

INTRODUCCIÓN.

Según datos de FAOSTAT (FAO), la superficie destinada a la producción de fibra de cabuya (*agave spp.*) fue estimada en 3 244 has con una producción de 4 963 toneladas, y con una productividad media por ha de 1 975 kg. , dividida entre las zonas interandinas del país como son: la Cordillera Occidental lita, Imbabura; partes interandinas de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Loja y en las zonas áridas de la Costa como Manabí, Guayas y la península de Santa Elena.

Debido a la alta tendencia de consumir productos dulces por la mayor parte de personas, a la realidad actual de los valles secos interandinos que van en aumento y los remanentes boscosos que van desapareciendo poco a poco se va incrementando la superficie de producción del agave, es importante el estudiar los beneficios industriales que se puede obtener del agave y una de ellas es la obtención de un endulzante natural a base de su jugo, con la finalidad de elaborar un endulzante sustituto de los endulzantes más comunes en el mercado como son la miel de abeja y el azúcar común o de mesa comparando sus características físicas, químicas y organolépticas.

En la actualidad la producción de agave está destinada a actividades como desarrollo industrial de fibras naturales, la elaboración de artesanías y como alimento para cerdos o ganado vacuno, el jugo de agave vendría a completar el círculo industrial al usar el endulzante en bebidas o como ingrediente para alimentos, dándole así un valor agregado al producto y generando un margen de utilidad para el productor.

De acuerdo a Jean L. Multon el jugo de agave es un producto natural en comparación a los azúcares sintéticos que estos aumentan la obesidad, sobrepeso y están prohibidos en varios países para las personas, esto conlleva a investigar alternativas de conservación del jugo de agave, mejorando sus características físico, químicas y organolépticas utilizando técnicas de evaporación. Es por esta razón que la investigación se realizó con el fin de aprovechar de forma integral el jugo de agave producido en el país para que satisfaga las necesidades del consumidor.

JUSTIFICACIÓN

En nuestro país el consumo de jugo de agave es muy reducido. La provincia de Cotopaxi se ha caracterizado por sostener un mayor consumo de jugo de agave, en la ciudad de la Latacunga el consumo del jugo de agave es alrededor del 5% a nivel casero y el 95% restante como alimento para cerdos o ganado vacuno debido a la falta de información y estudio de las propiedades nutricionales que puede brindar este producto al incluirlo dentro de la dieta diaria de las personas.

El endulzante natural a base de jugo de agave representa ser una opción para reemplazar el azúcar común u otros endulzantes ya que es un endulzante natural de mayor composición química en fructosa. Esta clase de azúcar por ser simple posee menos calorías en comparación con el azúcar común, esto representa una buena alternativa como sustituto del azúcar para bebidas de bebés, niños, adultos con sobrepeso y personas comunes que prefieren productos con menos calorías posibles.

Al ser más dulce que el azúcar común en relación de (1 a 2) necesita menor cantidad de producto para endulzar las bebidas, el ahorro económico vendría a ser significativo para las empresas o persona que haga uso de este endulzante natural.

Por otro lado dentro de la ciudad de Latacunga la explotación y consumo del jugo de agave representará un nuevo ingreso económico para personas de escasos recursos ya que la planta de agave crece en zonas rurales adaptándose a climas severos, característicos de las zonas aledañas a nuestros medios, además su producción no está definida por ciclos y puede ser explotada todo el año por lo cual esta actividad puede ser adoptada fácilmente por cualquier persona que posea un cultivo de esta planta. Las personas pueden introducirlas como una actividad más en su vida diaria ya que no conlleva de mucho tiempo en el cuidado y la recolección del jugo de agave, mejorando así su estilo de vida.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Obtener un endulzante natural a base de jugo de agave (*agave spp*) por el método de evaporación a tres tiempos y tres temperaturas para utilizarlo como sustituto del azúcar común.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar la mejor temperatura y tiempo de evaporación para la obtención del endulzante natural a base de jugo de agave.
- Establecer los 3 mejores tratamientos mediante un análisis sensorial.
- Efectuar un análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento.
- Determinar la relación de fructosa-glucosa presente en endulzante.
- Efectuar un análisis económico del mejor tratamiento.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula.

Ho: Los diferentes tiempos y temperaturas de evaporación no influyen representativamente en las propiedades organolépticas, físico-químicas y microbiológicas del endulzante.

Hipótesis alternativa.

H1: Los diferentes tiempos y temperaturas de evaporación influyen representativamente en las propiedades organolépticas, físico-químicas y microbiológicas del endulzante.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el presente desarrollo del tema se detalla los antecedentes, importancia que tiene el consumo de un endulzante a lo largo del tiempo y la principal empresa que se dedica a la producción de derivados del jugo de agave, además de realizar una definición clara de que es un endulzante, su clasificación según sus propiedades nutritivas y sus tipos de presentaciones más comunes en el mercado, también se detalla la importancia, antecedentes, producción, clasificación científica, descripción botánica, requerimientos edafoclimáticos del agave. Para facilitar el desarrollo del tema se detalla los efectos del método de evaporación sobre los alimentos y el proceso de obtención del la melaza de la caña de azúcar.

1.1 Endulzante.

1.1.1 Antecedentes históricos del endulzante.

La dulzura es una cualidad que tienen algunas sustancias químicas a las que el ser humano ha asociado siempre con placer. Sólo basta remarcar el hecho de que cuando ingerimos algún dulce, chocolate o fruta, percibimos, además de la dulzura, ciertas sensaciones que solo experimentamos cuando comemos este tipo de alimentos. De aquí la importancia que estos alimentos tienen entre los consumidores. (8)

La historia del uso del azúcar también denominado edulcorantes demuestra que el hombre, desde tiempos ancestrales, ha tenido una marcada preferencia hacia los alimentos dulces. En el siglo IV D.C. el hombre solía ingerir alimentos azucarados, tal es el ejemplo de la miel que era extraída de los panales de abejas y debido a las frecuentes representaciones en pinturas rupestres, podemos inferir que era uno de sus alimentos preferidos. (8)

Nekutli es una empresa mexicana formada por organizaciones campesinas e indígenas que acordaron trabajar bajo las reglas de comercio justo, promoviendo el cultivo orgánico de agave y sus derivados no solo ofrece tequila también está dedicada a la producción de endulzante a base de jugo de agave en distintas presentaciones la cual se comercializa solo a nivel local. (h)

➤ Jarabe de agave orgánico: Endulzante natural de fructosa extraído de la planta de agave en México; se elabora en cuatro grados diferentes que varían en color y sabor. (h)

➤ Jarabe de agave orgánico con sabor: Endulzante natural de fructosa adicionado con diferentes sabores: Amareto, canela-capuchino, avellana, chocolate - menta, crema irlandesa y frambuesa. (h)

- Mermeladas orgánicas: endulzadas con jarabe de agave: Sabores guayaba, mango, piña, piña con nopal, xoconostle piña con tuna y tuna. (h)

- Metlin y Metlos: prebióticos con efecto bifidogénico, pueden ser utilizados para incrementar el contenido de fibra de los alimentos, mejorar la textura y sensación en la boca y reducir el azúcar y/o calorías. (h)

1.1.2 Definición de endulzante.

El diccionario da definiciones casi idénticas para los verbos azucarar y edulcorar, es normal designar como edulcorante toda sustancia dotado de un sabor azucarado cuando es utilizada por su acción azucarante. (6)

1.1.3 Clasificación de los edulcorantes.

Los edulcorantes utilizados en la industria alimentaría están divididos en 2 grandes grupos: Edulcorantes naturales o nutritivos y edulcorantes artificiales o no nutritivo detallados en el cuadro N° 1. (6)

CUADRO N° 1 EDULCORANTES MÁS USADOS

Endulzantes nutritivos	Endulzantes no nutritivos
Fructuosa	Sacarina
Azúcar invertida	Ciclamatina
Sacarosa	Aspartame
Glucosa	Acesulfame k

Fuente - Salminen, seppo and hallikainen. "Sweeteners".

1.1.4 Edulcorantes nutritivos.

Son aquellos que tienen su origen en alguna planta o frutos; su poder edulcorante es inferior o vecino al del azúcar, que entran en las formulaciones a concentraciones importantes aportando así la mayor parte de la carga nutritiva y son por lo tanto ingredientes alimenticios, dentro de estos edulcorantes se pueden mencionar dos grupos como son:

- Azúcares: sacarosa, fructosa, glucosa, isoglucosa.

CUADRO N° 2 PRINCIPALES EDULCORANTES NUTRITIVOS-AZÚCARES.

Azúcares	Poder edulzante	Procedencia
Sacarosa	1	Plantas sacaríferas: caña, remolacha, arce.
Fructosa	1.1-1.3	Frutos
Glucosa	0.7	Plantas amiláceas: maíz, trigo, patatas
Isoglucosa	0.4-0.6	Isomeración de la glucosa
Galactosa	0.3	Leche
Lactosa	0.25	Leche
Maltosa	0.6	Plantas amiláceas: hidrólisis del almidón
Azúcar invertido	1.15	Hidrólisis de la sacarosa
Miel	1.2-1.35	Transformación del azúcar de las flores por las abejas.

Fuente - JEAN, L Multon.

- Polioles o azúcares-alcohol: sorbitol xilitol, jarabe de glucosa hidrogenado, isomaltosa, maltitol, manitol.(6)

CUADRO N° 3 PRINCIPALES EDULCORANTES NUTRITIVOS-POLIOLES.

Polioles	Poder endulzante	Procedencia
Sorbitol	0.5-0.6	Hidrogenación de la glucosa
Xilitol	1	Xilamos de maderas de abedul
Jarabe de glucosa hidrogenado	0.75	Almidón de maíz o patata
Isomaltosa	0.5	Hidrogenación de la Isomaltosa
Maltitol	0.85-0.95	Hidrogenación de la maltosa
Manitol	0.5-0.7	Hidrogenación de la manosa o azúcar invertido.

Fuente - JEAN, L Multon. Aditivos y auxiliares

1.1.5 Edulcorantes artificiales.

Estos son edulcorantes de alto poder edulcorante que teniendo en cuenta su alto poder endulzante no representa una ínfima carga el ponderal en el producto alimenticio y son por lo tanto considerados como aditivos. (6)

Son una variedad de compuestos que han sido preparados con la finalidad de incrementar el poder endulzante en los alimentos. Estos incluyen principalmente a los compuestos derivados de la sacarina (aspartame, Acesulfame K, entre otros). Su principal uso es en bebidas y alimentos bajos en calorías, aderezos, gelatinas. (6)

La mayor diferencia que existe entre uno y otro tipo de edulcorante, aparte del contenido energético, es la cantidad de edulzante que se requiere en la elaboración de un alimento. De aquí podemos deducir que no solo es importante el edulcorante por si solo, si no que para su elaboración también hay que pensar en que se va a aplicar. (9)

1.1.6 Presentación comercial de azúcares y endulzantes.

- **Azúcar granulada:** Su tipo depende del tamaño del cristal, utilizados en las grandes industrias.
- **Azúcar regular o de mesa:** Puede ser fina o extrafina.
- **Azúcar de panadería:** Cristal muy fino, para galletas y buñuelos.
- **Azúcar ultra fina:** Es la de cristales más finos, se utiliza para merengues, bebidas y pastelería fina.
- **Azúcar gruesa:** Más grande que el azúcar regular. Es más resistente a cambios de temperatura.
- **Azúcar morena:** Azúcar cubierta con melaza. (Puede ser oscura y clara).
- **Azúcar invertida:** Sacarosa simple a la que se le aplica hidrólisis.
- **Jarabe de maíz:** Glucosa con agua.
- **Miel de abeja:** Compleja mezcla de azúcares en forma invertida.
- **Lactosa:** Azúcar de la leche.
- **Maltosa:** Mezcla de glucosa y polvo de dextrina.
- **Fructosa:** Azúcar de frutas.
- **Malaza:** Residuo del azúcar luego de retirar los cristales.
- **Fondant:** Mezcla de azúcar ultra fina y agua para cubiertas de tortas.
- **Aspartame:** Edulcorante artificial, 200 veces más dulce que el azúcar.
- **Acesulfame-K:** Edulcorante artificial 150 veces más dulce que el azúcar.
- **Cyclamate:** Edulcorante artificial, 30 veces más dulce que el azúcar, prohibido en USA.
- **Sacarina:** Edulcorante artificial, entre 300 y 500 veces más dulce que el azúcar, prohibido en varios países.
- **Stevia:** Planta que produce un edulcorante no calórico entre 200 y 300 veces más dulce que el azúcar, cierto sabor a licor, está prohibido su uso en USA como aditivo pero permitido como suplemento dietético.
- **Sucralosa:** Polvo elaborado del azúcar, 600 veces más dulce (splenda).
- **Sustitutos del azúcar:** Lactitol, maltitol, isomalt, sorbitol, xylitol, manitol (tienen todos como características que no producen caries, tienen entre 1.6 y 3.0 calorías por gramo, efecto frío en la lengua, son absorbidos lenta y de forma incompleta a la sangre por el intestino). (f)

1.2 Método de Evaporación.

1.2.1 Introducción al método de evaporación.

A continuación se detallará de manera específica los antecedentes del método de evaporación que se utilizará para la obtención del jugo de agave, además de los objetivos que persigue la disminución del contenido de agua de un alimento y la influencia que tiene el método de evaporación sobre distintos factores de un alimento como son:

Factores determinantes de la evaporación.

Factores que influyen en la transferencia de calor en la de la evaporación.

Factores que influyen en los gastos de evaporación de un alimento.

Efecto de la evaporación sobre los alimentos. (10)

1.2.2 Antecedentes del método de evaporación.

La evaporación es una importante operación básica que normalmente se utiliza para eliminar agua de alimentos líquidos diluidos, obteniendo así productos más concentrados. La eliminación del agua proporciona estabilidad microbiológica y permite reducir los costes de almacenamiento y transporte. Un ejemplo típico del proceso de evaporación es la elaboración de jugo de tomate concentrado, generalmente con un contenido en sólidos del 35-37%, obtenido por evaporación del agua existente en el zumo de tomate que contiene una concentración inicial de sólidos de 5-6%. (10)

La evaporación es diferente a la deshidratación ya que el producto tratado en el proceso de evaporación permanece siempre en estado líquido. También es diferente del proceso de destilación ya que los vapores producidos en la evaporación no constan de varias fracciones como ocurre en la destilación. (10)

Esencialmente un evaporador consta de una cámara, dentro de la cual existe un cambiador de calor con calefacción indirecta que proporciona el medio de transmisión calor al producto, el producto hierve a bajas temperaturas disminuyendo a su vez el deterioro del producto. Los vapores producidos se transportan hacia un condensador; el vapor se condensa y el concentrado se retira. (10)

Los alimentos líquidos como los jugos de frutas y vegetales, leche, etc. son productos de alto valor nutricional, pero con un alto contenido de agua (75-90 %). Estos requieren ser concentrados para aumentar su vida de anaquel, funcionalidad y también disminuir los costos de transporte y almacenamiento. La evaporación térmica es el método más utilizado en la industria de alimentos. El principio consiste en el aporte de energía de vaporización alrededor de 100°C (presión atmosférica) para que el solvente más abundante (agua) sea eliminado del producto, lográndose fabricar productos con concentraciones hasta de 80° Brix pero la utilización de altas temperaturas puede provocar daños térmicos severos, y perjudicar las propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos. (7)

El daño térmico y el sabor a cocido de los jugos concentrados se han reducido con la evaporación a vacío pero el costo de esta tecnología sigue siendo elevado. La crio-concentración, ósmosis inversa, membranas, y evaporación osmótica, han sido contemplados como métodos alternativos para la concentración de jugos. En la crio-concentración, el agua es eliminada por sublimación, y se requiere de un remarcable consumo de energía y las concentraciones alcanzadas han sido del orden de 40 °Brix. La ósmosis inversa ha permitido separar el agua del jugo pero debido a las presiones tan elevadas utilizadas (>50 bar), algunos componentes aromáticos y constituyentes químicos como las antocianinas, vitaminas, azúcares, ácidos, han sido también eliminados y las concentraciones alcanzadas han sido de 30 °Brix. (7)

La separación con membranas se lleva a cabo a temperatura ambiente, sin cambio de fase, lo cual se traduce en un ahorro de energía. La evaporación osmótica se basa también en la utilización de membranas microporosa e hidrofóbica para separar dos líquidos que difieren en la concentración de solutos. La transferencia de agua es isotérmica y puede realizarse a bajas temperaturas. Sin embargo, en los dos últimos métodos de concentración por problemas de transferencia de masa, los niveles máximos de concentración alcanzados han sido del orden de los 40-60 ° Brix. (7)

1.2.3 Objetivos de la evaporación en los alimentos.

- Concentración antes de la esterilización, congelado o deshidratación.
- Aumento del contenido de sólidos totales, mejora de la conservación por reducción de la actividad del agua.
- Suministro de productos de uso más cómodo.
- Cambios de aroma y color de los alimentos

1.2.4 Factores determinantes de la evaporación.

- Fuente de energía. Es el factor determinante de la evaporación ya que es el suministro de calor en de dicho proceso.
- Temperatura del aire. El aumento de temperatura en el aire facilita la evaporación ya que: en primer lugar crea una convección térmica ascendente, que facilita la aireación de la superficie del líquido; y por otra parte la presión de vapor de saturación es más alta.
- Humedad atmosférica. Es un factor determinante en la evaporación ya que para que se produzca, es necesario que el aire próximo a la superficie de evaporación no esté saturado (situación que es facilitada con humedad atmosférica baja).

- Tamaño de la masa. El volumen de la masa y su profundidad son factores que afectan a la evaporación por el efecto de calentamiento de la masa. Volúmenes pequeños con poca profundidad sufren un calentamiento mayor que facilita la evaporación.(j)

1.2.5 Factores que influyen en la transferencia de calor en la evaporación.

- Diferencia de temperatura entre el vapor y el líquido en ebullición.
- Depósitos de residuos en la superficie de intercambio.
- Película superficial.

1.2.6 Factores que influyen en los gastos de evaporación de un alimento.

- Pérdidas de producto.
- Formación de espuma.
- Arrastre de parte del concentrado por el vapor.
- Gastos energéticos de 2257 kJ/kg de agua evaporada a 100°C (j)

1.2.7 Efecto de la evaporación sobre los alimentos.

Para evitar la pérdida de sustancias volátiles

- Mezclado del concentrado con una porción de alimento diluido para obtener la concentración deseada.
- Recuperación de sustancias volátiles por condensación de la fase gaseosa y posterior destilación, Arrastre de las sustancias volátiles con un gas inerte y adición posterior al líquido concentrado. (j)

1.3 Agave.

1.3.1 Introducción del agave.

Procediendo con el desarrollo del tema cabe hablar de manera específica sobre el origen del jugo de agave y su procedencia por lo cual mencionamos parámetros puntuales sobre el agave y su jugo natural, entre los aspectos de la planta tenemos que hacer referencia clara los antecedentes de la planta, sus generalidades, producción, taxonomía, descripción botánica y requerimientos edafoclimáticos, dentro de las características del jugo de agave detallaremos la cosecha, recolección del jugo de agave, valor nutricional y las características físico-químicas.

1.3.2 Antecedentes del agave.

Los primeros que describieron la especie de agave (*agave spp*) fueron Alexander Humboldt y Ayme Bonpland, en los relatos de su viaje” sinopsis de las plantas halladas en el viaje alas regiones equinocciales del nuevo mundo”. En las localidades de la sierra constituyen casi exclusivamente la única fuente de ingresos de las familias indígenas, donde el cultivo de maíz solo rinde alrededor de 5 quintales / hectáreas. (11)

La cabuya es quizá, la planta que mayor número de usos tiene en el campo ecuatoriano, aparte de la fibra, como cultivo económico, hace veces de: jabón, leña; el jugo como fijador de colores , alimento para el ganado, las indias lo emplean para teñirse el pelo, para blanquear las casas, para hacer divisiones entre las piezas de las casas, la hoja cortada como canales de agua, se la usa en vez de tejas, para cercas, divisiones potreros, sacando fibra con la púa hacen de aguja e hilo, se obtiene el “chahuar-mishque” es un nombre un tanto aborígen que quiere decir dulce de cabuyo que toman los indígenas en las comidas o a su vez como alimento para ganado vacuno o porcino. (12)

1.3.3 Generalidades del agave.

Es originaria de las regiones desérticas occidentales. La especie más conocida es el agave americano, pita o maguey, que suele florecer sólo una vez en su vida, entre los 10 y los 25 años de edad. En el transcurso de su crecimiento, desarrolla un gran tallo que crece muy rápido hasta alcanzar unos 12 m de longitud. Las flores son grandes y verdosas, y cubren ramas horizontales cortas que brotan en la mitad superior del tallo. Algunas plantas mueren tras la floración, aunque sus rizomas pueden originar plantas nuevas. La planta puede crecer también a partir de semillas, bulbos o raíces subterráneas. Las hojas del agave son grandes, gruesas y carnosas que pueden almacenar cantidades considerables de agua. Son perennes, presentan espinas marginales y crecen hasta 2 m de altura, formando racimos en la base de la planta. (c)

1.3.4 Actividad industrial general del agave.

Históricamente el principal proveedor de cabuya ha sido Brasil que en los dos últimos años ha abastecido el 55 % del total de producción de agave detallado en tabla N°1, el rendimiento de cultivo está de acuerdo a la densidad de plantación. (a)

Hilera sencilla

$1.1 \times 2.8 \text{ m} = 3,247 \text{ plantas/ha}$

Doble hilera
















$1.0 \times 1.0 \times 2.8 \text{ m} = 5,995 \text{ plantas/ha}$

Alta densidad

$1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} = 7,400 \text{ plantas/ha}$

TABLA N° 1 PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE AGAVE.

Producción en toneladas de agaves. Cifras 2004-2005

Pais	Producción	Porcentaje	Producción	Porcentaje
 Brasil	199 322,00	54 %	213 082,00	55 %
 México	26 636,00	7 %	26 636,00	7 %
 Kenia	25 000,00	7 %	25 000,00	6 %
 Tanzania	23 500,00	6 %	23 500,00	6 %
 Colombia	21 498,00	6 %	22 000,00	6 %
 Madagascar	17 000,00	5 %	17 000,00	4 %
 China	16 000,00	4 %	16 000,00	4 %
 Cuba	11 700,00	3 %	11 730,00	3 %
 Haití	5 500,00	1 %	5 500,00	1 %
 Nicaragua	4 350,00	1 %	4 350,00	1 %
 Filipinas	4 000,00	1 %	4 000,00	1 %
 Venezuela	3 239,00	1 %	3 500,00	1 %
 Ecuador	4 963,00	1 %	3 465,00	1 %
 El Salvador	2 500,00	1 %	2 500,00	1 %
 Marruecos	2 200,00	1 %	2 200,00	1 %
Otros	5 000,00	1 %	5 000,00	1 %
Total	372 408,00	100 %	385 463,00	100 %

Fuente: Datos de FAOSTAT (FAO) Base de datos de la FAO

1.3.5 Actividad industrial del agave en el Ecuador.

La superficie destinada a la producción de fibra de cabuya fue estimada en 3 244 ha con una producción de 4 963,00 toneladas, y con una productividad media por ha de 1 975 kg.

El cultivo de cabuya es tradicional en el país y desde la época de la Colonia se han elaborado artículos como sogas, alfombras y costales para uso agrícola. Su

cultivo ha sido básicamente de pequeñas unidades de producción en el sector campesino y en la última década se han desarrollado cultivos más extensivos por la demanda industrial, principalmente de las empresas artesanales y una agroindustria grande en la provincia de Chimborazo, así como la industria pionera del Guayas. (a)

En los últimos años se ha incrementado también la demanda del mercado colombiano, cuyos intermediarios compran la fibra trabajada a los productores. La elaboración de artesanías de cabuya es una importante fuente de trabajo, especialmente para mujeres de las áreas rurales. (a)

Así en varias regiones, por ejemplo en el Austro, se han organizado grupos de producción en las diferentes comunidades, muchos de estos grupos están ya exportando su producción, directa o indirectamente. (a)

Las variedades utilizadas por los pequeños productores son las tradicionales que no tienen mucho rendimiento y calidad, existen actualmente variedades y tecnología colombianas que pueden ser fácilmente accesibles a los productores ecuatorianos. (a)

En la Universidad Católica de Ibarra (Imbabura) se instaló el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Industrial de Fibras Naturales, con el propósito de identificar las fibras vegetales, sus alternativas de utilización y desarrollo potencial, además de la promoción del cultivo de plantas que producen fibras, la diversificación de su utilización y la comercialización de los mismos. (a)

El trabajo del Centro cuenta con la asesoría del Director del Instituto de Fibras Naturales en Polonia quien reconoce un gran potencial en el mercado mundial para las fibras naturales como la cabuya. Dada la riqueza biogenética del país, la extracción de fibras naturales en el Ecuador es una alternativa viable que además

de reportar importantes beneficios económicos es sustentable desde el punto de vista medio ambiental. La partida arancelaria NANDINA de este producto es de 530410. (a)

1.3.6 Actividad industrial del agave en la región.

Las zonas aptas para este cultivo se localizan en los valles secos interandinos y en las estribaciones de la Cordillera en donde los remanentes boscosos han desaparecido, provocando cambios climáticos: estribaciones de la Cordillera Occidental (Lita, Imbabura); partes interandinas de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Loja y en las zonas áridas de la Costa (Manabí y Guayas, península de Santa Elena). (a)

1.3.7 Taxonomía del agave.

La taxonomía es la ciencia que estudia la clasificación de animales y plantas basada en las relaciones existentes entre los organismo; en el cuadro N° 4 se detalla la clasificación científica del agave.

CUADRO N° 4 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DEL AGAVE.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Liliidae
Orden	Asparagales
Familia	Agavaceae
Género	<i>Agave</i>
Especie	<i>A. americana</i>
Nombre binomial	Agave americana

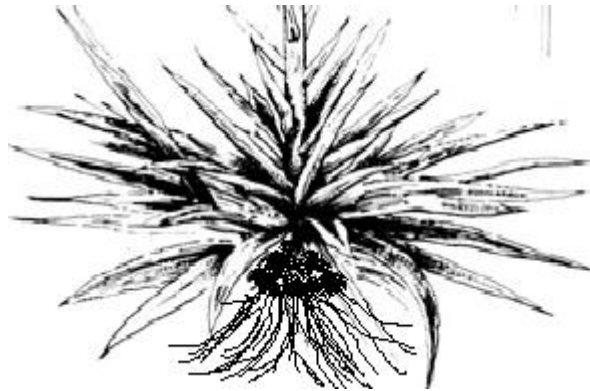
Fuente:http://es.wikipedia.org/wiki/Agave_american

1.3.8 Descripción botánica del agave.

1.3.8.1 Raíz.

No posee raíz principal solo secundarias y pelos absorbentes que viajan dispersas llegando a alcanzar longitudes de hasta 3 m de largo. (e)

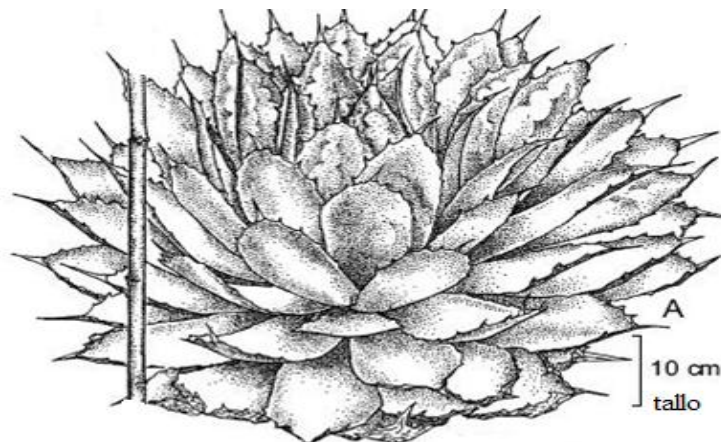
FIGURA N° 1 RAÍZ DEL AGAVE.



1.3.8.2 Tallo.

Es robusto leñoso suele ser muy corto, por lo que las hojas aparentan surgir de la raíz. Al madurar le sobre sale un astil el cual mide de 8 a 12 metros de altura con un diámetro de 20 a 15 centímetros en su base esto en lo que se refiere especialmente a las mejores especies, el astil se denomina” chahuarquero o guite” los cuales sirven para construir casas de los indígenas. (11), (e)

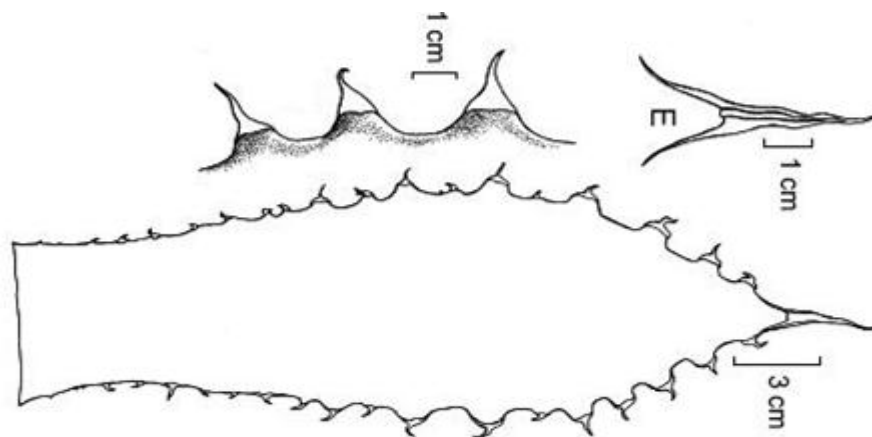
FIGURA N° 2 TALLO DEL AGAVE.



1.3.8.3 Hojas.

Las hojas pueden ser pequeñas hasta hojas muy grandes que varía de acuerdo al tamaño de la planta llegando a medir de 1.1 a 1.3 metros con un peso de 2500 a 3000 gramos, el color de las hojas son verde azulado cubiertas con una membrana permeable muy resistente pudiendo a veces escribir sobre su superficie con facilidad, la fibra que se extrae de las hojas es en pequeña cantidad siendo muy fina y utilizada para la alimentación del ganado. (12)

FIGURA N° 3 HOJA DEL AGAVE.



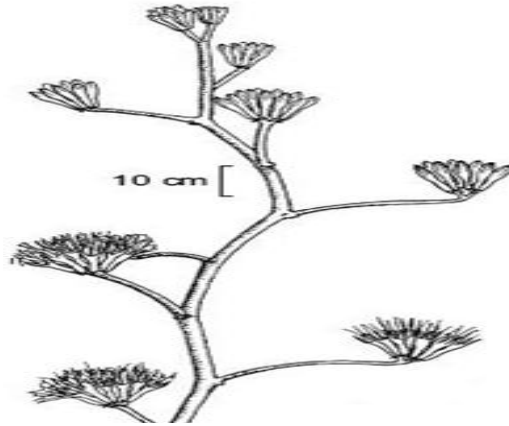
Estas plantas forman una gran roseta de hojas gruesas y carnosas, generalmente terminadas en una afilada aguja en el ápice y a menudo también con márgenes espinosos. (e)

1.3.8.4 Flores.

Las flores asoman al cabo 10 a 12 años en los países de la zona templada y a los 3 o 4 años en la zona tropical. Cuando un pie llega a florecer o fructificar las flores no crecen únicamente en el vástago principal, sino que también con frecuencia florecen en los vástagos cortos. (11)

Las flores son dispuestas en inflorescencias paniculadas o espigadas según la especie que se forman al centro de la roseta de hojas. (e)

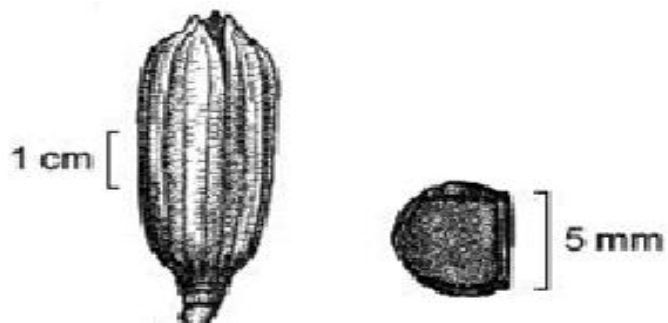
FIGURA N° 4 FLORES DEL AGAVE.



1.3.8.5 Fruto.

Es una cápsula leñosa con muy diversas formas, dehiscente con tres alas. Después de la época de floración, el las inflorescencias del agave se forma bulbillos siendo estos los órganos de reproducción vegetativa. Estás florecen como también los bulbos, son muy comestibles y se denominan con el nombre de “alcaparras” siendo de un sabor exquisito y muy utilizado en ensaladas. Después de la floración y la fructificación las plantas mueren. (11), (e)

FIGURA N° 5 FRUTO DEL AGAVE.



1.3.8. 6 Reproducción.

Se puede dar por semilla o bulbillo o más eficientemente mediante rizomas, es decir trasplantando los hijuelos que brotan de la raíz de la planta. Al alcanzar una altura de 50 cm, y cuando el corazón tiene unos 15 cm, se desprenden de la planta madre. La edad óptima de un agave para reproducirse es entre los 3 y los 5 años, y puede dar anualmente entre uno y dos hijuelos. (e)

Su crecimiento es muy lento, la maduración demora de 8 a 10 años y florecen sólo una vez emitiendo un largo tallo de casi 10 m de altura (ramificado o no) que nace del centro de la roseta, con numerosos grupos de flores tubulares. La planta muere tras desarrollar el fruto pero por lo general produce retoños en su base. (e)

1.3.9 Exigencias del cultivo del agave.

Existen factores geográficos que constituyen obstáculos para las especies vegetales como la altitud y latitud. Cada planta necesita una determinada temperatura para vegetar vigorosamente, necesitan de una temperatura optima, otras en cambio se adaptan fácilmente al calor o al frío o intermedio. (12)

El régimen de lluvias y humedad de la atmósfera es de una importancia enorme en la vida de las plantas y en su distribución, así tenemos que las escasas lluvias originan zonas pobres de vegetación. Los vegetales se hallan íntimamente ligados al suelo así las propiedades de este tendrá que influir en la vida mismo de modo decisivo. En el clima subtropical y temperado es el más apropiado para una vegetación abundante de agave. (12)

Nuestra región andina y el volcanismo se hallan estrechamente ligados. Las lavas, arcillas y cenizas volcánicas descompuestas en contacto con los agentes atmosférico han perdido el desarrollo de una vegetación ordinaria como también espontánea. Los suelos donde se encuentran generalmente estas especies se caracterizan por pertenecer al grupo de los llamados suelos negros andinos. (12)

La planta está condicionada a diversos factores, entre estos tenemos:

- Selección de la semilla y variedades usadas.
- Épocas de sequía muy largas.
- Distancias de siembra. Se ha comprobado que florece precozmente con distancias grandes y tardía mente con distancias pequeñas.
- Frecuencia y severidad en los cortes. También se ha encontrado que el corte frecuente, estimula el crecimiento continuo, pero al abusar de este se acelera la muerte de la planta. (1)

El agave es una planta que se adapta fácilmente a climas severos pero para un buen desarrollo de la planta se establecen requerimientos agro-ecológicos detallados en el cuadro N° 5.

**CUADRO N° 5 REQUERIMIENTOS AGRO-ECOLÓGICAS
DEL AGAVE.**

Factor	Parámetro
Clima	Temperados, secos
Temperatura	19 – 32° C
Humedad	70 – 90%
Pluviosidad	300 – 1600 mm anuales
Altitud	1300 – 2820 msnm
Formación ecológica	Estepa espinosa montano bajo (ee-MB)

Fuente: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/>

Otro factor importante para un buen desarrollo del agave son los requerimientos edáficos que se establecen en el cuadro N° 6.

CUADRO N° 6 REQUERIMIENTOS EDÁFICOS DEL AGAVE.

Factor	Parámetro
Textura	Arenosa, Franco arenosa, permeables, profundos, fértiles.
Acidez	pH 5.0 – 6.5
Tipo de suelo	Suelos de cordillera, rojos, sueltos, permeables.

Fuente:<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/>

1.3.10 Cosecha del dulce de agave.

Se deshoja con cuidado por un lado hasta llegar al tronco del agave (*agave spp*) en donde con ayuda de un cuchillo se procede hacer una horadación en el tronco para poco a poco darle la forme de una olla en el que se recoge el dulce de agave, seguidamente se coloca una piedra de diámetro del agujero que se hizo en el tronco, está piedra sirve como especie de puerta, con el fin de evitar la entrada de animales indeseables o la entrada de tierra y basura. (2)

El dulce que comienza a fluir a los 8 días de realizar el raspado, a partir de aquello el liquidó se recoge diariamente de 2 a 3 litros/ día. Para la continua salida del jugo se realiza una limpieza diaria de orificio extrayendo la pulpa del los alrededores del orificio donde se recoge el dulce de agave. (2)

El jugo de agave proviene de todas las partes del agave, la planta posee nutrientes que toma por la raíz, fundamentalmente estas son el agua y las sales que constituyen la sabia bruta; está va en sentido ascendente, va desde la raíz hasta las hojas canalizada por el conjuntó de vasos conductores llamados xilemas, leño o hadroma. (2)

En las hojas mediante la fotosíntesis se forma sustancias orgánicas que constituyen la sabia elaborada cuya distribución se efectúa en sentido inverso al del agua y sale por el conjunto de vasos que constituye el floema, líber o leptona. Este líquido o savia elaborada baja por gravedad cuando este ha llegado al estado de madurez. El tiempo de vida del agave que se utiliza para la extracción del jugo es de aproximadamente de 3 a 5 meses tiempo en el cual la planta se seca y muere. (2)

- Época: A los 3 o 5 años, cuando las hojas no apuntan más al cielo es una señal de que la planta está en su estado propicio para la perforación.
- Recolección: Tipo Manual se la realiza en recipientes limpios y desinfectados (cloro al 1%).
- Transporte: se lo realiza en bidones de acero inoxidable o tanques plásticos previamente desinfectados hasta el lugar de acopio. (2)

1.3.11 Valor Nutricional del agave.

- Tiene un poder edulcorante doble que el azúcar comercial.
- Los fructooligosacáridos están libres de calorías y no son utilizados como fuente de energía por el organismo, por lo que es un alimento seguro para los diabéticos y para dietas de control de peso. (a)
- Los Fructooligosacáridos activan el crecimiento de las bifidobacterias e inhiben el crecimiento de microorganismos potencialmente putrefactos que tienen una tendencia a causar la diarrea. (a)

A continuación en la tabla N° 2 se detalla la composición nutricional del jugo de agave en porción de 100 gr consumido.

TABLA N° 2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL JUGO AGAVE.

Factor nutricional	Cantidad
Contenido energético	1361, 12 kJ (320, 27 kCal)
Proteínas	0, 53 g
Grasas (Lípidos)	0, 11 g
Carbohidratos (Hidratos de carbono)	79, 29 g
Sodio	0, 01 g

Fuente: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/>

En el cuadro N° 7 se detalla el jugo del agave en estado natural de acuerdo al simposio de alcohol y energía, este presenta las siguientes características físico-químicas.

CUADRO N° 7 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL JUGO DE AGAVE EN ESTÁDO NATURAL.

Color de las hojas	Gris azulado
Color del cepellón	Blanco
Color del liquidó	Café blanquizco transparente
Sabor	Dulce
Estado físico	Liquida
Densidad (semejante a la sacarosa)	1.58gr/c ³
Brix	9 -10
pH	4.8 - 5.3
Porcentaje de alcohol	2.75 - 3.00
Acidez (% de acido sulfúrico)	0.4-0.5

Fuente. Simposio de alcohol y energía. 1983 características físico-químicas de varias especies.

1.4 Proceso de obtención del la melaza de la caña de azúcar.

1.4.1 Extracción del jugo.

La extracción del jugo de caña se obtiene por compresión entre cilindros de gran tamaño, dejando como resultado el bagazo, este bagazo pasa a un reproceso de molienda a la cual se le añade chorros pequeños de agua para extraer la mayor cantidad de jugo de caña y obtener la sacarosa presente en el bagazo para luego unirse a la masa total.

1.4.2 Filtración.

Se procede a realizar una filtración con tamices para eliminar las impurezas que estén suspendidas en el jugo y ayudar a la defecación del líquido. (g)

1.4.3 Clarificación

El jugo obtenido es de carácter ácido (pH aproximado: 5,2), éste se trata con lechada de cal o por filtración por carbón activado la cual eleva el pH en un rango de 6.5 - 6.9 con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas de sacarosa. La cal también ayuda a precipitar impurezas orgánicas o inorgánicas que vienen en el jugo y para aumentar o acelerar su poder coagulante, se eleva la temperatura del jugo encalado. La clarificación del jugo se da por sedimentación; los sólidos no azúcares se precipitan en forma de lodo llamado cachaza y el jugo claro queda en la parte superior del tanque. (g)

La filtración por carbón activado tiene como finalidad la eliminación de coloides que son partículas diminutas en suspensión en una sustancia, llamada fase dispersada, en otra fase, llamada fase continua, o medio de dispersión, estos coloides son los responsables de los sabores y olores desagradables presentes en el jugo, el carbón activado debido a sus finos poros atrapan los coloides disminuyendo en gran proporción los sabores y olores desagradables. (g)

1.4.4 Trasiego.

El jugo que se localiza en la parte superior es retirada y separada por trasiego dejando en un recipiente el desecho y en el otro el jugo ya clarificado. (g)

1.4.5 Sulfitado.

El jugo obtenido tiene un pH de 6.5 - 6.9 pero se necesita un jugo de carácter ácido con un pH aproximado de 5,2-5.5 para lo cual se adiciona sulfitos o ácido cítrico la cual baja el pH con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas y daños del producto como son el oscurecimiento del color en el producto final y la transformación de la sacarosa en sus compuestos glucosa y fructosa, en dicho estado no se puede cristalizar el azúcar. (g)

1.4.6 Evaporación.

El jugo claro que posee casi la misma composición del jugo crudo extraído (con la excepción de las impurezas eliminadas en la cachaza) el jugo posee un 85% de agua y con un porcentaje de sólidos solubles entre 10 y 12%, se obtiene una meladura o jarabe con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55 al 60%.(g)

Este proceso se da por incremento de la temperatura, que consisten en una cámara de secado dispuestas en serie; En el proceso de evaporación se obtiene el jarabe o meladura. La meladura es purificada en un clarificador. (g)

1.4.7 Reposo.

Con el reposo se logra enfriar y que se establezca la meladura obtenida para luego proceder a la cristalización. (g)

1.5 Marco Conceptual.

Botánica.- Rama de la biología dedicada al estudio de las plantas (reino *Plantae*) y al de algunas otras clases de organismos como los hongos (reino *Fungi*).

Cachaza.- Sólidos no azúcares que se precipitan en forma de lodo.

Colesterol.- Alcohol esteroídico, blanco e insoluble en agua. Participa en la estructura de algunas lipoproteínas plasmáticas y a su presencia en exceso se atribuye la génesis de la aterosclerosis.

Crónica.- Dolencia habitual de una enfermedad larga.

Edáfico.- Pertenece o relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a las plantas.

Edulcorantes nutritivos.- Son aquellos que tienen su origen en alguna planta o frutos. Dentro de este grupo podemos mencionar a la Phylloducina, Osladina, Glucosa, Fructuosa, Sorbitol, entre otros.

Edulcorantes artificiales.- Son una variedad de compuestos que han sido preparados con la finalidad de incrementar el poder endulzante en los alimentos.

Endulzante.- Cuerpo sólido o semisólido del grupo químico de los hidratos de carbono, de color variado, soluble en el agua y en el alcohol y de sabor muy dulce. Se obtiene de la caña dulce, de la remolacha y de otros vegetales.

Estufa.- Aparato destinado a calentar un recinto por electricidad o combustión de madera, gas, etc.

Fructooligosacarido.- Molécula de azúcar presente en frutas.

Glucosa.- Azúcar monosacárido, de fórmula $C_6H_{12}O_6$. Se encuentra en la miel y en el jugo de numerosas frutas. El nombre alternativo azúcar. Se produce en la hidrólisis de numerosos glucósidos naturales. La glucosa está presente en la sangre de los animales y personas.

Jugo.- Zumo de las sustancias animales o vegetales sacado por presión, cocción o destilación.

Meladura o jarabe.- Líquido viscoso de color castaño oscuro que se obtiene como producto secundario en la fabricación del azúcar, en especial del azúcar de caña. Las melazas son la parte no cristizable del azúcar.

Micción.- Acción de orinar.

Secado.- Eliminación del porcentaje de agua presente en cualquier elemento.

Taxonomía.- Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de animales y de vegetales.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se detalla los materiales, equipos, reactivos, métodos y tipo de investigación utilizados en la investigación, la ubicación donde se realizó el ensayo y los factores ambientales presentes en su entorno, además de detallar la metodología utilizada en la investigación y el proceso con el cual se elaboró el endulzante guiándose en las variables propuestas en el presente trabajo de investigación.

2.1 Materiales y equipos.

Los materiales, equipos y utensilios utilizados son de acuerdo a la investigación realizada ya que los mismos facilitaron el desarrollo de la presente investigación.

2.1.1 Material experimental

- Jugo de agave
- Agua

2.1.2 Equipos y materiales de laboratorio.

- Balanza digital
- Termómetro
- Brixometro
- pH metro
- Vasos de precipitación 1000, 500, 250 ml
- Varilla de agitación
- Pipeta.
- Bureta
- Soporte universal.

2.1.3 Reactivos y aditivos.

- Ácido cítrico
- Fenolftaleína
- Benzoato de Sodio
- Hidróxido de sodio
- Pectina.

2.1.4 Materiales de proceso.

- Estanterías
- Ollas
- Horno
- Filtro de carbón activado
- Bandejas
- Colador
- Cucharas
- Espátula
- Tela lienzo
- Envases de 400 mililitros
- Recipiente de 6 litros.

2.1.5 Material de limpieza.

- Jabón
- Toallas desechables de cocina
- Cloro
- Franela

2.1.6 Material de oficina.

- Cuaderno
- Esferos
- Lápiz
- Cámara
- Flash memory
- Computadora
- Carpeta
- Copias
- Hojas de papel boom

2.2 Métodos.

En la presente investigación se utilizó el método hipotético deductivo experimental en donde se analizó las hipótesis nulas y alternativas de acuerdo con los datos obtenidos en las encuestas realizadas, obteniendo de esta manera un método experimental.

2.2.1 Análisis organoléptico.

- Consistencia
- Color
- Olor
- Sabor

2.2.2 Análisis físico-químico.

➤ Determinación de grados Brix.

1. Calibrar con agua destilada
2. Tomar una muestra
3. Colocar en el lente y cerrar
4. Realizar la lectura correspondiente y anotar.

➤ Determinación del pH

1. Tomar una muestra del jugo 100 ml
2. Calibrar el pH metro con la solución buffer 7.
3. .Determinar el pH introduciendo los electrodos del pH metro en la muestra.
4. Realizar la lectura correspondiente y anotar.

➤ Determinación de la acidez.

1. Tomar una muestra de jugo 9 ml
2. Colocar 3 gotas de fenolftaleína
3. Titular con hidróxido de sodio
4. Realizar la lectura correspondiente de hidróxido de sodio gastado y anotar.
5. Realizar los cálculos correspondientes con la formula

$$A = (V * N * 1000) / m$$

En que:

A = acidez, en meq/kg.

V = volumen cc. de NaOH gastado.

N = normalidad de la solución de NaOH.

m = mása, g, de la muestra tomada.

2.3 Tipo de investigación.

El tipo de investigación utilizada fue experimental y descriptiva, ya que por medio de los experimentos se pudo determinar los mejores tratamientos que se obtuvieron en la presente investigación, luego se realizó una descripción detallada del procedimiento y se obtuvieron los resultados de los tratamientos.

2.4 Ubicación política y geográfica de la investigación.

2.4.1 Ubicación política.

El presente trabajo investigativo se realizó en el Campus Ceypsa de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicada en el barrio Salache en el cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi.

2.4.2 Ubicación geográfica

El campus CEYPSA de la Universidad Técnica de Cotopaxi esta ubicada en:

Latitud: 0° 59´ S

Longitud: 78° 37´O

Altitud: 2900 m.s.n.m.

2.5 Diseño experimental

El presente trabajo investigativo se evaluó bajo un diseño experimental con arreglo factorial de dos factores A*B con 3 réplicas. El factor A con 3 niveles y el factor B con 3 niveles dando un total de 27 tratamientos.

2.5.1 Características de la unidad experimental

Para el desarrollo de la investigación fue necesario utilizar el diseño factorial A*B A=3 y B=3 con 3 réplicas dándonos un total de 27 tratamientos.

Para el presente trabajo investigativo se utilizó 50 litros de jugo de agave como materia prima la misma que fue comprada en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, en el sector de Tilipulo.

Factores en estudio.

Factor A: Tiempo.

Factor B: Temperatura.

A.- Tiempo-horas (h).

a1 8 h

a2 7 h

a3 6 h

B.- Temperatura-grados Celsius (°C).

b1 80 °C

b2 70 °C

b3 60 °C

2.5.2 Tratamientos

CUADRO N° 8 TRATAMIENTOS DE ESTUDIO.

N°	Tratamientos	Descripción
t₁	a1b1	Jugo de agave tiempo:8 h, temperatura 80 °C
t₂	a1b2	Jugo de agave tiempo:8 h, temperatura 70 °C
t₃	a1b3	Jugo de agave tiempo:8 h, temperatura 60 °C
t₄	a2b1	Jugo de agave tiempo:7 h, temperatura 80 °C
t₅	a2b2	Jugo de agave tiempo:7 h, temperatura 70 °C
t₆	a2b3	Jugo de agave tiempo:7 h, temperatura 60 °C
t₇	a3b1	Jugo de agave tiempo:6 h, temperatura 80 °C
t₈	a3b2	Jugo de agave tiempo:6 h, temperatura 70 °C
t₉	a3b3	Jugo de agave tiempo:6 h, temperatura 60 °C

Elaborado por: El Autor

2.5.3 Análisis de varianza

TABLA N° 3 ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad
Total	26
Réplicas	2
Factor A	2
Factor B	2
Factor A*B	4
Error	16

Elaborado por: El Autor

2.6 Variables.

CUADRO N° 9 VARIABLES DE ESTUDIO.

Dependiente	Independiente	Indicadores	
Endulzante natural de agave.	Temperatura de secado.	Propiedades organolépticas.	Color. Olor. Sabor. Textura. Aceptabilidad.
		Físico-químicas.	Densidad. Humedad. Proteína. Grasa. Cenizas. Fibra. Carbohidratos totales. °Brix. Relación fructosa-glucosa.
	Tiempo de secado.	Microbiológicas.	Recuento de aerobios mesófilos. Recuento de coliformes totales. Recuento de escherichia coli. Recuento de mohos. Recuento de levaduras.

Elaborado por: El Autor

2.7 Metodología de elaboración del endulzante a base de jugo de agave.

El endulzante se obtuvo mediante el siguiente proceso.

2.7.1 Recepción.

La recepción del jugo de agave se realizó en bidones plásticos con capacidad de 6 lt cuidando que estén muy bien sellados.



FOTOGRAFÍA N° 1: Materia prima (Calidad).

2.7.2 Análisis de materia prima.

Se tomó una muestra de 100 ml de jugo de agave para determinar los parámetros iniciales verificando que se cumplan las condiciones adecuadas para su recepción como:

Color: Café blanquizco transparente.

Olor: Agradable.

Sabor: Dulce.

Estado físico: Líquida.

Densidad: $1.58\text{gr}/\text{c}^3$

Brix: 9 - 10

pH: 4.8 - 5.3

Acidez (% de ácido sulfúrico): 0.4 - 0.5



FOTOGRAFÍA N° 2: Materia prima (Características organolépticas).



FOTOGRAFÍA N° 3: Materia prima (Acidez).



FOTOGRAFÍA N° 4: Materia prima (Grados brix).



FOTOGRAFÍA N° 5: Materia prima (pH).

2.7.3 Filtración.

Se procedió a filtrar con tela lienzo para eliminar las impurezas que estén suspendidas en el jugo como hojas, insectos y pedazos de pulpa procedente de la raspadura.



FOTOGRAFÍA N° 6: Materia prima (Filtración).

2.7.4 Pasteurización.

Se realizó una pasteurización lenta a 60°C por 20 min para detener el desarrollo enzimático y evitar la fermentación del jugo de agave.



FOTOGRAFÍA N° 7: Materia prima (Pasteurización).

2.7.5 Filtración por carbón activado.

A continuación se realizó una filtración por un contenedor de carbón activado con la finalidad de clarificar y desodorizar el jugo.



**FOTOGRAFÍA N° 8: Materia prima
(Filtración).**

2.7.6 Adición de conservantes y especias.

Se procedió a realizar el pesaje correspondiente de aditivos entre los cuales se añadió los siguientes:

- Benzoato de sodio en un porcentaje de 0.05% como conservante para evitar el desarrollo de mohos y levaduras.
- Canela en un porcentaje de 0.8% como resaltador de olor del producto.
- Pectina en un porcentaje de 2% como estabilizador para evitar la precipitación de sólidos y mantener la consistencia del producto.



FOTOGRAFÍA N° 9: Aditivos



FOTOGRAFÍA N° 10: Aditivos.
(Pesaje).



FOTOGRAFÍA N° 11: Aditivos (Mezcla).

2.7.7 Corrección de pH.

El jugo obtenido luego de la filtración por carbón activado es de carácter cercano al neutro en un rango de 6.5-6.9, para lo cual se adicionó ácido cítrico ($C_3H_4OH(COOH)_3$) el cual baja el pH aproximadamente a 5.2-5.5 necesario para minimizar las posibles pérdidas y daños del producto mediante el siguiente método:

Se tomó una muestra de 100 ml de jugo de agave y se mide el pH inicial, luego se pesa una muestra de 5 gr de ácido cítrico, se toma los datos y se adiciona a la muestra el ácido cítrico poco a poco hasta obtener el pH deseado, luego se hace una regla de tres con el volumen de la muestra, los gr de ácido cítrico gastado, la cantidad de jugo de agave que se posee y se obtiene la cantidad de ácido cítrico necesario para obtener el pH deseado.

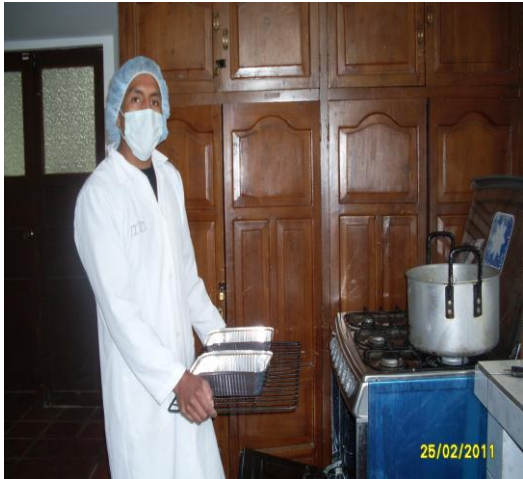


FOTOGRAFÍA N° 12: Adición de ácido cítrico

2.7.8 Evaporación.

Se evaporó el agua del jugo con el fin de incrementar la cantidad de sólidos totales y disminuir la cantidad de agua consiguiendo una mejor presentación y consistencia en el producto final. El jugo claro que posee casi la misma

composición del jugo crudo extraído (con la excepción de las impurezas eliminadas en la cachaza) se recibe en la estufa con un porcentaje de sólidos solubles entre 12 y 14 ° Brix y se obtiene una meladura o jarabe con una concentración aproximada de sólidos solubles del 70 al 76 ° Brix . En este proceso se dio el incremento de la temperatura, que consiste en una cámara de secado; en el proceso de evaporación se obtuvo el jarabe o meladura.



FOTOGRAFÍA N° 13: Colocación del jugo en bandejas



FOTOGRAFÍA N° 14: Evaporación del jugo

2.7.9 Envasado.

La meladura caliente se envasó en frascos de vidrio de 400 ml con ayuda de un vaso de precipitación.



FOTOGRAFÍA N° 15: Producto terminado (Envasado)

2.7.10 Sellado.

Una vez envasado se procedió a sellar en baño María a una temperatura de 80 °C por 10 minutos, se colocó rápidamente en agua fría para eliminar bacterias presentes en el ambiente.



FOTOGRAFÍA N° 16:

Producto terminado
(Pasteurización).



FOTOGRAFÍA N° 17:

Producto terminado
(Enfriado).

2.7.11 Reposo

Se dejó reposar durante 30 min a temperatura ambiente, para estabilizar la meladura obtenida.



FOTOGRAFÍA N° 18: Producto terminado.
(Reposo)

2.7.12 Análisis del producto terminado.

El análisis correspondiente se realizó para determinar que cumpla con las condiciones deseadas para el producto como son:

Organolépticas.- Color, olor, sabor, textura, aceptabilidad.



FOTOGRAFÍA N° 19: Producto terminado
(Características organolépticas).

2.7.13 Almacenamiento.

Se lo realizó a 4-5°C en una nevera para aumentar el tiempo de vida útil del producto.



FOTOGRAFÍA N° 20: Producto terminado
(Almacenamiento).

2.8 Diagrama de flujo del proceso de elaboración del endulzante a base de jugo de agave.

Diagrama de flujo del dulce de agave.

