matemáticos podemos llegar a las siguientes conclusiones:

Si enzima =0, temperatura= 0 y tiempo =0, podemos establecer que la presencia de cristales está en su valor máximo de 9,03704.

Para maximizar la presencia de cristales, notamos que depende fundamentalmente de los factores enzima y tiempo de activación.

Según los modelos matemáticos, para la ecuación de la viscosidad y los sólidos solubles la temperatura influye a niveles medios alcanzando una valoración más alta para la ausencia de cristales en la miel. La concentración en sólidos solubles es directamente proporcional a la viscosidad e inversamente proporcional a la calificación en presencia de cristales. Sin embargo, la temperatura de activación en la calidad de la miel no tiene efectos significativos entre las interacciones $X_1 X_2$ y $X_1 X_3$.

10.3.2.2. Análisis de varianza de la viscosidad

Tabla 28: ANOVA de la viscosidad

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Ft | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|------|---------|
| A:Enzima | 30617,8 | 1 | 30617,8 | 0,10 | 4,96 | 0,7530 |
| B:Temperatura | 373778, | 1 | 373778, | 1,28 | 4,96 | 0,2847 |
| C:Tiempo | 2777,78 | 1 | 2777,78 | 0,01 | 4,96 | 0,9243 |
| AA | 7118,52 | 1 | 7118,52 | 0,02 | - | 0,8792 |
| AB | 1,476 | 1 | 1,476 | 5,02 | - | 0,0489 |
| AC | 67500,0 | 1 | 67500,0 | 0,23 | - | 0,6413 |
| BB | 2,552366 | 1 | 2,552366 | 8,72 | - | 0,0144 |
| BC | 2,000836 | 1 | 2,000836 | 6,84 | - | 0,0258 |
| CC | 15674,1 | 1 | 15674,1 | 0,05 | - | 0,8216 |
| AAB | 27777,8 | 1 | 27777,8 | 0,09 | - | 0,7643 |
| AAC | 1344,44 | 1 | 1344,44 | 0,00 | - | 0,9473 |
| ABB | 328711, | 1 | 328711, | 1,12 | - | 0,3141 |
| ABC | 980000, | 1 | 980000, | 3,35 | - | 0,0971 |
| ACC | 344178, | 1 | 344178, | 1,18 | - | 0,3036 |
| BBC | 1,529346 | 1 | 1,529346 | 5,23 | - | 0,0453 |
| BCC | 33611,1 | 1 | 33611,1 | 0,11 | - | 0,7417 |
| Error total | 2,925756 | 10 | 292575, | | | |
| Total (corr.) | 1,803797 | 26 | | | | |
| C.V. | 5.33 | | | | | |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla N° 28 indicó variabilidad de viscosidad en partes separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 4 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

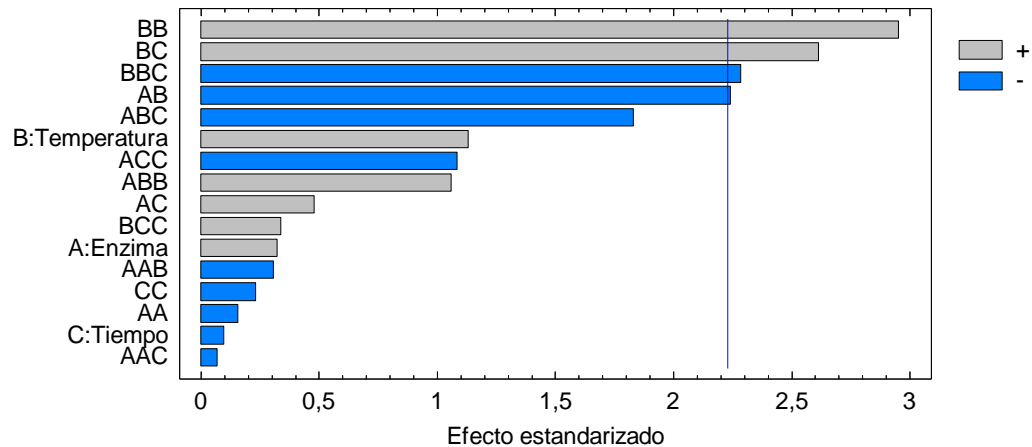
De los datos obtenidos en la tabla N°28. El análisis de varianza de la viscosidad se observa que Razón-F es menor que el F crítico, entonces aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa, por lo tanto concluimos que los tratamientos son iguales, por lo tanto no es necesario aplicar una prueba de tukey.

Además se puede determinar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones que el 5,33% son diferentes y el 94,67% de observaciones son confiables, por lo tanto se refleja con la exactitud con que fue desarrollado el ensayo en base de control sobre la investigación.

En conclusión debido a los resultados de los 4 efectos que tienen un valor-P menor que 0,05 determinamos que para la variable viscosidad influye significativamente la interacción entre temperatura y tiempo debido a que el resultado es de 0,0258 el cual es menor a los demás efectos.

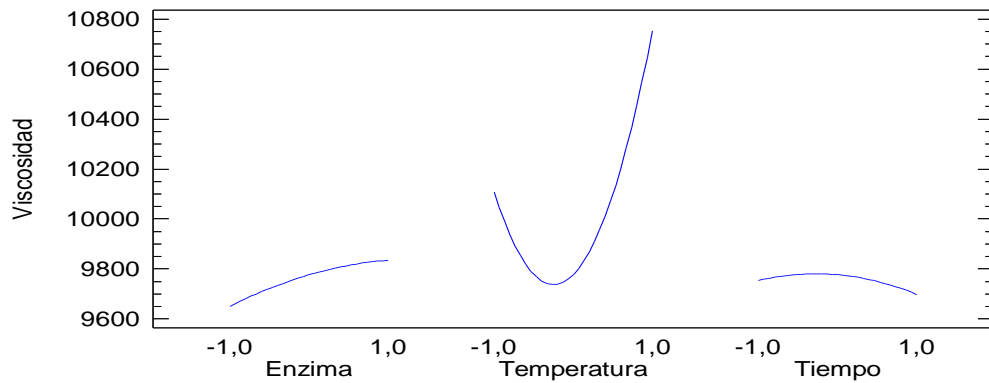
10.3.2.3. La viscosidad como variable de la calidad de la miel

Figura 5: Diagrama de Pareto estandarizada para viscosidad



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Al valorar la viscosidad en la miel según el diagrama de Pareto en la figura 5, se puede evidenciar que la temperatura y el tiempo de activación de la enzima en el jugo en sus interacciones son altamente significativos, o que inciden en la viscosidad del producto final.

Figura 6: Grafica de efectos principales para viscosidad

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

La figura 6, permite visualizar de mejor manera el comportamiento de estos factores, indicando que la enzima en las cantidades incorporadas alcanza valores inferiores a 10000 Cps de viscosidad, igual sucede con el tiempo de activación. No así, en caso de la temperatura. Que cuando se eleva la temperatura la viscosidad alcanza valores superiores a 10000 Cps de viscosidad.

10.3.2.4. Análisis de varianza de los sólidos solubles

Tabla 29: ANOVA de los sólidos solubles

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Ft | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|------|---------|
| A:Enzima | 0,4 | 1 | 0,4 | 0,49 | 4,96 | 0,4985 |
| B:Temperatura | 3,21111 | 1 | 3,21111 | 3,96 | 4,96 | 0,0747 |
| C:Tiempo | 0,277778 | 1 | 0,277778 | 0,34 | 4,96 | 0,5714 |
| AA | 1,5 | 1 | 1,5 | 1,85 | - | 0,2037 |
| AB | 0,0833333 | 1 | 0,0833333 | 0,10 | - | 0,7552 |
| AC | 5,33333 | 1 | 5,33333 | 6,58 | - | 0,0282 |
| BB | 48,1667 | 1 | 48,1667 | 59,38 | - | 0,0340 |
| BC | 30,0833 | 1 | 30,0833 | 37,09 | - | 0,0001 |
| CC | 0,0 | 1 | 0,0 | 0,00 | - | 1,0000 |
| AAB | 0,694444 | 1 | 0,694444 | 0,86 | - | 0,3766 |
| AAC | 0,111111 | 1 | 0,111111 | 0,14 | - | 0,7190 |
| ABB | 2,25 | 1 | 2,25 | 2,77 | - | 0,1268 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Tabla 30: ANOVA de los sólidos solubles (*continuación...*)

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Ft | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|----|---------|
| ABC | 0,5 | 1 | 0,5 | 0,62 | - | 0,4506 |
| ACC | 1,0 | 1 | 1,0 | 1,23 | - | 0,2928 |
| BBC | 4,69444 | 1 | 4,69444 | 5,79 | - | 0,0370 |
| BCC | 0,0277778 | 1 | 0,0277778 | 0,03 | - | 0,8569 |
| Error total | 8,11111 | 10 | 0,811111 | | | |
| Total (corr.) | 130,667 | 26 | | | | |
| C.V. | 1.14 | | | | | |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

La tabla ANOVA N°29 y 30 muestra diversidad en la variabilidad de Sólidos Solubles en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 4 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

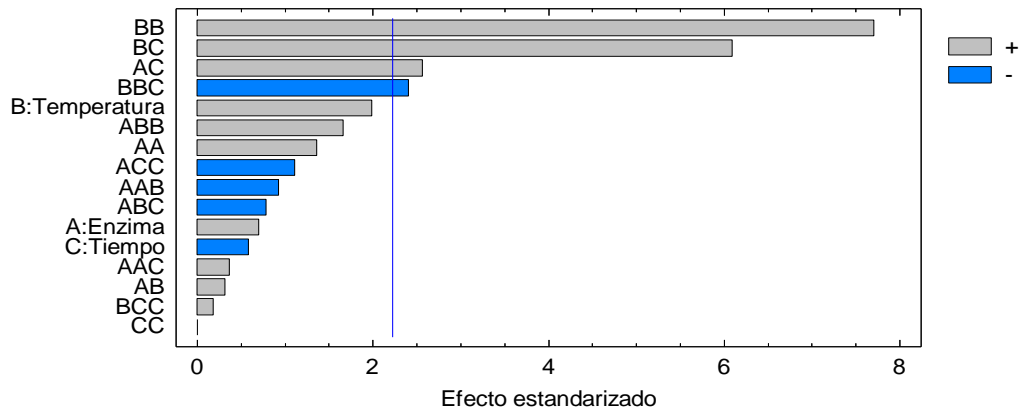
De los datos obtenidos en la tabla N°29 y 30. El análisis de varianza de los sólidos solubles se observa que Razón-F es menor que el F crítico, entonces aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa, por lo tanto concluimos que los tratamientos son iguales, por lo tanto no es necesario aplicar una prueba de tukey.

Además se puede determinar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones que el 1,14% son diferentes y el 98,86% de observaciones son confiables, por lo tanto se refleja con la exactitud con que fue desarrollado el ensayo en base de control sobre la investigación.

En conclusión debido a los resultados de los 4 efectos que tienen un valor-P menor que 0,05 determinamos que para la variable de sólidos solubles influye significativamente la interacción entre temperatura y tiempo debido a que el resultado es de 0,0001.

10.3.2.5. Sólidos solubles como variable de la calidad de la miel

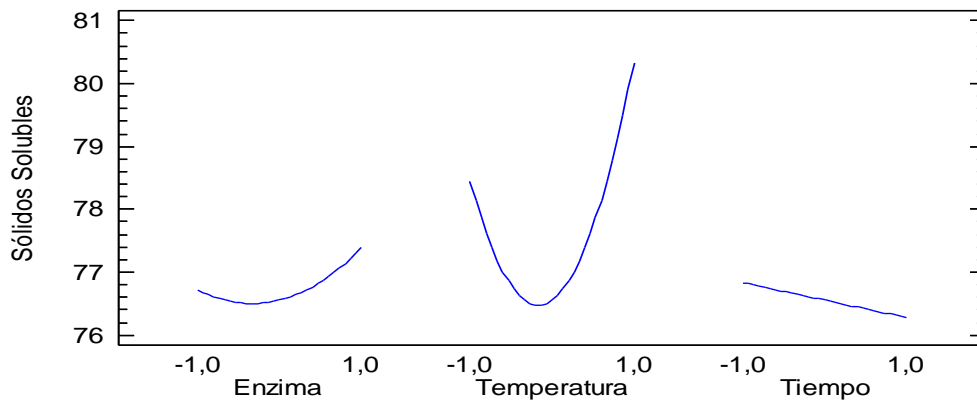
Figura 7: Diagrama de Pareto estandarizada para solidos solubles



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Al valorar la concentración de sólidos solubles en la miel según el diagrama de Pareto, se puede evidenciar que la temperatura de activación de la enzima en el jugo y el tiempo de activación en sus interacciones son altamente significativas, o que inciden en la concentración del producto final.

Figura 8: Gráfica de efectos principales para sólidos solubles



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

La figura 8, permite visualizar de mejor manera el comportamiento de estos factores, indicando que la cantidad de enzima en las cantidades incorporadas alcanza valores inferiores a 77 °Bx, igual sucede con el tiempo de activación. No así, en el caso de la temperatura, que cuando se eleva la temperatura la concentración alcanza valores superiores de 77 ° Bx.

10.3.2.6. Análisis de varianza de la presencia de cristales

Tabla 31: ANOVA de la presencia de cristales

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Ft | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|------|---------|
| A:Enzima | 0,4 | 1 | 0,4 | 0,87 | 4,96 | 0,3717 |
| B:Temperatura | 0,4 | 1 | 0,4 | 0,87 | 4,96 | 0,3717 |
| C:Tiempo | 0,277778 | 1 | 0,277778 | 0,61 | 4,96 | 0,4539 |
| AA | 0,462963 | 1 | 0,462963 | 1,01 | - | 0,3381 |
| AB | 0,75 | 1 | 0,75 | 1,64 | - | 0,2293 |
| AC | 0,333333 | 1 | 0,333333 | 0,73 | - | 0,4133 |
| BB | 26,7407 | 1 | 26,7407 | 58,46 | - | 0,0000 |
| BC | 10,0833 | 1 | 10,0833 | 22,04 | - | 0,0008 |
| CC | 4,74074 | 1 | 4,74074 | 10,36 | - | 0,0092 |
| AAB | 0,25 | 1 | 0,25 | 0,55 | - | 0,4767 |
| AAC | 0,111111 | 1 | 0,111111 | 0,24 | - | 0,6328 |
| ABB | 0,25 | 1 | 0,25 | 0,55 | - | 0,4767 |
| ABC | 0,0 | 1 | 0,0 | 0,00 | - | 1,0000 |
| ACC | 1,0 | 1 | 1,0 | 2,19 | - | 0,1700 |
| BBC | 1,36111 | 1 | 1,36111 | 2,98 | - | 0,1152 |
| BCC | 0,25 | 1 | 0,25 | 0,55 | - | 0,4767 |
| Error total | 4,57407 | 10 | 0,457407 | | | |
| Total (corr.) | 58,963 | 26 | | | | |
| C.V. | 8.45 | | | | | |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

La tabla ANOVA N°31 particiona la variabilidad de presencia cristales en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen una valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

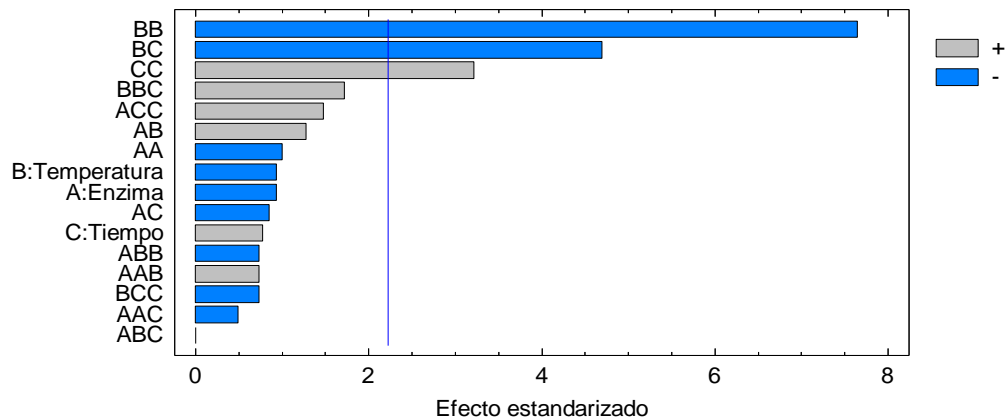
De los datos obtenidos en la tabla N°31. El análisis de varianza de la presencia de cristales se observa que Razón-F es menor que el F crítico, por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa, por lo tanto concluimos que los tratamientos son iguales, por lo tanto no es necesario aplicar una prueba de tukey.

Además se puede determinar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones que el 8,45% son diferentes y el 91,55% de observaciones son confiables, por lo tanto se refleja con la exactitud con que fue desarrollado el ensayo en base de control sobre la investigación.

En conclusión debido a los resultados de los 3 efectos que tienen una valor-P menor que 0,05 determinamos que para la variable presencia de cristales influye significativamente la interacción entre temperatura y tiempo debido a que el resultado es de 0,0008.

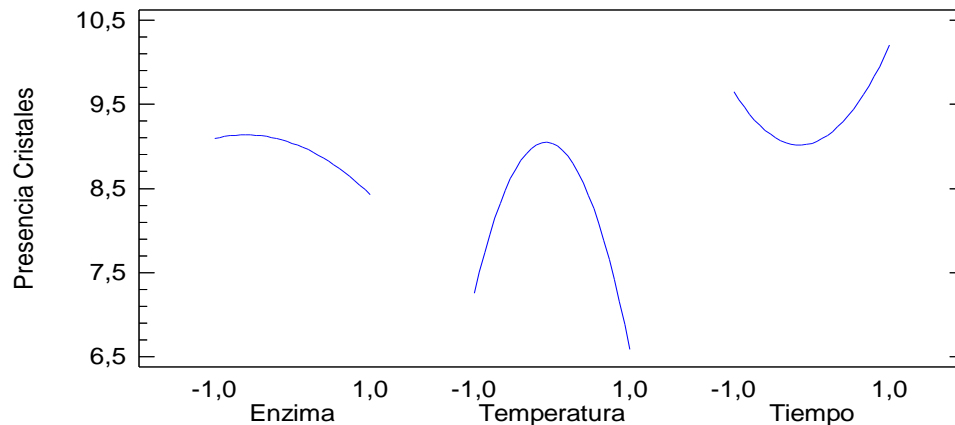
10.3.2.4. La presencia de cristales como variable de la calidad de la miel

Figura 9: Diagrama de Pareto estandarizada para presencia de cristales



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Para el caso de la presencia de cristales, igualmente la temperatura y tiempo de activación, como se aprecia en la figura 9 son altamente significativas para que en el producto final no haya presencia de cristales. Asimismo, el tiempo en sus valores altos de activación también es significativo pero en menor grado que las dos interacciones anteriores.

Figura 10: Gráfica de efectos principales para presencia de cristales

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

La figura 10, permite visualizar de mejor manera el comportamiento de estos factores, indicando que la cantidad de enzima en las cantidades incorporadas alcanza valores inferiores a 77 °Bx, igual sucede con el tiempo de activación. No así, caso de la temperatura. Que cuando se eleva la temperatura la concentración alcanza a valores superiores de 77 °Bx.

El trabajo experimental se lo realizo en el laboratorio donde el control de variables, temperatura ambiente, humedad relativa especialmente fueron controladas al trabajar en un ambiente cerrado por lo que durante el trabajo investigativo no se consideró realizar repetición alguna. Además el uso de un software Statgraphic permite trabajar con una repetición, mismo que al entregar gráficos y los modelos matemáticos es suficiente para establecer el mejor tratamiento de la miel hidrolizada por inversión enzimática.

Por otro lado esto no fue inconveniente para determinar el mejor tratamiento basándonos en los modelos matemáticos que arroja este tipo de software, mismo que indican que el tratamiento t_{14} es el mejor puesto que en la obtención de miel hidrolizada influyen significativamente la temperatura y el tiempo dándonos como resultado una miel hidrolizada con 9800 de viscosidad, 77 °Bx y la ausencia de cristales en una calificación de 10.

Se determinaron estos valores para la obtención del mejor tratamiento, reflejado en el t_{14} debido a que la viscosidad de la miel obtenida fue comparada con la viscosidad de la miel de abeja, según la tabla N°3 acerca de la investigación sobre viscosidades aproximadas de los productos comunes a temperatura ambiente de 21°C (70 °F), de la fuente: aplicaciones técnicas procesos productivos, 2008. De la misma manera la

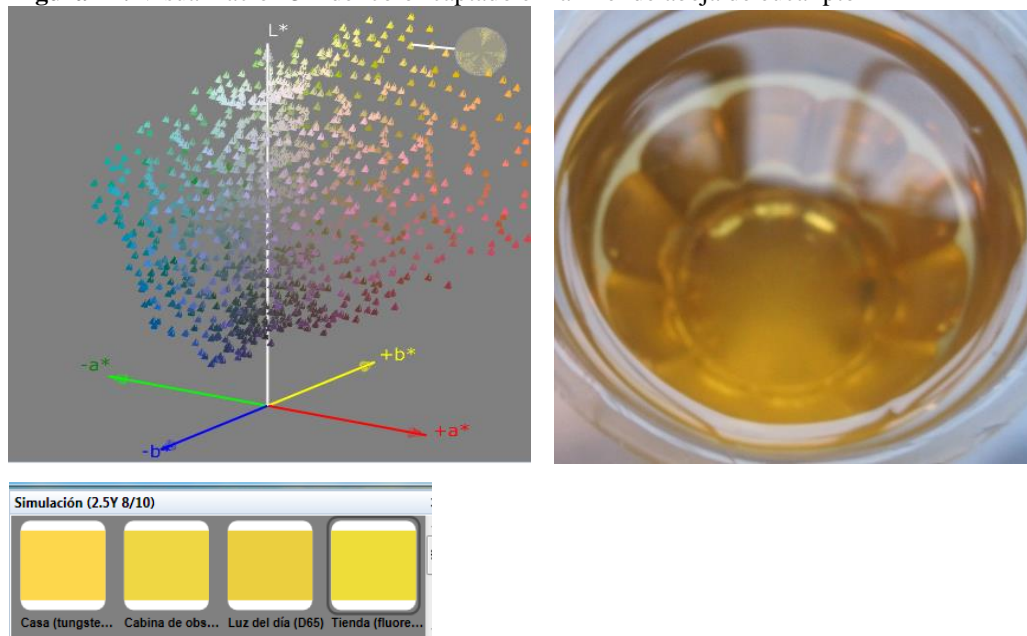
cantidad de sólidos solubles expresados en °Bx de la investigación realizada por (Freire. A y Landazuri, 2007), en su estudio acerca de los requisitos mínimos de la calidad de la miel hidrolizada, en el cual indica que la cantidad de sólidos solubles esta entre 77-78 °Bx. Por otro lado la presencia de cristales fue calificada cuantitativamente en una escala de 1-10 en donde la calificación más alta se asume como la ausencia de cristales en la miel hidrolizada.

10.3. Análisis de calidad al producto terminado del mejor tratamiento

10.3.1. Análisis del color al mejor tratamiento

La valoración del color, se trabaja con el equipo Colours Group, Capsure Palette X-rite de la compañía PANTONE LCC [14] con software incorporado. La lectura se basa en el modelo cromático CIE-Lab, que se representa tridimensionalmente en las coordenadas positivas $L^*a^*b^*$, y que corresponden a los colores blanco, rojo y amarillo respectivamente. El equipo capta el color del producto, lo compara con la gama de colores incorporada y define el nombre del color.

Figura 11: Visualización 3D del color captado en la miel de abeja de eucalipto



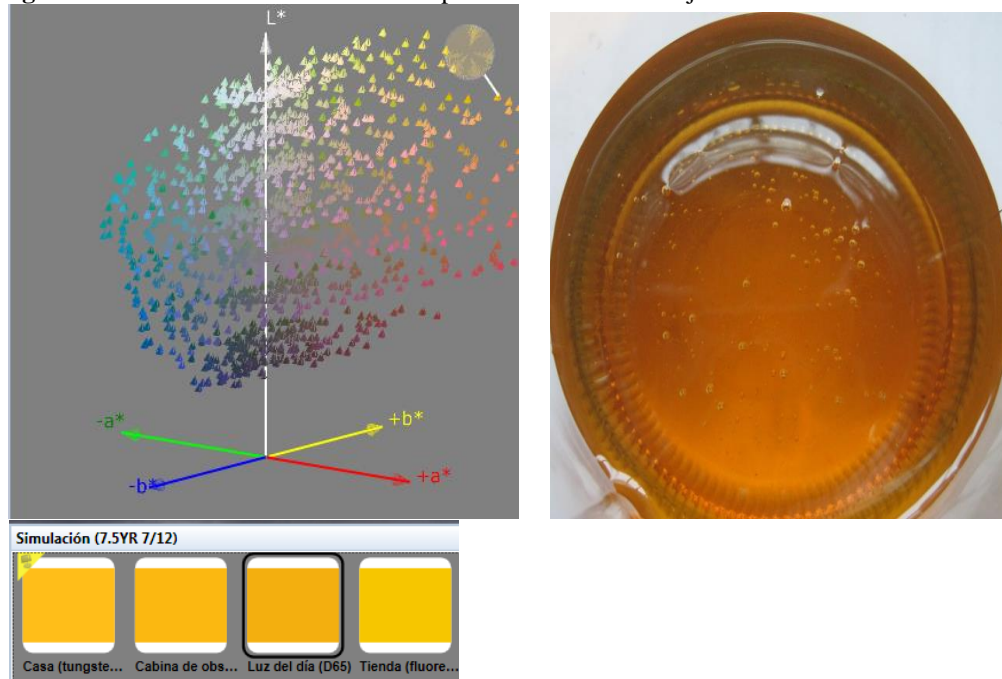
Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Discusión

Esta muestra fue analizada sin envase y corresponde a mieles de color ámbar claro, cabe destacar que el color de esta miel se debe a diversos factores como las variaciones

climáticas y estacionales en la floración mielífera que infieren en la cantidad y pigmentos del néctar, lo cual indica que la cantidad de carotenoides y flavonoides se presenta en menor concentración.

Figura 12: Visualización 3D del color captado en la miel de abeja de cítricos

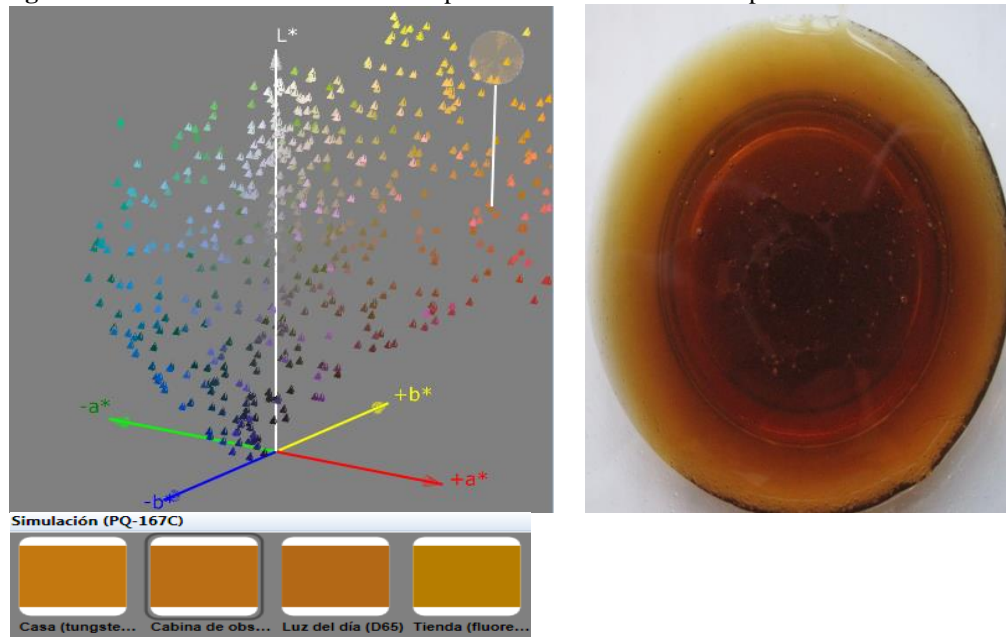


Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Discusión

Esta muestra fue analizada sin envase y corresponde a mieles de color ámbar, debido a las variaciones climáticas y estacionales en la floración mielífera ya que la misma produce cambios en la floración y en la cantidad y pigmentos del néctar, además esta miel es más oscura que la miel de abeja de eucalipto porque posee mayor porcentaje de carotenoides y flavonoides.

Figura 13: Visualización 3D del color captado en la miel hidrolizada por inversión enzimática



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Discusión

Para la obtención de la miel hidrolizada el jugo fue clarificado con el mucílago de la planta yausabara, el mismo que reporta color de aspecto claro y brillante, adquiriendo un color café marrón, debido al efecto de la enzima invertasa incorporado en el proceso, destacando que la muestra fue valorada sin envase.

Figura 14: Variedad de color en las mieles



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Discusión

El resultado del color como medida de calidad de aceptación o rechazo de la miel hidrolizada realizado al mejor tratamiento según la metodología Colours Group, Capsure Palette X-rite, indican que el producto obtenido es similar a la miel de abeja. Este color se estableció como un color **café marón claro brillante**, y que medido se ubicó en el cuadrante b+ similar a los otros productos caso de la miel de abeja de eucalipto y cítricos, y a valores obtenidos en un estudio realizado en obtención de miel hidrolizada por inversión ácida (Quezada, Gallardo y Torres, 2015), tal como se aprecia en las figuras 11, 12, 13 y 14.

10.3.2. Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento

Tabla 32: Resultados de los análisis fisicoquímicos

| Requisitos | Unidades | Clase I | | Clase II | | Universidad Central del Ecuador | |
|---------------------|-----------|---------|--------|----------|--------|---------------------------------|-----------|
| | | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Método | Resultado |
| Azúcares totales | % en masa | 65 | - | 60 | - | MAL-53/PEARSON | 75.66 |
| Azúcares reductores | % en masa | - | 45 | - | 45 | MAL-53/PEARSON | 71.33 |
| K | (mg/kg) | - | - | - | - | ABSORCIÓN ATÓMICA | 3.196,0 |
| Fe | (mg/kg) | - | - | - | - | ABSORCIÓN ATÓMICA | 48,5 |
| Mg | (mg/kg) | - | - | - | - | ABSORCIÓN ATÓMICA | 157,0 |
| Cenizas | % en masa | - | 0.5 | - | 0.5 | MAL-02/AOAC 923.03 | 0.74 |
| Humedad | % en masa | - | 20 | - | 23 | NTE INEN 1632 | 16.44 |

Elaborado por: Universidad Central del Ecuador

Los resultados de los análisis físicos químicos realizados por los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador permitió comparar con los requisitos de la NTE INEN 1572 y 1632 vigentes, en donde la cantidad de azúcares invertidos en este producto debe ser elevada, valor que se logró gracias a la inversión de la sacarosa obtenida de 71.33 % y al contenido de azúcares totales de 75.66 % a un pH de 4.7 razón por la cual cumple con los requisitos para que una miel sea de buenas características. Dentro de los minerales para el caso de la miel hidrolizada prevalece el potasio, por el contenido de hierro y magnesio a la miel se le atribuye que es un producto que ayuda a contrarrestar la anemia en las personas, es generadora de energía y excelente para la gripa, preparada en infusiones calientes.

10.3.3. Análisis microbiológico del mejor tratamiento

Tabla 33: Resultados del análisis microbiológico

| Requisitos | | CODEX Alimentarius | | Universidad Central del Ecuador | |
|--------------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|-----------|
| | | Miel de abeja | | | |
| Parámetro | Unidad | Mínimo | Máximo | Método | Resultado |
| Recuento de bacterias aerobias | ufc/g | - | 10 | MMI-02/AOAC 990.12 | < 10 |
| Recuento de enterobacterias | ufc/g | - | 10 | MMI-04/AOAC 2003.01 | < 10 |
| Recuento de mohos | ufc/g | - | 10 | MMI-01/AOAC 997.02 | < 10 |
| Recuento de levaduras | ufc/g | - | 10 | MMI-01/AOAC 997.02 | < 10 |

Elaborado por: Universidad Central del Ecuador

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado por los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador corroboran que la miel hidrolizada es apta para el consumo humano ya que no posee agentes patógenos como bacterias aerobias, enterobacterias, mohos y levaduras debido a que los resultados obtenidos son <10 ufc/g por lo tanto se encuentran dentro de las normas del CODEX Alimentarius. Esto se debe a que el producto se elaboró con estrictas medidas de higiene

durante todo el proceso para evitar contaminación y especialmente se alcanzó concentraciones superiores al punto de ebullición durante largo tiempo alcanzando presiones osmóticas en el producto elevadas. Además, que el envasado se realizó en caliente $95 \pm 5^{\circ}\text{C}$ a una altura de 1800 msnm.

10.4. Análisis de costo del mejor tratamiento

El análisis de costos fijos y variables se realizó al tratamiento t14 (0, 0,0) debido a que mediante la elaboración del ANOVA se determinó que es el mejor tratamiento obteniendo una viscosidad de 9800, 77 °Bx y la ausencia de cristales adecuadas para la elaboración del producto final, por tal motivo se va a detallar los gastos respectivos en las siguientes tablas:

10.4.1. Gastos de la materia prima y aditivos

Tabla 34: Gastos de la materia prima e insumos

| Descripción | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Cantidad unitaria | Unidad | Total |
|-----------------------------|----------|--------|-----------------|-------------------|--------|---------------|
| Jugo de caña | 20 | L | \$ 10 | 1.5 | l | \$ 0.75 |
| Yausabara | 1 | kg | \$ 1 | 50 | g | 0.05 ctv. |
| Agua embotellada | 6 | | \$ 2 | 500 | ml | 0.33 ctv. |
| Enzima invertasa | 2 | kg | \$ 180 | 8.5 | g | \$0.77 |
| Envase de vidrio | 6 | 250 ml | \$ 0.50 | 1 | ml | \$0.50 |
| Etiquetado para el producto | 6 | - | 0.05 | 1 | - | 0.05 ctv |
| Total | | | | | | \$2.45 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

10.4.2. Depreciación de maquinaria

Tabla 35: Depreciación de maquinaria

| Activo fijo | Costo | Depreciación % | Anual | Mensual | Diario |
|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------|---------------|
| Cocina industrial | \$100 | 10% | 10 | 0.83 | 0.02 |
| Balanza | \$160 | 10% | 16 | 1,33 | 0.04 |
| Estufa | \$450 | 10% | 45 | 3,8 | 0.12 |
| Total | | | | | \$0.18 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

10.4.3. Otros gastos

Tabla 36: Otros gastos

| | | |
|--------------|-------|-----------------|
| Transporte | 100% | \$0.18 |
| | 10% | 0.018 |
| Agua | 100% | \$0.18 |
| | 0.48% | 0.000864 |
| Mano de obra | 100% | \$0.18 |
| | 10% | 0.018 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

10.4.4. Gastos totales

Tabla 37: Gastos totales

| | |
|---------------------------------|---------------|
| Total gastos de materias primas | 2.45 |
| Transporte | 0.018 |
| Depreciación de maquinaria | 0.18 |
| Agua | 0.000864 |
| Mano de obra | 0.018 |
| Total | \$2,67 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

10.4.5. Costos de producción

Tabla 38: Costos de producción

| | | |
|-----------------------------|----------------|---------|
| Costos totales | 384 ml | \$ 2.67 |
| | 250 ml | X= 1.74 |
| Costo de producción (250ml) | \$ 1,74 | |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

10.4.6. Utilidad

Tabla 39: Utilidad

| | | |
|------------------------------------|----------------|---------|
| Costos totales | 100% | \$ 1,74 |
| | 25% | \$ 0.44 |
| Precio de venta al público (250ml) | \$ 2.18 | |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Al determinar los costos del producto se incluyen los costos totales de materia prima, insumos y demás materiales que se utilizaron en la elaboración de la miel hidrolizada por inversión enzimática “NOVA MIEL”, clarificada con mucilago de yausabara (*Pavonia sepium St. Hil*). La cual fue envasada en envase de vidrio de presentación de 250 ml, obteniendo así el costo de producción por una cantidad de 384ml (\$2.67) el mismo que al realizar una operación matemática para una cantidad de 250ml fue de \$2,18 el cual es un precio económico para las personas que deseen consumir un producto de calidad libre de componentes químicos.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES)

11.1. Impactos técnicos

El proyecto proporciona información técnica basada en los resultados de los análisis realizados para la obtención de miel hidrolizada por inversión enzimática denominada “NOVA MIEL”, que cumple con los estándares de calidad.

Los resultados obtenidos abre la posibilidad de nuevos estudios en el ámbito de la industria panelera, otorgándoles alternativas para elaborar nuevos productos con características diferentes. Al elaborar la miel hidrolizada se generó un impacto positivo ya que se está inclinando a producir un producto innovador.

11.2. Impactos sociales

Ejecutar este proyecto significa un impacto social positivo para los productores de caña, nuevas alternativas de uso de la materia prima, que generen valor agregado en los productos, que se elaboran a partir del jugo de caña. Situación que permite a los pequeños productores de caña desarrollar sus capacidades productoras, generando desarrollo social en el sector y brindar al cliente una nueva alternativa de consumo del jugo de caña.

11.3. Impactos económicos

La propuesta beneficia a las paneleras y especialmente a los productores de caña al ver mejorada su realidad económica y a la vez generando más fuentes de trabajo. Por otra parte beneficia a otras industrias al tener a disposición edulcorantes naturales con valor energético y nutritivo.

La elaboración de la miel hidrolizada por inversión enzimática genera beneficios económicos debido a su fácil proceso de elaboración y al precio accesible de las materias primas.

11.4. Impactos ambientales

La miel hidrolizada por inversión enzimática es un producto 100% natural, elaborada con ingredientes de calidad. No contiene conservantes, estabilizantes y ningún producto químico que perjudican la salud. Para la elaboración de la miel se utilizó caña que crece de forma natural, mucilago que se obtiene de la Yausabara, y se emplea la enzima invertasa C3000 es un aditivo alimentario que se obtiene del organismo de las abejas o de levaduras. La elaboración de miel hidrolizada es un proceso controlado con un impacto ambiental mínimo pero de calidad nutritiva y excepcional.

La miel hidrolizada por inversión enzimática, implica una buena alternativa para apoyar iniciativas de desarrollo sustentable, y constituye una excelente oportunidad de innovación y desarrollo siendo una solución para los problemas que representan los niveles actuales de deterioro de los ecosistemas que cada día van aumentando, lo que ha hecho que sea necesario que la sociedad busque nuevas alternativas de producción más amigables con el medio ambiente con el objetivo de evitar daños al ecosistema. Cabe recalcar que los ecuatorianos tienen antecedentes de no ser grandes consumidores de productos naturales pero este concepto está cambiando, ya que actualmente es mayor la demanda por el consumo de productos naturales.

12. PRESUPUESTOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 40: Presupuestos

| Recursos | PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO | | | |
|---------------------------|--|--------|----------------|----------------|
| | Cantidad | Unidad | V. Unitario \$ | Valor Total \$ |
| Equipos | | | | |
| Balanza analítica | 1 | - | 16 | 16,00 |
| Brixómetro | 1 | - | 2,13 | 2,13 |
| pH metro | 1 | - | 1,33 | 1,33 |
| Pantone palette X-rite | 1 | - | 18,13 | 18,13 |
| Termómetro | 1 | - | 0,53 | 0,53 |
| Trapiche | 1 | - | 32,00 | 32,00 |
| Turbidímetro | 1 | - | 48,00 | 48,00 |
| Viscosímetro | 1 | - | 13,33 | 13,33 |
| Estufa | 1 | | 45,00 | 45,00 |
| Sub Total | | | | 176,45 |
| Materiales de laboratorio | | | | |
| Vasos de precipitación | 10 | 250 ml | 8 | 80,00 |
| Agitador de vidrio | 2 | - | 4 | 8,00 |
| Pipeta | 2 | 10 ml | 6 | 12,00 |
| Buretas | 3 | 50 ml | 8 | 24,00 |
| Espátulas | 2 | - | 2 | 4,00 |
| Tablas de picar | 2 | - | 3 | 6,00 |
| Subtotal | | | | 134,00 |
| Utensilios | | | | |
| Recipientes | 5 | 2 lt | 2 | 10,00 |
| Ollas | 3 | 10 lt | 20 | 60,00 |
| Envases de vidrio | 10 | 250 ml | 1 | 10,00 |
| Cucharas | 5 | - | 0,15 | 0,75 |
| Cocina industrial | 1 | - | 100 | 100,00 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Tabla 41: Presupuestos (*continuación...*)

| | | | | |
|--------------------------------------|------|--------|--------|----------------|
| Jarra de plástico | 2 | 2 lt | 2 | 4,00 |
| Colador | 2 | - | 3 | 1,00 |
| Tela lienzo | 1 | Metro | 1,50 | 1,50 |
| Subtotal | | | | 187,25 |
| Materia prima e insumos | | | | |
| Jugo de caña de azúcar | 100 | Litros | 0,50 | 50,00 |
| Enzima invertasa | 1 | Kg | 180,00 | 180,00 |
| Mucílago de yausabara | 1 | Kg | 1,00 | 1,00 |
| Subtotal | | | | 231,00 |
| Transporte y salida de campo | | | | |
| Transporte | - | - | 50,00 | 50,00 |
| Alimentación | - | - | 50,00 | 50,00 |
| Subtotal | | | | 100,00 |
| Material bibliográfico y fotocopias. | | | | |
| Internet | 80 | Horas | 0,60 | 48,00 |
| Impresiones | 1000 | Hojas | 0,10 | 100,00 |
| Anillados | 7 | - | 0,70 | 4,90 |
| Empastados | 2 | - | 10 | 20,00 |
| Carpetas | 2 | - | 0,50 | 1,00 |
| Esferos | 2 | - | 0,50 | 1,00 |
| Grapadora | 1 | - | 3,00 | 3,00 |
| Libreta de apuntes | 1 | - | 0,50 | 0,50 |
| Perforadora | 1 | - | 3,00 | 3,00 |
| Cds | 4 | - | 0,50 | 0,50 |
| Otros | | | 5,00 | 5,00 |
| Subtotal | | | | 186,90 |
| Análisis de laboratorio | | | | |
| Análisis fisicoquímicos | 1 | - | 87,36 | 87,36 |
| Análisis microbiológicos | 1 | - | 50,74 | 50,74 |
| Subtotal | | | | 138,10 |
| Sub Total | | | | 1153,70 |
| 10% | | | | 138,44 |
| TOTAL | | | | 1292,14 |

Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Los resultados obtenidos de la elaboración del ANOVA indican que el mejor tratamiento es el t5 y se pudo corroborar con la segunda replica donde se consideró la turbidez como medida visual de la clarificación es decir que, se utilizó la concentración de 50g/500ml al 3% a una temperatura de incorporación de 70°C obteniendo jugo clarificado con una turbidez de 70 NTU el mismo que se empleó para la elaboración de miel hidrolizada por inversión enzimática.
- De acuerdo a los resultados del análisis de varianza realizado indica que el mejor tratamiento es el t14, para la elaboración de miel hidrolizada por inversión enzimática, en donde se alcanzó la viscosidad de 9800 cps, 77 °Bx y la ausencia de cristales, valorada en una escala de 1 a 10.
- Los resultados de los análisis de laboratorio muestran que los grados de inversión alcanzados de 71.33% en la miel hidrolizada por inversión enzimática permite indicar que cumple con los requisitos de la norma NTE INEN 1572 vigente para miel de abeja con la cual fue comparada. Dentro de los minerales para el caso de la miel hidrolizada prevalece el potasio, por el contenido de hierro y magnesio a la miel se le atribuye que es un producto que ayuda a contrarrestar la anemia en las personas, es generadora de energía y excelente para la gripa, preparada en infusiones calientes.
- Los resultados de los análisis microbiológicos muestran que la miel hidrolizada es apta para el consumo humano ya que no posee agentes patógenos como bacterias aerobias, enterobacterias, mohos y levaduras debido a que los resultados obtenidos son <10 ufc/g por lo tanto se encuentran dentro de las normas del CODEX Alimentarius.
- El costo de producción de la miel hidrolizada “NOVAMIEL” es de 1.74 ctvs., con un precio de venta al público de 2.18 ctvs. Este precio es un valor accesible en el mercado obteniendo una utilidad del 25% con respecto al valor de producción. Lo que proporciona nuevas alternativas de producción para el sector panelero, comercialización, uso y consumo.

13.2. Recomendaciones

- Realizar estudios referentes a la clarificación con plantas mucilaginosas propias de la zona tres (malva blanca y penca de tuna) con la finalidad de implementar un sistema de clarificación natural.
- Elaborar un estudio de comercialización de la miel hidrolizada en el mercado de la ciudad de Latacunga, con el propósito de tener información más detallada que permita la apertura a nuevos proyectos.
- Ubicar distribuidores directos de la enzima invertasa para disminuir costos en la elaboración de la miel hidrolizada y así disponer de asistencia técnica.
- Gestionar financiamiento con instituciones públicas con la finalidad de que a futuro el proyecto crezca y pueda brindar oportunidades laborales.

BIBLIOGRAFÍA

Aplicaciones técnicas procesos productivos. (2008). *Tablas de viscosidad*. Obtenido de <http://www.atpplleal.com/Pujat/file/VISCOSIDAD.pdf>

Ardá, R. (2010). *Azúcar invertido, cómo se hace: velocidadcuchara*. Obtenido de <http://www.velocidadcuchara.com/azucar-invertido-con-thermomix/>

Arda, R. (2015).

Avila Ordoñez Inés Alejandra. (2011). *Miel de caña*. Obtenido de Miel de caña.

Azucar Invertido. (01 de Diciembre de 2012). Obtenido de <https://lareacciondemailard.com/2012/12/01/azucar-invertido/>

Bernacer, R. (s.f.). *www.webconsultas.com*. Obtenido de <http://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/edulcorantes-9533>

Botanical online. (s.f.). *Fibra soluble*. Obtenido de <http://www.botanical-online.com/medicinalesmucilagos.htm>

Botanical online. (s.f.). *fibra soluble: mucílago*. Obtenido de <http://www.botanical-online.com/medicinalesmucilagos.htm>

botplusweb. (s.f.). *portalfarma.com*. Obtenido de <https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/panorama%20documentos%20multimedia/PAM229%20PLANTAS%20MEDICINALES%20CON%20MUCILA.PDF>

Castro, M. (1993). *Estudio de la malaza de Caña como sustrato de fermentacion*. Bogota: Universidad de Colombia .

CINCAE. (septiembre de 2013). *informacion tecnica de las nuevas variedades de caña de azucar* . Obtenido de <http://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/Plegable-Variedades-EC-05-y-EC-06.pdf>

Clemente, E. (08 de Mayo de 2012). *Azúcar invertido, qué es y sus usos en la cocina: directoalpaladar*. Obtenido de <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/azucar-invertido-que-es-y-sus-usos-en-la-cocina>

- Corporación colombiana de investigación agropecuaria. (s.f.). *Varietades de caña de azúcar para la producción de panela*. Obtenido de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_4/mod_virtuales/modulo4/tema_24.html
- Creus Solé, A. (2005). *Instrumentación industrial*. España: Marcombo.
- Cristalizacion . (s.f.). Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/cristalizacion/>
- Curiosiando. (18 de Octubre de 2016). *¿Qué es la invertasa y para qué se utiliza en la industria alimentaria?: Curiosiando*. Obtenido de <https://curiosoando.com/invertasa-en-la-industria-alimentaria>
- Definición ABC. (s.f.). *Glucosa: Definición ABC*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/ciencia/glucosa.php>
- EcuRed. (s.f.). *Cachaza: EcuRed*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Cachaza>
- Edward, F. (28/ julio/2011). Los Beneficios de la Invertasa para la Salud. *Global Healing Center* , <http://www.globalhealingcenter.net/salud-natural/invertasa-salud.html>.
- El Telegrafo. (25 de Agosto de 2012). Las 179.830 empresas del país divididas en 11 sectores. *El telegrafo*, págs. <http://www.eltelegrafo.com.ec/images/eltelegrafo/Economia/2012/25-8-12-grafico2.png>.
- Freire. A y Landazuri, R. (Julio de 2007). *Determinación de requisitos mínimos de calidad para panela, azúcar orgánico y miel hidrolizada*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/350/10/03%20AGI%20201%20ARTICULO%20CIENT%C3%8DFICO.pdf>
- Gallardo, A. (24 de diciembre de 2015). *panelamonitor*. Obtenido de [http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/clarificacion-del-jugo-de-cana-de-azucar-\(saccharum-officinarum-l.\)-mediante-el-empleo-de-mucilagos-naturales.pdf](http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/clarificacion-del-jugo-de-cana-de-azucar-(saccharum-officinarum-l.)-mediante-el-empleo-de-mucilagos-naturales.pdf)
- Garcia, M. (2015). *Importancia del pH en las industrias y módulo de laboratorio: biblioteca.udep.edu.pe*. Obtenido de http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirUDEP/tesis/pdf/1_197_184_140_1851.pdf

- Gianottiy, S., & Prandoni, A. (2012). *Confituras, Mermeladas y Jaleas*. Barcelona: Parkstone International,.
- Hidrolisis . (s.f.). *conocimientos con todos y para todos* . Obtenido de www.wcuared.cu:
<https://www.ecured.cu/Hidr%C3%B3lisis>
- Infoagro. (2015). Obtenido de
http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asplenntech. (s.f.).
Turbidez: lenntech. Obtenido de
<http://www.lenntech.es/turbidez.htm#%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20turbidez?>
- María Paucar Menacho Luz. (2013). *Hidrolis de la Sacarosa*.
- Medina Borges e Isabel María. (2012).
- Mendez, Á. (10 de Noviembre de 2010). *Sacarosa: laguia2000*. Obtenido de
<http://quimica.laguia2000.com/enlaces-quimicos/sacarosa>
- Meza, & Freire. (2011).
- Montville, & Matthews. (2009). *escalas logaritmicas del ph* . Madrid: La mancha.
- Moreno, W. (2007). *Determinacion de parametros optimos para la produccion y aromatizacion de miel hidrolizada panela soluble y azucar* . Ecuador : conesup.
- Naranjo, W. (2008). *Caracterizacion reologica y termica de miel de dos variedades de caña*. Ambato.
- naturesan. (s.f.). *Qué es la melaza de caña: naturesan*. Obtenido de
<http://www.naturesan.net/que-es-la-melaza-de-cana/>
- Padial, J. (18 de Octubre de 2016). *¿Qué es la invertasa y para qué se utiliza en la industria alimentaria?: curiosoando*. Obtenido de <https://curiosoando.com/invertasa-en-la-industria-alimentaria>
- Perafan, F. (2010). *La caña de azucar*. Obtenido de La caña de azucar:
<http://www.perafan.com/azucar/ea02cana.html>
- Plantasparacurar. (s.f.). *Mucílagos*. Obtenido de <http://www.plantasparacurar.com/mucilagos/>
- Proenzimas s.a. (s.f.). *Invertasa C 3000*. Obtenido de <https://www.proenzimas.com/enzimas>

- Quedaza, W. (2007). *Determinación de parámetros óptimos para la producción y aromatización de miel hidrolizada, panela soluble y azúcar*. Ibarra.
- Quezada, W. (2007). *GUÍA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA PANELERA*. Ibarra: CREADORES GRÁFICOS.
- Quezada, Walter y Gallardo, I. (2014). *Clarificación del jugo de caña mediante el empleo de plantas mucilaginosas*. Obtenido de ICIDCA: Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223132853007>
- Ramirez, Laura y Garcia, M. d. (s.f.). *Aspectos relevantes del uso de enzimas en la industria de los alimentos*. Obtenido de Revista Iberoamericana de Ciencias: <http://www.reibci.org/publicados/2015/mayo/1000102.pdf>
- Revista del consumidor . (s.f.). *Estudio de la calidad de miel de abeja*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100347/RC456_Estudio_Calidad_de_Miel_de_Abejas.pdf
- Saludable Naturaleza. (17 de Febrero de 2010). Obtenido de Mucílagos: <http://saludablenaturaleza.blogspot.com/2010/02/mucilagos.html>
- Sanchez, L. (5 de Septiembre de 2013). Obtenido de <http://terapiaocupacional-biologia.blogspot.com/2013/09/hidrolisis.html>
- Vinicio, M. P. (2012). *Elaboración de jabones de tocador sólidos tales como sulfuroso, humectante y exfoliante a partir del gel de yausabara*. Obtenido de <http://www.utn.edu.ec/transparencia/wp-content/uploads/2014/03/Revista-El-Investigador-Nro-01.pdf>
- Voet, D., & Voet, J. (2004). *Bioquímica*. Uruguay: panamericana.
- WordReference. (2005). *Hidrolisis: WordReference*. Obtenido de <http://www.wordreference.com/definicion/hidr%C3%B3lisis>

ANEXOS

Anexo 1. Aval de inglés

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de proyecto al Idioma Inglés presentado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial **Alvarado Robalino Katerin Nataly** y **Chasi Chasi Dario Javier** cuyo título versa industrialización azucarera “**NOVA MIEL**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 03 de Agosto del 2017.

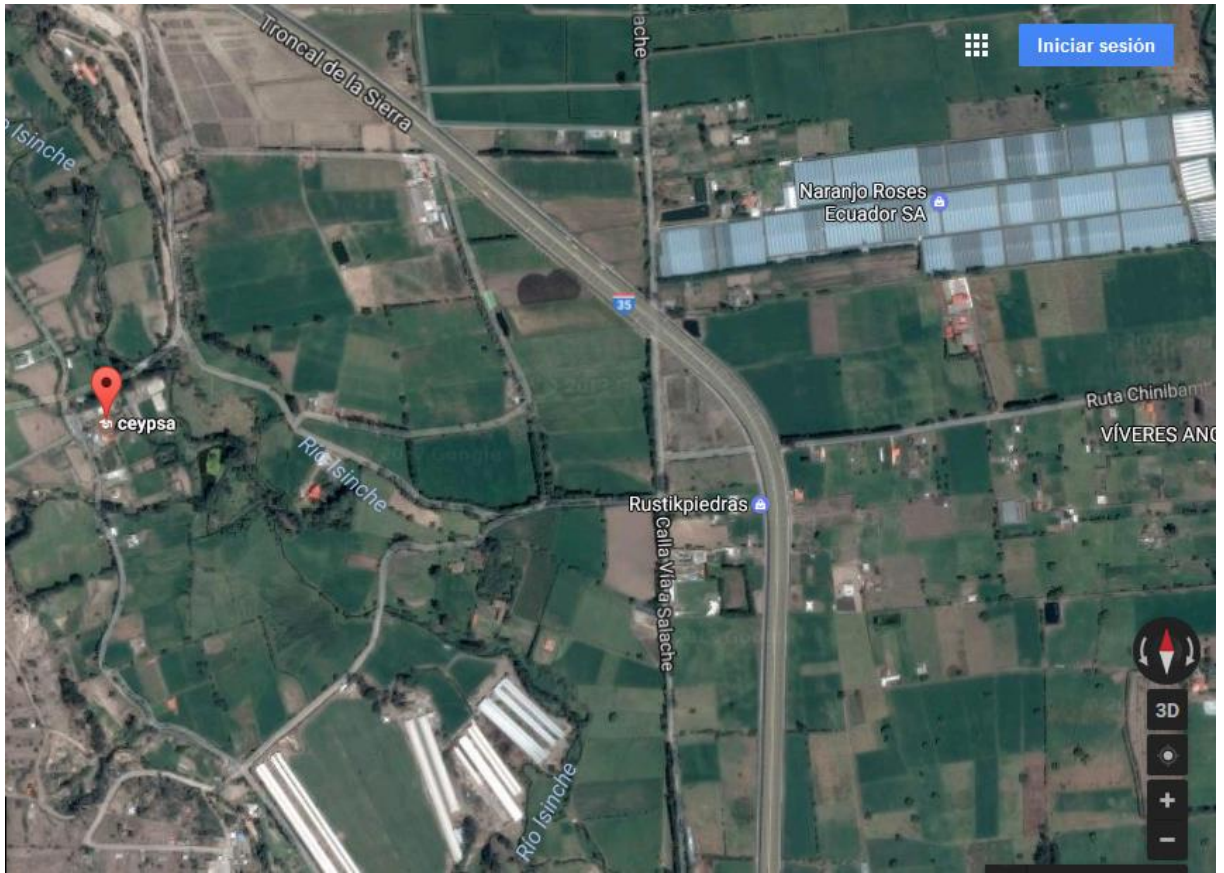
.....

Lic. Marco Paúl Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C.: 0502666514

Anexo 2. Ubicación donde se va a realizar el proyecto



Fuente: API de Google Maps

Anexo 3. Hoja de vida PhD. Quezada Moreno Walter Francisco

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Walter Francisco Quezada Moreno.

EDAD: 52 años

ESTADO CIVIL: Casado

CEDULA: 190017881-3

LICENCIA (Conducir): Profesional

TELÉFONOS: 02 3 912-025 / 0994591421

Email: mfrancisco473@gmail.com; Walter.quezada@utc.edu.ec

DIRECCIÓN: Río Napo E 5-120 y Huancavilca. Conjunto Agapanthus I.



INSTRUCCIÓN

SECUNDARIA: Bachiller Agropecuario 1984.

SUPERIOR: Ingeniero en Industrias Agropecuarias (UTPL). 1991.

REGISTRO SENESCYT: 1031-02274702

OTROS ESTUDIOS (Posgrado)

Curso Internacional de Pos-Grado para Fomento Agroindustrial.

Especialidad: Elaboración de Proyectos Agroindustriales (IFAIN). Quito. 1993.

Master en Docencia Universitaria e Investigación. UTN. Ibarra. 2001. Registro SENESCYT 1015- 03356607

Doctor en Ciencias (PhD). Especialidad INGENIERÍA QUÍMICA. Programa tutelar de Ingeniería Química. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba. Universidad de alto prestigio y calidad internacional, reconocida por el SENESCYT, 2015. Registro SENESCYT: 19211801.

EXPERIENCIA ACADÉMICA

Profesor Principal Tiempo completo en la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, desde el 01-09-1991 hasta abril 2014 (23 años).

5 años como Profesor Bachillerato. Colegio Betlemitas. Ibarra, 05-09-2007 a 31-07-2011.

Profesor Investigador Tiempo Completo en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Actual.

Grupo del Claustro del Programa Doctoral de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Santa Clara. Cuba. 2016.

.....

FIRMA

PhD. Quezada Moreno Walter Francisco

Anexo 4. Hoja de vida de Alvarado Robalino Katerin Nataly

ALVARADO ROBALINO KATERIN NATALY



INFORMACIÓN PERSONAL

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Lugar y Fecha de Nacimiento | Pastocalle, 20 de Septiembre de 1993 |
| Cédula de Identidad | 050423916-1 |
| Estado Civil | Soltera |
| Cargas Familiares | 1 |

FORMACIÓN ACADÉMICA

| | |
|---------------------------|---|
| NIVEL PRIMARIO: | ESCUELA FISCAL MIXTA MANUEL MATHEU |
| NIVEL SECUNDARIO: | INSTITUTO TECNOLÓGICO VICTORIA VASCONEZ CUVI. |
| TÍTULO OBTENIDO: | BACHILLER “QUÍMICO BIÓLOGO” |
| NIVEL SUPERIOR: | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI |
| ESPECIALIZACIÓN: | AGROINDUSTRIAL – EGRESADA |
| IDIOMAS: | SUFICIENCIA EN INGLÉS |
| CURSOS REALIZADOS: | |
| | REOLOGÍA APLICADA AL ÁMBITO ALIMENTARIO. |
| | DISEÑO DE PROYECTOS PRODUCTIVOS AGROINDUSTRIALES Y GESTIÓN DE LA CALIDAD. |
| | FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO Y APLICACIONES DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL EN LAS INGENIERÍAS. |
| | SEMINARIO DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS AGROINDUSTRIAS 2017. |

.....
FIRMA

KATERIN NATALY ALVARADO ROBALINO

Anexo 5. Hoja de vida de Chasi Chasi Dario Javier

CHASI CHASI DARIO JAVIER

Latacunga-Ecuador
Celular: (0979314936)
E-mail:
dario.chasi4@utc.edu.ec



INFORMACIÓN PERSONAL

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Lugar y Fecha de Nacimiento | Guaytacama, 22 de Enero de 1991 |
| Cédula de Identidad | 050349543-4 |
| Estado Civil | Soltero |
| Cargas Familiares | 1 |

FORMACIÓN ACADÉMICA

NIVEL PRIMARIO ESCUELA FISCAL “BRIGADA PATRIA”

NIVEL SECUNDARIO INSTITUTO TECNOLÓGICO VICENTE LEON.

TÍTULO OBTENIDO: BACHILLER “QUÍMICO BIÓLOGO”

NIVEL SUPERIOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

ESPECIALIZACIÓN: AGROINDUSTRIAL – EGRESADO

IDIOMAS: SUFICIENCIA EN INGLES

CURSOS REALIZADOS:

REOLOGÍA APLICADA AL ÁMBITO ALIMENTARIO.

DISEÑO DE PROYECTOS PRODUCTIVOS AGROINDUSTRIALES Y GESTIÓN DE LA CALIDAD.

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO Y APLICACIONES DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL EN LAS INGENIERÍAS.

SEMINARIO DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS AGROINDUSTRIAS 2017.

.....

FIRMA

DARIO JAVIER CHASI CHASI

Anexo 6. Resultados del análisis fisicoquímico del mejor tratamiento.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.ALIM- 25933
ORDEN DE TRABAJO No 56303

| | |
|---|---|
| SOLICITADO POR: | CHASI DARIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE: | LATAACUNGA |
| MUESTRA DE: | MIEL |
| DESCRIPCIÓN: | MIEL DE JUGO DE CAÑA HIDROLIZADA POR INVERSION ENZIMATICA |
| LOTE: | ---- |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | ---- |
| FECHA DE VENCIMIENTO: | ---- |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 07/07/2017 |
| HORA DE RECEPCIÓN: | 10:02 |
| FECHA DE ANÁLISIS: | 12-25/07/2017 |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: | 26/07/2017 |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | |
| COLOR: | Característico |
| OLOR: | Característico |
| ESTADO: | LIQUIDO |
| Contenido: | 250ml |
| OBSERVACIONES: | |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. | |
| MUESTREADO POR: | El Cliente |

INFORME

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADO | METODO |
|---------------------|--------|-----------|---------------------|
| Azúcares Reductores | % | 71.33 | MAL-53/ PEARSON |
| Azúcares Totales | % | 75.66 | MAL-53/ PEARSON |
| Humedad | % | 16.44 | NTE INEN 1632 |
| Cenizas | % | 0.74 | MAL-02/ AOAC 923.03 |

X. Geovany Garófalo
Dr. Geovany Garófalo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



1 / 1

RAL -4-1--04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 44638
ORDEN DE TRABAJO No. 56304

| | | | | | |
|---|---|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------|
| SOLICITADO POR: | CHASI DARIO | | | | |
| DIRECCION DEL CLIENTE: | LATACUNGA | | | | |
| MUESTRA DE: | MIEL | | | | |
| DESCRIPCIÓN: | MIEL DE JUGO DE CAÑA HIDROLIZADA POR INVERSION ENZIMATICA | | | | |
| LOTE: | - | FECHA DE ELABORACIÓN: | - | FECHA DE VENCIMIENTO: | - |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 07/07/2017 | | HORA DE RECEPCIÓN: | 10H02 | |
| FECHA DE ANÁLISIS: | DEL 07/07/2017 AL 21/07/2017 | | | | |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: | | | | 21/07/2017 | |
| CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA | | | | | |
| CARACTERISTICA: | CARACTERISTICO | ESTADO: | LIQUIDO | CONTENID O: | 250 ml |
| OBSERVACIONES: | Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. | | | | |

RESULTADOS

| PARAMETROS | UNIDADES | RESULTADOS | METODOS |
|--------------|----------|------------|-------------------|
| HIERRO TOTAL | mg/Kg | 48,5 | ABSORCION ATOMICA |
| MAGNESIO | mg/Kg | 157,0 | ABSORCION ATOMICA |
| POTASIO | mg/Kg | 3.196,0 | ABSORCION ATOMICA |



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



RAM-4.1.04

Anexo 7. Resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI. 35917
ORDEN DE TRABAJO No. 56302

| | |
|---|---|
| SOLICITADO POR: | CHASI DARIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE: | LATACUNGA |
| MUESTRA DE: | MIEL |
| DESCRIPCIÓN: | MIEL DE JUGO DE CAÑA HIDROLIZADA POR INVERSIÓN ENZIMÁTICA |
| LOTE: | ----- |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | ----- |
| FECHA DE VENCIMIENTO: | ----- |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | 07/07/2017 |
| HORA DE RECEPCIÓN: | 10H02 |
| FECHA DE ANÁLISIS: | 10/07/2017 |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: | 17/07/2017 |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | |
| COLOR: | CARACTERÍSTICO |
| OLOR: | CARACTERÍSTICO |
| ESTADO: | VISCOSO |
| CONTENIDO: | 250ml |
| OBSERVACIONES: | LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP. |
| MUESTREADO POR: | EL CLIENTE |

INFORME

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADO | METODO |
|--------------------------------|--------|-----------|---------------------|
| RECUENTO DE BACTERIAS AEROBIAS | ufc/g | <10 | MMI-02/AOAC 990.12 |
| RECUENTO DE ENTEROBACTERIAS | ufc/g | <10 | MMI-04/AOAC 2003.01 |
| RECUENTO DE MOHOS | ufc/g | <10 | MMI-01/AOAC 997.02 |
| RECUENTO DE LEVADURAS | ufc/g | <10 | MMI-01/AOAC 997.02 |

DATOS ADICIONALES:

ufc/g Unidad formadora de colonias por gramo



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B. F. Magaly Chasi

B. F. Magaly Chasi – Msc.
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



1 / 1

RMI-4.1-04

Anexo 8. Fotografías de la elaboración de la miel hidrolizada

ELABORACION DE UNA MIEL HIDROLIZADA A PARTIR DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR POR INVERSIÓN ENZIMÁTICA, MEDIANTE LA ACCIÓN DE LA ENZIMA INVERTASA Y CLARIFICADA POR EL MUCÍLAGO DE LA YAUSABARA (*Pavonia sepium St. Hil*)

Fotografía 1: Recepción de la materia prima



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 2: Pesado de la yausabara



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 3: Machacar la planta



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 4: Maceración de la planta



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 5: Tamizado del mucilago



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 6: Solución mucilaginosa



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 7: Volumen de mucilago obtenido



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 8: Medición de pH de la solución mucilaginosa



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 9: Calentamiento del jugo de caña



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 10: Adición de mucilago



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 11: Clarificación del jugo de caña



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 12: Clarificación del jugo



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 13: Muestras del jugo clarificado



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 14: Medición de turbidez



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 15: Recepción de la materia prima



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 16: Extracción del jugo



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 17: Filtrado del jugo de caña



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 18: Calentamiento del jugo de caña a 70°C



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 19: Medición de °Brix



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 20: Adición del mucilago al jugo



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 21: Ebullición del jugo con mucilago



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 22: Enfriamiento del jugo con la solución mucilaginosa



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 23: Descachazado 1



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 24: Medición de 1.5 l del jugo clarificado



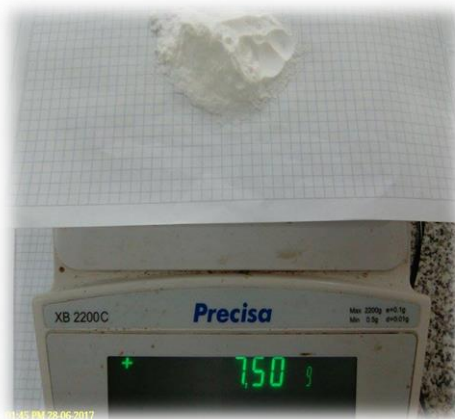
Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 25: Calentamiento del jugo clarificado



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 26: Adicción de enzima invertasa C3000



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 27: Activación de la enzima durante el tiempo de 12 horas, 55°C



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 28: Concentración a 105°C



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 29: Descachazada 2



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 30: Tratamientos obtenidos



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Fotografía 31: Mejor tratamiento de la miel hidrolizada



Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

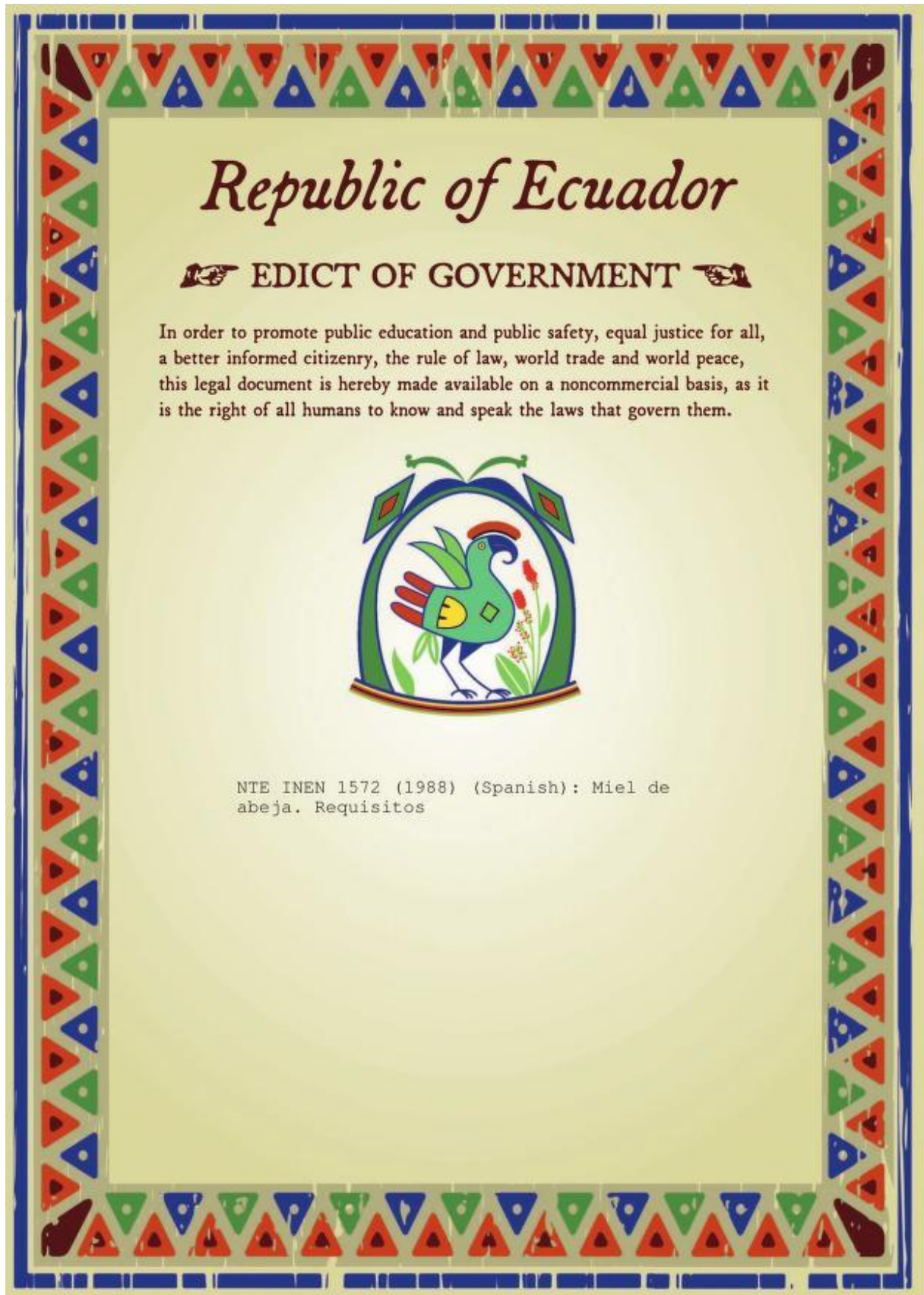
Fotografía 32: Análisis fisicoquímicos del mejor tratamiento





Elaborado por: Alvarado K & Chasi D, 2017

Anexo 6. Norma Técnica INEN 1572



BLANK PAGE



PROTECTED BY COPYRIGHT

CDU: 638.16



AL 02.04-405

| | | |
|--|--|----------------------------------|
| Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria | MIEL DE ABEJAS. REQUISITOS. | INEN 1 572 1988-04 |
| <p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la miel de abejas para consumo humano, directo y para usos industriales.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma no comprende ningún tipo de miel que no sea elaborada directamente por las abejas.</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Miel de abejas. Sustancia dulce producida por las abejas obreras a partir del néctar de las flores o de exudaciones de otras partes vivas de las plantas o presentes en ellas que dichos insectos recogen, transforman, combinan con sustancias específicas y almacenan después en panales.</p> <p>3.2 Miel cristalizada. Es la miel de abejas donde sus azúcares se han cristalizado.</p> <p style="text-align: center;">4. CLASIFICACION</p> <p>4.1 Según su origen, la miel de abejas se clasifica en:</p> <p>4.1.1 <i>Miel de flores.</i> Es la que procede principalmente de los néctares de las flores.</p> <p>4.1.1.1 Miel monoflora procederá principalmente de los néctares de un tipo de flor.</p> <p>4.1.1.2 Miel poliflora procederá principalmente de los néctares de diversos tipos de flores.</p> <p>4.1.2 <i>Miel de mielada.</i> Es la miel que procede principalmente de exudaciones de las partes vivas de plantas o presentes en ellas. Su color varía de pardo muy claro o verdoso a casi negro.</p> <p>4.2 La miel de abejas por su utilización se clasifica según la Tabla 1 en</p> <p>4.2.1 <i>Clase /</i> miel de abejas para consumo humano directo.</p> <p>4.2.2 <i>Clase //</i> miel de abejas para usos industriales.</p> <p style="text-align: center;">5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</p> <p>5.1 En la extracción de la miel de abejas se permitirán las siguientes operaciones:</p> <p>5.1.1 Centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> | | |

5.1.2 La licuefacción de la miel cristalizada se realizará con el uso de calor moderado a baño maría (la temperatura de la miel no deberá superar los 40 C), hasta que quede libre de cristales visibles.

5.1.3 La filtración a través de tamices para eliminar sólidos en suspensión.

5.2 La miel de abejas no debe haber comenzado a fermentar ni ser efervescente.

5.3 La miel de abejas no debe contener mohos, insectos, huevos, larvas u otras impurezas, ni sustancias extrañas a su composición.

5.4 No debe presentar sabores, olores o colores extraños.

5.5 Será prohibido el uso de aditivos tales como: colorantes, acidificantes, aromatizantes, espesantes, sustancias conservadoras, edulcorantes naturales o sintéticos, etc.

6. REQUISITOS

6.1 La miel de abejas ensayada de acuerdo a las normas correspondientes debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 1.

TABLA 1. Especificaciones de la miel de abejas.

| REQUISITOS | UNIDADES | CLASE I | | CLASE II | | METODOS DE ENSAYO |
|--------------------------------|-----------|---------|--------|----------|--------|-------------------|
| | | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | |
| Densidad relativa a 27° C | | 1,39 | - | 1,37 | - | INEN 1 632 |
| Azúcares reductores totales | % en masa | 65 | - | 60 | - | INEN 1 633 |
| Sacarosa | % en masa | - | 5 | - | 7 | INEN 1 633 |
| Relación fructoso glucosa | - | 1,0 | - | 1,0 | - | INEN 1633 |
| Humedad | % en masa | - | 20 | - | 23 | INEN 1 632 |
| Acidez | meq/1000g | - | 40 | - | 40 | INEN 1634 |
| Sólidos insolubles | % en masa | - | 0,2 | - | 0,5 | INEN 1 635 |
| Cenizas | % en masa | - | 0,5 | - | 0,5 | INEN 1 636 |
| HMF* | mg/kg | - | 40 | - | 40 | INEN 1637 |
| Número de diastasa** | - | 8 | - | 7 | - | INEN 1 638 |

* En miel de abejas de cítricos se aceptará como máximo 15 µg/kg.
** En miel de abejas de cítricos se aceptará como mínimo 3 unidades.

7. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

7.1 Envase

7.1.1 La miel de abejas debe envasarse en recipientes cuyo material sea resistente a la acción del producto y no altere las características del mismo.

(Continúa)

7.1.2 Los envases deben estar perfectamente limpios antes del llenado.

7.1.3 El recipiente debe disponer de cierre hermético y sello, de tal forma que se garantice la inviolabilidad del recipiente y las características del producto.

7.1.4 El espacio libre no debe exceder del 6% del volumen del recipiente.

7.2 Rotulado

7.2.1 En todos los envases debe constar según la Norma 1 334, la siguiente información:

- a) nombre y clase del producto,
- b) marca comercial,
- c) identificación del lote,
- d) razón social de la empresa,
- e) contenido neto en unidades del SI (en volumen),
- f) número de Registro Sanitario,
- g) fecha del tiempo máximo de consumo,
- h) precio de venta al público, (P.V.P.),
- i) país de origen,
- j) Norma Técnica INEN de referencia.

7.2.2 No debe contener leyendas de significado ambiguo ni descripción de características del producto que no puedan comprobarse debidamente.

7.2.3 La comercialización de este producto cumplirá con lo dispuesto en las Regulaciones y Resoluciones dictadas, con sujeción a la Ley de Pesas y Medidas.

8. MUESTREO

8.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la Norma INEN 1 631.

(Continúa)

APENDICE Z**Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

- INEN 1 334 *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Requisitos*
INEN 1 631 *Miel de abejas Muestreo.*
INEN 1 632 *Miel de abejas Determinación de densidad relativa a 27°C y humedad.*
INEN 1 633 *Miel de abejas Determinación de azúcares reductores totales, sacarosa y relación fructosa-glucosa.*
INEN 1 634 *Miel de abejas Determinación de la acidez.*
INEN 1 635 *Miel de abejas Determinación de sólidos insolubles*
INEN 1 636 *Miel de abejas Determinación de cenizas.*
INEN 1 637 *Miel de abejas Determinación del contenido de hidroximetil furfural.*
INEN 1 638 *Miel de abejas Determinación del número de diastasas*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Codex Alimentarius, *Normas del Codex para los azúcares (incluida miel)*, Volumen 11, FAO y OMS. Roma, 1981.

Norma ICAITI 34097 *Miel de abejas* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. Guatemala, 1975.

Norma ICONTEC 1273 *Miel de abejas.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1978.

Norma Cubana 74-07 *Apicultura. Términos y definiciones* Comité Estatal de Normalización, La Habana, 1983.

Norma ITINTEC 209-168 *Miel de abejas Definiciones, clasificación y requisitos* Instituto de Investigaciones Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. Lima, 1980.

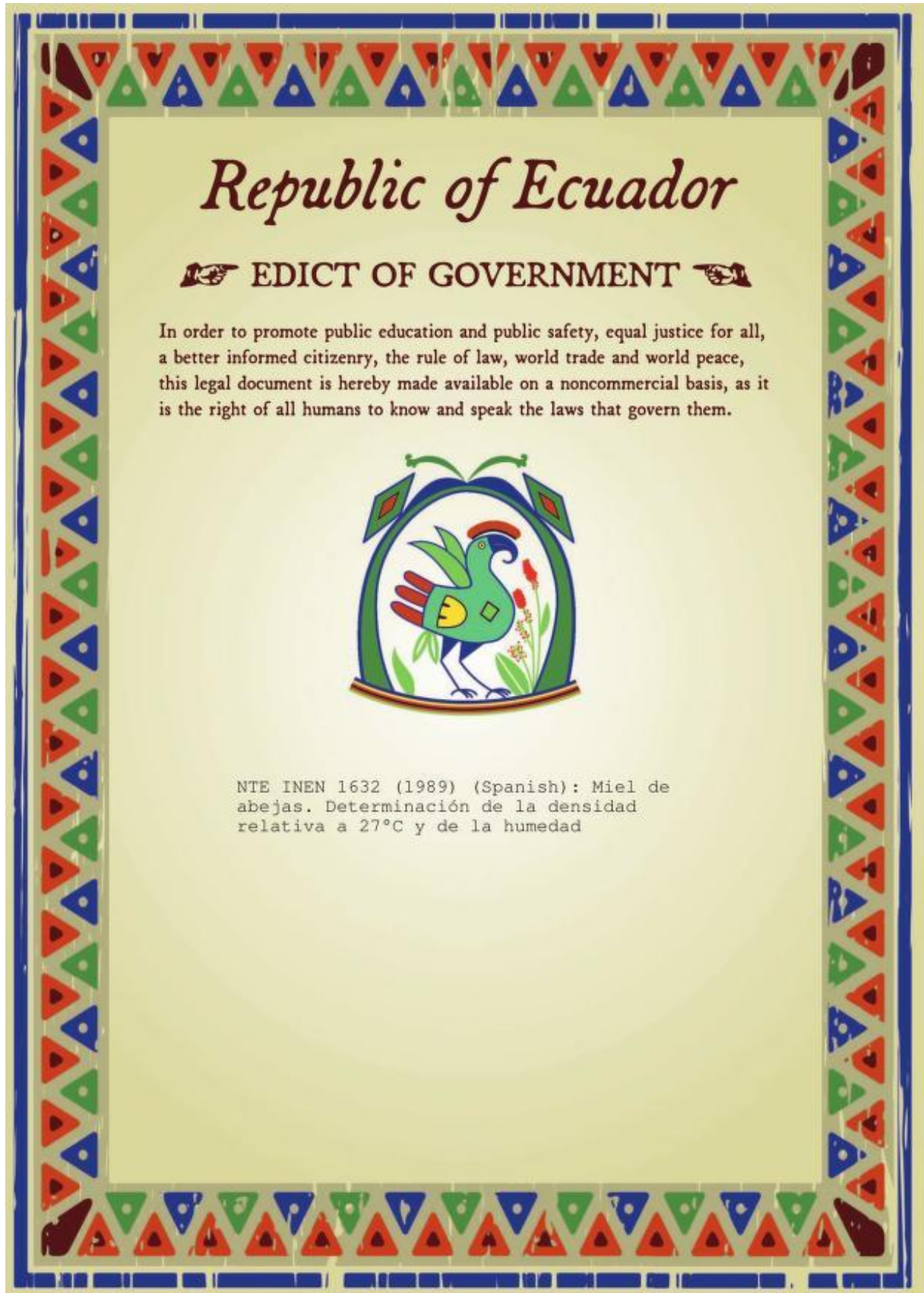
Norma Indú 4941 *Indian Standard Specification for Extracted Honey.* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1975.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| Documento: NTE INEN 1 572 | TITULO: MIEL DE ABEJAS. REQUISITOS | Código: AL.02.04-405 |
| ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: | REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio: | |
| Fechas de consulta pública: de a La Dirección General, considerando la necesidad de contar con normas que regulen la producción de miel de abejas, dispuso la formulación de esta norma, habiéndose iniciado el estudio en 1987-03-31. | | |
| Subcomité Técnico: Fecha de iniciación: Fecha de aprobación: 1987-04-23 Integrantes del Subcomité Técnico: | | |
| NOMBRES: | INSTITUCIÓN REPRESENTADA: | |
| Dr. José Escudero S. (Presidente) | ADAP (ASOCIACION DE APICULTORES DE PICHINCHA) | |
| Dra. Carolina de Wray (Vicepresidente) | MAG | |
| Sra. Marina de Arguello | ADAP | |
| Sra. Juana de Durán | ADAP | |
| Sr. Angel Acero | ADAP | |
| Sr. Moisés Bravo | ADAP | |
| Sr. Pablo Maldonado | ADAP, PRODUCTOS SCHULLO | |
| Econ. Vinicio Ramírez | APIMEL | |
| Sr. Oswaldo Zarría | ADAP | |
| Sr. Jorge Espinosa | ADAP | |
| Sr. Juvenal Pérez | MAG | |
| Sr. Luis Barahona | ADAP | |
| Sr. José Gabriel Vega | ADAP | |
| Sra. Lloraine de Maldonado | PRODUCTOS SCHULLO | |
| Ing. Fernando Freile (Secretario Técnico) | INEN | |
| Otros trámites: | | |
| El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1988-04-13 | | |
| Oficializada como: OBLIGATORIA Por Acuerdo Ministerial No. 226 del 1988-05-20 Registro Oficial No. 949 de 1988-06-03 | | |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: baguilera@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
[URL:www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)

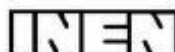
Anexo 7. Norma Técnica INEN 1632



BLANK PAGE



PROTECTED BY COPYRIGHT



CDU: 638.16:543.08

AL 02.04-306

| | | |
|---|---|------------------------------|
| Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria | MIEL DE ABEJAS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA A 27°C Y DE LA HUMEDAD | INEN 1 632 1989-02 |
| <p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la densidad relativa a 27 °C y la humedad en miel de abejas.</p> <p style="text-align: center;">2. METODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD RELATIVA A 27°C</p> <p>2.1 La densidad relativa a 27 °C es la relación por cociente entre la densidad de una muestra de miel de abejas, y la del agua destilada, utilizando un picnómetro, consideradas ambas a la misma temperatura (27 °C).</p> <p>2.2 Instrumental</p> <p>2.2.1 <i>Equipo usual de laboratorio y en particular:</i></p> <p>2.2.1.1 <i>Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.</i></p> <p>2.2.1.2 <i>Picnómetro de boca ancha, de 50 cm³ de capacidad.</i></p> <p>2.2.1.3 <i>Baño de María, regulado termostáticamente a 27 °C ± 0,5 °C.</i></p> <p>2.2.1.4 <i>Termómetro, con graduaciones de décimos de grado.</i></p> <p>2.3 Preparación de la muestra</p> <p>2.3.1 Si la miel está líquida, homogeneizar por agitación, si está parcial o totalmente cristalizada, introducir el envase cerrado a baño de María a 60-65 °C hasta fundición total, cuidando no sumergirlo; luego mezclar bien y enfriar rápidamente. Si hay impurezas o sustancias extrañas, calentar la muestra en baño de María hasta 40 °C y filtrarla a través de un lienzo.</p> <p>2.3.2 <i>Para la miel de panal:</i></p> <p>Cortar la superficie del panal si está operculado, y separar completamente la miel del panal, filtrándola por un tamiz cuya malla tenga un reticulado cuadrado de 0,500 mm por 0,300 mm (malla No. 40, tamaño del retículo, 420 mm). Si algunas porciones de panal o de cera pasan a través del tamiz, calentar la muestra como se indica en el punto 2.3.1. Si la miel en el panal es granulada, calentar hasta que la cera se licue, remover, enfriar y separar la cera.</p> <p>2.4 Procedimiento</p> <p>2.4.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la muestra convenientemente homogenizada.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> | | |

2.4.2 Se tara el picnómetro de la siguiente manera:

Preparar una mezcla sulfocrómica, disolviendo 100 g de dicromato de sodio o de potasio en 300 cm³ de agua caliente. Enfriar, pasar a una cápsula de porcelana grande y agregar, agitando constantemente, 460 cm³ de ácido sulfúrico concentrado.

2.4.3 Con la mezcla sulfocrómica, se lava el picnómetro varias veces, con agua destilada, a continuación con alcohol y finalmente con eter.

2.4.4 Cuando el picnómetro ha adquirido la temperatura ambiente, pesar con una aproximación al 0,1 mg.

2.4.5 El picnómetro tarado llenar con agua destilada, colocar el respectivo tapón esmerilado e introducir a baño de María a 27 °C, durante 30 minutos; al cabo de este tiempo retirar el picnómetro, secar cuidadosamente con papel filtro y pesar con aproximación al 0,1 mg. La diferencia de peso del picnómetro con agua destilada y vacío, representa la capacidad de agua del picnómetro a 27 °C. La tara y la capacidad del picnómetro deben determinarse a intervalos periódicos.

2.4.6 Luego de tarar el picnómetro, llenar con la muestra de miel de abejas, teniendo cuidado de que no se formen burbujas de aire; introducir un termómetro cuyo bulbo quede en el centro de la masa de la miel de abejas y colocar a baño de María a 27 °C ± 0,5 °C.

2.4.7 Cuando la miel de abejas ha alcanzado una temperatura aproximada a 27 °C, sacar el termómetro, colocar el tapón de vidrio esmerilado y limpiar con papel filtro; el picnómetro debe permanecer sumergido dentro del baño de María durante el ajuste.

2.4.8 Retirar el picnómetro del baño de María, secar con papel filtro, y pesar con aproximación al 0,1 mg.

2.5 Cálculos

2.5.1 La densidad relativa se expresa con dos cifras decimales y se obtiene de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$D = \frac{m_2 - m}{m_1 - m}$$

Siendo:

d - Densidad relativa a 27 °C/27 °C

m - masa del picnómetro vacío, en gramos

m₁ - masa del picnómetro con agua destilada, en gramos

m₂ - masa del picnómetro con la muestra de miel de abejas, en gramos.

(Continua)

3. METODO PARA DETERMINAR LA HUMEDAD

3.1 Resumen

3.1.1 Para determinar la humedad, el método se basa en la determinación del índice de refracción de la miel de abejas a 20 °C y aplicando tablas (ver Tab la 1).

3.2 Instrumental

3.2.1. *Equipo usual de laboratorio y en particular*

3.2.1.1 *Refractómetro*

3.3 Preparación de la muestra

3.3.1 La preparación de la muestra se realizará de acuerdo a lo indicado en el numeral 2.3.

3.4 Procedimiento

3.4.1 La determinación efectuar por duplicado sobre la muestra convenientemente homogenizada.

3.4.2 Hacer circular agua por la camisa del refractómetro a temperatura conveniente para que el aparato adquiera una temperatura de 20 °C.

3.4.3 Colocar una porción de la muestra que ha sido previamente preparada, como se indica en el punto 2.3, entre los prismas del refractómetro.

3.4.4 Continuar haciendo circular el agua para que la temperatura del aparato y la muestra sea constante al efectuar la lectura.

3.4.5 Observar la lectura del refractómetro y la temperatura del termómetro y anotar.

3.5 Cálculos

3.5.1 Para obtener los resultados de humedad proceder de la siguiente manera:

3.5.1.1 *Corrección de la temperatura:*

Si la lectura del índice de refracción se efectuó a una temperatura diferente de 20 °C, se añaden 0,00023 por cada grado centígrado de diferencia.

Si la temperatura es inferior a 20 °C, se restan 0 ,00023 por cada grado centígrado de diferencia.

3.5.1.2 *Contenido de humedad de la muestra*, con el índice de refracción corregido se busca en la Tabla 1, el respectivo contenido de humedad de la muestra.

(Continua)

3.5.1.3 Criterio de conformidad, se considera que un lote de miel de abejas satisface el requerimiento de humedad, si cumple con lo siguiente:

$$\bar{X} + 0,6 D < 25\%$$

Siendo:

\bar{X} = Promedio de los porcentajes de humedad de todas las muestras analizadas, es decir

$$\frac{\text{suma de los resultados de los ensayos}}{\text{número de ensayos}}$$

D = Diferencia entre los valores máximo y mínimo de los resultados de los ensayos.

Tabla 1. Determinación del contenido de humedad

| Índice de Refracción | Contenido de humedad | Índice de refracción | Contenido de humedad | Índice de refracción | Contenido de humedad |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| (20°C) | (%) | (20°C) | (%) | (20°C) | (%) |
| 1,5044 | 13,0 | 1,4935 | 17,2 | 1,4830 | 21,4 |
| 1,5038 | 13,2 | 1,4930 | 17,4 | 1,4825 | 21,6 |
| 1,5033 | 13,4 | 1,4925 | 17,6 | 1,4820 | 21,8 |
| 1,5028 | 13,6 | 1,4920 | 17,8 | 1,4815 | 22,0 |
| 1,5023 | 13,8 | 1,4915 | 18,0 | 1,4810 | 22,2 |
| 1,5018 | 14,0 | 1,4910 | 18,2 | 1,4805 | 22,4 |
| 1,5012 | 14,2 | 1,4905 | 18,4 | 1,4800 | 22,6 |
| 1,5007 | 14,4 | 1,4900 | 18,6 | 1,4795 | 22,8 |
| 1,5002 | 14,6 | 1,4895 | 18,8 | 1,4790 | 23,0 |
| 1,4997 | 14,8 | 1,4890 | 19,0 | 1,4785 | 23,2 |
| 1,4992 | 15,0 | 1,4885 | 19,2 | 1,4780 | 23,4 |
| 1,4987 | 15,2 | 1,4880 | 19,4 | 1,4775 | 23,6 |
| 1,4982 | 15,4 | 1,4875 | 19,6 | 1,4770 | 23,8 |
| 1,4976 | 15,6 | 1,4870 | 19,8 | 1,4765 | 24,0 |
| 1,4971 | 15,8 | 1,4865 | 20,0 | 1,4760 | 24,2 |
| 1,4966 | 16,0 | 1,4860 | 20,2 | 1,4755 | 24,4 |
| 1,4961 | 16,2 | 1,4855 | 20,4 | 1,4750 | 24,6 |
| 1,4956 | 16,4 | 1,4850 | 20,6 | 1,4745 | 24,8 |
| 1,4951 | 16,6 | 1,4845 | 20,8 | 1,4740 | 25,0 |
| 1,4946 | 16,8 | 1,4840 | 21,0 | | |
| 1,4940 | 17,0 | 1,4835 | 21,2 | | |

(Continua)

4. ERRORES DE METODO

4.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder del 1,0 % del promedio de ambos ensayos; en caso contrario, se debe repetir la operación.

5. INFORME DE RESULTADOS

5.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

5.2 Deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre los resultados.

(Continua)

APENDICE Z**Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

Esta norma no requiere de otra para su aplicación

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Análisis Moderno de los Alimentos, Leslie Hart y Harry Johnstone Fisher, Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1971.

Official Methods of Analysis. *Associations of Oficial Analytical Chemists*. Fourteenth Edition, Edited by Sydney Williams, Arlington, Virginia, 1984.

Codex Alimentarius. *Normas del Codex para los azúcares incluida la miel*. Volumen III. Roma, 1981

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

| | | |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Documento: NTE INEN 1 632 | TÍTULO: MIEL DE ABEJAS. DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA A 27° C Y DE LA HUMEDAD | Código: AL 02.04-306 |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|

| | |
|---|--|
| ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1988-04-26 | REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio: |
|---|--|

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico: **AL 02.04 Azúcares**

Fecha de iniciación: 1988-05-11

Fecha de aprobación: 1988-05-17

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Ing. Carolina de Wray (Vicepresidenta)
Dra. Magdalena Báus
Ing. Agustín Herrera

Sr. Silvio Durán
Econ. Vinicio Ramírez
Sr. Pablo Maldonado
Dra. Cecilia Carrillo
Ing. Marcelo Prúcel
Ing. Norma Santamaría (Secretaría Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

MAG-INCCA
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
ASOCIACION DE APICULTURA DE
TUNGURAHUA
EL PARAISO
APIMIEL
PRODUCTOS SCHULLO CIA. LTDA.
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
INEN
INEN

Otros trámites: ♦⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20. El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1989-02-15

Oficializada como: OBLIGATORIA
Registro Oficial No. 218 del 1989-06-23

Por Acuerdo Ministerial No. 214 del 1989-05-10

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: furresta@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
[URL:www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)