



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“MÉTODO DE ASPERSIÓN EN SECO COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN
DE DULCE DE AGAVE (*Agave americana* l) EN POLVO”**

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

Autores:

Chicaiza Vilca Alex Orlando

Molina Pilatasig Mayra Alexandra

Tutor:

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

Latacunga - Ecuador

Febrero 2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **Chicaiza Vilca Alex Orlando** y **Molina Pilatasig Mayra Alexandra**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“MÉTODO DE ASPERSIÓN EN SECO COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE DULCE DE AGAVE (*Agave americana* l) EN POLVO”** siendo la Ing. Zambrano Ochoa Eliana Zoila Mg. tutora del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



.....

Chicaiza Vilca Alex Orlando

C.I. 050356755-4



.....

Molina Pilatasig Mayra Alexandra

C.I. 050293504-2

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORES

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Chicaiza vilca Alex Orlando con C.C. N° 050356755-4, de estado civil Soltero y con domicilio en Guaytacama, en el Barrio 12 de octubre, a quien en lo sucesivo se denominará **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. – **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: “Método de aspersión en seco como alternativa para la producción de dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico: Abril 2014- Febrero 2019.

Aprobación HCA.: 16 de Julio del 2016

Tutora: Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

Tema: “Método de aspersión en seco como alternativa para la producción de dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo”

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, **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 **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.
- e) 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 **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 **EL 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 **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, a los 20 días del mes de Febrero del 2019.



Chicaiza Vilca Alex Orlando
EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORES

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Molina Pilatasig Mayra Alexandra con C.C. N° 050293504-2, de estado civil Soltera y con domicilio en Latacunga, Juan Montalvo en el Barrio Isimbo 1, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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 CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Método de aspersión en seco como alternativa para la producción de dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo” el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico: Abril 2014- Febrero 2019.

Aprobación HCA: 16 de Julio del 2016

Tutora: Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.

Tema: “Método de aspersión en seco como alternativa para la producción de dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo”

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 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 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.
- e) 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 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 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, a los 20 días del mes de Febrero del 2019.



Molina Pilatasig Mayra Alexandra
EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

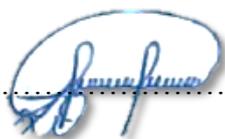
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“MÉTODO DE ASPERSIÓN EN SECO COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE DULCE DE AGAVE (*Agave americana* l) EN POLVO” de Chicaiza Vilca Alex Orlando y Molina Pilatasig Mayra Alexandra, de la carrera de **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 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, 7 Febrero 2019

El Tutor



Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa. MSc.

CI: 050177393-1

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: Chicaiza Vilca Alex Orlando y Molina Pilatasig Mayra Alexandra, con el título de Proyecto de Investigación . **“MÉTODO DE ASPERSIÓN EN SECO COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE DULCE DE AGAVE (*Agave americana l*) EN POLVO”**, 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, 14 Febrero 2019

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

Ing. Trávez Castellano Ana Maricela Mg.

CC: 050227093-7



Lector 2

Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz MSc.

CC: 171459274-6



Lector 3

Quim. Rojas Molina Jaime Orlando Mg.

CC: 050264543-5

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por brindarme su apoyo y aconsejarme en todo momento, por no dejarme caer, porque gracias a su esfuerzo ellos hicieron posible la culminación de una de mis metas en la vida.

Agradezco a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

De igual manera a mi tutora de tesis la Ing. Eliana Zambrano por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de este trabajo investigativo y para finalizar, también agradezco a mi hermano Dario Chicaiza y mi novia Nelly Catota ya que gracias a su apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

Alex Orlando Chicaiza Vilca

DEDICATORIA

A mis padres, Franklin Orlando Chicaiza y Luz Ofelia Vilca quienes me dieron la vida y supieron darme buenos consejos para ser una mejor persona y saber guiarme en todo este trayecto ya que sin su apoyo y ayuda no hubiera logrado esta meta.

A mi abuelita María Elena Vilca que con su sabiduría me guía a seguir adelante y tener en cuenta que en la vida hay que saber luchar sin descansar para alcanzar nuestros sueños.

A toda mi familia que de una u otra manera estaban siempre pendientes de mí para brindarme su apoyo moral y sus sabios consejos para seguir adelante en el estudio.

Alex Orlando Chicaiza Vilca

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos Luis y Patricio por guiarme y brindarme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, sobre todo por estar presentes en momentos buenos y malos, gracias a su esfuerzo diario a sido posible culminar el objetivo propuesto desde mi niñez.

Agradezco a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por permitirme formar parte de la misma y así estudiar esta carrera, también a cada uno de los docentes que me acompañaron en cada ciclo de estudio impartiendo sus conocimientos y experiencias que implica la carrera.

De igual manera a mi tutora de tesis Ing. Eliana Zambrano por su colaboración y paciencia en el desarrollo del proyecto de investigación y para finalizar agradezco a mi tía Alicia Pilatasig porque más que ser mi tía es mi mejor amiga y sobre todo a mi mejor amigo Alex Chicaiza quien me brindo su amistad durante mi etapa universitaria.

Mayra Alexandra Molina Pilatasig

DEDICATORIA

A mis padres, Carlos Molina y Elena Pilatasig quienes me dieron la vida, han permanecido junto a mi en cada etapa y en el desarrollo del proyecto

Con mucho amor a mi hijo Dylan André, por ser mi fuente de motivación para concluir mis estudios y superar día a día los obstáculos que la vida conlleva y ofrecerle así un futuro mejor.

A mi tía Alicia, quien con sus palabras de aliento y sobre todo sus consejos no desistí de alcanzar mi objetivo propuesto.

Mayra Alexandra Molina Pilatasig

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Método de aspersión en seco como alternativa para la producción de dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo”.

Autores: Chicaiza Vilca Alex Orlando

Molina Pilatasig Mayra Alexandra.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agroindustrial y se enfocó en realizar un dulce de agave en polvo mediante el método de aspersión en seco como alternativa para su producción en el Ecuador. Para la obtención de este dulce en polvo se recolectó el aguamiel de agave como materia prima y el equipo de aspersión en seco, además de utilizó un diseño factorial de bloques totalmente al azar AxB, dando como resultado 9 tratamientos con 1 repetición.

En el factor A, se establece la concentración de sólidos solubles en el aguamiel de agave americana con tres niveles (20, 25 y 30 °Brix) y en el factor B, se establece los parámetros de secado a tomar en cuenta para el método de aspersión en seco con tres niveles (90 °C: 500 ml/h, 130 °C: 700 ml/h, 170 °C: 900 ml/h) (temperatura de entrada: flujo de alimentación).

Para el proceso de aspersión en seco fue necesario la adición de un vehículo encapsulante que en este caso es la maltodextrina en un 20% con relación al peso total del aguamiel de agave en un volumen de 500 ml.

Mediante el análisis físico-químico realizados a los 9 tratamientos se determinó humedad, poder edulcorante y rendimiento, y se eligió el mejor tratamiento (t9), donde se evidencia que existe diferencia significativa.

En los microbiológicos se evidencia la presencia de aerobios mesófilos con un resultado de $1.6 \cdot 10^5$ ufc/g, coliformes totales < 10 ufc/g, mohos $1.6 \cdot 10^3$ ufc/g y levaduras < 10 ufc/g, tomando en cuenta las siguientes Normas Sanitaria RM N° 615-2003 SA/DM, INEN 0259 (azúcar blanco) y una ficha técnica MAPRYSER.

Palabras claves: dulce de agave, aspersión en seco, maltodextrina.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "Dry sprinkling method as an alternative for the production of powder agave candy".

Authors: Chicaiza Vilca Alex Orlando
Molina Pilatasig Mayra Alexandra.

ABSTRACT

The research was conducted at the Technical University of Cotopaxi, Agroindustrial Engineering Career, and focused on obtaining a powder agave candy by the dry spray method as an alternative for its production in Ecuador. To obtain this sweet powder was collected the agave sweet as raw material and the dry spray equipment, and a factorial design of completely random blocks AxB was used, which resulted in 9 treatments with one repetition. In factor A, the concentration of dissolved solids in an American agave sweet established with three levels (20, 25 and 30 ° Brix) and in factor B, the drying parameters to be taken into account for the method of dry sprinkling with three levels (90 ° C: 500 ml / h, 130 ° C: 700 ml / h, 170 ° C: 900 ml / h) (inlet temperature: feed flow). For the dry sprinkling process, it was necessary to add an encapsulating vehicle which in this case is maltodextrin by 20% in relation to the total weight of the agave candy in a volume of 500 ml. Through the physical-chemical analysis carried out in the 9 treatments, moisture, sweetening power and yield were determined, and the best treatment was chosen where there is evidence that there is a significant difference. In the microbiological analyzes, the presence of mesophilic aerobes with a result of 1.6×10^5 CFU / gr, total coliforms <10 CFU / gr, molds 1.6×10^3 <10 CFU / gr and yeasts <10 CFU / gr, taking into account of RM Standard No. 615-2003 SA / DM, INEN 0259 (white sugar) and a MAPRYSER technical sheet.

Keywords: agave sweet, dry sprinkling, maltodextrin.

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 tesis al Idioma Inglés presentado por el señor **CHICAIZA VILCA ALEX ORLANDO** y la señorita **MOLINA PILATASIG MAYRA ALEXANDRA** de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES C.A.R.E.N**, cuyo título versa: **“MÉTODO DE ASPERSIÓN EN SECO COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE DULCE DE AGAVE (*Agave americana L*) EN POLVO”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, Febrero del 2019

Atentamente,



.....

Lcdo. BOLÍVAR MAXIMILIANO CEVALLOS GALARZA
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 091082166-9



ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORES ..	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORES ..	vi
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
AGRADECIMIENTO.....	xiii
DEDICATORIA.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xvii
ÍNDICE GENERAL.....	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xxiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xxiv
ÍNDICE DE TABLAS	xxv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
a. Beneficiarios directos:	4
b. Beneficiarios indirectos:	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	4
5. OBJETIVOS:	6
5.1 General	6
5.2 Específicos.....	6
6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	8
7.1 Antecedentes	8
7.2 Fundamentación Teórica.....	10
7.2.1 Caracteres generales del género <i>agave</i>	10

7.2.2	Etimología del agave	10
7.2.3	Agave Americana	11
7.2.3.1	Generalidades	11
7.2.3.2	Clasificación científica del agave americana	13
7.2.3.3	Clasificación morfológica del agave americana	13
7.2.3.4	Usos del agave americana.....	13
7.2.3.5	Otros beneficios del cabuyo o penca en Ecuador	15
7.2.3.6	Condiciones ambientales cabuya negra (Agave americana L.)	15
7.2.3.7	Composición química del agave	16
7.2.3.8	Aguamiel	16
7.2.3.9	Recolección del aguamiel	17
7.2.3.10	Composición nutricional del aguamiel de agave americana	19
7.2.3.11	Métodos de conservación del aguamiel.....	19
7.2.4	Azúcares	20
7.2.4.1	Definición y clasificación.....	20
7.2.4.2	Funciones	21
7.2.4.3	Fructooligosacáridos	21
7.2.5	Maltodextrina	22
7.2.5.1	Funciones	22
7.2.5.2	Aspectos técnicos.....	23
7.2.6	Método de aspersión en seco.....	24
7.2.6.1	El secado por aspersión consiste en cuatro etapas	24
7.2.6.2	Flujo de aire en la cámara de secado por aspersión	26
7.2.6.3	Tipos de atomizadores.....	26
7.3	Marco Conceptual	28
8	HIPÓTESIS.....	30
8.1	Hipótesis Alternativa (Ha)	30
8.2	Hipótesis Nula (No).....	30
9	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
9.1	Tipos de investigación:	30
9.1.1	Investigación aplicada	30
9.1.2	Investigación bibliográfica.....	31
9.1.3	Investigación experimental	31

9.1.4	Analítico- sintético	31
9.1.5	Histórico lógico	31
9.2	Técnicas de investigación	32
9.2.1	Observación	32
9.3	Instrumentos	32
9.4	Metodología de producción de dulce de agave en polvo	32
9.4.1	Descripción de la metodología	32
9.4.2	Procedimiento para la obtención del aguamiel	32
9.4.2.1	Selección de la planta	32
9.4.2.2	Limpieza de la hoja	33
9.4.2.3	Elaboración de la cavidad	33
9.4.2.4	Raspado	33
9.4.2.5	Sellado de la cavidad	34
9.4.2.6	Acumulación del aguamiel	34
9.4.2.7	Recolección del aguamiel	35
9.4.2.8	Producción de aguamiel	35
9.4.2.9	Almacenamiento	35
9.4.2.10	Diagrama de flujo de la obtención de aguamiel	36
9.4.3	Procedimiento para la obtención del dulce de agave en polvo	36
9.4.3.1	Materia prima	36
9.4.3.2	Aditivos	36
9.4.3.3	Materiales	37
9.4.3.4	Equipos	37
9.4.4	Descripción de la metodología de la producción del dulce de agave (<i>Agave americana l</i>) en polvo	37
9.4.4.1	Recepción de la materia prima	37
9.4.4.2	Análisis fisicoquímico	37
9.4.4.3	Concentración sólidos solubles (°Brix)	38
9.4.4.4	Adición de maltodextrina	38
9.4.4.5	Aspersión en seco	39
9.4.4.6	Pesado	39
9.4.4.7	Empacado	40
9.4.4.8	Rotulado	40

9.4.4.9	Almacenamiento	40
9.4.4.10	Diagrama de elaboración del dulce de agave en polvo.....	41
9.5	Métodos utilizados para determinar el mejor tratamiento	42
9.5.1	Análisis de humedad.....	42
9.5.1.1	Ecuación 1:.....	42
9.5.1.2	Pesado	42
9.5.1.3	Proceso de análisis	43
9.5.1.4	Toma de datos.....	43
9.5.2	Análisis de poder edulcorante	43
9.5.2.1	Pesado	43
9.5.2.2	Dilución.....	43
9.5.2.3	Análisis en el refractómetro	44
9.5.2.4	Toma de datos.....	44
9.5.3	Análisis de rendimiento	44
9.5.3.1	Ecuación 2:.....	44
9.6	Diseño Experimental	45
9.6.1	Factores de estudio	45
9.6.2	Tratamientos de estudio :.....	46
9.6.3	Cuadro De Variables	47
9.6.4	Análisis de varianza.....	47
10.	DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....	48
10.1	Variable humedad	48
10.1.1	Análisis e interpretación de la tabla 14	48
10.1.2	Análisis e interpretación de la tabla 15	49
10.1.3	Análisis e interpretación del grafico 1.....	49
10.1.4	Análisis e interpretación de la tabla 16	50
10.1.5	Análisis e interpretación del grafico 2.....	51
10.1.6	Análisis e interpretación de la tabla 17	51
10.1.7	Análisis e interpretación del grafico 3.....	52
10.2	Variable poder edulcorante	53
10.2.1	Análisis e interpretación de la tabla 18	53
10.2.2	Análisis e interpretación de la tabla 19	54
10.2.3	Análisis e interpretación del grafico 4.....	54

10.3	Variable rendimiento	55
10.3.1	Análisis e interpretación de la tabla 20	55
10.3.2	Análisis e interpretación de la tabla 21	56
10.3.3	Análisis e interpretación del grafico 5.....	57
10.4	Identificación del mejor tratamiento de acuerdo a los promedios.....	57
10.4.1	Análisis e interpretación de la tabla 22	57
10.4.2	Análisis e interpretación del grafico 6.....	58
10.5	Balance de masa.....	59
10.5.1	Balance del mejor tratamiento (t_9).....	59
10.5.2	Rendimiento del tratamiento (t_9).....	60
10.6	Costos.....	60
10.6.1	Costos de venta al público.....	61
10.7	Análisis de laboratorio.....	62
10.7.1	Análisis físico-químico del t_9	62
10.7.1.1	Análisis e interpretación de la tabla 25	63
10.7.2	Análisis microbiológico del t_9	64
10.7.2.1	Análisis e interpretación de la tabla 26	64
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	
	66
11.1	Técnicos.....	66
11.2	Sociales.....	66
11.3	Ambiental	66
11.4	Económico.....	66
12.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:.....	67
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
13.1	Conclusiones.....	68
13.2	Recomendaciones.....	69
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	70
14.1	Libros	70
14.2	Revistas	70
14.3	Tesis	70
14.4	Links web:	73
15.	ANEXOS.	74

Anexo 1. Localización de lugar del proyecto.....	74
Anexo 2. Hojas de vida	75
Anexo 2.1 Tutor	75
Anexo 2.2 Tutorado	76
Anexo 2.3 Tutorada	77
Anexo 4. Normas.....	78
Anexo 3. Análisis físico químico de la Escuela Politécnica Nacional	93
Anexo 5. Fotografías de todo el proceso de la investigación	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. °Brix vs humedad (%)	49
Gráfico 2. Parámetros de secado (°C vs ml/h) vs humedad (%)	50
Gráfico 3. Tratamientos vs humedad (%)	52
Gráfico 4. °Brix vs poder edulcorante	54
Gráfico 5. °Brix vs rendimiento (%).....	56
Gráfico 6. Promedio del mejor tratamiento	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración artesanal del aguamiel.	18
Figura 2. Estructura general de una microcápsula	24
Figura 3. Muestra las etapas del proceso de secado por aspersión.....	24
Figura 4. Esquema de ciclo abierto	25
Figura 5. Esquema de ciclo cerrado.....	25

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Agave azul.....	11
Fotografía 2. Agave americana en estado de floración	12
Fotografía 3. Selección del agave.....	33
Fotografía 4. Limpieza de la hoja.....	33
Fotografía 5. Elaboración de la cavidad.....	33
Fotografía 6. Raspado.....	34
Fotografía 7. Sellado de la cavidad	34
Fotografía 8. Acumulación del aguamiel	34
Fotografía 9. Recolección del aguamiel.....	35
Fotografía 10. Recepción de la materia prima.....	37
Fotografía 11. Análisis fisicoquímico.....	38
Fotografía 12. Concentración de sólidos solubles del aguamiel expresado en °Brix	38
Fotografía 13. Adición de maltodextrina	38
Fotografía 14. Máquina de aspersion en seco (spray dryes).....	39
Fotografía 15. Pesado.....	39
Fotografía 16. Empacado.....	40
Fotografía 17. Rotulado.....	40
Fotografía 18. Balanza de humedad	42
Fotografía 19. Pesado de dulce de agave en polvo	42
Fotografía 20. Análisis de dulce de agave en polvo.....	43
Fotografía 21. Toma de datos del porcentaje de humedad	43
Fotografía 22. Disolución de dulce de agave en polvo en agua destilada.....	44
Fotografía 23. Toma de datos del contenido de sólidos disueltos	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	7
Tabla 2. Clasificación científica del agave.....	10
Tabla 3. Clasificación científica de la cabuya negra (Agave americana L)	12
Tabla 4. Clasificación y usos del Agave americana.....	14
Tabla 5. Clasificación de azúcares	20
Tabla 6. Características de la maltodextrina.....	23
Tabla 7. Esquemas de proceso usados en secado spray	26
Tabla 8. Comparación Boquillas atomizadoras de presión y rotatorias.....	27
Tabla 9. Análisis del aguamiel	37
Tabla 10. Parámetros del equipo	39
Tabla 11. La relación entre los factores A * B, se obtendrá los siguientes tratamientos:	46
Tabla 12. Cuadro de variables.....	47
Tabla 13. Análisis de varianza ADEVA	47
Tabla 14. ADEVA de la variable humedad.....	48
Tabla 15. Prueba de tukey para °Brix vs humedad	49
Tabla 16. Prueba de tukey para parámetros de secado vs humedad.....	50
Tabla 17. Prueba de tukey para parámetros de secado (°C: ml/h), °Brix vs Humedad..	51
Tabla 18. ADEVA de la variable de poder edulcorante	53
Tabla 19. Prueba de tukey para °Brix vs poder edulcorante.....	54
Tabla 20. ADEVA de la variable de rendimiento.....	55
Tabla 21. °Brix vs rendimiento	56
Tabla 22. Comparación de los promedios de los tratamientos.....	57
Tabla 23. Costo de los materiales utilizados en la obtención de dulce de agave en polvo	60
Tabla 24. Costos del mejor tratamiento (T9).....	61
Tabla 25. Análisis físico-químico del dulce de agave en polvo.....	62
Tabla 26. Análisis microbiológico del dulce de agave en polvo.....	64
Tabla 27. Presupuesto.....	67

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Método de aspersión en seco como alternativa para la producción de dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo

Fecha de inicio: Abril 2018

Fecha de finalización: Febrero 2019

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache Bajo

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi (Zona 3)

País: Ecuador

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi. Laboratorios de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial. (**Anexo 1**)

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agroindustrial

Proyecto de investigación vinculado:

Caracterización físico química de agaves con fines agroindustriales en el cantón Latacunga

Equipo de Trabajo: (Anexo 2)**Tutor de Titulación:**

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg. (Anexo 2.1)

Estudiantes:

Chicaiza Vilca Alex Orlando (Anexo 2.2)

Molina Pilatasig Mayra Alexandra (Anexo 2.3)

Área de Conocimiento:

Área: Ingeniería, industria y construcción

Sub-área: Industria y producción

Línea de investigación:

Investigación, producción, desarrollo de tecnologías y estudios de inversión de proyectos agroindustriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Investigación-innovación y emprendimientos agroindustriales

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El Agave es un cultivo de suma importancia a nivel agroindustrial, pues es una especie del que se hace mayormente tequila, por otra parte las plantas se destinan para la obtención de fibras que son comercializados considerablemente por los países de México y Sudáfrica.

El dulce de agave o miel se obtiene del agave, que es el azúcar convencional (sacarosa), contiene carga glucémica baja (similar a la de fructosa), esto permite ser comercializado como una alternativa de edulcorante natural y saludable.

Según datos de Innova del agave comprende el 3% de lanzamientos registrados a nivel mundial de azúcar y edulcorantes, los cuales se pueden utilizar para la producción de aditivos alimentarios como son los jarabes de fructosa o la inulina.

Además Innova registró que el agave se utiliza cada vez más como un ingrediente edulcorante en una amplia gama de lanzamientos de productos, como refrescos, salsas, cereales y productos de confitería.

La sierra andina cuenta con condiciones apropiadas para el cultivo y producción de diversos productos a partir del agave pero es evidente que los pobladores no tienen un conocimiento amplio de las cualidades que posee la planta de agave americano, ya que mayormente la utilizan como cerramientos en sus casas y alimentación del ganado vacuno.

Para que se pueda realizar extensivamente el cultivo y la producción del dulce en polvo, dependerá de un buen manejo del agave (*Agave americana l*), como intensificando el sistema de cultivo y posteriormente el desarrollo de nuevas técnicas de extracción y producción.

La generación de nuevas alternativas de producción, no solo contribuye a un sector específico sino a un país, beneficiando a los pobladores en general, por lo que se intenta industrializar plantas poco conocidas en la industria alimentaria, por ello buscamos fortalecer la industrialización del dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo en el Ecuador como una alternativa de producción contribuyendo a la investigación, economía y salud del pueblo.

Al desarrollar nuevas tecnologías de obtención y producción del agave (*Agave americana l*) de diversos productos incentivara a nuevos investigadores y consumidores para que propongan alternativas de consumo sustituyendo a los procesados con aditivos, que cumplan con características nutricionales y saludables.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

a. Beneficiarios directos:

Serán las personas del sector rural Salache Bajo, que extraen el aguamiel del agave (*Agave americana l*), siendo un total de 36 personas (22 mujeres y 14 hombres) que se dedican a la obtención, dándoles una nueva fuente de ingresos para su familia.

b. Beneficiarios indirectos:

Las microempresas que utilizan endulzantes y espesantes para la elaboración de productos de consumo diario como son: jugos de frutas naturales, néctares, pulpas, mermeladas, jaleas, helados y manjar de leche, en los consumidores del cantón Latacunga siendo 82.301 hombres que representan el 41,4% y 88.188 mujeres que representan el 41,9% de la población, dando un total de 170.489 pobladores beneficiados.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Actualmente, se realizan diversas investigaciones referentes al agave y sus múltiples beneficios que este proporciona, no solamente al ser humano sino al ecosistema, de esta planta se destina comúnmente para la producción de tequila y por otra parte en fibras para la creación de productos novedosos, generando un rubro preponderante en la economía del continente, a la vez concibiendo fuentes de empleo y productos para la comercialización. En esto cabe mencionar que contiene azúcar fermentable, el cual se utilizan para la producción de aditivos alimentarios, como los jarabes de fructosa o la inulina.

En cuanto a los beneficios con el medio ambiente, y donde se dio un mayor énfasis; el agave se encuentra en todas las zonas áridas y semiáridas, pues no requiere de mayores cuidados, por ello cada vez es menor la plantación de agave, por el desconocimiento y

falta de información hacia los habitantes de la ayuda al ecosistema, pues se conoce que las espinas de las pencas son antenas que llaman la lluvia, cuando la planta no ocupa todo el líquido lo inyecta al subsuelo y esto ayuda a regenerar los mantos acuíferos; y en los suelos erosionados la especie sirve para la restauración en los ecosistemas.

Ecuador también tiene su aporte en la transformación y producción del agave, debido a sus condiciones climáticas que posee, la sierra brinda un ambiente adecuado para el crecimiento de esta planta en forma silvestre, a la vez que su utilización es la misma, de sus diversos caracteres se puede obtener el aguamiel del agave americana, cuya utilización es generalmente para la alimentación de animales medianos y grandes o a la vez en la elaboración del chaguar-mishqui siendo una bebida ancestral de la sierra, la cual se obtiene por la cocción del aguamiel junto con el arroz de cebada, donde muy pocas personas se dedican a esta actividad.

El sector de Salache Bajo en el cantón Latacunga, donde el aprovechamiento del aguamiel del agave (*Agave americana l*) para el consumo humano es escaso, por este motivo que se plantea un convenio por medio del proyecto de agave que realiza la Universidad Técnica de Cotopaxi, en donde se realizará metodologías encaminadas nuevos productos alternativos con la utilización del aguamiel de agave (*Agave americana l*) y presentar al consumidor otros alimentos y otras maneras de consumir el dulce de agave (*Agave americana l*).

Todo lo descrito anteriormente nos demuestra que el agave (*Agave americana l*), es una planta maravillosa, con un número considerable de beneficios y así con un gran potencial para seguir con nuevas investigaciones, con esta problemática se plantea el desarrollo del dulce de agave en polvo con la utilización del método de aspersion en seco como una alternativa para su producción, siendo una opción adecuada para así incentivar al cultivo y producción del agave beneficiando no solamente al ser humano sino al ecosistema.

5. OBJETIVOS:

5.1 General

- Obtener dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo, utilizando el método de aspersion en seco en la máquina de atomización.

5.2 Específicos

- Aplicar parámetros de secado (temperatura de entrada y flujo de alimentación) y concentración de sólidos solubles (°Brix) en la elaboración del dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo.
- Determinar el mejor tratamiento de acuerdo a la humedad, poder edulcorante y rendimiento.
- Realizar un análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento.
- Establecer el costo de producción y el precio de venta al público del producto

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

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
General Obtener dulce de agave (<i>Agave americana l</i>) en polvo, utilizando el método de aspersión en seco en la máquina de atomización.	Producción del dulce de agave (<i>Agave americana l</i>) en polvo	Dulce de agave (<i>Agave americana l</i>) en polvo	Producto (dulce de agave en polvo).
Objetivo 1 Aplicar parámetros de secado (temperatura de entrada y flujo de alimentación) y concentración de sólidos solubles (°Brix) en la elaboración del dulce de agave (<i>Agave americana l</i>) en polvo.	Se combinó los parámetros de secado (°T y ml/h) y concentración de sólidos solubles (°Brix), en los tratamientos establecidos.	Dulce de agave en polvo	Mejor porcentaje de rendimiento, poder edulcorante y humedad.
Objetivo 2 Determinar el mejor tratamiento de acuerdo a la humedad, poder edulcorante y rendimiento.	Se realizó los análisis físico-químicos para la determinación del mejor tratamiento.	Se obtuvo el mejor tratamiento.	Tabulación de datos obtenidos, fotos del proceso y obtención de resultados por medio de programas como Excel e InfoStat.
Objetivo 3 Realizar un análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento	Se tomó la muestra del mejor tratamiento en empaque estéril.	Mediante el análisis físico-químico y microbiológico se determinó poder edulcorante (°Brix), azúcares totales (%), granulometría (), pH, humedad (%), cenizas (%), contenido de almidón (%), azúcares reductores (%) y en microorganismos se determinó aerobio totales (ufc/g), Coliformes (ufc/g) totales, mohos y levaduras (ufc/g), mediante los análisis técnicos del laboratorio.	Resultados de los análisis realizados en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos de la Escuela Politécnica Nacional y Labolab.
	Se envió de la muestra al laboratorio.		
Objetivo 4 Establecer el costo de producción y el precio de venta al público del producto	Se determinó el costo de materia prima.	Conocer el precio de venta al público.	Precio de venta del dulce de agave (<i>Agave americana l</i>) en polvo en presentación de 50 g.
	Se definió los costos de producción.		

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Antecedentes

Según Molina L. y Taco L. (2016), en su tesis “OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INULINA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE AGAVE CABUYA NEGRA (*Agave americana* L.) Y AGAVE SISAL (*Agave sisalana* P.) CON TRES CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (40, 60, 80%) EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2015-2016”, Tiene como objetivo el extracción y análisis de la inulina de agave de dos variedades la cabuya negra (*Agave americana* L.) y agave sisal (*Agave sisalana* P.), menciona que se puede extraer azúcares del agave por medio de la separación solido/liquido, utilizando como principal maquina el rota vapor que hace posible esta operación.

Para la obtención del dulce de agave (*Agave americana* L.) en polvo se pudo evidenciar en la tesis que si se puede extraer azúcares por distintos métodos y maquinarias, siendo el método de aspersion es seco una forma experimental a utilizar para lograr nuestro fin. Los autores por ultimo recomiendan la utilización de otros métodos para la obtención de la inulina de agave.

Según Arias L. (2013). Tiene como objetivo obtener una bebida alcohólica utilizando dos variedades de agave; negro y blanco empleando levadura del género *Sacharomyces cerevisiae* en dos presentaciones, con el propósito de incentivar el uso del agave.

Se evidencia que el agave cuenta con una cantidad de azúcar suficiente para su extracción en forma sólida.

Según Vásquez A. (2009), en su tesis “Evaluación de dos procesos para la obtención de miel del *Agave atrovirens karw*”, en el departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” del año 2009, tiene como objetivo obtener un producto funcional a partir del aguamiel (*Agave atrovirens karw*) con un alto contenido de inulina (azúcar reductor), comparando concentraciones a vacío y calor, tratando de mantener al máxima el contenido de aminoácidos presentes en la muestra original, al final concluye que el agave contiene inulina y azúcares totales

que pueden ser consumidos por los pre-diabéticos, debido a que la inulina tiene un poder de gasto fácil de energía dentro del organismo.

Según Flores (1995) citado por Vásquez (2009), en su tesis “Evaluación de dos procesos para la obtención de miel del *Agave atrovirens karw*”, en el departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” del año 2009, define que el aguamiel como fluido obtenido del agave, en donde este líquido se produce en las plantas adultas y se obtiene en la etapa previa a la floración que generalmente ocurre a los 4 o 5 años.

Según Ramirez & Gentry (1982) citado por Vásquez (2009), en su tesis “Evaluación de dos procesos para la obtención de miel del *Agave atrovirens karw*”, en el departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” del año 2009, define el miel de agave como un carbohidrato simple, color ámbar, también conocido como el azúcar de las frutas que es más soluble y ligera que el azúcar de mesa proveniente de la caña procesada, apariencia viscosa igual a la miel de abeja para ser determinada como miel.

Según Mosquera L. (2010). Entre los polímeros comestibles de interés en la obtención de productos en polvo, las maltodextrinas son especialmente útiles debido a su elevada solubilidad en soluciones acuosas, baja viscosidad y altos valores de temperatura de transición vítrea como consecuencia de su alto peso molecular.

Según Jaya y Das (2004). La adición de maltodextrina se utiliza principalmente en la producción de materiales con alta dificultad para ser deshidratados como pulpas de mango o dátiles, saborizantes y edulcorantes (Reineccius, 1990). Igualmente, las maltodextrinas contribuyen a reducir problemas de adherencia y aglomeración durante el almacenamiento mejorando la estabilidad del producto (Bhandari et al., 1993; Silva et al., 2006).

Según Morales U. y Martínez R. (2006), en su tesis “Estudio de las características de rehidratación de inulina en polvo obtenida por el método de secado por aspersión a partir de *Agave atrovirens Karw*.”, en el Instituto Politécnico Nacional, se evidenció que para lograr el secado por aspersión con 20 °Brix del aguamiel y temperaturas de 50 hasta los 200 °C, esto variaría dependiendo de los ajustes que se realice a la maquinaria.

Por ultimo concluye que la alimentación del jugo debe de ser 1.2 L/h y el flujo volumétrico de aire de 0.02 m³/s, a temperaturas variadas.

7.2 Fundamentación Teórica

7.2.1 Caracteres generales del género *agave*

Descripción: Planta robusta, que presenta hojas de color verde-azulado, aplanadas, de tamaño similar a la especie, con banda submarginal de color amarillo en el centro de la hoja en ocasiones con rayas amarillas; bandas laterales de 1'5 cm de anchura, obovadas. Espina apical de color negro, de 2'7-3 cm de longitud x 0'2-0'3 cm de anchura, acanalada; espinas marginales de 8-9 mm x 0'9-1 cm de anchura, curvadas, con el ápice orientado hacia la base y el ápice foliar, de color negro.

Floración: Julio a Septiembre

Multiplicación: Desde un punto de vista hortícola se reproduce preferentemente por separación de rosetas. En el medio natural hemos observado que en general las flores no producen semilla, por lo que pensamos que en general se está reproduciendo de manera asexual, y que en muchas ocasiones lo que observamos son restos de antiguos cultivos. (Monografías de la revista *Bouteloua*, 3, EL GÉNERO AGAVE L. EN LA FLORA ALÓCTONA VALENCIANA).

Tabla 2. Clasificación científica del agave

Reino	Plantas (<i>plantae</i>)
Filum	Espermatofitas (<i>Spermalophyta</i>)
Clase	Monocotiledóneas (<i>Monocotiledoneae</i>)
Orden	Liliales (<i>Liliales</i>)
Familia	Agaváceas (<i>Agavaceae</i>)
Género	<i>Agave</i>
Especie	spp. (diversas especies)
Nombre	<i>Agave spp.</i>

Fuente: Sánchez 2003

Elaborado por: Chicaiza A y Molina M. (2019)

7.2.2 Etimología del agave

- Agave significa maravilla en griego; al parecer fue denominada así por los conquistadores españoles.

- Americana por su país de origen. Allauca R. (2011).

7.2.3 Agave Americana

7.2.3.1 Generalidades

La cabuya (*Agave americana L.*) es una planta autóctona del Ecuador utilizada en la época prehispánica como endulzante ya que no se conocía el azúcar proveniente de la caña, era vital para la supervivencia de la población indígena del país, ellos la llamaban la planta de las mil maravillas y la consideraban un árbol sagrado ya que les proveía de alimento y vestimenta.

Según Edición Equinoccio Cotopaxi (2004), citado por Beltran J (2014), menciona que la cabuya se encuentra distribuida de manera abundante en el territorio ecuatoriano y crece de modo perenne en las regiones áridas y semiáridas del país como son las tierras de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, así como en las estribaciones occidentales de la cordillera andina.

Según LIMON E. (1999), citado por Allauca R. (2011), menciona la descripción del agave americana que es una planta perenne, acaule, resistente a terrenos áridos. Las hojas de entre 15 y 30 cm. de ancho y más de un metro de largo, crecen desde el suelo, grandes, lanceoladas y carnosas de color blanco-azulado o blanco-grisáceo, saliendo todas desde el centro donde permanecen enrolladas a un tallo central donde se van formando hasta su separación, con espinas en su borde de casi 3 cm muy duras, rígidas y finas.

Fotografía 1. Agave azul



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

Todas las hojas terminan en el ápice en una aguja fina de unos 5 cm de longitud y de hasta 1 cm de ancho en su parte menos extrema. se muestran en la fotografía del margen central.

Florece una sola vez en su vida, muere tras esta floración (monocárpico), aunque no sin haber dejado una copiosa descendencia en hijuelos o retoños de raíz) en un tallo de unos ocho o diez metros y una anchura superior a los 10 cm de diámetro de él y desde más de la mitad de su longitud van saliendo pequeñas ramas en forma de pirámide terminando cada una en un grupo de flores de color amarillo- verdoso, cada flor tiene un tamaño de unos 5 a 10 cm. El fruto es una cápsula trígona y alargada.

Fotografía 2. Agave americana en estado de floración



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

Distribución: desde que presumiblemente Cristóbal Colón la trajese desde Nueva España, y más tarde a toda Europa, gracias a distintos médicos y botánicos, la Agave americana se ha naturalizado en la región mediterránea.

El agave se adaptado a diferentes territorios ecuatorianos como Cotopaxi, Chimborazo y Guaranda, donde la población a disfrutado de sus beneficios. Allauca, R. (2011)

Tabla 3. Clasificación científica de la cabuya negra (Agave americana L)

Reino	Plantas (<i>plantae</i>)
Filum	Espermatofitas (<i>Spermalophyta</i>)
Clase	Liliopsida (Monocotiledóneas)
Subclase	Liliidae
Orden	Liliales
Familia	Agaváceas
Género	<i>Agave</i>
Especie	Americana
Nombre	Agave americana

Fuente: Briseño, O. (2006)

7.2.3.2 Clasificación científica del agave americana

Según ÑAMARIN y PUMASKI (2009), citado por Allauca, R. (2011) menciona sobre el género agave pertenece a la familia de las Agaváceas (Agavaceae). El agave americano, pita o maguey, se clasifica como *Agave americana*, el sisal como *Agave sisalana* y el henequén como *agave fourcroydes*.

7.2.3.3 Clasificación morfológica del agave americana

- *Agave Pita*: es una planta perenne acaule resistente a terrenos áridos. Tiene espinas al extremo de una hoja. Las hojas crecen desde el suelo, grandes, lanceoladas y carnosas de color blanco-azulado o blanco-grisáceo, saliendo todas desde el centro donde permanecen enrolladas a un tallo central donde se van formando hasta su separación, con espinas en su borde de casi 2 cm muy agudas y finas.
- *Agave Marginata*: con el borde de las hojas de color blanco amarillento.
- *Agave Medio-picta*: con una banda en medio de la hoja en vez del extremo.
- *Agave Medio-picta alba*: como en el interior pero con la banda central blanca amarillenta. Allauca, R. (2011)

7.2.3.4 Usos del agave americana

Según CELESTINO (2006), citado por Tenorio (2016), menciona los usos sobre la producción de fibras o cabuya, la cual tiene muchísimas aplicaciones en el sector campesino y en artesanías, sus hojas producen jugos de utilidad en la industria farmacéutica, el bagazo origina pulpa para fabricar papel.

Según los autores clasifican el uso del agave americana para alimento, medicinal, ambiental, materiales y otros usos.

Tabla 4. Clasificación y usos del Agave americana.

Usos	
Alimento.	<p>Del <i>Agave americana</i> se obtiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Miel. <input type="checkbox"/> Arrope. <input type="checkbox"/> Aceite. <input type="checkbox"/> Vinagre. <input type="checkbox"/> chancaca (dulce). <input type="checkbox"/> Néctar a partir del agua miel. <input type="checkbox"/> De la Alcaparra se hace encurtido. <input type="checkbox"/> Como fuente de aminoácidos que hay en el agua miel: lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, leucina, tirosina, metionina, valina y arginina. <input type="checkbox"/> Contiene las vitaminas del Complejo “B” y “C”. <input type="checkbox"/> El agua miel contiene: Hierro (Fe), calcio (Ca) y fosforo (P).
Medicinal.	<p>El <i>Agave americana</i> lo emplean para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Cicatrizante. <input type="checkbox"/> Desinflamante estomacal. <input type="checkbox"/> Uso de la savia para combatir la hidrofobia. <input type="checkbox"/> Desinflamante ocular. <input type="checkbox"/> tratamiento ictericia. <input type="checkbox"/> Dolencias hepáticas y de apendicitis. <input type="checkbox"/> Conjuntivitis. <input type="checkbox"/> Laxante. <input type="checkbox"/> Antirreumático. <input type="checkbox"/> Diurético. <input type="checkbox"/> Antisifilítico. <input type="checkbox"/> Quebraduras y luxaciones. <input type="checkbox"/> Etnoveterinaria: donde el jugo de maguey con aceite y sal común se utiliza contra los cólicos. <p>La industria farmacéutica obtiene del <i>Agave</i> corticoides, hormonas sexuales y fructanos.</p>
Ambiental	<p>El <i>Agave americana</i>, en la parte ambiental se lo emplean para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Plaguicida contra la ranca, enfermedad fungosa de la papa. <input type="checkbox"/> Plaguicida para la polilla de la papa. <input type="checkbox"/> Obtención de vigas techumbres para la estabilización de canales. <input type="checkbox"/> Utilización en acequias, muros y andenes. <input type="checkbox"/> Empleo para linderos y cercos vivos. <input type="checkbox"/> Control de la erosión en laderas, retención de suelo. <input type="checkbox"/> Para combatir la polilla de la papa.

Fuente: Rivera C. (2016)

7.2.3.5 Otros beneficios del cabuyo o penca en Ecuador

Según Allauca, R. (2011). Los beneficios proporcionados por el cabuyo hacia los habitantes de Ñamarin, son múltiples aún no conformados con los derivados alimenticios del penco lo usan en lo siguiente:

- **Artesanías:** han puesto en práctica tanto su creatividad y habilidades, dedicándose a la confección de adornos como: rodapiés, alfombras, portamacetas, bolsos, cuerdas o sogas, sandalias para danzas, bancos, bozales para los animales, sacos (gangochos o costales), etc.
- **Jabones:** en forma natural a fin de limpiar el cuero cabelludo de caspa, se extrae las raíces blancas del penco llamadas Higüilas, se machaca y se saca el zumo, con este se lava el cabello, frotando con las yemas de los dedos, se deja por unos minutos y luego se enjuaga con abundante agua.

Por otra parte mencionan que hace algunos años atrás se utilizaba las hojas del penco blanco para lavar exclusivamente cobijas de lana o las llamadas bayetas y otra ropa de lana. Para ello se chancaba las hojas de penco y luego se golpeaba sobre la ropa, desprendía una espuma que cumplía las funciones del jabón.

- **Derivados usados en la construcción:** el chaguarquero o tallo de la flor del penco, aun todavía en la actualidad es utilizado en la construcción, para elaboración de escaleras por ser livianas y resistentes. Este mismo material es también usado como barras y combinadas con otros materiales como: Madera, carrizo y lodo, para la construcción de casas para habitación.
- **Derivado usado en la agricultura (insecticida):** la ceniza que deja al quemar las hojas secas del penco, al espolvorear sobre los cultivos sirve como insecticida para controlar pulgón, larvas de mariposa y otros insectos que afectan a las plantas.

7.2.3.6 Condiciones ambientales cabuya negra (*Agave americana L.*)

Según con FLORES (2002) citado por Rubio M y Soto A. (2015) “Las características ambientales asociadas con un riesgo de presencia de marchitez en agave son: una

humedad relativa promedio mensual de 60 por ciento o más alta y una temperatura promedio anual de 20 a 23.9 °C". (pág. 50)

Los agaves prefieren suelos de textura media, por ejemplo suelos francos, franco-arenosos o franco-arcillosos. Aunque en zonas con baja precipitación, los agaves prefieren suelos con mayor retención de humedad, es decir suelos de textura pesada, como arcillosos o limo-arcillosos, pero pueden desarrollarse adecuadamente en suelos delgados o profundos. Además, el género *Agave* presenta tolerancia de ligera a intermedia a sales y prospera mejor en un rango de pH de 6.0 a 8.0; y no son recomendables suelos con problemas de acidez o alcalinidad para su cultivo según la FAO, 1994.

7.2.3.7 Composición química del agave

La especie *Agave americana L.* constituye una fuente rica de saponinas, compuestos que tienen importancia farmacéutica porque son precursores de medicamentos esteroideos tales como hormonas sexuales, corticoides, contraceptivos orales y diuréticos (Martínez, 2001).

Según Correa y Bernal, (1989), citado por Criollo O., (20119). Indica la presencia de los siguientes compuestos: hecogenina, clorogenina, *Agave saponina C*, glucosa, galactosa, xilosa, ramnosa, gitogenina, rockogenina, mannogenina, agavósidos A-E, agava-saponinas, saponina-G, mevalonato-kinasa, aminopeptidasa, lisina, leucina, isoleucina y sucrosa; obtenidos del análisis realizados en hojas, flores, escapo y tallo.

7.2.3.8 Aguamiel

La Miel de Penco o *Agave* se obtiene a partir del agua dulce o aguamiel que se extrae de los pencos maduros a los que se les ha hecho un hueco cerca de su corazón, utilizando técnicas milenarias.

Allauca, R. (2011), cita al artículo YARUQUI (2010). El cual menciona que es un líquido principal derivado del penco que constituye materia prima para todos los demás derivados de uso humano, líquido alimenticio de alto poder nutritivo, utilizado antiguamente como bebida complementaria para la dieta.

Flores (1995), citado por Vásquez A., (2009). Define el aguamiel como un fluido obtenido del agave, en donde este líquido se produce en las plantas adultas y se obtiene en la etapa previa a la floración. El jugo se acumula en la parte baja de la planta. Este fluido es rico en carbohidratos como inulina, sacarosa y fructosa, además contiene pequeñas cantidades de aminoácidos y vitaminas

7.2.3.9 Recolección del aguamiel

Según Mishkyhuarmy, (mayo 2011). La Miel de Agave o Penco. Para que un penco pueda ser “chaguado” necesita tener aproximadamente 12 años, y su producción dura tan solo 40 días, luego de lo cual el penco muere. Su cosecha se realiza dos veces al día, y en promedio se pueden sacar entre 4 y 10 litros diarios. El penco utilizado es el Agave Americana o Agave Negro, en México se lo conoce como Maguey.

Se procede primeramente a retirar las espinas de las hojas que van a ser sacadas con el fin de evitar lastimaduras, luego con la ayuda de un machete se realiza un orificio del tamaño del espacio dejado por la hoja, posteriormente a este se le va dando forma lo más redonda con una profundidad de 15 a 20 centímetros.

Una vez realizado este orificio se procede a llenar de agua, lo que ayuda a generar el aguamiel o pulque, esta agua permanece por 3 días, luego es extraída, después con la ayuda de un churo (cuchara de acero inoxidable) se raspa alrededor de las paredes del hoyo, lo cual hace que genere el aguamiel o pulque.

Una vez cumplidos todos estos procesos al día siguiente tendremos el líquido, y su producción se recolectara 2 veces al día con un promedio de 1 galón diario durante 60 días.

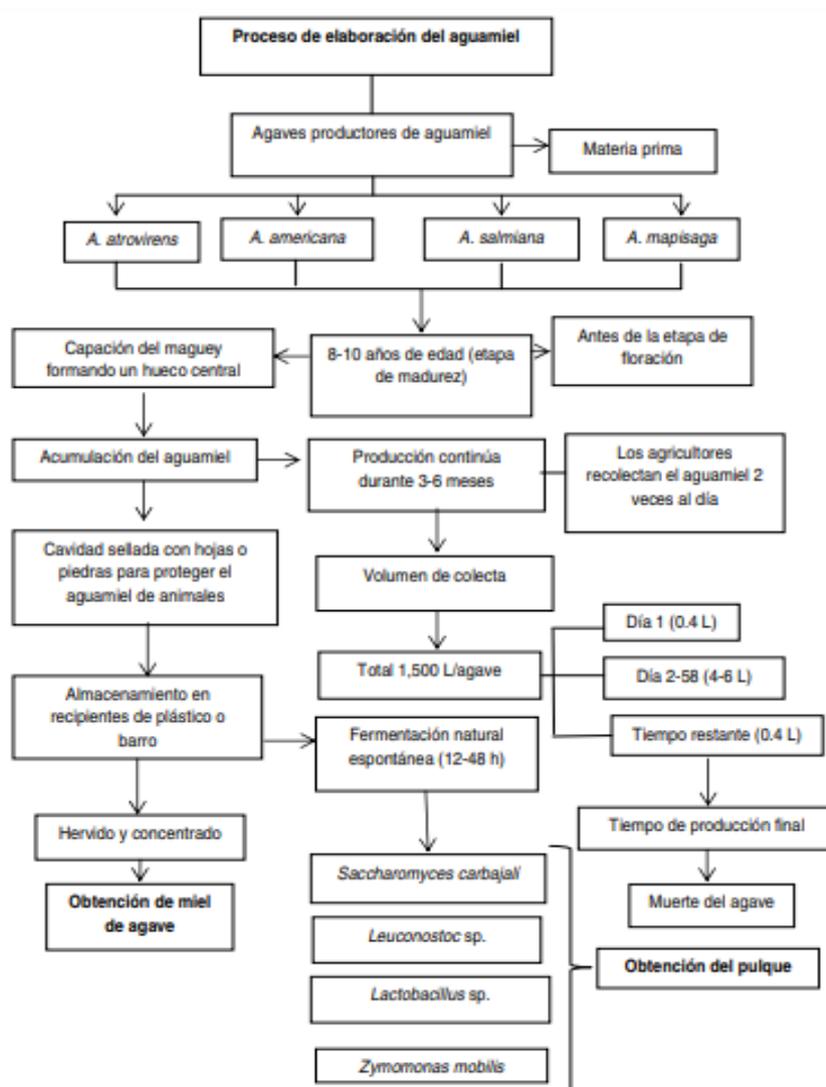
Una vez recogido el aguamiel, se logra almacenar por lo menos cuatro galones, de lo cual se obtiene un litro de miel

Para obtener un litro de miel se necesitan aproximadamente entre 8 y 10 litros de aguamiel variando esta cantidad según cuan dulce haya sido extraído. Esto a su vez varía por el tipo de suelo y clima; por ejemplo el penco da un aguamiel mucho más dulce que el de suelos más fértiles. Cuando llueve el dulce se daña y no se lo consume. El sabor de la miel rara vez es igual, cada cepa es única.

Estudios recientes han descubierto que la miel de agave posee un bajo nivel glicémico lo cual la convierte un dulce muy saludable apto incluso para diabéticos. El nivel glicémico es una manera de medir el impacto de los alimentos ingeridos en el nivel de azúcar en la sangre. Los alimentos con un alto nivel glicémico contienen carbohidratos que el organismo puede convertirlos muy rápidamente en azúcar; lo que ocasiona un rápido incremento en el nivel de azúcar en la sangre.

Posee muchas propiedades medicinales, como: desinflamatorio, excelente para la artritis, antibacterial, ayuda al sistema inmunológico y fortalece los huesos al ayudar al organismo a asimilar el calcio.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración artesanal del aguamiel.



Fuente: 2013. Muñiz D, Rodríguez Jasso R, Rodríguez Herrera R, Contreras Esquivel J y Aguilar González C.

Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila (pág. 17)

7.2.3.10 Composición nutricional del aguamiel de agave americana

Según Kur & Gupta, (2002), citado por Beltran J (2014) Menciona sobre los agaves, que son los principales polímeros de reserva energética son los fructooligosacáridos (FOS), cuya estructura y peso molecular depende de la especie (López et al, 2003). Como se mencionó anteriormente el principal producto encontrado en el agua miel de agave, son los fructanos o fructooligosacáridos, que son de naturaleza glucosídica, de interés benéfico a la salud como prebiótico y fibra soluble, así como por sus propiedades funcionales.

Según ACUÑA, (2000) citado por Lozano R. (2015). El dulce de cabuya es un líquido dulce, de sabor agradable, inestable, que si hace calor, debe ser procesado en el día para evitar la fermentación señala que 100 gr. contienen 5,30 gr. de extracto no nitrogenado y 0,4 % de proteínas, cantidad esta 21 última que aunque parece baja, es interesante por su composición en aminoácidos esenciales como: lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, leucina, tirosina, metionina, valina y arginina.

Según JURADO, 2009) citado por Lozano R. (2015). El aguamiel tiene la siguiente composición (g/100g): 89% de agua; fructosa 6.9%; sacarosa 0.19%; carbohidratos 3%; proteína 0.34%; cenizas 0.65%; sodio 1%.

SEGÚN (CHIMBA, 2012) citado por Lozano R. (2015). El aguamiel del agave es un fluido rico en carbohidratos como la fructosa sacarosa y glucosa, además contiene pequeñas cantidades de vitaminas y minerales. Contiene vitaminas del complejo B, niacina (0,4 a 0,5mg), tiamina y riboflavina, y entre 7 y 11 mg de vitamina C (el jugo de naranja fresco contiene entre 15 y 55 mg. por 100 gr.) además de hierro, calcio y fósforo

7.2.3.11 Métodos de conservación del aguamiel

Bautista (2006), establece que el sorbato de potasio se utiliza como conservante químico para el aguamiel, la razón de usar este conservante es porque tiene principalmente efecto antimicótico y tiene poca actividad antibacteriana. Aunque muchas veces se obtienen productos solo sometiendo a medios físicos, como el tratamiento térmico para el almacenamiento, pero no todos los productos soportan un tratamiento térmico o no son suficientes como para eliminar microorganismos presentes que influyen en el tiempo de conservación.

7.2.4 Azúcares

7.2.4.1 Definición y clasificación

Según los carbohidratos son polihidroxialdehidos y polihidroxiacetonas compuestos de carbono, hidrogeno y oxígeno. Se clasifican en tres grandes grupos:

Tabla 5. Clasificación de azucares

Grupo	Descripción	Clasificación	-----
Azúcares o carbohidratos simple	Estos compuestos confieren el sabor dulce a los alimentos y en la industria de alimentos se adicionan para mejorar el sabor, la textura y la conservación.	Monosacáridos: constituidos por una sola molécula de azúcar que pasa libremente por la pared del tracto gastrointestinal y no necesitan ser modificados por enzimas digestivas.	A este grupo pertenecen las hexosas glucosa, fructosa, ribosa y galactosa
		Disacáridos: Están compuestos por dos moléculas de azúcares.	En los alimentos se encuentran en forma de maltosa, lactosa y sacarosa
		Alcoholes azucarados: Se consideran dos categorías para estos compuestos: -polioles monosacáridos: manitol, xilitol y sorbitol. -polioles disacáridos: isomaltosa, lactitol y maltitol.	El sorbitol se encuentra en algunos alimentos en forma natural y el manitol en frutas y alimentos procesados.
Oligosacáridos	Son polímeros que tienen entre 3 y 10 monosacáridos unidos mediante enlaces glucosídicos.	-Maltoligosacáridos: alfa-glucano -otros oligosacáridos no digeribles: fructoligosacáridos (FOS) y galactoligosacáridos (GOS).	En la industria de alimentos se obtiene maltodextrina, que se digiere y se absorbe en el intestino
Carbohidratos complejos o polisacáridos	Son conformados por más de 10 monosacáridos unidos mediante enlaces glucosídicos.	<ul style="list-style-type: none"> Almidones: alfa-glucano y glucógeno. fibra dietética (non starch polysacarides). 	

Fuente: Rev. Fac. Med. (2016)

7.2.4.2 Funciones

Según *Rev. Act. Clin. Med.* (2014). Los carbohidratos desempeñan varias funciones entre las cuales están:

- Son la principal fuente de energía para el organismo humano de fácil obtención y menor costo.
- Suministra energía al sistema nervioso y al cerebro aportando un valor energético de 4 kilocalorías/gramo aproximadamente. Se almacenan en los músculos y en el hígado, en forma de glucógeno.
- Coadyuvan en el mantenimiento de los niveles normales de glucosa, colesterol y triglicéridos en sangre; de igual manera en la función gastrointestinal, pues el proceso de fermentación de la lactosa facilita el desarrollo de la flora bacteriana saprófita. Además previenen la obesidad, ya que la fibra vegetal produce saciedad y así se logra disminuir la ingesta de alimentos.
- Función plástica, debido a que colaboran en la formación de tejido conjuntivo, además son parte de las membranas de los vasos sanguíneos y del tejido
- Función reguladora porque evitan la formación de cuerpos cetónicos, debido al eficiente metabolismo de los lípidos.
- Proporcionan sabor a los alimentos y bebidas, porque los carbohidratos se consideran edulcorantes naturales

7.2.4.3 Fructooligosacáridos

Según Villsres et al. (2007), citado por citado por Beltran J. (2014). Menciona a los FOS, son azúcares de reserva, cuya principal característica estructural es poseer una molécula de glucosa ligada a un número variable entre 2 a 10 moléculas de fructosa. Los enlaces que mantienen unidas a las moléculas de fructosa resisten la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas, por esta razón, los FOS alcanzan el colon sin sufrir ninguna modificación química, y tienen una muy baja contribución calórica en el organismo.

Según Katherine L. y Escott S. (2009), citado por citado por Beltran J. (2014). Señalan que los fructanos incluyen fructooligosacáridos (FOS). Todos ellos se digieren en el

tubo digestivo superior, y por tanto, aportan solo aproximadamente 1 Kcal/g. Como contienen fructosa los fructanos tienen un sabor dulce pero son la mitad de dulces que la sacarosa.

También llamados oligofruktosa u oligofruktanos, es un grupo de sustancias formadas por una cadena de monómeros de fructosa unidos entre 10 y 20.

Además son muy utilizados en los aditivos edulcorantes y como suplemente prebiótico. El poder edulcorante que registra se encuentra entre el 30 y 50% del poder edulcorante de la azúcar común (sacarosa), por otra parte al ser fibra alimentaria tiene efectos mínimos sobre la glucemia.

7.2.5 Maltodextrina

Según Rábago D. (2014). Define la maltodextrina como un polímero de la glucosa creado de la hidrólisis del almidón, no imparten sabor, son solubles, presentan baja viscosidad en solución y no son caros.

Según FDA CFR 184.1444 Maltodextrina, “Es un polisacárido no dulce que consiste en unidades de D-glucosa unidas principalmente por enlaces alfa-1-4 y posee un equivalente de dextrosa (DE) menor de 20. Se presenta como un polvo de color blanco o una solución concentrada a partir de la hidrólisis parcial del almidón de maíz, papa o arroz a través de enzimas y ácidos seguros.

Según Food News Latam (2016). La maltodextrina es un polisacárido que se utiliza como un azúcar artificial. Mientras que la maltodextrina tiene un sabor ligero pero dulce, se utiliza comúnmente para los refrescos, postres y alimentos procesados. Es producido por casi cualquier almidón. En los Estados Unidos se hace generalmente de maíz, arroz y papa; en Europa se hace con el trigo. Como aditivo alimentario, sus efectos sobre la salud dependen de la cantidad y el tipo de maltodextrina que se consume y varía en dulzura.

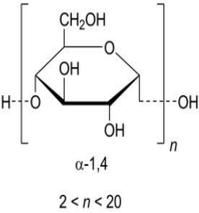
7.2.5.1 Funciones

Según la Regulación Comunidad Europea (EC) N° 1333/2008. La principal aplicación es como agente de volumen. Cuando se aplica en formulación, este ingrediente favorece

un incremento significativo del volumen en un producto sin que su adición repercuta en gran medida en el valor calórico del alimento.

7.2.5.2 Aspectos técnicos

Tabla 6. Características de la maltodextrina

Nombre Químico y estructura	Estado del producto	Características físico-químicas
<p>Maltodextrina</p>  <p>α-1,4 $2 < n < 20$</p>	<p>Se encuentra comercialmente o el etiquetado como:</p> <ul style="list-style-type: none"> -dextrosa malteada -malta de dextrina -maltodextrina: <p>(polímeros de glucosa, carbohidrato complejo, de almidón, extracto de almidón o derivado de almidón),</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Solubilidad: altamente soluble en agua aunque no es higroscópico. -índice de dextrosa (DE): entre 5 y 18. Entre mayor es el valor de DE, el sabor dulce es ligeramente mayor, sin embargo su impacto en el dulzor en general es bajo.

Fuente: <http://hablemosclaro.org/ingrepedia/maltodextrina/>

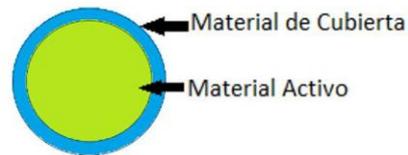
Se lo utiliza como principal encapsulante, teniendo la capacidad de proporcionar una emulsión estable durante el proceso de secado por aspersión y tener muy buenas propiedades de formación de película para proveer una capa que proteja al ingrediente activo de la oxidación.

Una microcápsula consiste de una membrana semi-permeable, esférica, delgada y fuerte alrededor de un centro sólido/líquido. Las aplicaciones de esta técnica se han ido incrementando debido a la protección de los materiales encapsulados de factores como calor y humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad. Las microcápsulas, ayudan a que los materiales alimenticios empleados resistan las condiciones de procesamiento y empaque mejorando sabor, aroma, estabilidad, valor nutritivo y apariencia.

Según Hidalgo, D, (2015). Para efectuar la microencapsulación, el material de recubrimiento se disuelve en un disolvente apropiado y en esta disolución se dispersa la sustancia, sólida o líquida, que va a servir como material activo. La dispersión, en estado líquido, preparada en estas condiciones, se suele introducir en la cámara de secado con aire en contracorriente. El aire caliente proporciona el calor de evaporación requerido para la separación del disolvente, produciéndose en esta forma la microencapsulación. Las partículas sólidas se microencapsulan sometiendo a secado por

atomización una suspensión de ellas en una disolución del agente de recubrimiento. Cuando el disolvente se evapora, el material de recubrimiento envuelve las partículas. El producto que se obtiene por este procedimiento está constituido por microcápsulas de forma aproximadamente esférica y de un tamaño que varía entre 5 y 600 micras y que, casi siempre, presenta una cubierta porosa.

Figura 2. Estructura general de una microcápsula



Fuente: Hidalgo, D (2015)

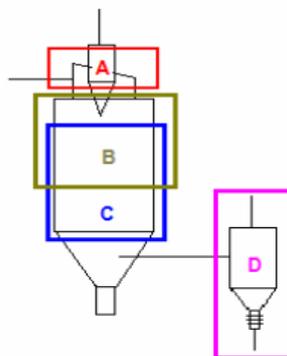
7.2.6 Método de aspersión en seco

Según Yanza. E, (2003). El secado es una operación unitaria ampliamente usada en la industria química, comprende la remoción de un solvente (en la mayoría de los casos agua), para producir un sólido con determinada cantidad de líquido. El sólido final puede tener forma de escamas, cristales o polvo.

7.2.6.1 El secado por aspersión consiste en cuatro etapas

- Atomización.
- Contacto aire – gota.
- Evaporación.
- Recuperación del producto seco

Figura 3. Muestra las etapas del proceso de secado por aspersión

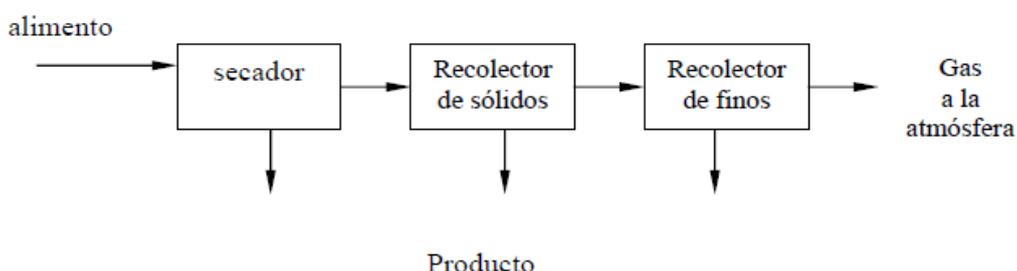


Fuente: Mendoza et, al, 2003

Según Arena P y Quijano M, (2012), una de las principales ventajas de utilizar el secado por aspersión como método de encapsulación es que los tiempos de secado son muy cortos (5 a 30 seg), es decir, materiales termo sensibles como las enzimas pueden ser secados satisfactoriamente sin provocar un daño tan severo en su estructura. Además de los bajos tiempos de residencia que se emplean, provee un efecto refrigerador debido a la evaporación, ya que a pesar del aporte de aire caliente, este sustrae calor por la vaporización del disolvente, generalmente pueden funcionar en forma continuo (ciclo abierto) o en discontinuo (ciclo cerrado).

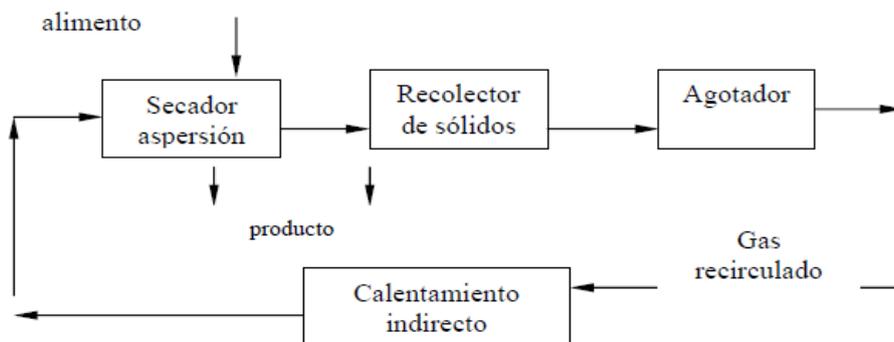
Según Yanza E (2003) El secador por aspersión más común es el de ciclo abierto, este sistema tiene entrada continua de aire que es calentado y usado como medio secante, limpiado por medio de ciclones o agotadores y luego liberado al ambiente. Un segundo tipo es el de ciclo cerrado, donde el aire es calentado, usado como agente secante, limpiado, secado y de nuevo usado. La eficiencia energética de este tipo de secador es más alta que el de ciclo abierto

Figura 4. Esquema de ciclo abierto



Fuente: Yanza, E (2013)

Figura 5. Esquema de ciclo cerrado



Fuente: Yanza, E (2013)

Tabla 7. Esquemas de proceso usados en secado spray

Esquema	Medio secante/alimentación	Calentamiento	Aplicaciones
Ciclo abierto	Aire/acuoso	Directo/indirecto	General, aire de salida a la Atmósfera
Ciclo cerrado	Gas inerte/no acuoso (solventes orgánico)	Indirecto(fase líquida o vapor)	Desarrollado para: evaporación/recuperación de solventes; prevención de emisiones; eliminación de explosión/riesgo de fuego

Fuente: Spray Drying Handbook (Masters, 1991)

7.2.6.2 Flujo de aire en la cámara de secado por aspersión

Según Hidalgo, D, (2015). Se puede encontrar tres tipos de configuración entre el flujo de aire en la cámara de secado por aspersión.

- **Flujo en paralelo:** en un secador en paralelo, la alimentación se dirige en el aire caliente que entra en el secador y ambos pasan a través de la cámara en la misma dirección.
- **El flujo de contracorriente:** en este diseño secadora, el aerosol y el aire se introducen en los extremos opuestos de la secadora, con el atomizador situado en la parte superior y el aire que entra en la parte inferior.
- **Flujo mixto:** secador de este tipo se combinan tanto a favor de corriente y contrarrestar el flujo de corriente. En un secador de flujo mixto, el aire entra en la parte superior y el atomizador es situado en la parte inferior.

7.2.6.3 Tipos de atomizadores.

Según Hidalgo, D, (2015). Los más comunes son:

- **Atomización por toberas a presión.** La función básica de las toberas a presión es convertir la energía de presión proporcionada por la bomba de alta presión en energía cinética en forma de una película delgada, cuya estabilidad es determinada por las propiedades del líquido como son la viscosidad, la tensión de superficie, la densidad y la cantidad por unidad de tiempo, y también por el medio en el cual se atomiza el líquido.

- **Atomización por toberas de dos fluidos o neumática.** La energía disponible para la atomización en atomizadores de dos fluidos es independiente del flujo y la presión del líquido. La energía necesaria (cinética) es suministrada por aire comprimido. La atomización es creada por las altas fuerzas de fricción entre la superficie del líquido y el aire que tiene una alta velocidad, incluso la velocidad del sonido, y a veces sometida a una rotación para obtener la atomización máxima. La atomización de dos fluidos es el único método satisfactorio para producir partículas muy pequeñas, especialmente de líquidos altamente viscosos.
- **Atomización rotativa.** En atomizadores rotativos el líquido es continuamente acelerado hacia el borde de la rueda atomizadora por fuerzas centrífugas, producidas por la rotación de la misma. El líquido es distribuido centralmente y luego se extiende sobre la rueda en una capa delgada, que es descargada a alta velocidad a su periferia. El grado de atomización depende de la velocidad periférica, las propiedades del líquido y el caudal de alimentación.

Tabla 8. Comparación Boquillas atomizadoras de presión y rotatorias.

Rotatorio	Presión
Fácil control de tamaño de partícula	Menor control de tamaño de partícula
Gran área de flujo	Pequeña área de flujo
Atomizador simple para alta y baja capacidad	Duplicación de la boquilla para alta capacidad
Tamaño de partícula virtualmente independiente de la velocidad de alimentación	Opera en rango reducido con velocidad de alimentación
Capacidad independiente de la presión de alimentación	Capacidad proporcional a la raíz cuadrada de la presión
Tendencia a depositarse en las paredes del disco	Menor tendencia a depósito en las paredes
Maneja mezclas y alimentos cristalinos	Requiere de filtros para el alimento

Fuente: Spray Drying Handbook (Masters, 1991)

Según Arena P. y Quijano M. (2012). Uno de los problemas que presentan los materiales que contienen alto contenido de azúcares y ácidos orgánicos en el proceso de secado por aspersión, es el aglomerado de las partículas ya que estos compuestos tienen temperaturas de transición vítrea bajas lo que conlleva a la existencia de un estado pseudo líquido (gomoso) del material amorfo lo que causa esta aglomeración de partículas ocasionando bajas producciones del producto y problemas operacionales. Una

solución a este problema de pegajosidad es el uso productos ayudantes de secado como los encapsuladores que mezclados con la muestra líquida evitan la pegajosidad y aglomeración del producto obtenido

7.3 Marco Conceptual

Agave.- Plantas de hojas grandes y carnosas que nacen directamente de la raíz y están bordeadas de pinchos, flores amarillas sobre un alto tallo central, es originaria de terrenos secos de América

Aguamiel.- La Miel de Penco o Agave se obtiene a partir del chaguar mishqui o agua dulce que se extrae de los pencos maduros a los que se les ha hecho un hueco cerca de su corazón, utilizando técnicas milenarias.

Aspersión.- Acción de asperger (esparcir un líquido en gotas muy finas).

Calorías.- Es una unidad de energía del Sistema Técnico de Unidades, basada en el calor específico del agua. Aunque en el uso científico y técnico actuales la unidad de energía es el julio (del Sistema Internacional de Unidades), todavía se utiliza la caloría para expresar el poder energético de los alimentos.

Carbohidratos.- Sustancias orgánicas, sólidas, blancas y solubles en agua, que constituyen las reservas energéticas de las células animales y vegetales.

Chaguarquero.- Parte del agave en forma de tallo que da origen a las flores del agave.

Cocción.- Operación que consiste en poner en un horno algún tipo de masa o sustancia para que con la acción del calor pierda humedad y adquiera determinadas propiedades.

Concentración del aguamiel.- es la concentración de los sólidos de una dilución expresado en °Brix.

Dietético.- Es aquel en el cual uno de sus ingredientes principales ha sido reemplazado por otro que le otorga características funcionales dentro del organismo.

Extracción.- es un procedimiento de separación de una sustancia que puede disolverse en dos disolventes no miscibles entre sí, con distinto grado de solubilidad y que están en contacto a través de una interface.

Flujo de alimentación.- Cantidad de sustancia ingresada por tiempo empleado.

Fructooligosacáridos (FOS).- También llamados oligofructosa u oligofructanos, es un grupo de sustancias formadas por una cadena de monómeros de fructosa unidos entre 10 y 20.

Grados °Brix.- Se mide la cantidad de sólidos solubles presentes en la bebida, expresados en porcentaje de sacarosa. Se trabaja con un Brixómetro

Higroscópico.- Es la propiedad de algunos cuerpos inorgánicos y de todos los orgánicos, de absorber la humedad.

Inulina.- son cadenas de moléculas que se encuentran en forma natural en algunas frutas y verduras.

Maltodextrina.- Es un polisacárido con peso molecular promedio de 1800 g/mol, obtenido de la hidrólisis parcial, acida y/o enzimática del almidón.

Meristemo.- Tejido joven o embrionario de los vegetales superiores que se halla en los lugares de crecimiento de la planta y está formado por células que se dividen continuamente para originar otros tejidos.

Nutritiva.- Es principalmente el aprovechamiento de los nutrientes. Encargada del estudio y mantenimiento del equilibrio homeostático del organismo a nivel molecular y macro sistémico, garantizando que todos los eventos fisiológicos se efectúen de manera correcta, logrando una salud adecuada y previniendo enfermedades.

pH.- Es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia.

Pilche.- Vasija de madera o de la corteza seca de un fruto.

Planta.- Son organismos vivientes autosuficientes pertenecientes al mundo vegetal.

Raspado.- Acción raspar o frotar un objeto de borde punzante a fin de eliminar parte de las tiras de la piel de la penca.

Seco.- Que carece de agua o humedad.

Sólidos totales.- Consisten en la cantidad de materia que queda como residuo después de una evaporación.

Tobera.- Una tobera es un dispositivo que convierte la energía térmica y de presión de un fluido (conocida como entalpía) en energía cinética

8 HIPÓTESIS

8.1 Hipótesis Alternativa (Ha)

La aplicación de los parámetros de secado (temperatura de entrada y flujo de alimentación) y concentración de sólidos solubles °Brix en la producción de dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo por el método de aspersión en seco, influirá significativamente en las características físico-químicas del producto final.

8.2 Hipótesis Nula (No)

La aplicación de los parámetros de secado (temperatura de entrada y flujo de alimentación) y concentración de sólidos solubles °Brix en la producción de dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo por el método de aspersión en seco, no influirá significativamente en las características físico-químicas del producto final.

9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Tipos de investigación:

9.1.1 Investigación aplicada

La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basó fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto. El ensayo presenta una visión sobre los pasos a seguir en el desarrollo de investigación aplicada, la importancia de la colaboración entre la universidad y la industria en el proceso de transferencia de tecnología.

La investigación aplicada se basó en 2 niveles con 3 factores, (AxB). Teniendo en cuenta los parámetros de secado (temperatura de entrada y flujo de alimentación), con diferentes concentraciones de sólidos solubles del dulce de agave americana (20, 25 y 30 °Brix), en la recolección de la materia prima del sector Salache Bajo.

9.1.2 Investigación bibliográfica

La investigación documental es una técnica que consiste en la selección y recopilación de información por medio de la lectura, crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas, hemerotecas y centros de documentación e información.

Se utilizó este tipo de investigación porque se tomó en cuenta referencias de otros estudios e investigaciones realizadas acerca del agave americana, obtención del aguamiel y método de aspersion en seco tanto en el Ecuador como en otros países, lo cual está sustentado de libros, artículos científicos, revistas científicas y tesis, aportando con información veraz y confiable para el desarrollo del marco referencial.

9.1.3 Investigación experimental

Se utilizó este tipo de investigación porque mediante la producción del dulce de agave en polvo, se realizó los tratamientos establecidos en el diseño experimental, de los cuales se determinaron mediante los análisis físico-químico con repeticiones y así se eligió el mejor tratamiento y cumpla con las variables identificadas, como son temperatura de entrada, flujo de alimentación en la maquina (spray dryers) y concentración de sólidos solubles °Brix del aguamiel.

9.1.4 Analítico- sintético

Mediante este método se elaboró el marco teórico, ya que la información obtenida de los autores reconocidos fue analizada, entendida, interpretada y por tanto sintetizada, para lo cual se utilizó tablas y gráficos; que permitieron sentar las bases y la fundamentación teórica en la investigación.

9.1.5 Histórico lógico

Mediante este método permitió estructurar los antecedentes de la investigación de forma coherente y secuencial, sustentados en datos e investigaciones de artículos científicos acerca de los métodos para producción continua del aguamiel.

9.2 Técnicas de investigación

9.2.1 Observación

En esta técnica se basó en la participación directa de los investigadores frente a la problemática de la elaboración del dulce de agave en polvo por el método de aspersion en seco, en donde se evidenció la realidad que conlleva a la realización de la producción del aguamiel.

9.3 Instrumentos

La recolección de los datos, dependerá en cierta medida del tipo de investigación, obviamente del problema planteado, y se podrá efectuar desde las réplicas de cada tratamiento mediante análisis físico-químico de humedad, poder edulcorante y rendimiento, obteniendo resultados veraces.

9.4 Metodología de producción de dulce de agave en polvo

9.4.1 Descripción de la metodología

Antes de iniciar con el proceso de la elaboración del dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo, se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones tanto de higiene como de seguridad en cada una de las etapas del proceso.

9.4.2 Procedimiento para la obtención del aguamiel

9.4.2.1 Selección de la planta

Para la selección de una planta se consideró su color que debe ser verde oscuro, tomando en cuenta el estado de madurez de la planta si cuenta con un adecuado mantenimiento es de 8 a 12 años, cuando inicia a brotar el tallo llamado chaguarquero, es un indicador que la planta está lista para hacer el hoyo y obtener el agua miel de agave (*Agave americana l*).

Fotografía 3. Selección del agave



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.2.2 Limpieza de la hoja

Se retiraron las espinas de las hojas que van a ser sacadas con el fin de evitar lastimaduras, se lo realizó con la ayuda de un machete u hoces.

Fotografía 4. Limpieza de la hoja



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.2.3 Elaboración de la cavidad

Se realizó un orificio del tamaño del espacio dejado por la hoja, posteriormente se dio una forma redonda con una profundidad de 15 a 20 centímetros.

Fotografía 5. Elaboración de la cavidad



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.2.4 Raspado

Una vez que se realizó este orificio se procedió a llenar de agua, lo que ayuda a generar el aguamiel, esta agua permanece por 3 días, luego es extraída.

Después con la ayuda de un raspador, se raspo alrededor de las paredes del hoyo, lo cual hace que genere el aguamiel.

Fotografía 6. Raspado



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.2.5 Sellado de la cavidad

Para evitar el ingreso de cualquier tipo de insecto, se realizó el sellado de la cavidad con la ayuda de una piedra bien lavada y un plástico, a fin de evitar contaminaciones de la materia prima y una mejor producción de aguamiel.

Fotografía 7. Sellado de la cavidad



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.2.6 Acumulación del aguamiel

Una vez cumplidos todos estos procesos, cada 12 horas se obtuvo un lote de aguamiel.

Fotografía 8. Acumulación del aguamiel



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.2.7 Recolección del aguamiel

Para la recolección del aguamiel se utilizó un pilche o una taza, su producción se recolectó 2 veces al día con un promedio de 4 a 5 litros en cada recolección durante dos a tres meses.

No se debe recolectar el aguamiel en épocas de lluvias por la acumulación de agua en la cavidad.

Fotografía 9. Recolección del aguamiel



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

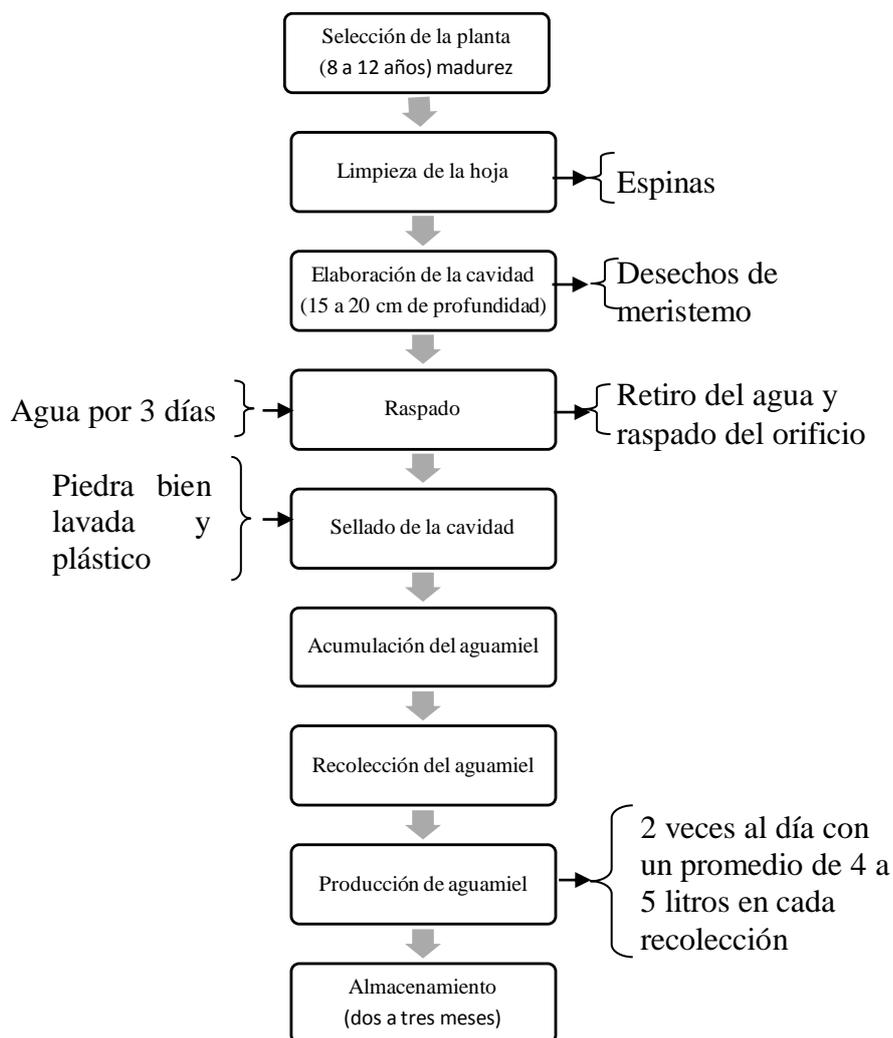
9.4.2.8 Producción de aguamiel

Se obtuvo una producción del aguamiel hasta los 60 días, después la planta se marchitó, por tanto se buscó una planta nueva que cumpla las características antes mencionadas.

9.4.2.9 Almacenamiento

Se realizó la pasteurización a una temperatura de 80 °C por 15 min y un choque térmico y su posterior refrigeración a 4 °C, hasta su utilización, el choque térmico se lo hizo con ayuda de envases de vidrio, este procedimiento se lo realiza para evitar que las levaduras que contiene el dulce de agave empiece el proceso de fermentación por lo cual las levaduras consumen los azúcares presentes, transformándolos en alcohol etílico.

9.4.2.10 Diagrama de flujo de la obtención de aguamiel



Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.4.3 Procedimiento para la obtención del dulce de agave en polvo

Materiales, materias primas y equipos utilizados para la obtención del dulce de agave en polvo

9.4.3.1 Materia prima

- Dulce de agave

9.4.3.2 Aditivos

- Maltodextrina

9.4.3.3 Materiales

- Tela lienzo
- Cocina
- Envases estériles

9.4.3.4 Equipos

- Secado por aspersión (máquina)
- Brixómetro
- Balanza
- Termómetro

9.4.4 Descripción de la metodología de la producción del dulce de agave (*Agave americana l*) en polvo

9.4.4.1 Recepción de la materia prima

Se realizó la recepción a una temperatura de 4°C y se procedió a realizar el filtrado para la separación de sustancias extrañas.

Fotografía 10. Recepción de la materia prima



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.4.2 Análisis fisicoquímico

Se realizó los análisis tanto de sólidos disueltos expresados en °Brix y pH respectivamente del aguamiel del agave (*Agave americana l*).

Tabla 9. Análisis del aguamiel

Producto	pH	°Brix
Aguamiel	5.8	11.1

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

Fotografía 11. Análisis fisicoquímico

Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.4.3 Concentración sólidos solubles (°Brix)

Se realizó la concentración de los sólidos solubles en la aguamiel de agave (*Agave americana l*), por medio de evaporación a una temperatura constante de 80° C, expresados en °Brix de 20, 25 y 30 respectivamente para el proceso de secado por aspersión.

Fotografía 12. Concentración de sólidos solubles del aguamiel expresado en °Brix

Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.4.4 Adición de maltodextrina

Se tomó como referencia el peso de cada concentrado 20,25 y 30 °Brix, en un volumen de 500 ml para cada uno, luego de realizo el cálculo para la determinación del 20% (p/p) de maltodextrina a añadir al aguamiel ya concentrado.

Los pesos para la maltodextrina fue: 0,108kg para 20 °Brix, 0,110 kg para 25 °Brix y 0,113 kg para 30 °Brix.

Fotografía 13. Adición de maltodextrina

Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.4.5 Aspersión en seco

Se utilizó el equipo spray dryes de la marca NIRO ATOMIZER modelo (f3 –MO– 2/n), de la Escuela Politécnica Nacional.

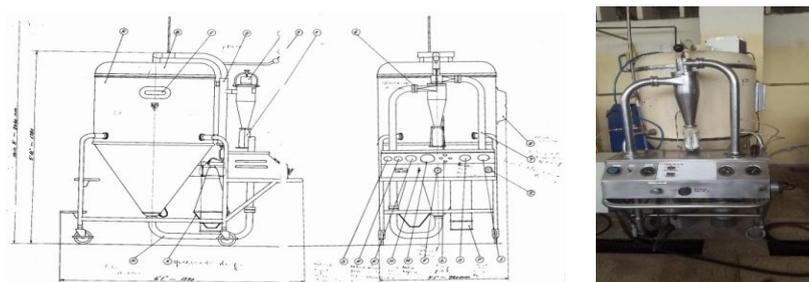
Para el proceso de obtención del dulce de agave en polvo se trabajó bajo los siguientes parámetros que se manipularon en el equipo.

Tabla 10. Parámetros del equipo

Parámetros	Unidades
Temperatura de entrada	90 – 170 °C
Temperatura de salida (varia)	65 – 95 °C
Flujo de alimentación	500 – 900 ml/h
Presión de aire caliente	4 kg / cm ²
Diámetro de orificios de foquilla	1 mm
Velocidad de foquilla rotatorio	3000 RPM

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

Fotografía 14. Máquina de aspersión en seco (spray dryes)



Fuente: Escuela Politécnica Nacional. Planta de Alimentos y Agroindustrial (2019).

9.4.4.6 Pesado

En esta etapa se procedió al pesado el dulce de agave en polvo, en la balanza analítica la cantidad de dulce de agave obtenido en kg de cada tratamiento, para su posterior empacado.

Fotografía 15. Pesado



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.4.7 Empacado

Se empaco en fundas ziploc para evitar que el dulce de agave en polvo no adquiera humedad o alguna sustancia extraña al producto.

Fotografía 16. Empacado



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.4.8 Rotulado

Se procedió a colocar los datos: peso en kg., fecha de elaboración, temperatura ambiente (18 °C) y humedad baja, en la que se tiene que conservar.

Fotografía 17. Rotulado

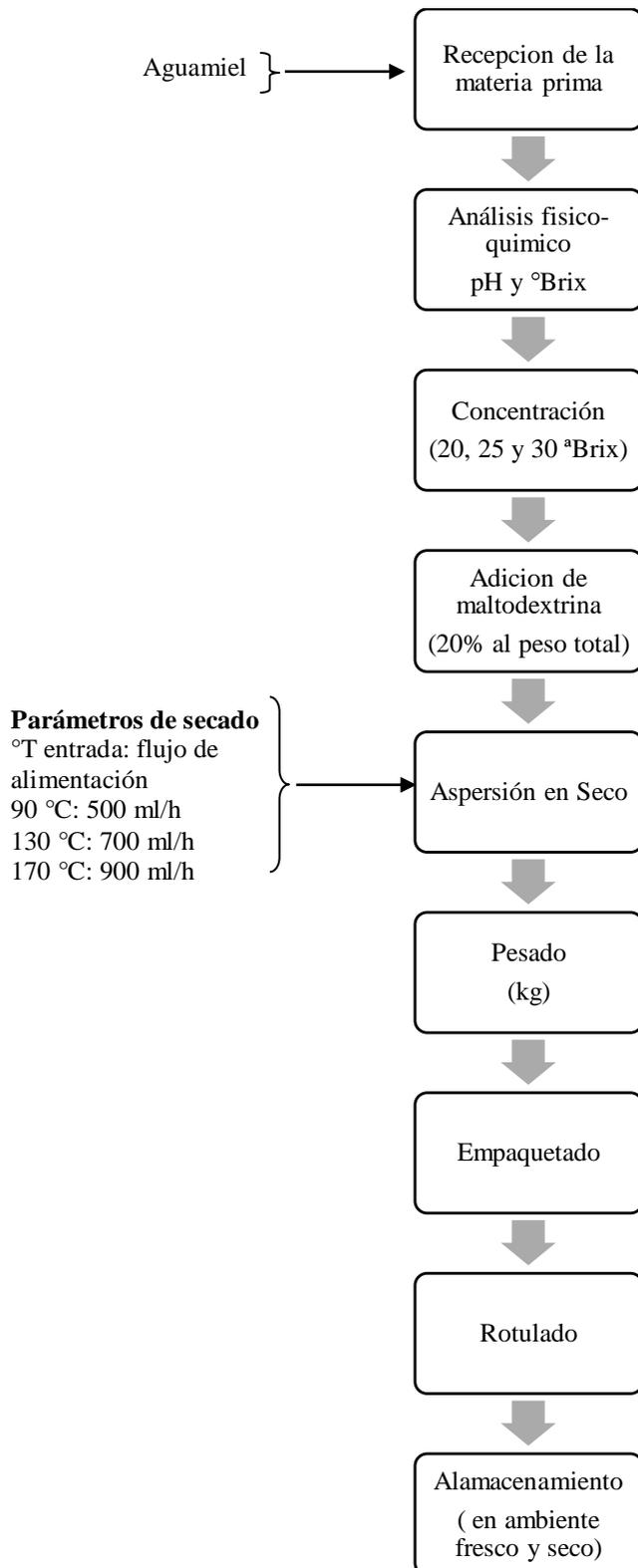


Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019)

9.4.4.9 Almacenamiento

En este punto, el dulce de agave en polvo se conservó en un ambiente seco y fresco, para que el producto no adquiera cambios a corto plazo de 3 meses.

9.4.4.10 Diagrama de elaboración del dulce de agave en polvo



Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.5 Métodos utilizados para determinar el mejor tratamiento

9.5.1 Análisis de humedad

Para la determinación de la variable humedad se procedió a utilizar la ecuación establecida en la balanza de humedad del modelo PCE – MB 200 del Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi para corroborar el dato obtenido por la balanza de humedad.

9.5.1.1 Ecuación 1:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{m_0 - m}{m_0} * 100$$

Donde:

m₀ = peso inicial de la muestra

m = peso final de la muestra

Fotografía 18. Balanza de humedad



Fuente: Laboratorio de Análisis de Alimentos CAREN.

9.5.1.2 Pesado

Se procedió a pesar 3 g de dulce de agave en polvo para ingresar a la balanza analítica y obtener los resultados del porcentaje de humedad.

Fotografía 19. Pesado de dulce de agave en polvo



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.5.1.3 Proceso de análisis

Se procedió a colocar el producto a analizar en la placa de la balanza de humedad para su respectivo análisis con los siguientes parámetros: temperatura 150 °C por un tiempo de 15 min.

Fotografía 20. Análisis de dulce de agave en polvo



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.5.1.4 Toma de datos

La balanza de humedad realiza el cálculo respectivo del porcentaje de humedad, por lo que solo se realizó el apunte de los datos obtenidos.

Fotografía 21. Toma de datos del porcentaje de humedad



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.5.2 Análisis de poder edulcorante

9.5.2.1 Pesado

Se pesó 3 gramos de dulce de agave en polvo en la balanza analítica para su posterior dilución en agua destilada.

9.5.2.2 Dilución

Para obtener una dilución homogénea se realizó en una relación 1:1 masa/volumen en donde se colocó 3 g de dulce de agave en polvo en 3 ml de agua destilada.

Fotografía 22. Disolución de dulce de agave en polvo en agua destilada



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.5.2.3 Análisis en el refractómetro

Primero se calibró el refractómetro con agua destilada, luego con la ayuda un gotero se colocó 2 gotas para su análisis

9.5.2.4 Toma de datos

El refractómetro ya nos da el porcentaje de sólidos diluidos en la solución expresado en °Brix por lo que solo se anotó el resultado.

Fotografía 23. Toma de datos del contenido de sólidos disueltos



Fuente: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.5.3 Análisis de rendimiento

Para los resultados de rendimiento se tomó en cuenta la siguiente formula, aplicada a cada tratamiento para su posterior análisis.

9.5.3.1 Ecuación 2:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso final kg}}{\text{peso inicial kg}} \times 100$$

Donde:

Peso final = peso del dulce de agave en polvo

Peso inicial = peso del aguamiel en un volumen de 500 ml

9.6 Diseño Experimental

En la presente investigación se contó con 2 factores y 3 niveles, el factor A tomará en cuenta el contenido de sólidos solubles expresados en °Brix (20, 25 y 30) y en factor B tomará en cuenta los parámetros de secado (temperatura y flujo de alimentación) expresados en °C y ml/h (90: 500, 130: 700 y 170: 900), directamente relacionados entre sí para la obtención del producto final, será un diseño factorial de bloques totalmente al azar AxB.

9.6.1 Factores de estudio

En el factor A se establece la concentración del dulce de agave con que se aplicará el método de aspersion en seco.

Factor A: Concentración sólidos solubles de dulce de agave (*Agave americana l*).

a1: 20 °Brix

a2: 25 °Brix

a3: 30 °Brix

En el factor B se establece los parámetros a tomar en cuenta para el secado por aspersion del aguamiel de agave.

Factor B: Parámetros de secado (temperatura de entrada: flujo de alimentación).

b1: 90 °C: 500 ml/h

b2: 130 °C: 700 ml/h

b3: 170 °C: 900 ml/h

9.6.2 Tratamientos de estudio :

Tabla 11. La relación entre los factores A * B, se obtendrá los siguientes tratamientos:

Repeticiones	N° de tratamientos	Tratamientos	Descripción
I	t ₁	a ₁ b ₁	20 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (90 °C : 500 ml/h)
	t ₂	a ₁ b ₂	20 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (130 °C : 700 ml/h)
	t ₃	a ₁ b ₃	20 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (170 °C : 900 ml/h)
	t ₄	a ₂ b ₁	25 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (90 °C : 500 ml/h)
	t ₅	a ₂ b ₂	25 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (130 °C : 700 ml/h)
	t ₆	a ₂ b ₃	25 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (170 °C : 900 ml/h)
	t ₇	a ₃ b ₁	30 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (90 °C : 500 ml/h)
	t ₈	a ₃ b ₂	30 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (130 °C : 700 ml/h)
	t ₉	a ₃ b ₃	30 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (170 °C : 900 ml/h)
II	t ₁	a ₁ b ₁	20 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (90 °C : 500 ml/h)
	t ₆	a ₂ b ₃	25 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (170 °C : 900 ml/h)
	t ₄	a ₂ b ₁	25 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (90 °C : 500 ml/h)
	t ₅	a ₂ b ₂	25 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (130 °C : 700 ml/h)
	t ₉	a ₃ b ₃	30 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (170 °C : 900 ml/h)
	t ₃	a ₁ b ₃	20 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (170 °C : 900 ml/h)
	t ₈	a ₃ b ₂	30 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (130 °C : 700 ml/h)
	t ₂	a ₁ b ₂	20 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (130 °C : 700 ml/h)
	t ₇	a ₃ b ₁	30 °Brix de concentración del dulce de agave + Parámetros de secado (90 °C : 500 ml/h)

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.6.3 Cuadro De Variables

Tabla 12. Cuadro de variables

Variable independiente	Variable dependiente	Indicadores	Dimensiones
Tratamientos	Variable respuesta	Características físico-químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Poder edulcorante • Rendimiento
Concentración de sólidos solubles del aguamiel de agave (20, 25 y 30 °Brix)	Dulce de agave en polvo	Características físico-químicas del mejor tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • pH • Cenizas • Azúcares reductores • Poder edulcorante • Azucares totales • Contenido de almidón • Granulometría
Parámetros de secado (90 °C: 500 ml/h, 130 °C: 700 ml/h y 170 °C: 900 ml/h)		Características microbiológicas del mejor tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Recuento de aerobio totales • Coliformes totales • Mohos • Levaduras
		Costo del producto del mejor tratamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Precio de venta

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

9.6.4 Análisis de varianza

Se realizaron 9 tratamientos con 1 repetición, dando un total de 18 tratamientos.

Tabla 13. Análisis de varianza ADEVA

Fuente de varianza	Grados de libertad
Réplicas	1
Factor A	2
Factor B	2
Interacción factor A*B	4
Error	8
Total	17

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

10.1 Variable humedad

Tabla 14. ADEVA de la variable humedad

F.V.	S.C	G.L	C.M	F calculado	P-probabilidad	F crítico
Repetición	0,2990	1	0,2990	1,7836	0,2185	5,31765507ns.
°Brix	7,7721	2	3,8861	23,1801	0,0005	4,45897011*
P.S	15,8901	2	7,9461	47,3919	< 0,0001	4,45897011**
°Brix vs P.S	7,1401	4	1,7850	10,6475	0,0027	3,83785335*
Error	1,3412	8	0,1676			
Total	32,4426	7				
C.V (%)	3,6359					

*significativo ** altamente significativo C.V. (%). Coeficiente de variación P.S: Parámetros de secado
 ns: No significativo F.V: fuente de varianza S.C: suma de cuadrados G.L: grados de libertad
 C.M: cuadrado medio

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.1.1 Análisis e interpretación de la tabla 14

En los datos obtenidos en la tabla 14, en el análisis de varianza de la humedad se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere a la humedad por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. Además, se puede constatar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 3,6359 van a ser diferentes y el 96,3641 de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la humedad, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que en la producción de dulce de agave en polvo tomando en cuenta las variables como parámetros de secado (temperatura de entrada y flujo de alimentación) y concentración de sólidos en el aguamiel expresado en °Brix; las variables respectivas, si influye sobre la variable humedad en la producción de dulce de agave en polvo, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

Tabla 15. Prueba de tukey para °Brix vs humedad

°Brix	Medias	Grupos homogéneos
30	10,3600	A
20	11,5150	B
25	11,9083	B

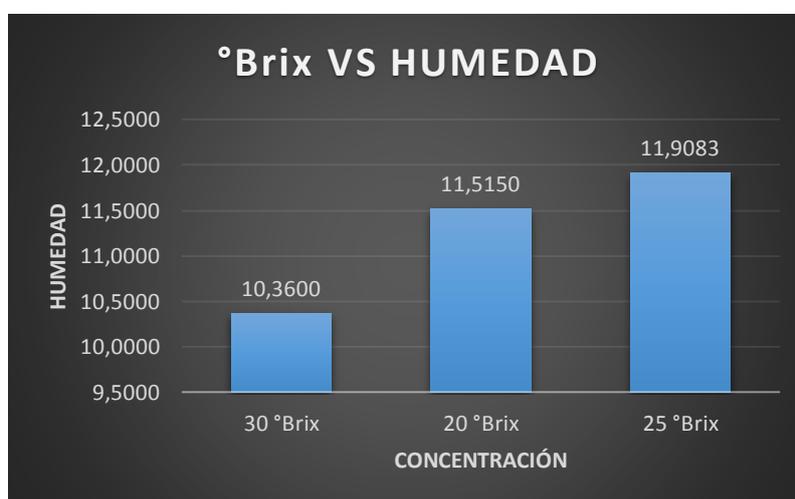
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.1.2 Análisis e interpretación de la tabla 15

Con el resultado obtenido en la tabla 15, se concluye que el mejor nivel del factor A para el atributo de humedad de acuerdo a la concentración de sólidos solubles del aguamiel, expresado en °Brix, es el nivel a_3 con concentración de 30 °Brix con un valor de 10,3600 es decir con una humedad baja perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la concentración de aguamiel a 30 °Brix es óptimo para la producción de dulce de agave en polvo, con una humedad baja como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

Gráfico 1. °Brix vs humedad (%)

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.1.3 Análisis e interpretación del gráfico 1

Se observa en el gráfico 1, la mejor concentración del aguamiel es el de 30 °Brix que corresponde a un valor de 10,3600 que se encuentra en una humedad baja de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que el concentrado de aguamiel debe tener una concentración alta de sólidos solubles, dando como resultado una humedad baja en el dulce de agave en polvo para así obtener el mejor nivel del factor A, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

Tabla 16. Prueba de tukey para parámetros de secado vs humedad

Parámetros de secado	Medias	Grupos homogéneos
170 °C: 900 ml/h	10,0333	A
130°C: 700 ml/h	11,4350	B
90°C: 500 ml/h	12,3150	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

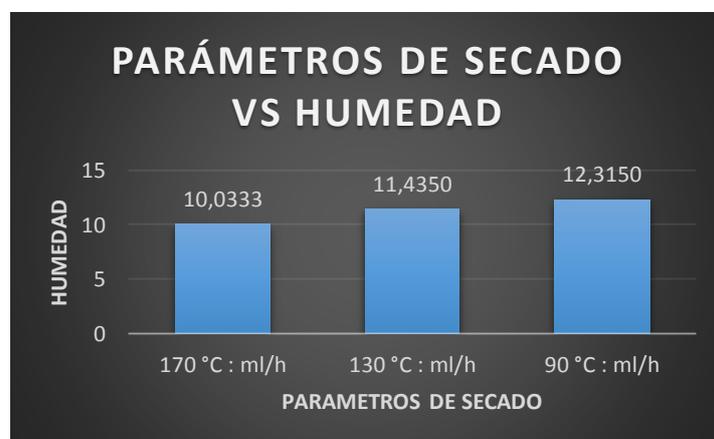
Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.1.4 Análisis e interpretación de la tabla 16

Con el resultado obtenido en la tabla 16, se observa que el mejor nivel del factor B para el atributo de humedad de acuerdo a los parámetros de secado expresados en °C y ml/h, es el b₃ con una temperatura de entrada es de 170 °C y flujo de alimentación de 900 ml/h, dando un valor de 10,0333 es decir con una humedad baja perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que el nivel b₃ del factor B con parámetros de secado de 170 °C y 900 ml/h es óptimo para la producción de dulce de agave en polvo, con una humedad baja como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

Gráfico 2. Parámetros de secado (°C: ml/h) vs humedad (%)



Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.1.5 Análisis e interpretación del gráfico 2

Se observa en el gráfico 2, que el mejor parámetro de secado es el de 170 °C y 900 ml/h que corresponde a un valor de 10,0333 que se encuentra en una humedad baja de acuerdo al análisis hecho en el laboratorio de análisis de alimentos de la carrera de ingeniería agroindustrial.

En conclusión, se observa que en el parámetro de secado debe tener una temperatura y flujo de alimentación alta, dando como resultado una humedad baja en el dulce de agave en polvo para así obtener el mejor nivel del factor B, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

Tabla 17. Prueba de tukey para parámetros de secado (°C: ml/h), °Brix vs Humedad

Tratamientos	Medias	Grupos homogéneos				
t ₉ (a ₃ b ₃)	9,4300	A				
t ₃ (a ₁ b ₃)	9,7650	A	B			
t ₈ (a ₃ b ₂)	9,9450	A	B			
t ₆ (a ₂ b ₃)	10,9050	A	B	C		
t ₅ (a ₂ b ₂)	11,4200		B	C	D	
t ₇ (a ₃ b ₁)	11,7050			C	D	
t ₁ (a ₁ b ₁)	11,8400			C	D	E
t ₂ (a ₁ b ₂)	12,9400				D	E
t ₄ (a ₂ b ₁)	13,4000					E

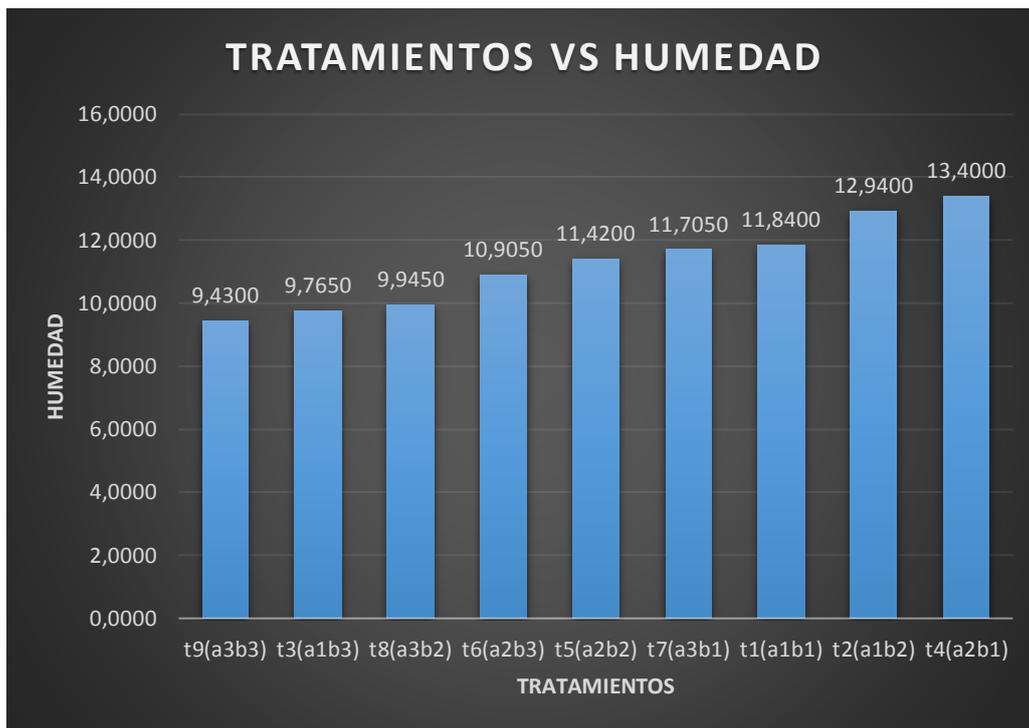
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.1.6 Análisis e interpretación de la tabla 17

Con el resultado obtenido en la tabla 17, se concluye que el mejor tratamiento para el atributo de humedad de acuerdo a la valoración del análisis de laboratorio hechos en la facultad de CAREN, el tratamiento t₉ (a₃b₃) que corresponde a (concentrado sólidos solubles de aguamiel 30°Brix + parámetros de secado 170 °C: 900 ml/h), con un valor 9,4300 es decir con una humedad baja perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que el tratamiento t₉ (a₃b₃) es óptimo para la producción de dulce de agave en polvo, con una humedad baja determinado por los análisis realizados en el laboratorio de análisis de alimentos de la carrera de ingeniería agroindustrial, como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

Gráfico 3. Tratamientos vs humedad (%)

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.1.7 Análisis e interpretación del gráfico 3

Se observa en el gráfico 3 que el mejor tratamiento es el t₉ (a₃b₃) que corresponde a la (concentración de sólidos solubles del aguamiel 30 °Brix + parámetro de secado a una temperatura de entrada 170 °C: flujo de alimentación de 900 ml/h), con un valor de 9,43 que corresponde al tratamiento 9 que se encuentra en una humedad baja de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

En conclusión, se observa que la variable respuesta de humedad debe ser baja en el dulce de agave en polvo, así obtener el mejor tratamiento t₉ (a₃b₃) el mismo que fue evaluado y aceptado en la interpretación estadística.

10.2 Variable poder edulcorante

Tabla 18. ADEVA de la variable de poder edulcorante

F.V.	S.C	G.L	C.M	F calculado	P-probabilidad	F crítico
Repetición	0,2380	1	0,2380	0,4852	0,5058	5,31765507ns.
°Brix	11,1386	2	5,5693	11,3506	0,0046	4,45897011*
P.S	3,6720	2	1,8360	3,7419	0,0713	4,45897011
°Brix vs P.S	3,9532	4	0,9883	2,0142	0,1853	3,83785335
Error	3,9253	8	0,4907			
Total	22,9273	17				

C.V (%) 1,4148

*significativo ** altamente significativo C.V. (%). Coeficiente de variación P.S: Parámetros de secado
 ns: No significativo F.V: fuente de varianza S.C: suma de cuadrados G.L: grados de libertad
 C.M: cuadrado medio

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.2.1 Análisis e interpretación de la tabla 18

De los datos obtenidos en la tabla 18, en el análisis de varianza del poder edulcorante se observa que el F calculado es mayor que el F crítico en el factor A (concentración de sólidos solubles del aguamiel expresado en °Brix), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere al poder edulcorante por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. Además, se puede constatar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 1,4148 van a ser diferentes y el 98.5852 de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al poder edulcorante, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que en la producción de dulce de agave en polvo tomando en cuenta la variable de concentración de sólidos solubles en el aguamiel o factor A expresado en °Brix, si influye sobre el poder edulcorante en la producción de dulce de agave en polvo, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación a comparación con el factor B y la interacción A*B que no tienen diferencia entre ellos.

Tabla 19. Prueba de tukey para °Brix vs poder edulcorante

°Brix	Medias	Grupos homogéneos
30	50,6150	A
25	49,0833	B
20	48,8367	B

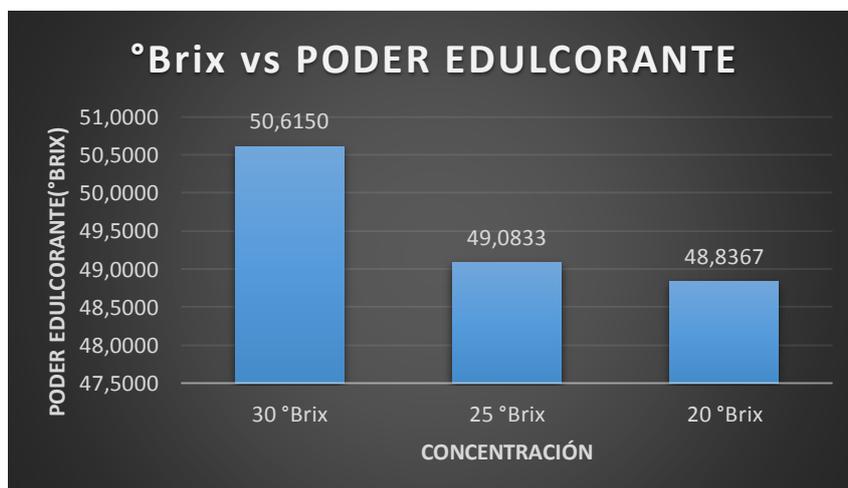
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.2.2 Análisis e interpretación de la tabla 19

Con el resultado obtenido en la tabla 19, se concluye que el mejor nivel del factor A para el atributo de poder edulcorante de acuerdo a la concentración de sólidos solubles del aguamiel, expresado en °Brix, es el nivel a₃ con una concentración de 30 °Brix y un valor de 50,6150 es decir con un poder edulcorante alto perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que la concentración de aguamiel a 30 °Brix es óptimo para la producción de dulce de agave en polvo, con un poder edulcorante alto como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

Gráfico 4. °Brix vs poder edulcorante

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.2.3 Análisis e interpretación del gráfico 4

Se observa en el gráfico 4, la mejor concentración de sólidos solubles del aguamiel es el de 30 °Brix que corresponde a un valor de 50,6150 que se encuentra con un poder

edulcorante alto a comparación de las demás concentraciones y de acuerdo al análisis realizado en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que el aguamiel debe tener una concentración alta, dando como resultado un poder edulcorante alto en el dulce de agave en polvo para así obtener el mejor nivel del factor A, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

10.3 Variable rendimiento

Tabla 20. ADEVA de la variable de rendimiento

F.V.	S.C	G.L	C.M	F calculado	P-probabilidad	F crítico
Repetición	2,3041	1	2,3041	1,1344	0,7234	5,31765507ns.
°Brix	163,7641	2	81,8820	4,7778	0,0431	4,45897011**
P.S	42,1878	2	21,0939	1,2308	0,3419	4,45897011
°Brix vs P.S	93,8809	4	23,4702	1,3795	0,3259	3,83785335
Error	137,1045	8	17,1381			
Total	439,2414	17				

C.V (%)

13,2567

*significativo

** altamente significativo

C.V. (%). Coeficiente de variación

P.S: Parámetros de secado

ns: No significativo

F.V: fuente de varianza

S.C: suma de cuadrados

G.L: grados de libertad

C.M: cuadrado medio

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.3.1 Análisis e interpretación de la tabla 20

En los datos obtenidos en la tabla 20, en el análisis de varianza del rendimiento se observa que el F calculado es mayor que el F crítico en el factor A (concentración sólidos solubles del aguamiel), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere al rendimiento por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. Además, se puede constatar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 13,2567 van a ser diferentes y el 86.7433 de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al rendimiento, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que en la producción de dulce de agave en polvo tomando en cuenta la variable de concentración de sólidos solubles en el aguamiel o factor A

expresado en °Brix respectivamente del dulce de agave en polvo, si influye sobre la variable de rendimiento en la producción de dulce de agave en polvo, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación a comparación con el factor B y la interacción A*B que no tienen deferencia entre ellos.

Tabla 21. °Brix vs rendimiento

°Brix	Medias	Grupos homogéneos	
30	35,4183	A	
25	29,7817	A	B
20	28,4633		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.3.2 Análisis e interpretación de la tabla 21

Con el resultado obtenido en la tabla 21, se concluye que el mejor nivel del factor A para el atributo de rendimiento de acuerdo a la concentración de sólidos solubles del aguamiel, expresado en °Brix, es el nivel a₃ con una concentración de 30 °Brix y un valor de 35,4183 es decir con un rendimiento alto perteneciente al grupo homogéneo A en comparación a las demás concentraciones de sólidos.

En conclusión, se determina que la concentración de sólidos solubles del aguamiel a 30 °Brix es óptimo para la producción de dulce de agave en polvo, con un rendimiento alto como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

Gráfico 5. °Brix vs rendimiento (%)



Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.3.3 Análisis e interpretación del gráfico 5

Se presencia en el gráfico 5, la mejor concentración de sólidos solubles del aguamiel es el de 30 °Brix que corresponde a un valor de 35.4183 que se encuentra en un porcentaje de rendimiento alto de acuerdo al análisis hecho en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

En conclusión, se observa que el concentrado de sólidos solubles del aguamiel debe tener ser alta, dando como resultado un rendimiento alto en el dulce de agave en polvo para así obtener el mejor nivel del factor A, el mismo que fue elaborado y aceptado en la interpretación estadística.

10.4 Identificación del mejor tratamiento de acuerdo a los promedios

De acuerdo a los resultados de los análisis de varianza y medias obtenidas en la investigación del “Método de aspersión en seco como alternativa para la producción de dulce de agave en polvo” se determinó el mejor tratamiento.

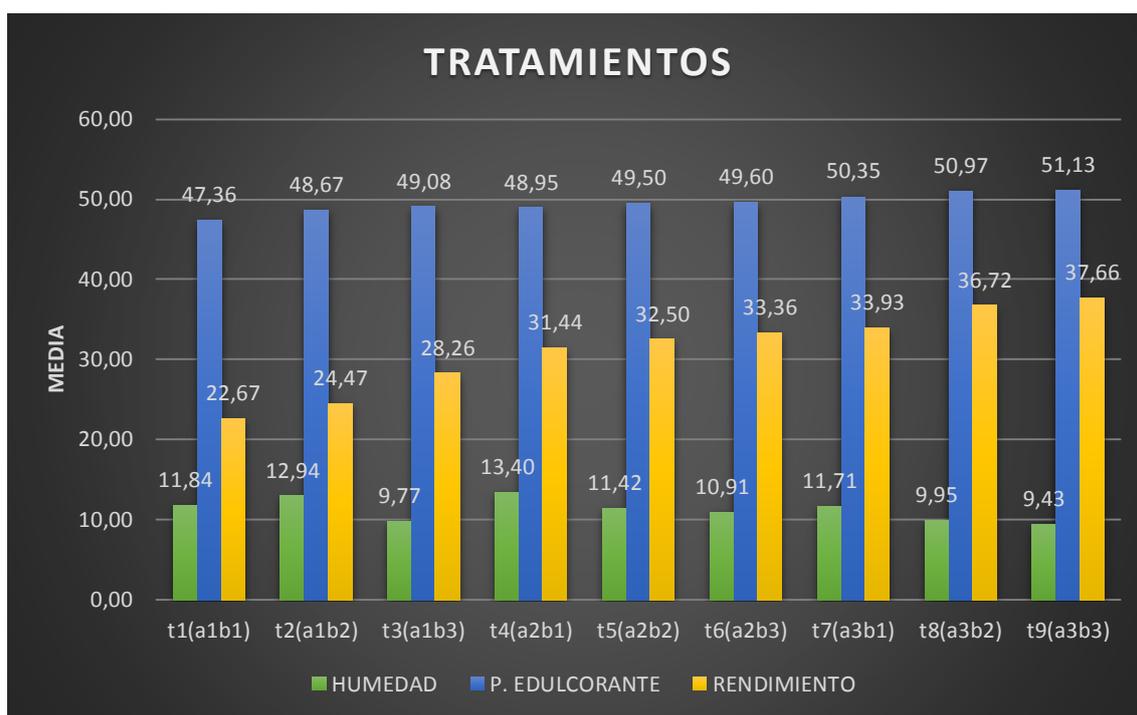
Tabla 22. Comparación de los promedios de los tratamientos

TRATAMIENTOS									
Parámetro	t ₁ (a ₁ b ₁)	t ₂ (a ₁ b ₂)	t ₃ (a ₁ b ₃)	t ₄ (a ₂ b ₁)	t ₅ (a ₂ b ₂)	t ₆ (a ₂ b ₃)	t ₇ (a ₃ b ₁)	t ₈ (a ₃ b ₂)	t ₉ (a ₃ b ₃)
Humedad	11,84	12,94	9,77	13,40	11,42	10,91	11,71	9,95	9,43
Poder edulcorante	47,36	48,67	49,08	48,95	49,50	49,60	50,35	50,97	51,13
Rendimiento	22,67	24,47	28,26	31,44	32,50	33,36	33,93	36,72	37,66

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.4.1 Análisis e interpretación de la tabla 22

De acuerdo a los datos obtenidos y las comparaciones realizadas de cada uno de los promedios se puede identificar como el mejor tratamiento al t₉ (a₃b₃) con una concentración de sólidos solubles de 30 °brix, temperatura de entrada de 170 °C y un flujo de alimentación de 900 ml/h dándonos un valor mayoritario en rendimiento, poder edulcorante y con una baja humedad a comparación de los demás tratamientos.

Gráfico 6. Promedio del mejor tratamiento

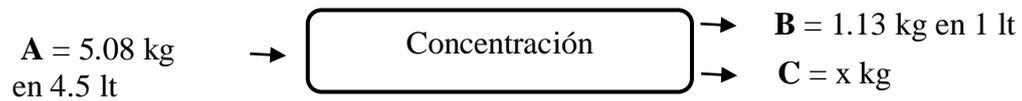
Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.4.2 Análisis e interpretación del gráfico 6

En conclusión se puede observar en la gráfico 6, que mediante las comparaciones realizadas de los promedios de cada uno se ha determinado el mejor tratamiento al t₉ (a₃b₃), tomando en cuenta las variables respuesta de humedad (%), poder edulcorante (%) y rendimiento (%) el mismo que tuvo una concentración de sólidos solubles de 30 °Brix, temperatura de entrada 170 °C y flujo de alimentación de 900 ml/h cumplido con un porcentaje de humedad más baja entre los tratamientos con un 9.43%, en poder edulcorante obtuvo un 51.13% un valor más alto a los demás tratamientos y en rendimiento con un 37,66% un valor significativamente alto a comparación de los demás tratamientos.

10.5 Balance de masa

10.5.1 Balance del mejor tratamiento (t₉)



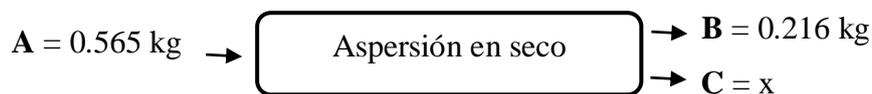
$$C = A - B$$

$$C = 5.08 \text{ kg} - 1.13 \text{ kg}$$

$$C = 3.95 \text{ kg}$$

Discusión

De 5.08 kg de aguamiel de agave (4.5 lt), se obtuvo 1.13 kg de aguamiel de agave (1 lt) con una concentración de sólidos solubles de 30 °Brix y una pérdida de agua de 3.95 kg.



$$C = A - B$$

$$C = 0.565 \text{ kg} - 0.216 \text{ kg}$$

$$C = 0.349 \text{ kg}$$

Discusión

De la solución de aguamiel de 0.565 kg, luego del proceso de secado por aspersión se obtuvo 0.216 kg de dulce de agave en polvo, dando como resultado la pérdida de agua de 0.349 kg de la solución de aguamiel.

10.5.2 Rendimiento del tratamiento (t₉)

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{peso final kg}}{\text{peso inicial kg}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{0.216 \text{ kg}}{0.565 \text{ kg}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 0.3823 \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 38.23 \%$$

Interpretación:

Del tratamiento t₉ se obtuvo un peso final de 0.216 kg de dulce de agave en polvo, con un peso inicial de 0.565 kg de aguamiel de agave, estos valores nos dieron como resultado un rendimiento de 38.23 %.

10.6 Costos

Tabla 23. Costo de los materiales utilizados en la obtención de dulce de agave en polvo

Materia primas + ADITIVOS + EQUIPO	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Aguamiel	13.5	Lts	\$ 0.15	\$ 2.02
Maltodextrina	1.5	Kg	\$ 2.32	\$ 3.48
Spry dryers (alquiler)	4.5	Kg	\$ 60.00	\$ 270.00
Fundas ziploc	50	U	\$ 0.05	\$ 2.50
Cooler box	1	U	\$ 9.50	\$ 9.50
Envases de vidrio (700 ml)	4	U	\$ 0.75	\$ 3.00
Total			\$ 290.50/ 9 Tratamientos	
Total por tratamiento			\$ 32.28	

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

De 32 dólares con 28 centavos cuesta la producción de 0.216 kg de dulce de agave en polvo tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- 10% de suministros
- 5% equipos y materiales
- 10% mano de obra

Tabla 24. Costos del mejor tratamiento (t₉)

Parámetros	Costo de t₉	Porcentaje	Total
Suministros	\$ 32.28	10 %	\$ 3.22
Equipo y materiales	\$ 32.28	5 %	\$ 1.61
Mano de obra	\$ 32.28	10 %	\$ 3.22
Total			\$ 8.05

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.6.1 Costos de venta al público

Costo total

Costos de tratamiento + costos de parámetros

$$Ct = \$ 32.28 + \$ 8.05$$

$$Ct = \$ 40.33$$

Costo unitario en 50 g por caja

$$CU = \$ 40.33 / 4$$

$$CU = \$ 10.08$$

Utilidad del 25 %

$$U = CU + 25 \%$$

$$U = \$ 10.08 + 25\%$$

$$U = \$ 2.52$$

Precio de venta al público en 50 g = Costo unitario + la utilidad

$$PVP = CU + utilidad$$

$$PVP = \$ 10.08 + \$ 2.52$$

$$PVP = \$ 12.60$$

Discusión de costos

El producto, dulce de agave en polvo tiene un costo de venta al público de \$ 12.60 por caja de 50 g, con 10 sobres y cada uno con un peso de 5 g por unidad, para esto se tomó

en cuenta el proceso industrial, la materia prima, la mano de obra y la utilidad respectiva del 25 %.

En comparación con la marca comercial canasta verde que ofrecen el mismo producto, pero por el método de cristalización, la comercializan en un valor de 65 dólares por 200 g, este mismo valor se pone en comparación con nuestro producto en igual cantidad, teniendo como resultado que 50 g de dulce de agave en polvo de la marca canasta verde tiene un precio de 16 dólares con 25 centavos y nuestro producto respectivamente tiene un precio de 12 dólares con 60 centavos por los 50 g, dando una diferencia de 3 dólares con 65 centavos entre el producto comercial y el nuestro.

10.7 Análisis de laboratorio

10.7.1 Análisis físico-químico del t₉

Muestra: Dulce de agave en polvo

Tabla 25. Análisis físico-químico del dulce de agave en polvo

Parámetro	Método	Unidad	Resultado	Norma	Respuesta
					Max
Humedad al vacío	AOAC 934.01	g/100 g muestra(%)	1.54	UPIBI - IPN	1,99
pH	AOAC 943.02	-----	5.13	MAPRYSER	5.25
Ceniza	AOAC 923.03	g/100 g muestra(%)	3.00	CODEX STAN 212-1999	<0,04
Poder edulcorante Fructosa Glucosa Sacarosa Lactosa	HPLC	(%)	59.24	MAPRYSER	76
			8.13		
			21.45		
			29.66		
			0.00		
Azúcares reductores	-920.44 25.1.11 -923.09	% (g/100 g)	32.3	CODEX STAN 212-1999	<0,04
Almidón	44.1.15 AOAC 2016	% (g/100 g)	0	CODEX STAN 212-1999	<5.0
Azúcares totales		% (g/100g)	65.8	-----	N/A
Granulometría Sobre tamiz 20 Sobre tamiz 40 Sobre tamiz 50 Sobre tamiz 70 Sobre tamiz 80 Fondo	INEN 517	% (g/100g)	37.4	-----	N/A
			22.6		
			7.5		
			6.7		
			3.9		
			21.9		

N/A – no aplica

Fuente: Departamento de Alimentos y Biotecnología (DECAB), LABOLAB, CODEX STAN 212-1999, MAPRYSER y UPIBI – IPN

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.7.1.1 Análisis e interpretación de la tabla 25

En la tabla N° 25, se detallan los resultados obtenidos en los análisis físico-químico del mejor tratamiento de dulce de agave en polvo t₉ (a₃b₃) el mismo que tuvo una concentración de 30 °brix, temperatura de entrada de 170 °C y un flujo de alimentación de 900 ml/h.

En el análisis realizado al mejor tratamiento se obtuvo los siguientes resultados en un porcentaje de 1,54% de humedad en comparación con la investigación de UPIBI – IPN, si cumple con este parámetros con un 1.99%, pH de 5.13 a comparación con MAPRYSER de 5,25 está dentro del parámetro, en cenizas se obtuvo 3.0% en comparación con la norma CODEX STAN 212-1999 con un <0,04% no cumple, poder edulcorante se obtuvo un 59.24% en comparación con MAPRYSER con un 76% no cumple con este parámetro, azúcares reductores se obtuvo 32.3 % en comparación con la norma CODEX STAN 212-1999 con un <0,04% no cumple, almidón se obtuvo 0% en comparación con la norma CODEX STAN 212-1999 que permite un máximo de <5.0 si cumple, en azúcares totales y granulometría no se puede poner a comparación debido a que la norma CODEX STAN 212-1999, MAPRYSER y la investigación UPIBI – IPN no las toman en cuenta.

En conclusión, de acuerdo a los análisis físico-químicos otorgados por el Departamento de Alimentos y Biotecnología (DECAB) y LABOLAB del mejor tratamiento t₉ (a₃b₃) que corresponde al dulce de agave en polvo con una concentración de 30 °brix y parámetros de secado (temperatura de entrada 170 °C: flujo de alimentación 900ml/h), si cumplen en parámetros como humedad, pH y contenido de almidón, parámetros como poder edulcorante, cenizas y azúcares reductores no las cumple y tanto granulometría como azúcares totales no se los toma como no aplica.

Según Mosquera L. (2010). Entre los polímeros comestibles de interés en la obtención de productos en polvo, las maltodextrinas son especialmente útiles debido a su elevada solubilidad en soluciones acuosas, baja viscosidad y altos valores de temperatura de transición vítrea como consecuencia de su alto peso molecular, lo que ocasiona un aumento en cenizas y azúcares de glucosa y disminución en capacidad de endulzar.

10.7.2 Análisis microbiológico del t₉

Tabla 26. Análisis microbiológico del dulce de agave en polvo

Parámetro	Método	Unidad	Resultado	Norma	Respuesta Máx.
Recuento de aerobios mesófilos	PEEMi/LA/01 INEN ISO 4833	(ufc/gr)	1.6*10 ⁵	RM N° 615-2003 SA/DM (Norma Sanitaria)	10 ³
				MAPRYSER	< 100
				INEN 0259 (azúcar blanco)	2.0 * 10 ²
Recuento de coliformes totales	PEEMi/LA/01 INEN ISO 1529-7	(ufc/gr)	<10	RM N° 615-2003 SA/DM (Norma Sanitaria)	N/A
				MAPRYSER	N/A
				INEN 0259 (azúcar blanco)	< 3
Recuento de mohos	PEEMi/LA/01 INEN ISO 1529-10	(ufc/gr)	1.6*10 ³	RM N° 615-2003 SA/DM (Norma Sanitaria)	10
MAPRYSER				N/A	
INEN 0259 (azúcar blanco)				N/A	
Recuento de levaduras			<10	RM N° 615-2003 SA/DM (Norma Sanitaria)	50
MAPRYSER				N/A	
INEN 0259 (azúcar blanco)				N/A	

N/A: No Aplica

Fuente: Análisis de alimentos, aguas y afines (LABOLAB), Norma Sanitaria RM N° 615-2003 SA/DM y MAPRYSER y INEN 0259 (azúcar blanco).

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

10.7.2.1 Análisis e interpretación de la tabla 26

En la tabla N° 26, se detallan los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos realizados por el laboratorio de análisis de alimentos LABOLAB del mejor tratamiento de dulce de agave en polvo t₉ (a₃b₃) el mismo que tuvo una concentración de 30 °brix, temperatura de entrada de 170 °C y un flujo de alimentación de 900 ml/h.

Tiene un recuento de aerobios mesófilos 1.6*10⁵ ufc/g, en comparación con las Normas Sanitarias RM N° 615-2003 SA/DM que es 10³ ufc/g, Norma INEN 0259 que es

$2.0 \cdot 10^2$ ufc/g y según MAPRYSER que es < 100 ufc/g, no cumple con los parámetros establecidos.

En el recuento de Coliformes totales según los resultados se tiene < 10 ufc/g, en comparación con la Norma INEN 0259 que es < 3 ufc/g, no cumple con los establecido y según las Normas Sanitarias RM N° 615-2003 SA/DM y MAPRYSER no aplica.

En el recuento de mohos según los resultados se tiene $1.6 \cdot 10^3$ ufc/g, en comparación con la Norma INEN 0259 que es 10 ufc/g, no cumple con los establecido y según las Normas Sanitarias RM N° 615-2003 SA/DM y MAPRYSER no aplica.

En el recuento de levaduras según los resultados se tiene < 10 ufc/g, en comparación con la Norma INEN 0259 que es 50 ufc/g, si cumple con los establecido y según las Normas Sanitarias RM N° 615-2003 SA/DM y MAPRYSER no aplica.

En conclusión se puede decir que en el análisis microbiológico del mejor tratamiento del dulce de agave en polvo no cumplen con los parámetros establecidos en las Normas INEN 0259, RM N° 615-2003 SA/DM y la ficha técnica MAPRYSER, en el recuento de Aerobios mesófilos, Coliformes totales y mohos, por tales motivos en que se dio deficientes condiciones higiénicas en la trasportación tanto de la materia prima como en el producto final, manipulación incorrecta en el equipo de aspersión en seco y mantenimiento de este producto en temperatura ambiente durante un tiempo prolongado.

Por estas razones, es importante conocer y sugerir acciones preventivas en la elaboración del dulce de agave en polvo, pues se debe ir mejorando la técnica de conservación de la materia prima con la adición de sorbato de potasio para que pueda ser almacenado hasta el proceso de concentración, por otra parte el equipo de aspersión en seco debe ser desinfectado antes y después de cada producción así como cada uno de los utensilios a ser utilizados y sobre todo ser utilizado con ese fin, de la producción del dulce de agave en polvo.

En tanto en el empaçado del producto se lo debe realizar en fundas y empaques totalmente estériles, donde las condiciones climáticas no alteren su apariencia tanto física como organoléptica.

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

11.1Técnicos

Al realizar esta investigación genera un impacto positivo ya que se aplica nuevas metodologías en el producto elaborado a base de aguamiel de agave, dando apertura a nuevos estudios científicos y tecnológicos que permitan mejorar la calidad tanto en el producto elaborado y crear un manejo agrícola, en especial para el sector de la sierra donde se puede encontrar el *Agave americana* en forma silvestre, de igual manera a través de un cultivo tecnificado pueden los pequeños agricultores mejorar sus parcelas, mejorando el cultivo rustico implementando así un cultivo asociado.

11.2 Sociales

Con la realización de este proyecto del dulce de agave en polvo tiene gran relevancia ya que el agave debido a que solo está destinado en la alimentación de animales de abasto y en el cerramiento de terrenos; de igual manera en la producción del aguamiel le está dando un valor agregado ya que será destinado como un aditivo de doble función, que endulza y espesa y es poco industrializado, pues solo es utilizado en la producción artesanal del chaguarmishqui, que es una bebida ancestral.

11.3 Ambiental

El proyecto investigativo de la producción del dulce de agave tiene un gran impacto, ya que en lo ambiental con el cultivo prolongado del mismo ayuda a la atracción de las lluvias y esto favorece no solo a los cultivos sino a la rehabilitación en suelos áridos.

Por otra parte, al extraer totalmente el aguamiel de la planta de agave, esta queda totalmente seca, posteriormente servirá como abono para el mismo suelo y esto contribuiría a la utilización de abonos naturales para nutrir así al suelo.

11.4 Económico

En este aspecto la investigación, tiene un gran impacto económico, debido a que se podrá pagar un rubro por el aguamiel en el sector rural, dando una nueva alternativa de ingreso económico y a la vez la planta no necesita ningún cuidado adicional por lo que su producción es más sencilla.

12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

Tabla 27. Presupuesto

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
EQUIPO				
Balanza	1	U	\$ 130.00	\$ 130.00
Termómetro	1	U	\$ 21.00	\$ 21.00
Cocina	1	U	\$ 120.00	\$ 120.00
Brixómetro	1	U	\$ 244.00	\$ 244.00
Máquina de Secado por aspersion (por alquiler)	9	Kg	\$ 60.00	\$ 540.00
TOTAL				\$ 1,055.00
MATERIALES Y SUMINISTROS				
Fundas de empaque	1	U	\$ 16.50	\$ 16.50
Vasos de precipitación	2	U	\$ 3.50	\$ 7.00
Olla	2	U	\$ 8.00	\$ 16.00
Cooler box	1	U	\$ 9.50	\$ 9.50
Envases de vidrio (700 ml)	4	U	\$ 0.75	\$ 3.00
TOTAL	1			\$ 52.00
MATERIA PRIMA				
Aguamiel (mishqui)	27	Lts	\$ 0.15	\$ 4.05
TOTAL				\$ 4.05
ADITIVOS				
Maltodextrina	3	Kg	\$ 2.32	\$ 6.96
TOTAL				\$ 6.96
MATERIAL DE OFICINA				
Impresiones, copias	400	U	\$ 0.10	\$ 40.00
Anillados	4	U	\$ 6	\$ 24.00
TOTAL				\$ 64,00
ANÁLISIS				
Físico-químico	1	--	\$ 245.00	\$ 245.00
Microbiológico	1	--	\$ 39.00	\$ 39.00
TOTAL				\$ 284.00
PRESUPUESTO				\$ 1,466.01
IMPREVISTOS	15%			\$ 219.90
PRESUPUESTO TOTAL				\$ 1,685.91

Elaborado por: Chicaiza A. y Molina M. (2019).

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

Al finalizar la investigación se cumplieron los objetivos planteados durante el desarrollo del proyecto concluyendo lo siguiente:

- En base al objetivo general se elaboró el dulce de agave en polvo por el método de aspersión en seco, con el fin de obtener un nuevo producto que tenga la característica de endulzante, siendo un sustituyente de los tradicionales, brindando una nueva alternativa para la elaboración de productos que utilicen edulcorantes en su formulación.
- Se determinó el mejor tratamiento de acuerdo a la aplicación de concentración en el aguamiel y parámetro de secado (temperatura de entrada y flujo de alimentación), teniendo como resultado que el tratamiento t_9 (a_3b_3) con una concentración de 30 °brix, temperatura de 170 °C y una alimentación de 900 ml/h, fue el mejor de todos tomando como indicadores la humedad, poder edulcorante y el rendimiento respectivamente.
- Se realizó el análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento, correspondiente al tratamiento t_9 (a_3b_3) 30 °brix de concentración y 170 °C : 900 ml/h en parámetros de secado, los resultados se obtuvieron en el laboratorio LABOLAB y en el departamento de alimentos y biotecnología (DECAB) de la Escuela Politécnica Nacional, dando como valores de humedad 1.54%, pH 5.13, cenizas 3%, almidón 0%, azúcares reductores 32.3% azúcares totales 65.8%, poder edulcorante 59.24%, granulometría con un mayor porcentaje en el tamiz 20 con 37.4%, Coliformes totales < 10 UFC, aerobios mesófilos 1.6×10^5 UFC, mohos 1.6×10^2 UFC y levaduras < 10 UFC, estos porcentajes esta establecidos dentro
- El estudio económico realizado al mejor tratamiento t_9 (a_3b_3) se determinó un costo de \$ 12.60 ctvs y por una cada de 10 unidades de 5g cada uno, 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, comercialización, uso y consumo para el sector de Salache Bajo.

13.2 Recomendaciones

- Se recomienda la compra de equipos y demás accesorios para los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, para una mayor investigación por parte de los estudiantes en sus respectivos proyectos de investigación
- Para la recolección del aguamiel del agave, se la realiza 2 veces por día, evitar recoger cuando llueva, y sobre todo impedir el ingreso de insectos en la cavidad de la planta a través de la utilización de una piedra bien lavada y un plástico.
- Hecha la recolección del aguamiel se debe mantener en temperaturas de refrigeración 4°C y no romper la cadena de frío hasta el proceso de concentración.
- Para la producción del dulce de agave en polvo se recomienda la utilización de otro método, este puede ser el de liofilización ya que este método no es necesario la adición de la maltodextrina como vehículo para la encapsulación del agave.
- Es importante la correcta sanitización de los utensilios y equipo a utilizarse antes de la producción del dulce de agave en polvo.
- Para la recolección del dulce de agave en polvo, se recomienda hacerlo en empaques estériles, oscuros y posteriormente mantenerlo en un lugar fresco y seco, donde no haya presencia de humedad
- Para calcular el costo de producción del dulce de agave en polvo, se lo debe realizar con grandes cantidades de materia prima aguamiel de agave, ya en pocas cantidades no es rentable.

14. BIBLIOGRAFÍA

14.1 Libros

- Castells A.(1939). Cultivo de la cabuya y beneficio de sus fibras. Universidad de California. Editorial Colón, 1939.
- Ramirez M. & Williams D. (2003). Guía agro-culinaria de Cotacachi, Ecuador y alrededores. ISBN 9583357049 . (pag 36).
- Ramírez M. (2000). Ignacio Torres Adalid y la industria pulquera. Plaza y Valdes. ISBN 9688568120, 9789688568125 (Pag. 70).

14.2 Revistas

- Muñiz D, Rodríguez Jasso R, Rodríguez Herrera R, Contreras Esquivel J y Aguilar González C. Producción Artesanal del Aguamiel: Una Bebida Tradicional Mexicana. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. 2013 Volumen 5, No 10. (pág. 17)
Disponible en:
http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%2010/5%20produccion.pdf?fbclid=IwAR20Qs4_q757Q0ohRFe1nFytKdnv7wn0T7TyH_H_vAGL195dEJDfzfYRVZ8.

14.3 Tesis

- Arena P. & Quijano M. (2012). “Extracción, Caracterización y Comparación de Látex Obtenido, en Secado por Aspersión, de tres Variedades de Papaya (Carica papaya L.)”. (tesis de grado). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Ecuador.
- Arias, L. (2013). “Elaboración de una bebida alcohólica utilizando dos variedades de agave: negro (*Agave americano*) y blanco (*Furcraea andina*) empleando *sacharomyces cerevisae* en dos presentaciones (lío-filizada y en pasta) en el sector de Cristo Rey Parroquia Once de Noviembre Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi” (Tesis). Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.

- Allauca R. (2010).“DIVERSIFICACIÓN DEL USO DEL CHAGUARMISHQUI EN LA GASTRONOMÍA DEL CANTÓN GUANO” Ecuador. (pag 27,28,29,33,34 y 46)
- Bastar. S. (2012) Metodología de la investigación. Red tercer milenio .ISBN 978-607-733-149-0.
- Bautista Cruz Nelson.2006. Estudio químico bromatológico y elaboración de néctar de aguamiel de néctar de aguamiel de *Agave americana*, título profesional de químico farmacéutico, facultad farmacia y bioquímica, Perú- Lima.
- Beltrán, J, (2014). ELABORACIÓN DE EDULCORANTE A BASE DE CABUYA Y SU EFECTO POST-PRANDIAL EN ADULTOS DIABÉTICOS QUE ASISTEN AL CENTRO CINCO ESQUINAS DE LA CIUDAD DE QUITO DURANTE EL PERIODO DICIEMBRE 2013-ABRIL, 2014. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.
- Cabrera, J., & Castañeda, J. (2014). Extracción de una miel (Sirope) a partir de la planta de Agave Azul (*Agave tequilana*), como un alimento funcional. Universidad “DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO”, El Salvador.
- Correa, J. E., & Bernal, H.Y. (1989). Especies promisorias de los países del Convenio Andrés Bello (Tomo I, pp. 8-42). Santafé de Bogotá: Editora Guadalupe.
- Criollo O., (2011). “ESTABLECIMIENTO DE UN PROTOCOLO PARA LA PROPAGACIÓN MASIVA *in vitro* DE CABUYA AZUL (*Agave americana* L.) Y CABUYA BLANCA (*Furcraea andina* Trel.)”
- Hidalgo, D, (2015). DISEÑO DE UN SECADOR POR ATOMIZACIÓN PARA JUGO DE ESTEVIA (trabajo de grado). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Ecuador.
- Iglesias M., Cortez M., Generalidades sobre Metodología de la Investigación. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARMEN Colección Material Didáctico.
- Lozano R. (2015) “EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL AGUA MIEL DE LA CABUYA (*AGAVE americana*) COMO ADITIVO EN LA

ALIMENTACIÓN DE CERDOS CRIOLLOS, EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE EN LA PARROQUIA POALÓ, COTOPAXI” Ecuador. (pag 14, 16,35,36).

- Martínez, A. (2001). Saponinas esteriodes. Medellín.
- Monografías de la revista Bouteloua, 3, EL GÉNERO AGAVE L. EN LA FLORA ALÓCTONA VALENCIANA)
- Molina, L., & Taco, L. (2016). “OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INULINA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE AGAVE CABUYA NEGRA (*Agave americana L.*) Y AGAVE SISAL (*Agave sisalana P.*) CON TRES CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (40, 60, 80%) EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015-2016” (Tesis). Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
- Morales, U., & Martínez, R. (2006). Estudios de las características de rehidratación de inulina en polvo obtenida por el método de secado por aspersión a partir de *Agave atrovirens karw* (Tesis doctoral). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, México.
- Mosquera, I. (2010). INFLUENCIA DE LA HUMEDAD Y DE LA ADICIÓN DE SOLUTOS (MALTODEXTRINA O GOMA ARÁBIGA) EN LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE BOROJÓ Y FRESA EN POLVO (tesis doctoral) UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, Valencia.
- Rendón, J. (2009). FRUCTANOS DE MAGUEY: EFECTO PREBIÓTICO Y METABÓLICO. (Tesis maestría). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, México.
- Rubio M. & Soto A. (2015). “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRO-EMPRESA PRODUCTORA DE FIBRA DE DOS VARIEDADES DE AGAVE CABUYA NEGRA (*Agave americana L.*) Y AGAVE SISAL (*Agave sisalana perrine*) PARA LA ELABORACIÓN DE ARTESANÍAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN LATACUNGA, PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO,

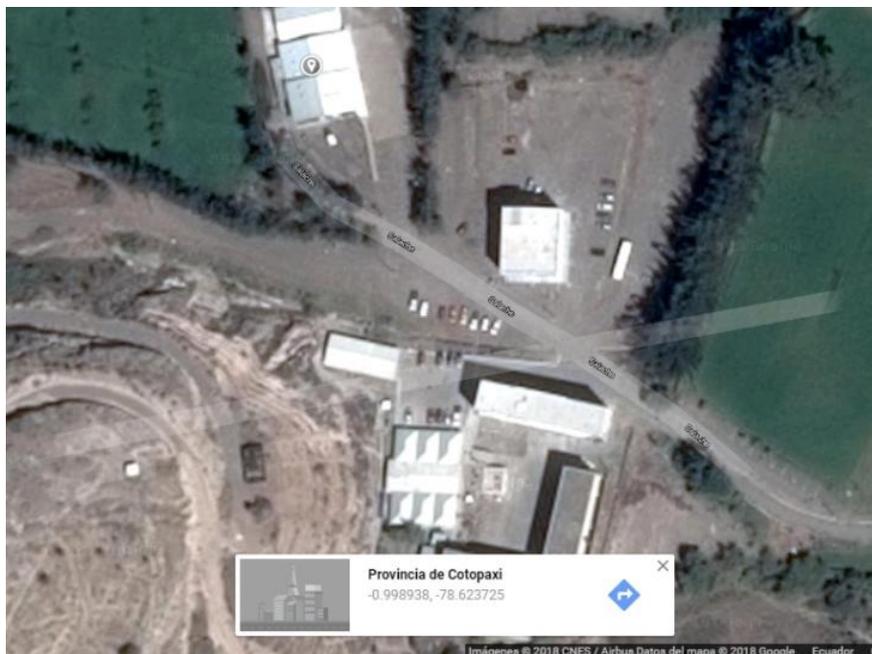
- COMUNIDAD COLAGUANGO ALTO EN EL PERÍODO 2014-2015” Ecuador. (pag. 50,51).
- Rivera C.(2016). APORTE DEL *Agave americana* A LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE JORAS-AYABACA-PIURA; PERÚ. (pág. 16).
 - Spray drying Handbook. Quinta edición. London: Longman Scientific & Technical, 1991.
 - Tenorio O. (2016) “EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL AGUA MIEL DE LA CABUYA (*Agave americano*) COMO ADITIVO EN EL AGUA DE BEBIDA EN POLLOS BROILER EN LA PARROQUIA GUAYTACAMA, COTOPAXI” Ecuador. (pag 34,35).
 - Vásquez, A. (2009). Evaluación de dos procesos para la obtención de miel del *Agave atrovierns* karw. (Tesis de pregrado). UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”, México.
 - Yanza. E. (2003). DISEÑO DE UN SECADOR POR ATOMIZACIÓN A NIVEL PILOTO PARA JUGO CONCENTRADO DE TOMATE DE ARBOL (proyecto final). UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA. Colombia

14.4 Links web:

- www.dietas.net, (2010)
- <http://www.redalyc.org/html/813/81343176006/> secado por aspersión
- <http://www.uti.edu.ec/antiguo/index.php/investigacion-por-carreras/item/554-volumen3-cap6.html>
- <https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/>
- http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf

15. ANEXOS.

Anexo 1. Localización de lugar del proyecto



Fuente: Google Maps

Coordenadas en X: 998997

Coordenadas en Y: 78623750

Dirección: Km 7.53 vía Salache

Anexo 2. Hojas de vida**Anexo 2.1 Tutor****HOJA DE VIDA TUTOR****DATOS PERSONALES****Apellidos:** Zambrano Ochoa**Nombres:** Zoila Eliana**Cedula de ciudadanía:** 0501773931**Lugar y fecha de nacimiento:** Alausí, 07 de agosto de 1971**Dirección domiciliaria:** el Loreto, calle Quito y Gabriela Mistral**Teléfono convencional:** 032814188 **Teléfono celular:** 095232441**Correo electrónico:** zoila.zambrano@utc.edu.ec**En caso de emergencia contactarse con:** Laura Ochoa. 032802919**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CODIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	INGENIERA AGROINDUSTRIAL	27/AGOSTO/2002	1020-02-180061
CUARTO	MAGISTER EN GESTION DE LA PRODUCCIÓN	29/OCTUBRE/2007	1020-07-668515

HISTORIAL PROFESIONAL**Facultad en la que labora:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.**Carrera a la que pertenece:** Ingeniería Agroindustrial.**Área del conocimiento en la cual se desempeña:** Ingeniería, Industria y Construcción.**Período académico de ingreso a la UTC:** septiembre 2000

Eliana Zambrano Ochoa**C.C. 050177393-1**

Anexo 2.2 Tutorado**HOJA DE VIDA****1.- DATOS PERSONALES****NOMBRES Y APELLIDOS:** Alex Orlando Chicaiza Vilca**FECHA DE NACIMIENTO:** 1993/01/11**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 05035675543**ESTADO CIVIL:** Soltero**NÚMEROS TELEFÓNICOS:** 0999277031 / 032690-848**E-MAIL:** alex.chicaiza4@utc.edu.ec**2.- ESTUDIOS REALIZADOS****NIVEL PRIMARIO:** Escuela Fiscal Riobamba de Pilacoto**NIVEL SECUNDARIO:** Colegio Nacional "San Jose" de Guaytacama**SUPERIOR:** Universidad Técnica de Cotopaxi**3.- TÍTULOS****BACHILLER:** Químico Biológicas (2010)**SUPERIOR:** Egresado de la Carrera de Ingeniera Agroindustrial**IDIOMA EXTRANJERO:** Ingles**SEMINARIOS:**

-Inocuidad y Seguridad Alimentaria (2017)

-Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial (2018)

-BPM (2018)

**Alex Chicaiza****C.C. 0503567554-3**

Anexo 2.3 Tutorada**HOJA DE VIDA****1.- DATOS PERSONALES****NOMBRES Y APELLIDOS:** Mayra Alexandra Molina Pilatasig**FECHA DE NACIMIENTO:** 1995/07/01**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 050293504-2**ESTADO CIVIL:** Soltera**NÚMEROS TELEFÓNICOS:** 0987356652 / 032104-046**E-MAIL:** Mayra.molina2@utc.edu.ec / may.alexanmolina73@gmail.com**2.- ESTUDIOS REALIZADOS****NIVEL PRIMARIO:** Unidad Educativa “Elvira Ortega”**NIVEL SECUNDARIO:** Unidad Educativa “Victoria Vasconez Cuvi”**NIVEL SUPERIOR:** Universidad Técnica de Cotopaxi**3.- TÍTULOS****BACHILLER:** Químico Biológicas (2013)**SUPERIOR:** Egresada de la Carrera de Ingeniera Agroindustrial**IDIOMA EXTRANJERO:** Ingles**SEMINARIOS:**

-Inocuidad y Seguridad Alimentaria (2017)

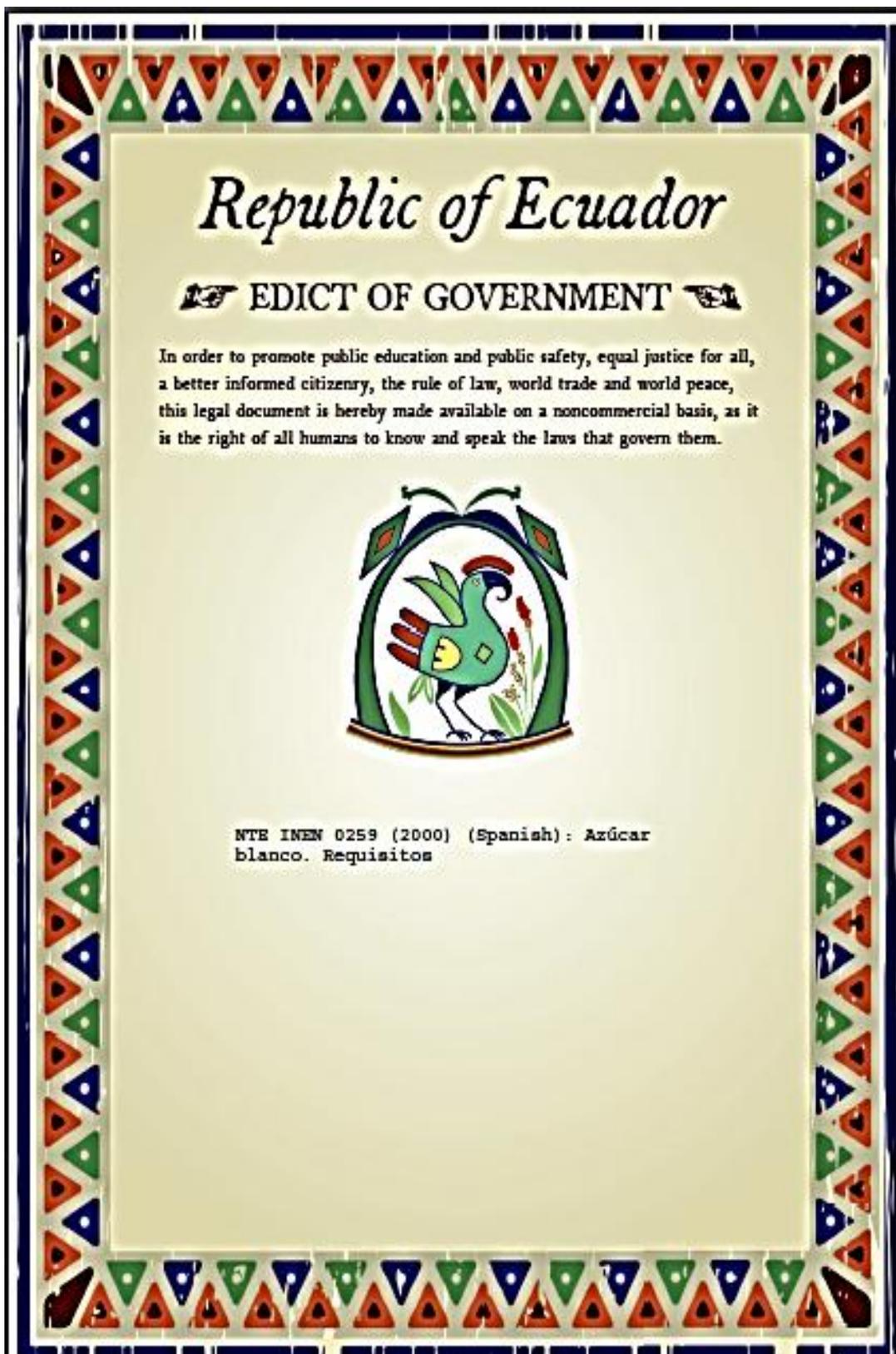
-Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial (2018)

-BPM (2018)

**Mayra Molina****C.C. 050293504-2**

Anexo 4. Normas

4.1 Norma INEN 0259. Azúcar Blanco





INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 259:2000

Primera revisión

AZÚCAR BLANCO. REQUISITOS.

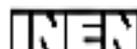
Primera Edición

WHITE SUGAR. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Producto alimenticio, azúcar, azúcar blanco, requisitos.
AL: 02.04-402
COJ: 054.1
CIJ: 3118
ICS: 67.180.10

CDU: 654.1
ICS: 67.180.10



CIU: 3118
AL 02.04-402

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	AZÚCAR BLANCO. REQUISITOS.	NTE INEN 250:2000 Primera revisión 2000-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el azúcar blanco.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica al azúcar blanco obtenido de los productos de extracción de la caña o de la remolacha azucarera que han sido sometidos a procesos de sulfitación, clarificación y purificación.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Azúcar. Es la denominación común del producto constituido principalmente por sacarosa, que se extrae generalmente de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) o de la remolacha azucarera (<i>Beta Vulgaris</i> L.).</p> <p>3.2 Sacarosa. Es el disacárido constituido por la unión de Fructosa y Dextrosa. Corresponde a la fórmula química: $C_{12}H_{22}O_{11}$. En estado sólido cristaliza en el sistema monoclinico en forma de cristales anhidros transparentes y hemihedrales, en solución acuosa tiene una rotación específica de:</p> <p style="text-align: center;">Rotación Específica²⁰_D = + 66,53°</p> <p>3.3 Azúcar blanco. Es el producto cristalizado, obtenido del cocimiento del jugo fresco de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera, previamente purificado en un proceso de clarificación con cal y azufre.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 El azúcar blanco debe tener color, olor y sabor característicos, libre de aromas u olores extraños.</p> <p>4.2 El azúcar blanco debe estar exento de materia extraña y de sustancias de uso no permitido. Los residuos de pesticidas, plaguicidas y sus metabolitos no podrán superar los límites establecidos por el Coder Alimentario y el FDA.</p> <p>4.3 El azúcar blanco debe ser procesado bajo condiciones sanitarias adecuadas que permitan reducir al mínimo la contaminación por hongos, bacterias y microorganismos en general.</p> <p>4.4 No se permite la adición de colorantes ni de otras sustancias que modifiquen la naturaleza del producto.</p> <p>4.5 El tamaño de los granos del cristal del azúcar blanco debe ser uniforme.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Producto alimenticio, azúcar, azúcar blanco, requisitos.</p>		

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Específicos

5.1.1 El azúcar blanco ensayado de acuerdo a las normas correspondientes debe cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos para el Azúcar Blanco

REQUISITO	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Polarización a 20 °C	°S	99,4	—	NTE INEN 264
Humedad	%	—	0,075	NTE INEN 265
Cenizas de conductividad	%	—	0,10	NTE INEN 267
Azúcares reductores	%	—	0,10	NTE INEN 266
Color	UI	—	350	NTE INEN 268
Dióxido de Azufre (SO ₂)	mg/kg	—	50	NTE INEN 274
Materia insoluble en agua	mg/kg	—	150	
Arsénico (As)	mg/kg	—	1,0	NTE INEN 269
Cobre (Cu)	mg/kg	—	2,0	NTE INEN 270
Plomo (Pb)	mg/kg	—	0,5	NTE INEN 271

$$^{\circ}Z = ^{\circ}S \times 0,99971$$

5.1.2 El azúcar blanco ensayado de acuerdo a las normas correspondientes debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para el Azúcar Blanco

REQUISITO	UNIDAD	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Recuento de mesófilos aerobios	UFC/g	$2,0 \times 10^2$	NTE INEN 1529-5
Coliformes totales	NMP/g	< 3	NTE INEN 1529-6
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	$1,0 \times 10^2$	NTE INEN 1529-10

5.2 Requisitos Complementarios

5.2.1 El peso o contenido neto de los envases de azúcar blanco debe cumplir con el peso declarado, de acuerdo a NTE INEN 480.

5.2.2 Es responsabilidad de cada uno de los niveles de la cadena de Producción, embalaje, Almacenamiento, Transporte, Distribución y Ventas, el de cumplir y hacer cumplir los requisitos establecidos en el Código de la Salud, en caso de incumplimiento, debe responsabilizarse cada uno en su nivel respectivo de esta cadena, a fin de que el azúcar blanco llegue al consumidor en óptimas condiciones.

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 262.

6.1.2 En la muestra extraída se efectuarán los ensayos indicados en el numeral 5 de esta norma.

(Continúa)

6.2 Aceptación o Rechazo

6.2.1 Se acepta el lote si las muestras analizadas cumplen con los requisitos establecidos en esta norma caso contrario se rechaza el lote.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 Los envases y embalajes deben ser de materiales de naturaleza tal que no reaccionen con el producto.

7.2 Los materiales usados para envasar y embalar deben estar limpios y deben proteger al producto de cualquier contaminación durante el transporte y almacenamiento.

7.3 El azúcar blanco debe envasarse en recipientes de materiales aptos tales como: papel kraft, polietileno, polipropileno y otros que la autoridad sanitaria lo permita.

8. RÓTULADO

8.1 El rotulado del azúcar blanco debe cumplir con lo especificado en la NTE INEN 1 334.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 262:1999	Azúcar. <i>Muestreo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 264:1999	Azúcar. <i>Determinación de la polarización</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 265:1999	Azúcar. <i>Determinación de la humedad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 266:1999	Azúcar. <i>Determinación del azúcar reductor</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 267:1999	Azúcar. <i>Determinación de las cenizas de conductividad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 268:1999	Azúcar. <i>Determinación del color</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 269:1999	Conservas vegetales. <i>Determinación del Arsénico</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 270:1999	Conservas vegetales. <i>Determinación del Cobre</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 271:1999	Conservas vegetales. <i>Determinación del Plomo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 480:1999	Productos sólidos empaquetados o envasados. <i>Procedimiento de inspección y prueba de paquetes de contenido neto constante</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334:1999	Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. <i>Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:1999	Control microbiológico de los alimentos. <i>Determinación del número de microorganismos aeróbicos mesófilos EP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-6:1999	Control microbiológico de los alimentos. <i>Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del número más probable</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10:1999	Control microbiológico de los alimentos. <i>Determinación del número de mohos y levaduras viables</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Técnica Colombiana. NTC 611 Industrias Alimentarias. Azúcar Blanco. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá 1995.

Codex Alimentario. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. CODEX STAN 4-1981 Azúcar Blanco. Volumen 11. Roma 1994

Codex Alimentario. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. ALINORM 98/25 Apéndice I Proyecto de norma revisada para los Azúcares. Roma 1999.

4.2. Norma Codex Stan 212-1999

CODEX STAN 212-1999

Página 1 de 5

NORMA DEL CODEX PARA LOS AZUCARES¹

CODEX STAN 212-1999

1. ÁMBITO Y DESCRIPCIÓN

La presente norma se aplica a los azúcares siguientes destinados al consumo humano sin ser sometidos a procesos adicionales (los términos están entre paréntesis). Incluye azúcares vendidos directamente al consumidor final y azúcares utilizados como ingredientes en productos alimenticios. La descripción de cada azúcar también aparece abajo.

<u>Nombre</u>	<u>Descripción</u>
Azúcar blanco	Sacarosa purificada y cristalizada (sucrosa) con una polarización no menor de 99,7%.
Azúcar blanco de plantación o refinaria (u otro nombre equivalente aceptado en el país de origen en que se vende)	Sucrosa (sucrosa) purificada y cristalizada, con una polarización no menor de 99,5%.
Azúcar en polvo (azúcar glas)	Azúcar blanco finamente pulverizado, con o sin la adición de un agente antiaglutinante.
Azúcar blanco blanco	Azúcar blanco purificado, de grano fino, de color blanco, con un contenido de sacarosa más contenido de azúcar invertido de no menos de 97,0% m/m.
Azúcar blanco moreno	Azúcar blanco purificado, de grano fino, de color marrón claro a marrón oscuro, con un contenido de sacarosa más contenido de azúcar invertido de no menos de 88,0% m/m.
Dextrosa anhidra	D-glucosa purificada y cristalizada sin agua de cristalización, con un contenido de D-glucosa de no menos de 99,5% m/m sobre peso seco y un contenido total de sólidos de no menos del 98,0% m/m.
Dextrosa monohidrato	D-glucosa purificada y cristalizada que contiene una molécula de agua de cristalización, con un contenido de D-glucosa de no menos de 99,5% m/m sobre peso seco y un contenido total de sólidos de no menos del 90,0% m/m.
Dextrosa en polvo (dextrosa glas)	Dextrosa anhidra finamente pulverizada o dextrosa monohidrato o mezcla de ambas, con o sin adición de un agente antiaglutinante.
Jarabe de glucosa	Solución acuosa concentrada y purificada de azúcares nutritivos obtenidos del almidón y/o la malta. El jarabe de glucosa tiene un contenido equivalente de dextrosa de no menos del 20% m/m (expresado como D-glucosa sobre peso seco), y un contenido total de sólidos de no menos del 70% m/m.
Jarabe de glucosa deshidratado	Jarabe de glucosa del que se ha separado parcialmente el agua para obtener un contenido total de sólidos de no menos del 93,0% m/m.

¹ Esta norma reemplaza las normas para el Azúcar Blanco, Azúcar en Polvo, Azúcares Blancos, Dextrosa Anhidra, Dextrosa Monohidrato, Dextrosa en Polvo, Jarabe de Glucosa, Jarabe de Glucosa Deshidratado, Lactosa y Fructosa.

Cuadro 1: Factores Adicionales de Composición y Calidad

Composición y factores de calidad	Azúcar blanco	PMWS	Azúcar blanco moreno	Azúcar blanco blanco	Azúcar Puro (azúcar glasé)	Dextrosa anhidra seco	Dextrosa monohidrato seco	Dextrosa en Polvo seco	Dextrosa en Polvo seco	Arabe glicosilado	Arabe glicosilado deshidratado	Fructosa	Lactosa seco
Cenizas Solubles (% máx)	N/A	N/A	≤ 3.5	N/A	N/A	≤ 0.25- en seco	≤ 0.25- en seco	≤ 0.25- en seco	≤ 1.0- en seco	≤ 1.0- en seco	N/A	N/A	≤ 0.3- en seco
Cenizas de conductividad (% máx)	≤ 0.04	≤ 0.1	N/A	≤ 0.2	≤ 0.04	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	≤ 0.1	N/A
Contenido de azúcar invertido (% máx)	≤ 0.04	≤ 0.1	≤ 12.0	0.3-12.0	≤ 0.04	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sucrosa más contenido de azúcar invertido (% máx expresado en sucrosa)	N/A	N/A	≥ 88.0	≥ 97.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Pérdida por desecación (% máx)	≤ 0.1 ^a	≤ 0.1 ^a	≤ 4.5	≤ 3.0	≤ 0.1 ^a	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	≤ 0.5	≤ 6.0
Contenido de almidón (% máx)	N/A	N/A	N/A	N/A	≤ 3.0	N/A	N/A	≤ 5.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Color (unidades ICUMSA)	≤ 60	≤ 150	N/A	≤ 60	≤ 60	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	≤ 30	N/A
pH (por 10% m/m)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.5-7.0	4.5-7.0

N/A - no aplicable

a - no se aplica al azúcar blanco en formas de terrones o cubos o al azúcar de caramelo cristalizado o al azúcar de rosa

PMWS - azúcar blanco de planificación y refinación

4.3. Ficha Técnica MAPRYSER



FICHA TÉCNICA

Ref.: 19022016.00

NOMBRE DEL PRODUCTO:	AZÚCAR DE AGAVE CRISTALIZADO ECOLÓGICO
CERTIFICADO:	EU ORGANIC
ORIGEN:	Sud África
DESCRIPCIÓN:	Producto ecológico y no modificado genéticamente, ni irradiado.
INGREDIENTES:	Sirope de Agave
PRODUCCIÓN:	El zumo se colecta de la planta de Agave, se filtra y se procesa con hidrolasas a baja temperatura de evaporación, se producen los cristales de Agave, se envasa y almacena.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO:

PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS:

Parámetros organolépticos:	Descripción:
APARIENCIA	Polvo blanco cristalino, 5- 10 ICLUMSAS.
CONSISTENCIA	Polvo
OLOR	Dulce, Neutro
SABOR	Dulce, neutro
DIMENSIONES	-

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:

Parámetros microbiológicos:	Valor (ufc/g):
Recuento total aerobios*	< 100
Levaduras y mohos*	< 200
E. coli	Ausencia
Salmonella:	Ausencia en 25g.

* Límite máximo aceptable: Hasta 5 veces el límite de aceptación en cumplimiento con el Reglamento (CE) nº2073/2005 y posteriores modificaciones.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL:

Parámetro nutricional:	Valor (Por 100g):
ENERGÍA:	1672 kJ = 399 cal
PROTEÍNA:	0.2 g
GRASA:	0.09 g
• De las cuales saturadas:	• 0 g
HIDRATOS DE CARBONO:	86.9 g
• De los cuales azúcares:	• 86 g
FIBRA:	8.5 g
SODIO (NA)	7.35 mg

* Valores orientativos por la naturaleza de nuestros productos.

MAPRYSER, S.L. / Pza. Joan Cornudella 23 / 08035 BARCELONA / Telf. +34 934270831 / organic@mapryser.com

T-MPS

LISTADO GENÉRICO DE ALÉRGENOS:

(de acuerdo al Reglamento (UE) Nº 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo)

Producto	Presencia	Producto	Presencia
Cereales que contengan gluten	No	* Almendras	No
* Trigo	No	* Avellanas	No
* Centeno	No	* Nueces	No
* Cebada	No	* Anacardos	No
* Avena	No	* Pacanas	No
* Espelta	No	* Nueces de Brasil	No
* Kamut o sus variedades híbridas	No	* Alifónicos	No
Crustáceos y productos a base de crustáceos	No	* Nueces macadamia	No
Huevos y productos a base de huevo	No	Apio u productos derivados	No
Pescado y productos a base de pescado	No	Mostaza y productos derivados	No
Cacahuetes y productos a base de cacahuetes	No	Granos de sésamo y productos a base de granos de sésamo	No
Soja y productos a base de soja	No	Dióxido de azufre y sulfitos en concentraciones superiores a 10 mg/kg o 10 mg/l	No
Leche y sus derivados (incluida la lactosa)	No	Altramucos y productos a base de altramucos	No
Frutos de cáscara:	No	Moluscos y productos a base de molusco	No
<i>Si = presente No = ausente T= Trazas</i>			
<i>No/ T* Consultar con Mapryser las diferentes calidades del producto.</i>			

APTO PARA:

Vegetarianos	Si	Kosher-certified	No
Veganos	Si	Halal-certified	No
Lácteo-vegetarianos	Si	Comercio Justo	No
NOP-certified	Si		

EMBALAJE Y CONSERVACIÓN:

Almacenar el producto en un lugar seco a temperatura ambiente, evitar temperaturas altas.

VIDA ÚTIL:

Mantiene sus propiedades durante 60 meses.

MAPRYSER, S.L. / Pza. Joan Cornudella 23 / 08035 BARCELONA / Telf. +34 934270681 / organic@mapryser.com

T-MPS

INFORMACIÓN ADICIONAL:

PARÁMETROS ANALÍTICOS:

Parámetros analíticos:	Valor:
CONTENIDO EN AGUA	0.025% máx.
VALORES A ₅₄₀	-
PUREZA (%)	-
ROTURAS (%)	-
METALES PESADOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Plomo • Cadmio • Mercurio 	• En cumplimiento con la normativa europea
PESTICIDAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Organocloropesticidas: • Organofosforpesticidas: • Otros pesticidas: 	• En cumplimiento con la normativa europea
IMPUREZAS	
piedras, otras semillas, parásitos:	-

* Producto en cumplimiento con la legislación vigente de límite de contaminantes, metales pesados, pesticidas y toxinas presentes en el Reglamento (CE) 1831/2003, Reglamento (CEE) nº 854/2007, 853/2008 y posteriores modificaciones.

OTROS:

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y DATOS FÍSICO-QUÍMICOS:

° Brinc	74-76	Glucosa/sacarosa/maltosa:	0.2-1.5%
pH:	5.25	índice glucémico:	22
Fructosa:	86.7 – 88.5%		

FECHA EDICIÓN:	19/02/2016	FECHA MODIFICACIÓN:	-
VERSIÓN:	00		
<p>Este producto ecológico se ajusta al Reglamento (CEE) no. 854/2007, 853/2008 y posteriores disposiciones y modificaciones.</p> <p>La información que facilitamos en el presente documento se refiere únicamente al producto y a nuestro actual conocimiento y saber. Mapryser se reserva el derecho de cambiar las especificaciones en cualquier momento como consecuencia del origen natural del producto. Debido a que no podemos prever o controlar las distintas condiciones bajo las cuales esta información y nuestros productos pueden ser usados, no garantizamos la aplicabilidad o la conveniencia de nuestros productos en ninguna situación individual. Cualquier información o instrucción que pertenece al empleo de nuestros productos serán consideradas únicamente como sugerencias no obligatorias.</p>			

MAPRYSER, S.L. / Pta. Joan Cornudella 23 / 08035 BARCELONA / Telf. +34 934270831 /

organic@mapryser.com

T-MPS

Anexo 4.4. Ficha técnica de maltodextrina



LC 1 BENE CERTIFICADO DE ANALISIS / ATTESTACION DE CONFORMIDAD

PAGINA 1

RESQUIN S.A. / RUC. 0990864092001

LOTIZACION INMOCONSA

CALLE DR. ROBOGATO VASQUEZ, BOLAR 13,

MANZANA 9, GUAYAQUIL - ECUADOR

GLUCIDEX 12 - MALTO DEXTRINE

DESTINATARIO RESQUIN/EC/GUAYAQUI

332210 X

FACTURA..... BSK21R1
CANTIDAD..... 9.750 KG
ORDEN..... ORD 3467.03.17
LOTE..... E516H
FABRICONTROLA 03 AOSTO 2017

FECHA DE CADUCIDAD

03 ABO 2022

ASPECTO LIMPIEZA PRODUCTO	CONFORME	CONFORME
PERDIDA A LA DESSECACION	%	4,0
DEXTROSA EQUIVALENTE/GLUCOSA		12,3
ASPECTO EN SOLUCION	CONFORME	CONFORME
DIOXIDO DE AZUFRE	MG/KG	< 5
PART. > 250 MICRAS	%	3
PART. SUP. A 40 MICRAS	%	82,7
DEMSIDAD SIN ASENTAR	KG/L	0,55
PH EN SOLUCION		4,5



LC 1 BENE CERTIFICADO DE ANALISIS / ATTESTACION DE CONFORMIDAD

PAGINA 2

RESQUIM S.A. / RUC. 0990654002001

LOTIZACION INNOCENSE

CALLE DR. HONORATO VASQUEZ, SOLAR 13,

MANZANA 9, GUAYAQUIL - ECUADOR

GLUCIDEX 12 - MALTO DEXTRINE

DESTINATARIO RESQUIM/EC/GUAYAQUIL

332210 X

FACTURA..... ESK2381

CANTIDAD..... 9.750 KG

ORDEN..... BRQ 3467.03.17

LOTE..... E516H

FAB&CONTROLA 03 AGOSTO 2017

FECHA DE CADUCIDAD

03 AGO 2022

METALES PESADOS

NO/NO

< 5,0

PLOMO

NO/NO

< 0,2

ARSENICO

NO/NO

< 0,20

CADMIO

NO/NO

< 0,10

MERCURIO

NO/NO

< 0,02



LC 1 ENE CERTIFICADO DE ANALISIS / ATTESTACION DE CONFORMIDAD

PAGINA 3

RESQUIN S.A. / RUC. 0990854092001

LOTIZACION INMACONSA

CALLE DR. HONORATO VASQUEZ, SOLAR 13,

MANZANA 9, GUAYAQUIL - ECUADOR

GLUCIDEX 12 - MALTO DEXTRINE

DESTINATARIO RESQUIN/BC/GUAYAQUI

332210 X

FACTURA..... BEN23R1
CANTIDAD.... 9.750 KG
ORDEN..... GRQ 3467.03.17
LOTE..... B516H
FAB&CONTROLA 03 AGOSTO 2017

FECHA DE CADUCIDAD

03 AOO 2022

RECUESTO DE AEROBICOS TOTALES	/100	< 100
ESCHERICHIA COLI	AUS/100	CONFORME
SALMONELA	AUS/250	CONFORME
MOROS	/100	< 50
LEVADURAS	/100	< 50
ESPORAS DE ANAEROBICOS S.R.	/100	< 5

LESTREN, FRANCIA/CONTOUR-GUEZELLO PATRICK A/24 AGOSTO 2017

RESP. ASIGNAMIENTO DE CALIDAD

Este certificado lleva firma electronica.

ROQUETTE FRERES, 1, RUE DE LA HAUTE JOGE, 62136 (ESTREM FRANCE, TEL. 03.21.63.34.00
SOCIETE ANONYME AU CAPITAL DE 8.812.918 EUROES RCS ARRAS 357 300 054 TVA FR 46357200054
WWW.ROQUETTE.COM

Anexo 4.5 Investigación IPN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA

TESIS

Presentada para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN BIOPROCESOS

Por

I.A. Abril Ramírez Higuera

EVALUACIÓN DEL EFECTO PREBIOTICO DEL AGUAMIEL DE MAGUEY (*Agave salmiana*) EN *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Dirigida por

Director: Dr. Gustavo Valencia del Toro

Codirector: Dr. Jorge Yáñez Fernández

México, D.F. 13 de Enero del 2010



Evaluación del efecto prebiótico

Cuadro 11. Características del aguamiel en polvo

Humedad %	Solubilidad %	Aw	Rendimiento %	dp μm
1.99	90.49	0.18	45.1	9

Aw: actividad de agua dp: diámetro de partícula

Fuente: Rocha y Rojas, 2009

Anexo 3. Análisis físico químico de la Escuela Politécnica Nacional

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
	ISO/IEC 17025	FECHA DE VIGENCIA: 2-8-2018 VERSIÓN: 00	

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

FECHA: 06/02/2019

Informe No: IE-BR-19-012

CLIENTE/EMPRESA: ALEX CHICAIZA

Persona de contacto: Alex Chicaiza

Teléfono: 09999277031

Dirección cliente: Vía principal Saquisilí Lasso. Barrio 12 de octubre Fax: N/A

Correo electrónico: alex.chicaiza4@utc.edu.ec

Tipo de muestra: Harina

Fecha de recepción muestra: 30/01/2019

Fecha de realización análisis: 30-01-2019/05-02-2019

ORDEN DE TRABAJO: DC-OT0007-2019

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO (S)

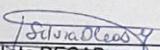
No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	DC-MU4843	Dulce de agave	Humedad al vacío	Bromatología
			PH	
			Ceniza	

RESULTADOS

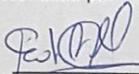
	ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
1	DC-MU4843	Humedad al vacío	1.54	g/100 g muestra (%)	AOAC 934.01
		PH	5.13	-----	AOAC 943.02
		Ceniza	3.00	g/100 g muestra (%)	AOAC 923.03

COMENTARIOS:

Realizo por:


 Analista DECAB
 Ing. Silvia Oleas

Revisado por:


 Responsable de Calidad DECAB
 Dr. Edwin Vera

QUEJAS Y SUGERENCIAS

El cliente puede canalizar las quejas sobre los resultados de los análisis, sobre el tiempo de entrega del informe, u otro aspecto, a través del Jefe del DECAB, o de la persona Encargada de Recepción de Muestra y Atención al Cliente, ya sea en forma verbal o en forma escrita hasta 8 días después de la entrega del informe. En el DECAB se mantiene un registro de quejas y sugerencias con el fin de mejorar el Servicio al Cliente. El laboratorio no se responsabiliza por el muestreo realizado antes de la entrega de las muestras al DECAB, pero si se responsabiliza de las muestras recibidas, tal como se las entrega.

	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	
		FECHA DE VIGENCIA: 2-8-2018	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 00	

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

FECHA: 14-02-2019

Informe No: IE-BR-19-19

CLIENTE/EMPRESA: ALEX CHICAIZA

Teléfono: 0999277031

Persona de contacto: ALEX CHICAIZA

Dirección cliente: Vía Principal Saquisilí Lasso. Barrio 12 de Octubre

Correo electrónico: alex.chicaiza4@utc.edu.ec

Tipo de muestra: POLVO

Fecha de recepción muestra: 1-02-2019

Fecha de realización análisis: 11 al 13- 02-2019

ORDEN DE TRABAJO: DC-OT0007-2019

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO (S)

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	DC-MU4843	DULCE DE AGAVE EN POLVO.	Almidón	Bromatología
1	DC-MU4843	DULCE DE AGAVE EN POLVO .	Azúcares Reductores	Bromatología
1	DC-MU4843	DULCE DE AGAVE EN POLVO.	Tamaño de Partícula	Bromatología

RESULTADOS

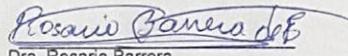
Muestra-ID Muestra.	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DULCE DE AGAVE EN POLVO. DC-MU4843.- 1	ALMIDÓN	0	% (g/100g)	- 920.44 25.1.11 - 923.09 44.1.15 AOAC 2016
DULCE DE AGAVE EN POLVO. DC-MU4843.- 1	AZÚCARES REDUCTORES	32.3	% (g/100g)	

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	 DECAB <small>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA</small>
		FECHA DE VIGENCIA: 2-8-2018	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 00	

RESULTADOS:

Muestra-ID	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DULCE DE AGAVE EN POLVO DC-MU4843.- 1	TAMAÑO DE PARTÍCULA Especificación A.S.T.M. E-11:			
	Sobre Tamiz 20	37.4	% (g/100 g)	INEN 517
	Sobre Tamiz 40	22.6		
	Sobre Tamiz 50	7.5		
	Sobre Tamiz 70	6.7		
	Sobre Tamiz 80	3.9		
	Fondo	21.9		

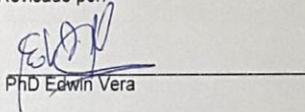
Realizado por:



 Dra. Rosario Barrera

Analista DECAB

Revisado por:



 PhD Edwin Vera

Responsable de Calidad DECAB

QUEJAS Y SUGERENCIAS

El cliente puede canalizar las quejas sobre los resultados de los análisis, sobre el tiempo de entrega del informe, u otro aspecto, a través del Jefe del DECAB, o de la persona Encargada de Recepción de Muestra y Atención al Cliente, ya sea en forma verbal o en forma escrita hasta 8 días después de la entrega del informe. En el DECAB se mantiene un registro de quejas y sugerencias con el fin de mejorar el Servicio al Cliente. El laboratorio no se responsabiliza por el muestreo realizado antes de la entrega de las muestras al DECAB, pero si se responsabiliza de las muestras recibidas, tal como se las entrega.

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB) Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: decab@epn.edu.ec PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	CÓDIGO: F-PT-7.7-01-04	 DECAB <small>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA</small>
		FECHA DE VIGENCIA: 2-8-2018	
ISO/IEC 17025		VERSIÓN: 00	

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

FECHA: 14-02-2019 **Informe No:** IE-BR-19-20
CLIENTE/EMPRESA: ALEX ORLANDO CHICAIZA VILCA
Persona de contacto: ALEX ORLANDO CHICAIZA VILCA **Teléfono:** 0999277031
Dirección cliente: Via Principal Saquisilí Lasso. Barrio 12 de Octubre
Correo electrónico: alex.chicaiza4@utc.edu.ec **Tipo de muestra:** POLVO
Fecha de recepción muestra: 6-02-2019
Fecha de realización análisis: 11- al 13- 02-2019

ORDEN DE TRABAJO: DC-OT0011-2019

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO (S)

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	DC-MU4862	DULCE DE AGAVE EN POLVO.	Azúcares Totales (Reductores + Invertidos)	Bromatología

RESULTADOS

Muestra-ID Muestra.	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DULCE DE AGAVE EN POLVO. DC-MU4862 - 1	AZÚCARES TOTALES (REDUCTORES + INVERTIDOS)	65.8	%	- 920.44
			(g/100g)	25.1.11
				- 923.09
				44.1.15
				AOAC 2016

Realizado por:


 Dra. Rosario Barrera

Analista DECAB

Revisado por:


 Ph.D. Edwin Vera

Responsable de Calidad DECAB

Anexo 4. Análisis físico químico Labolab



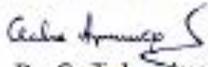
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 190626
Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE:	Mayra Molina
DIRECCIÓN:	Latacunga
MUESTRA:	Dulce de ngave deshidratada
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Polvo color habano y amarillo tenue
FECHA DE RECEPCIÓN:	30 de enero del 2019
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
LOTE:	---
ENVASE:	Funda de polietileno
TOMA DE MUESTRA:	Por cliente
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:	30 de enero - 1 de febrero del 2019
FECHA DE EMISIÓN DEL ANÁLISIS:	2 de febrero del 2019
CONDICIONES AMBIENTALES:	25°C 50%HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Azúcares (%):	HPLC	59.24
Fructosa (%)	HPLC	8.13
Glucosa (%)	HPLC	21.45
Sacarosa (%)	HPLC	29.66
Lactosa (%)	HPLC	0.00



Dra. Cecilia Luzitaga
GERENTE GENERAL



El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización de **LABOLAB, AGUAS Y AFINES**.
Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, enzimológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, salsas, metales pesados y otros.
Fco. Andrade Marín ET-20 y Diego de Almagre Telf.: 2583-221 / 2581-358 / 3238-583/ 3238-584 Cel.: 099 939 0412 / 099 944 2153 / 886 788 1581
E-mail: secretaria@labolab.com.ec / secretaria@labolab.com.ec / cecilia.luzitaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

Anexo 5. Análisis Microbiológicos Labolab



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS



LABORATORIO DE ENSAYOS

Orden de trabajo N° 190626
Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: Mayra Molina
DIRECCIÓN: Latacunga
MUESTRA: Dulce de agave deshidratado
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Polvo color habano y amarillo tenue
FECHA DE RECEPCIÓN: 30 de enero del 2019
FECHA DE ELABORACIÓN: ----
FECHA DE VENCIMIENTO: ----
LOTE: ----
ENVASE: Funda de polietileno
TOMA DE MUESTRA: Por cliente
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 30 de enero - 4 de febrero del 2019
FECHA DE EMISIÓN DEL ANÁLISIS: 4 de febrero del 2019
CONDICIONES AMBIENTALES: 24.5°C 50%HR

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Recuento de Aerobios mesófilos (ufc/g)	PEEM/LA/01 INEN 180-4833	1,6 x 10 ⁷
Recuento de Coliformes totales (ufc/g)	PEEM/LA/20 INEN 1529-7	< 10
Recuento de Mohos (ufc/g)	PEEM/LA/03 INEN 1529-10	1,6 x 10 ⁷
Recuento de Levaduras (ufc/g)	PEEM/LA/03 INEN 1529-10	< 10


Dra. Cecilia Lázuraga
GERENTE GENERAL



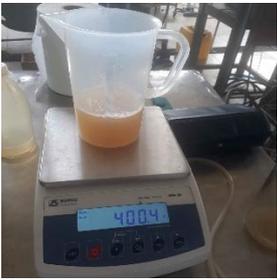
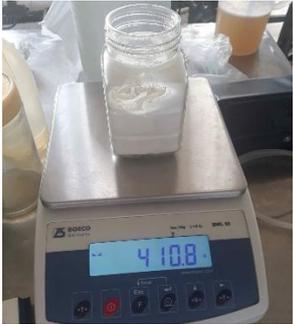
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

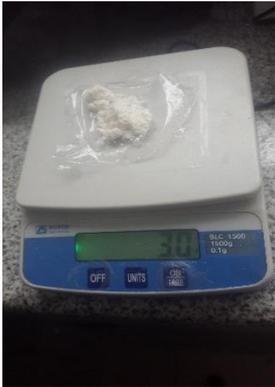
El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA
 Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, suplementos, cosméticos, pastillas, sales, resinas pesadas y otras.
 Poa. Andrade Marín E7-28 y Diego de Almagro Telf.: 2583-325 / 2581-350 / 3238-563/ 3238-004 Cel.: 888 838 8412 / 099 944 2153 / 098 700 1091
 E-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.lazuraga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

MC
www.labolab.com.ec
Quito - Ecuador
Orden: 9 / Octubre del 2019

Anexo 5. Fotografías de todo el proceso de la investigación

<p>Fotografía 1. Recepción del aguamiel</p> 	<p>Fotografía 2. Análisis del aguamiel</p> 	<p>Fotografía 3. Filtración del aguamiel</p> 
<p>Fotografía 4. Concentración del aguamiel</p> 	<p>Fotografía 5. Pesado del aguamiel en 500 ml</p> 	<p>Fotografía 6. Verificación de °brix</p> 
<p>Fotografía 7. Adición de maltodextrina</p> 	<p>Fotografía 8. Proceso de aspersión en seco</p> 	<p>Fotografía 9. Verificación del proceso</p> 
<p>Fotografía 10. Obtención del dulce de agave en polvo</p> 	<p>Fotografía 11. Dulce de agave en polvo en la cámara</p> 	<p>Fotografía 12. Pesado del frasco con el dulce de agave en polvo</p> 

<p>Fotografía 13. Pesado del dulce de agave en polvo</p> 	<p>Fotografía 14. Etiquetado del dulce de agave en polvo</p> 	<p>Fotografía 15. Determinación del poder edulcorante de dulce de agave en polvo</p> 
<p>Fotografía 16. Tablero de control de temperatura</p> 	<p>Fotografía 17. Tablero de control de alimentación de aire</p> 	<p>Fotografía 18. Equipo de aspersión en seco</p> 
<p>Fotografía 19. Determinación de humedad en el dulce de agave en</p> 	<p>Fotografía 20. Pesado del dulce de agave en polvo para determinar la</p> 	<p>Fotografía 21. Balanza de determinación de humedad</p> 