



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

MODALIDAD:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**TIEMPO Y TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN DE LA
REMOLACHA (*Beta Vulgaris*) EN LAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS DEL EDULCORANTE**

AUTORA:

YULY GABRIELA CAICEDO RIVAS

TUTOR:

ING. DENNYS LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mg.

CALCETA, DICIEMBRE 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

Yuly Gabriela Caicedo Rivas, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

Yuly Gabriela Caicedo Rivas

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Dennys Lenin Zambrano Velásquez, certifico haber tutelado el proyecto **TIEMPO Y TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN DE LA REMOLACHA (*Beta Vulgaris*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL EDULCORANTE**, que ha sido desarrollada por **Yuly Gabriela Caicedo Rivas**, previa la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Dennys Lenin Zambrano Velásquez, Mg

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el trabajo de titulación **TIEMPO Y TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN DE LA REMOLACHA (*Beta Vulgaris*) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL EDULCORANTE**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Yuly Gabriela Caicedo Rivas, previa la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Irina García Paredes, Mg
Presidente

Ing. Luisa Ana Zambrano Mendoza, Mg
Miembro

Ing. Nelson Mendoza Ganchozo, Mg
Miembro

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dió la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A Dios por darme perseverancia a lo largo de todo este camino.

A mi familia y a mi novio por el apoyo incondicional que me han dado siempre.

A mi tutor ingeniero Ing. Dennys Lenin Zambrano Velásquez, Mg por haberme ayudado y tutelado en todo este proceso.

A mi facilitadora ingeniera Katherine Loor por estar siempre guiando el proceso de elaboración de tesis.

Yuly Gabriela Caicedo Rivas

DEDICATORIA

A Dios Por ser mi padre protector en esta vida, por iluminarme en los momentos más difíciles de la carrera.

A mi Madre que ha sido un pilar fundamental en mi vida, ha sabido guiarme con sabiduría y ejemplo de superación.

A mí novio por su apoyo sincero e incondicional.

Yuly Gabriela Caicedo Rivas

CONTENIDO

PORTADA	i
DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO	vii
RESUMEN.....	x
PALABRAS CLAVES:.....	x
ABSTRACT.....	xi
KEY WORDS.....	xi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. REMOLACHA	4
2.1.1. TAXONOMÍA DE LA REMOLACHA.....	4
2.1.2. MORFOLOGÍA.....	5
2.1.3. VARIEDADES DE REMOLACHA.....	6
2.1.4. VALOR NUTRICIONAL.....	6
2.1.5. SÓLIDOS SOLUBLES EN LA REMOLACHA.....	7
2.2. EDULCORANTE	7
2.3. EDULCORANTE DE REMOLACHA (<i>Beta Vulgaris</i>)	8
2.3.1. BENEFICIOS DEL EDULCORANTE.....	9
2.3.2. DESVENTAJAS DEL EDULCORANTE.....	9
2.3.3. RENDIMIENTO DEL EDULCORANTE	10
2.4. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA	11
2.4.1. MÉTODO DE PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN.....	11
2.4.2. MÉTODO DE PROCESO ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL.....	12
2.5. TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA	15
2.5.1. DESHIDRATACIÓN.....	16

2.5.1.1. TIEMPO Y TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN.....	16
2.5.2. DIFUSIÓN.....	17
2.5.3. EVAPORACIÓN DEL JUGO DE LA REMOLACHA.....	18
2.5.4. CRISTALIZACIÓN	18
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	20
3.1. UBICACIÓN.....	20
3.2. FACTORES EN ESTUDIO.....	20
3.2.1. NIVELES.....	21
3.2.2. TRATAMIENTOS.....	21
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	22
3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO	23
3.5.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	23
3.5.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA	24
3.5.3. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO	25
3.6. VARIABLES A MEDIR.	26
3.7. TÉCNICAS UTILIZADAS PARA EVALUAR LAS VARIABLES DE RESPUESTA.	26
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	28
3.9. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. RESULTADOS DE LAS VARIABLE EN EL SPSS	29
4.2. GRADOS BRUX (°BRUX) DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA	30
4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL.....	31
4.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	33
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1. CONCLUSIONES.....	34
5.2. RECOMENDACIONES.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS.....	38

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 2.1. Caracterización de la materia prima..	7
Cuadro 3.1. Unidad experimental de la materia prima.	22
Cuadro 3.2. Resultados físico químicos de la pulpa de remolacha.	23
Cuadro 4.1. Prueba de los efectos inter-sujetos.....	29
Cuadro 4.2. ADEVA (Análisis de varianza) de un factor.....	30
Cuadro 4.3 Grados Brix	31
Cuadro 4.4. ADEVA no paramétrico para la variable tratamiento respecto a la variable dulzor.....	31
Cuadro 4.5. Subconjuntos homogéneos de la variable tratamientos respecto al dulzor. ...	32
Cuadro 4.6. Costos de Producción de cada Tratamiento	33

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Grafico 4.4. Gráfico °Brix del Programa SPSS.....	31
Grafico 4.5. Gráfico Humedad SPSS	32
Grafico 4.6. Gráfico Rendimiento del Programa SPSS	33

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 3.1. Tratamientos en investigación.....	21
Tabla 4.5. Costos de Producción de cada Tratamiento.....	35

CONTENIDO DE FIGURAS

Figuras 3.1. Mapa de las instalaciones de la ESPAM.	20
--	----

RESUMEN

El objetivo de esta investigación consistió en determinar el Tiempo (A) y Temperatura (B) de deshidratación de la remolacha (*Beta Vulgaris*) en dependencia de las características físico-químicas del edulcorante de dicho vegetal. Con la finalidad de obtener un mayor rendimiento del edulcorante como una alternativa en la industria alimentaria, se comparó sensorialmente el efecto edulcorante en un néctar de mora endulzado con el azúcar de remolacha (sacarosa) y con uno comercial (azúcar morena), se elaboraron los costos de producción. En el proceso de la investigación se empleó un diseño completamente al Azar (DCA) bifactorial A x B, con 12 repeticiones midiendo los Grados Brix (°Bx), la Humedad (%H), el Rendimiento (g de remolacha /g de edulcorante en bruto) y la Evaluación Sensorial. Estadísticamente sí existió diferencia significativa en el atributo grados Brix en el Análisis De Varianza (ADEVA) con un p-valor de 0.05 y la evaluación sensorial en el que se estableció al tratamiento 4 (T4) con una media de 48.483 según el SPSS como el de mejor aceptación en la categoría de "muy dulce" indicado por los jueces en la catación, ya que tuvo mayor intensidad que los otros tratamientos afectados por el factor A y B, esto hizo que aumentaran más los azúcares de la pulpa de remolacha provocando diferentes intensidades de dulzor.

PALABRAS CLAVES:

Deshidratación, Edulcorante, características físico-químicas, Evaluación Sensorial.

ABSTRACT

The objective of this investigation consisted in determining the Time (A) and the Temperature (B) of dehydration of the beet (*Beta Vulgaris*) in the dependence of the physical-chemical characteristics of the sweetener of said vegetable. In order to obtain a higher sweetening performance as an alternative in the food industry, the sweetening effect was compared with a mule sweetened with sugar beet (sucrose) and with a commercial one (brown sugar), the production costs were elaborated . In the research process, a completely randomized design (DCA) was used A x B, with 12 repetitions measuring the Brix Degrees ($^{\circ}$ Bx), the Humidity (% H), the Yield (g of beet / g of sweetener) raw) and the Sensory Evaluation. Statistically yes there was a significant difference in the Brix degrees in the Analysis of Variance (ADEVA) with a value of 0.05 and the sensory evaluation in which treatment 4 (T4) is treated with an average of 48,483 according to the SPSS as the best acceptance in the "very sweet" category indicated by the judges in the tasting, and that had greater intensity than in the other treatments, in the factors A and B, this caused that the sugars of the beet pulp increased more causing different intensities of sweetness.

KEY WORDS

Dehydration, Sweetener, physical-chemical characteristics, Sensory Evaluation.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La remolacha (*Beta Vulgaris*) tiene un uso inapropiado tecnológicamente como afirma León (2015) el principal uso de la remolacha en el Ecuador es el consumo fresco o cocinado y de forraje para algunos animales. “En otros países como España y Francia elaboran edulcorante de remolacha, en Alemania fabrican cerveza, los polacos preparan con la pulpa de remolacha una pasta alimenticia para la anemia y también se obtiene el colorante E162, rojo remolacha” (García, 2014).

En Ecuador se desconoce un proceso comercial del aprovechamiento de los azúcares naturales de la remolacha, por el predominio de la sacarosa proveniente de la caña de azúcar. Torrenegra (2016) establece en un artículo científico el contenido de sólidos solubles (sacarosa de la hortaliza) en 6.42 gramos por cada 100 gramos de la misma, siendo desaprovechada en la remolacha.

La falta de una técnica apropiada para la extracción del edulcorante de la hortaliza, necesita de un método que intensifique los sólidos solubles presentes para concentrar los azúcares en la materia húmeda, Sánchez (2017) muestra que al deshidratar las hortalizas estas pierden alrededor del 75% de su peso original y los azúcares se concentran causando un sabor más dulce. Por lo tanto, una buena deshidratación jugaría un papel primordial en la concentración de los sólidos solubles.

La insuficiencia de un determinado tiempo y temperatura óptima de deshidratación afectaría directamente al rendimiento de los azúcares extraíbles de la hortaliza, la remolacha está constituida por infinidad de células provistas de una armadura celulósica que contiene una solución de sacarosa (Barquero, 2016), al ser deshidratada elevaría la cantidad de los sólidos solubles concentrándolos para extraer un edulcorante que podría ser utilizado en las empresas agroindustriales.

Con este antecedente se plantea la siguiente interrogante:

¿Se podrá establecer el tiempo y temperatura óptima de deshidratación de la remolacha para obtener mejor características físico-químicas del edulcorante?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La investigación está centrada hacia el aprovechamiento de la extracción de los sólidos solubles presente en la materia prima de la remolacha para el rendimiento del edulcorante como aditivo principal en la elaboración de un néctar.

La propuesta mostraría un nuevo aprovechamiento de la remolacha, en función al uso de un edulcorante a diferencia del uso tradicional de consumo en el Ecuador promoviendo una industrialización del mismo beneficiando a los productores de remolacha como un ingreso económico social, así como se registra en los países europeos con la extracción del edulcorante.

Además, se convierte en una opción para la utilización de un aditivo que de alguna manera se puede utilizar en la industria alimenticia gracias a la concentración de los azúcares existente en la remolacha. El residuo de la elaboración del edulcorante de remolacha se puede establecer como un subproducto residual para elaborar una harina de alimento animal, estableciendo un aprovechamiento integral de la hortaliza (Aguilar, 2013).

El objetivo es establecer una técnica adecuada para la obtención de edulcorante de remolacha que permita a los empresarios industriales para utilizarla en diferentes gamas de productos beneficiando tanto al país como a la sociedad para hacer más productivo al sector agrícola e industrial azucarero, que fomente nuevas alternativas de superación social, económica, productiva y que sirva como un producto de calidad accesible para todas las personas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar tiempo y temperatura de deshidratación de la remolacha (*Beta Vulgaris*) en las características físico-químicas del edulcorante.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el tiempo y temperatura de deshidratación necesarios para la obtención de un mayor rendimiento de la remolacha para la elaboración del edulcorante.
- Comparar sensorialmente el poder edulcorante en un néctar de mora endulzado con el azúcar de remolacha con uno comercial.
- Elaborar los costos de producción de la extracción del edulcorante de remolacha.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos una de las combinaciones de tiempo y temperatura de deshidratación difiere en el rendimiento de obtención de edulcorante a partir de la remolacha.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. REMOLACHA

La remolacha (*Beta Vulgaris*) es una planta oriunda del mediterráneo que ha sido utilizada para fines alimenticios y médicos, las culturas mediterráneas (3 000 años ac.) utilizaron los derivados de la remolacha silvestre. Hipócrates informó sobre el valor medicinal de la misma y en la edad media la remolacha fue utilizada como un vegetal básico para la dieta humana, en el siglo XVI se detectaron algunos tipos de remolacha que poseían un dulzor apreciable, utilizándose también en esta época, como tónico para el cabello y como aditivo al vinagre obtenido del vino (Amaro, 2014).

Alvarado *et al.*, (2013) indica que los ancestros de la remolacha azucarera crecían de manera silvestre en la Costa del Sur de Europa, Asia y llegaba hasta la India Occidental. Pero fue hasta el siglo XV cuando fue cultivada por primera vez en los países de Francia y España con el objetivo de consumir el follaje; en 1747 Andrés Marggraf encontró cristales dulces en el jugo de la hortaliza y así surgió el uso de la remolacha para la producción de edulcorante. Actualmente es explotada por países como Rusia, Polonia, Francia, Alemania, Turquía, Estados Unidos y Canadá.

2.1.1. TAXONOMÍA DE LA REMOLACHA

- **Reino:** Plantae
- **Sub reino:** Tracheobionta
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Sub clase:** Caryophyllidae
- **Orden:** Caryophyllales
- **Familia:** Chenopodiaceae
- **Género:** Beta L.
- **Especie:** *Beta Vulgaris* L. (García *et al.*, 2017)

2.1.2. MORFOLOGÍA

Casierra & Pinto (2016) muestra que se trata de una planta bianual que durante el primer año desarrolla una gruesa raíz napiforme y una roseta de hojas, y durante el segundo emite la inflorescencia, la parte aérea de la planta está constituida por un número variable de hojas lisas de color verde oscuro, muy grande, ovado y con pecíolo y nervadura central ancha y blanca, estas hojas se insertan en la base de la raíz. La parte subterránea es una enorme raíz, generalmente de forma cónica. Es de color marfil y a ambos costados en el sentido longitudinal se observan uno o dos profundos surcos o hendiduras recubiertas de raicillas, a las que se acostumbra a llamar “surcos sacaríferos.

La remolacha es una hortaliza bianual, que inicialmente forma raíz redonda y pivotante en la que almacena las reservas energéticas, esta hortaliza ramifica un par de cotiledones de los que posteriormente se desarrollan hojas verdaderas de forma ovalada a corniforme de color verde oscuro o rojizo pardo, este conjunto de hojas forman en la parte superior de la raíz una roseta, presenta flores agrupadas en espiga y frutos con dos o más semillas (Alvarado *et al.*, 2013).

La descripción de la planta se muestra a continuación:

- **Hábito:** Planta herbácea de ciclo cortó.
- **Tamaño:** Varía de 60 a 100 cm de altura.
- **Tallo:** Ramificado en la parte superior, de color verde o a veces rojizo.
- **Hojas:** Alternas, algo carnosas, las basales dispuestas en roseta, grandes (hasta 20 cm de largo), pecioladas, a veces con el margen sinuado, las hojas superiores más chicas y casi sésiles.
- **Inflorescencia:** Se encuentran en grupos compactos dispuestos en espigas terminales, ramificadas o en las axilas de las hojas.
- **Flores:** Son hermafroditas, en las que no se distingue el cáliz de la corola, por lo que la estructura que protege al ovario y/o a los estambres se llama perianto. El perianto está unido basalmente al ovario, hacia el ápice dividido en cinco segmentos oblongos, de unos 2 mm de largo, algo doblados longitudinalmente (carinados); con cinco estambres; de dos a cuatro estilos y estigmas, pero generalmente se encuentran tres.

- **Frutos:** Presentan dehiscencia, con una cubierta membranosa separada de la semilla, conteniendo una sola semilla, este fruto llamado utrículo está encerrado en el perianto endurecido y parcialmente unido.
- **Semillas:** Presentan un aspecto horizontal y circular, en forma de frijol (reniforme), de color oscuro y con una viabilidad de hasta tres años.
- **Raíz:** De forma redonda y pivotante, muy engrosadas de color amarilla-verdosa y al tocarla se siente rugosa (Alvarado *et al.*, 2013).

2.1.3. VARIEDADES DE REMOLACHA

La especie *Beta Vulgaris* comprende diversas variedades botánicas cultivadas para diferentes usos:

- ***Beta Vulgaris Var. Cycla:*** remolacha hortícola por sus hojas, de pecíolo muy largo, blanco y carnoso.
- ***Beta Vulgaris Var. Cruenta:*** remolacha cultivada por su raíz carnosa, dulce y de color rojo oscuro, debido a las antocianinas contenidas en el jugo celular.
- ***Beta Vulgaris Var. Crasa:*** remolacha forrajera característica, de raíz muy gruesa y carnosa, de gran valor forrajero gracias a la sacarosa en ella contenida.
- ***Beta Vulgaris Var. Saccharifera:*** remolacha azucarera obtenida de la anterior por selección, respecto al contenido de sacarosa de la raíz (Amaro, 2014).

2.1.4. VALOR NUTRICIONAL

La remolacha es la raíz grande y carnosa que crece en la planta del mismo nombre. Su color es entre rosáceo a violáceo y su sabor es dulce, debido a su contenido en edulcorantes, las variedades más importantes de remolacha son la forrajera (para alimentación animal) y la común o roja (como hortaliza). En cuanto a la composición nutricional, la remolacha destaca por su elevado contenido en agua (89%) y en hidratos de carbono (6,7%). Es buena fuente de fibra y es rica en folatos, potasio y vitamina C, y en menos proporción de calcio y sodio. También es muy rica en

betaina y betalaina, pigmentos responsables de su color morado (Casierra & Pinto, 2016).

Según Torrenegra (2016) en su investigación muestra la caracterización de la materia prima de remolacha.

Cuadro 2.1. Caracterización de la materia prima.

Parámetros	<i>B. Vulgaris</i>
Humedad (g/100g)	87.22
pH (g/100g)	5.96
Acidez (g/100g)	0.172
Sólidos solubles (g/100g)	6.42
Ceniza (g/100g)	1.05
Proteínas (g/100g)	1.59
Fibra Cruda (g/100g)	2.77
Carbohidratos (g/100g)	10.01
Grasas (g/100g)	0.12

Fuente: (Torrenegra, 2016)

2.1.5. SÓLIDOS SOLUBLES EN LA REMOLACHA

Alvarado *et al.*, (2013) muestra que la producción de edulcorantes en la planta depende mucho de la actividad fotosintética, cantidad de fertilización y manejo del riego; las condiciones de las cuales depende la planta para una eficiente fotosíntesis es la superficie de las hojas, longitud del peciolo y edad de las hojas, las cuales se logran con una dosis óptima de fertilización, el cultivo de remolacha contiene entre 17 a 24 °Brix en el jugo, el cual es usado como materia prima para obtener etanol. Torrenegra (2016) establece en un artículo científico el contenido de sólidos solubles de la hortaliza en 6.42 gramos por cada 100 gramos de la misma. Los sólidos solubles presentes en la remolacha se utilizan como un aditivo conocido como edulcorante, proporcionando el sabor en todo tipo de preparaciones dulces.

2.2. EDULCORANTE

El término edulcorante, hace referencia a aquel aditivo alimentario que es capaz de mimetizar un poder dulce y que habitualmente aporta menor energía. Algunos de ellos son extractos naturales mientras que otros son sintéticos, en este último caso se denominan artificiales (García *et al.*, 2013).

Los edulcorantes han ganado espacio como herramientas de la dieta ya que proporcionan el sabor dulce, pero sin el aporte calórico de esta, por lo tanto pueden ayudar a bajar de peso y a la adhesión de la dieta. Se emplean para reemplazar total o parcialmente los azúcares, además poseen un mayor poder endulzante que la sacarosa (30 a 300 veces) y son más económicos. Pueden contribuir al control de peso o de glucosa en la sangre (Durán, Córdón, & Rodríguez, 2013).

La Norma INEN 2074 en la que habla de los aditivos alimentarios permitidos para el consumo humano define que los edulcorantes incluye todos los azúcares normalizados (Azúcares refinados y en bruto), los productos sin normalizar (p. ej. en Azúcar moreno, Soluciones azucaradas y jarabes, también azúcares (parcialmente) invertidos, incluida la melaza, otros azúcares y jarabes (p. ej., la xilosa, el jarabe de arce y los revestimientos de azúcar y edulcorantes de mesa, incluidos los que contienen edulcorantes de gran intensidad) y los edulcorantes naturales (Miel) (INEN 2074, 2012).

2.3. EDULCORANTE DE REMOLACHA (*Beta Vulgaris*)

El azúcar es un edulcorante de origen natural, y se obtiene a partir de un proceso industrial aplicado a la caña azucarera o a la remolacha para extraer su jugo y después cristalizarlo, en la actualidad a nivel mundial, el 70% del edulcorante se produce a partir de la caña de azúcar y el 30% de la remolacha, pero en Europa, y principalmente por razones históricas y económicas, no nutricionales, se consume un 90% de edulcorante de remolacha. En España, prácticamente el 99% del edulcorante producido se extrae de la remolacha azucarera (Alonso, 2015).

García (2014) declara que en el año de 1747 Marggraf, químico alemán descubrió en la remolacha un edulcorante cristizable en forma de sacarosa idéntico al de la caña de azúcar, todas las variedades de remolacha producen igual cantidad de azúcar, todo depende de la calidad de los terrenos que se escogen para la siembra y de saber cultivar científicamente la planta. Sin embargo los fabricantes de azúcar prefieren la variedad remolacha blanca, el azúcar en la remolacha es más blanco, más ligero y más soluble en el agua y en los líquidos que se quieren endulzar, como el café, el té, etc.

2.3.1. BENEFICIOS DEL EDULCORANTE

Gomez (2016) muestra que el edulcorante de remolacha tiende a tener menos sacarosa de la aconsejable, lo que puede influir positivamente en ciertos pacientes diabéticos y hepáticos, es buena como base de una nutrición dulce pero a la vez muy sana y fortalecedora de los procesos inmunológicos y de creación de enzimas. El edulcorante de remolacha cumple pues así una acción muy provechosa sobre los alimentos que necesitan ser endulzados cumpliendo con una ventaja adicional en este proceso, y es que de por sí el contenido dulce no sobrepasa los límites permitidos en cuanto al saneamiento y función óptima de los procesos digestivos.

El edulcorante de remolacha por igual gracias a su acción de gran disolvencia, no se acumula enormemente dentro del tracto circulatorio, sino que precede con sus componentes básicos a remontar los niveles estables de sacarosa y de otras sustancias fundamentales para que nuestro cuerpo funcione bien, y a la vez podamos endulzar de forma más saludable todas aquellas recetas que necesitan de lo dulce. El poder del edulcorante de la remolacha dentro de los procesos digestivos también es muy importante, porque contribuye enormemente a la normalización del trabajo del estómago y por ende al de todo el proceso de digestión central.

También como conservante hay algunas personas que han utilizado el edulcorante de remolacha, sobre todo en alimentos que necesitan por algún motivo u otro a la intemperie, y ello también ha contribuido en ciertos círculos médicos homeopáticos, sobre todo, a la fama del edulcorante como buen preservante. Las propiedades y beneficios han sido descubiertas desde hace mucho, pero es claro que no han contado con las ventajas de la generalización informativa, y sin embargo todavía hay tiempo para estructurar de una buena manera un plan alimenticio que ponga como base dietética su empleo a mayor escala (Barquero, 2016).

2.3.2. DESVENTAJAS DEL EDULCORANTE

- **Aumenta la caries:** El consumo de edulcorante en exceso perjudica los dientes y favorece la caries dental.

- **Genera envejecimiento:** Un exceso de ingesta de edulcorante genera un aumento de glucosa lo cual deteriora el colágeno, lo cual acelera el envejecimiento de los tejidos.
- **Empeora la salud:** El consumo excesivo de edulcorante refinado supone una acumulación de grasas que son poco saludables para el organismo.
- **Contribuye a la osteoporosis:** El exceso de edulcorante puede llegar a dañar el tejido óseo y contribuir a la aparición de la osteoporosis.
- **Metabolismo lento:** Tomar edulcorante en grandes cantidades provoca fatiga y falta de energía puesto que disminuye la capacidad de absorción de nutrientes.
- **Favorece la obesidad y el sobrepeso:** El edulcorante en exceso es una de las causas más importantes de la obesidad tanto en niños como en adultos (Barquero, 2016).

2.3.3. RENDIMIENTO DEL EDULCORANTE

- A través de muchos años de trabajo se ha conseguido elevar el contenido de edulcorante de remolacha hasta los niveles actuales que se sitúan entre el 15 y 20% del peso de la raíz.
- Con un contenido de agua alrededor del 75%, el edulcorante también supone un porcentaje muy importante de la remolacha en la materia seca.
- El contenido de edulcorante y el rendimiento de la remolacha presentan generalmente una correlación negativa. Variedades con alto contenido de edulcorante presentan un rendimiento en raíz más bajo que variedades con bajo contenido de edulcorante.
- El rendimiento del edulcorante se mide en dt/ha y se calcula multiplicando el rendimiento de raíz (dt/ha) por el contenido de edulcorante.
- Es un trabajo de los genetistas conseguir un aumento del contenido de edulcorante y del rendimiento de la raíz de manera conjunta para proporcionar un mayor rendimiento del cultivo a los agricultores.
- Calidad del jugo.
- En las fábricas de edulcorante las remolachas se cortan en pequeños pedazos y se cuecen.

- El jugo obtenido con la ayuda de carbonato cálcico y otros compuestos orgánicos e inorgánicos se transforma en un jugo concentrado.
- Conocido como melaza, el jugo contiene calcio, nitratos y productos orgánicos que enlazan parte del edulcorante dificultando su extracción.
- Mientras que el contenido de nitratos en las nuevas variedades ya ha sido reducido, queda pendiente para los genetistas continuar la reducción de alfa aminoácidos que entorpecen el proceso de cristalización del edulcorante.
- El incremento de edulcorante en la producción obtenido en los últimos años ha venido acompañado de una drástica reducción (50%) en el abono nitrogenado necesario (Calzada *et al.*, 2013).

2.4. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA

2.4.1. MÉTODO DE PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN

Santana (2017) enseña que el proceso de producción de edulcorante de remolacha es un proceso físico químico complejo. La sacarosa se extrae de las células por difusión, después de la cual se emplean acciones químicas y termo físicas, para separar el edulcorante de los no edulcorantes y su transformación en producto blanco cristalino y limpio.

El esquema de producción es el siguiente:

- Transporte de tubérculos al ingenio.
- Lavado.
- Pesado de la materia prima.
- Fragmentación (molinos – trituradoras).
- Obtención de jugo en las instalaciones de difusión.
- Purificación del jugo.
- Condensación del jugo (evaporación).
- Hervido del jugo hasta la cristalización del edulcorante.
- Separación del edulcorante.
- Embalaje del edulcorante en sacos o paquetes.
- Almacenamiento.

- Comercialización (Santana, 2017).

2.4.2. MÉTODO DE PROCESO ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Barquero (2016) menciona que transporta en camión o tren; la remolacha llega a la bodega de almacenamiento que es una fosa subterránea (bunquer), los bunquers se aspergean con agua a presión procedentes de hidrantes, el agua lava la remolacha sobre los eslabones del transportador, a través de los cuales los tubérculos ingresan al procesamiento. La cinta transportadora se construye considerando las condiciones de relieve del área y con una pendiente específica. Para separar de la remolacha, paja, piedras, arena y otras mezclas en la cinta, se construyen trampas. El suelo y otras sustancias adheridas en la remolacha pasan a lavadoras, en donde se garantiza la separación completa de heno (paja) y otras sustancias.

Para la extracción del edulcorante, los tubérculos se fragmentan en máquinas especiales, (cortadora de remolacha) en forma de bandas, con una longitud de 4-6mm y 1.2-1.5mm de espesor, la difusión de sacarosa transcurre total y rápidamente si la pulpa posee mayor superficie por unidad de masa, si los tubérculos son de buena calidad y si la cortadora está bien instalada, le colocamos una masa de 100g, en una línea recta, ocupa no menos de 24m. El 45 – 50%, deberá tener forma regular y el rechazo y fibra (pedazos gruesos y cortos de forma irregular con espesor menor a 0.5mm), no más del 3%. La pulpa de remolacha ingresa al transportador que lo entrega al aparato de difusión de acción continua o a la batería de difusión, el edulcorante se extrae de la pulpa con chorros de agua caliente, la membrana de las células de los tubérculos son permeables para el edulcorante y otras sustancias hidrosolubles, sin embargo el citoplasma vivo celular es semipermeable y casi no permite el paso del edulcorante y de otras sustancias disueltas en el jugo celular (Alvarado *et al.*, 2013).

Por esta razón, una extracción de edulcorante relativamente completa por el método de difusión, es posible solo después del calentamiento de la pulpa hasta 60°C, que es cuando ocurre el proceso de coagulación de las proteínas del citoplasma, el coeficiente de difusión de la sustancia disuelta difiere de la

temperatura del medio y de su masa molecular, mientras más alta es la temperatura y menor el peso molecular de la sustancia; mayor es la difusión. El coeficiente de difusión muestra cuanta sustancia disuelta difunde en la unidad de tiempo a través de la unidad de área, bajo una diferencia de concentración igual a la unidad, el coeficiente de difusión de la sacarosa al incrementarse la temperatura hasta 70°C, crece tres veces y constituye 1,07cm³, contra 0,37cm³ a temperatura 20°C. La cantidad de sustancias que pasan a jugo de difusión constituye en porcentaje: sacarosa 98% y proteínas 30% (Barquero, 2016).

Estos valores muestran que las proteínas y otras sustancias de alta masa molecular pasan al jugo de difusión lentamente y en menor cantidad. La mayoría de las proteínas bajo calentamiento se coagulan y se quedan en pulpa, significativamente más lento que la sacarosa, difunden las sustancias pépticas, esto favorece positivamente al proceso tecnológico, por cuanto, su paso al jugo de difusión es indeseable, sin embargo su paso se incrementa a temperaturas superiores a 80°C. Para reducir el paso de no edulcorantes al jugo de difusión, la difusión se realiza rápidamente bajo pH ligeramente ácido (pH 5-6). En el jugo de difusión los no edulcorantes son en 18 a 20% menos que en el jugo celular, esto es, la calidad del jugo de difusión es más alta que el jugo celular (Alvarado *et al.*, 2013).

La pulpa ingresa en el aparato de difusión ininterrumpidamente (continuamente), y en dirección contraria a su movimiento cae el agua, con la ayuda de la cual ocurre la extracción del edulcorante. Preliminarmente la pulpa se calienta con jugo caliente para la plasmólisis celular en calentadores especiales. La pulpa caliente desplaza de un extremo a otro del calentador entregando al torrente de agua el edulcorante y no edulcorantes, a medida que se desplaza la pulpa, la extracción de edulcorante se incrementa. A la salida del aparato, el contenido de edulcorante en la pulpa es de 0,2-0,28% de la masa de remolacha procesada (Barquero, 2016).

El jugo de difusión es turbio que se obscurece rápidamente en contacto con el oxígeno del aire. En él, a más de edulcorante se hallan no edulcorantes orgánicos y minerales, además en estado suspendido se hallan fragmentos pequeños de pulpa de remolacha. El jugo posee una reacción ligeramente ácida, y es capaz de formar espuma, la purificación del jugo consiste en la eliminación de partículas suspendidas de no edulcorantes cerca del 40%. El resto atraviesa todas las etapas

subsiguientes del proceso tecnológico y se acumulan en el torrente de melaza. La limpieza incluye las siguientes operaciones: Evacuación previa, Evacuación básica, Saturación primaria y secundaria, Sulfuración, Filtración de control (Alvarado *et al.*, 2013).

El jugo recalentado hasta 85-90° C, es tratado dos veces por lechado de cal. Por acción de la cal, las proteínas y otras sustancias que se hallan en el jugo de difusión en forma de micelas grandes, se coagulan, además, en el proceso de defecación ocurre las reacciones entre no edulcorantes del jugo de difusión y iones de Ca^{2+} y OH^- . En presencia de iones Ca^{2+} se precipitan los ácidos cítrico, oxálico y oxiácidos, formando sales insolubles. También la cal precipita al ácido fosfórico y en cantidades pequeñas al ácido sulfúrico, por acción de los iones OH^- , ocurre la reacción de precipitación de roles de aluminio, hierro y magnesio en forma de hidróxidos de dichos metales. La duración de la defecación durante el calentamiento del jugo hasta 80–90°C, es de 8 a 10 minutos (Barquero, 2016).

La siguiente etapa de la limpieza del jugo es la saturación que se realiza en dos pasos. El fin básico del proceso consiste en que al saturar el jugo con CO_2 se logra la precipitación del calcio en forma de CaCO_3 . El CaCO_3 formado en el proceso posee estructura muy fina y en forma activa absorbe diferentes sustancias orgánicas, especialmente no edulcorantes que colorean al jugo. El jugo se transforma en claro y transparente, el jugo ingresa en el saturador desde arriba al caer sobre el disco aspensor fluye en forma uniforme. El gas de saturación ingresa por la parte inferior del aparato, y pone al jugo en movimiento rotatorio, se mezcla bien con él. Gran parte del jugo tratado con el gas de la primera saturación se calienta hasta 90°C y se lo dirige a la filtración. El filtrado se calienta hasta 100°C e ingresa a la segunda saturación, la tarea consiste en la eliminación de la cal y sales de calcio, que pueden producir dificultades al calentar el jugo (Barquero, 2016).

En la saturación secundaria se trata con CO_2 cuya basicidad es de pH 8.8 a 9. Razón por la cual en el evaporado queda la menor cantidad de sales de calcio. Después de la saturación secundaria, el jugo ingresa nuevamente a filtración, la filtración se realiza en filtros de presión y filtros a vacío, donde se obtienen dos productos: el jugo con alta limpieza o suciedad y el rechazo de la producción de edulcorante, para decolorar y reducir la viscosidad del jugo se trata con H_2S (ácido

sulfhídrico), que al reaccionar con el agua parcialmente forma H_2SO_4 (ácido sulfúrico). El hidrógeno libre reduce las sustancias orgánicas cromáticas, transformándolas en incoloras. Además el H_2S reduce la alcalinidad del jugo, facilita la reducción de la viscosidad del sirope (miel espesa) que a su vez facilita la cristalización y separación de cristales de edulcorante (Alvarado *et al.*, 2013)

La sulfuración ocurre en aparatos especiales (sulfuradores), el jugo ingresa a ellos por la parte superior en forma de lluvia saturándose con H_2S , al caer al fondo del aparato, la calidad del jugo después de la segunda saturación y filtración es de 91-93%, con un contenido de sustancias secas de 14 a 16% entre ellos edulcorante de 13- 14%. La siguiente tarea consiste en obtener edulcorante del jugo mediante cristalización. Con este propósito en dos etapas se elimina el H_2O , inicialmente el jugo se evapora hasta que el contenido de sustancias secas en el sirope sea del 65- 70%. Para evitar la formación de caramelo, el sirope se cocina al vacío a temperatura de ebullición que no supere los $80^{\circ}C$ (Barquero, 2016).

Para la formación de cristales, en el aparato de vacío se agrega una pequeña cantidad de edulcorante en polvo (50-10g), que facilita la rápida formación de centros de cristalización, luego el producto se dirige a las centrifugas para separar los cristales de edulcorante del torrente, el líquido obtenido se llama (torrente verde) melaza verde, los cristales de edulcorante que se quedan en la superficie del tambor, se blanquean con agua caliente y vapor. Parte de los cristales se diluyen, la solución obtenida que contiene H_2O , residuos de melaza y edulcorante disuelto, se denomina melaza blanca, el edulcorante se guarda en bodegas limpias, secas y temperadas (con temperatura uniforme). La humedad relativa de las bodegas es menor al 7%, los sacos con edulcorante se arruman sobre paletas de madera, dejando pasos peatonales entre columnas de 0,7m de ancho (Alvarado *et al.*, 2013).

2.5. TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA

Michelis & Ohaco (2017) establece que en la obtención del edulcorante de remolacha se establecen algunas técnicas para incrementar el contenido azucarado, las que se describen a continuación:

2.5.1. DESHIDRATACIÓN

Ceballos & Jiménez (2013) indica que la deshidratación con aire caliente de frutas y verduras la energía debe suministrarse para evaporar el agua. El calor se puede aplicar al alimento por conducción, radiación o convección. Aunque estos tres mecanismos de transferencia de calor se pueden utilizar durante la deshidratación, normalmente, dependiendo del producto, uno de éstos es el que domina. El método más común para transferir el calor a frutas y verduras, en el proceso de deshidratación, es la utilización de una corriente de aire caliente, donde la convección es el principal fenómeno de transferencia. Una vez que el calor es suministrado a la superficie del alimento en el proceso de deshidratación éste es distribuido a través del alimento por conducción.

La deshidratación o el desecado es una de las técnicas más utilizadas para la conservación de alimentos a través de la historia. Comprende la eliminación de agua mediante el tratamiento del producto por calor artificial (aire previamente calentado, superficies calientes). Muy antiguamente, se secaban al sol alimentos como frutas, granos, vegetales, carnes y pescados, mediante prueba y error, para tener alimentos en épocas de escasez. Comercialmente esta técnica, que convierte alimentos frescos en deshidratados, añade valor agregado a la materia prima utilizada, bajan los costos de transporte, distribución y almacenaje por la reducción de peso y volumen del producto que produce. Esta técnica se puede definir como una operación, en la cual hay una transferencia simultánea de calor y de masa, en la que la actividad de agua de un material es reducida a través de la remoción de agua por evaporación en una corriente de gas insaturado libre (Michelis & Ohaco, 2017).

2.5.1.1. TIEMPO Y TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN

Según el Departamento de Alimentos y Biotecnología Facultad de Química, UNAM, acentúa que la determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. Los productos con un elevado contenido en edulcorantes deben

deshidratarse en estufa de vacío a temperaturas que no excedan de 70°C. La eliminación del agua de una muestra requiere que la presión parcial de agua en la fase de vapor sea inferior a la que alcanza en la muestra; de ahí que sea necesario cierto movimiento del aire; en una estufa de aire se logra abriendo parcialmente la ventilación y en las estufas de vacío dando entrada a una lenta corriente de aire seco (Rozano *et al.*, 2014).

Ceballos & Jiménez (2013) enseñan que el estudio de las técnicas y condiciones adecuadas de deshidratación de frutas y hortalizas, es necesario conocer las temperaturas y tiempos para minimizar los cambios físicos y químicos ocurridos durante el proceso, así como mantener sus propiedades, para las hortalizas al momento de deshidratarlas no se debe sobrepasar los 70°C establece para la remolacha un niveles de temperatura óptima de 40 – 65 °C, en un lapso de tiempo de 7 a 8 horas para deshidratar y concentrar la mayor cantidad de sólidos solubles logrando conservar las cualidades sensoriales del tubérculo y prolongando la vida de anaquel y convertirse en un producto de alta calidad que sea atractivo para los consumidores y con un alto valor nutricional.

2.5.2. DIFUSIÓN

La difusión consiste en la extracción del edulcorante en agua caliente (a 70 o 80°C). Esta fase del proceso puede ser realizada dejando las cosetas inmersas en el agua o en modo continuo, en contra corriente. El agua caliente aumenta la solubilidad del edulcorante, pero no debe superar los 80°C porque podría provocar la contracción de la superficie de la coseta, a causa de la coagulación de las proteínas impidiendo que el edulcorante se disuelva en el agua (Domínguez, 2013).

Se entiende por difusión cuando el proceso por el cual las moléculas se entremezclan, dos disoluciones de distinta concentración se mantienen separadas por una membrana semipermeable, es decir, se ponen en contacto, o están separadas por una membrana permeable, el agua y los solutos se desplazan hasta alcanzar una concentración intermedia. Este proceso recibe el nombre de difusión. En ella, el movimiento neto de las partículas es direccional, se produce desde las regiones de mayor a menor concentración. La tendencia a la difusión es muy fuerte

incluso a temperatura ambiente, debido a las altas velocidades moleculares asociadas a la energía térmica de las partículas (Restrepo, 2013)

2.5.3. EVAPORACIÓN DEL JUGO DE LA REMOLACHA

El jugo procedente de la depuración es una disolución azucarada con una gran cantidad de agua. El objeto de la evaporación es evaporar gran parte del agua que del jugo. La evaporación se realiza por medio de un sistema de evaporadores. Este sistema tiene por objeto reducir el consumo de vapor reutilizando los vapores que se producen en cada poder como fuente de calor. Operándose en el último por debajo de la presión atmosférica y por ello a temperatura menor de 100° C. El jugo concentrado que sale de la instalación de evaporación se denomina jarabe. En éste se disuelven edulcorantes de los bajos productos para la obtención de otro jarabe denominado jarabe estándar, que una vez filtrado está listo para el proceso de cristalización (Gallardo, 2015).

El jugo clarificado contiene del 15 al 20% de sólidos, según la concentración del jugo original de la caña y el procedimiento de maceración empleado, para conseguir la formación de cristales de edulcorante, el jugo debe ser concentrado hasta el estado de mieles. Para alcanzar tal condición, es necesario eliminar la totalidad del agua presente, en la evaporación, por medio de intercambio de calor con vapor de baja presión (20 psi), el jugo se concentra en un jarabe de uso llamado Meladura (no saturado) el proceso se da en varias etapas, es común el uso de 5 cuerpos de evaporación dispuestos en serie, en los cuales el jugo fluye por diferencia de presión en los cuerpos (Barquero, 2016).

2.5.4. CRISTALIZACIÓN

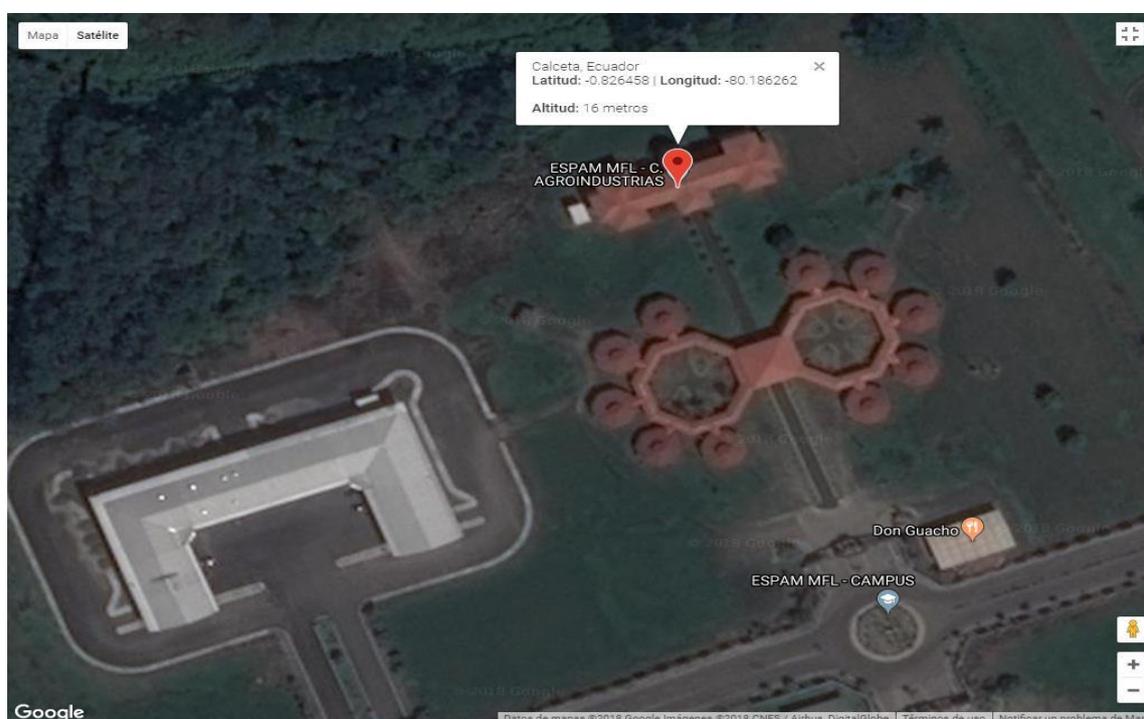
Restrepo (2013) establece que la cristalización es un proceso por el cual ciertas sustancias adoptan la forma cristalina; y se utiliza en las mezclas homogéneas conformadas por un sólido (soluto) disuelto en agua (solvente) para separar la sustancia sólida, eliminando la líquida que no interesa recuperar, por evaporación, usándose frecuentemente en la purificación de sólidos.

Para la cristalización se utiliza un cristalizador, que es un recipiente de poca altura, de vidrio y de amplia boca, donde se coloca la mezcla y se procede a calentarla. Al evaporarse el líquido, por el aumento de la energía cinética de sus moléculas, el sólido precipita (desciende) y queda en el cristalizador, con forma cristalina, o sea, constituyéndose un sólido homogéneo, de moléculas estáticas, delimitado por caras planas, como ocurre para producir sal o edulcorante (Barquero, 2016).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La actual investigación se realizó en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” situada en el sitio “El Limón” a dos kilómetros de la ciudad de Calceta. A una latitud de $-0.826\text{ S } 0^{\circ}49' 35.248''$ y una longitud $-80.186\text{ O } 80^{\circ} 11' 10.54''$. El producto se obtuvo en los laboratorios de la misma y al mismo tiempo en el taller de frutas y vegetales.



Figuras 3.1. Mapa de las instalaciones de la ESPAM.

Fuente: Google Map.

3.2. FACTORES EN ESTUDIO

- **Factor A** = Tiempo de deshidratación en horas.
- **Factor B** = Temperatura en °C.

En los factores que se utilizó en la investigación de la obtención del edulcorante de remolacha se experimentaron con dos niveles por cada factor determinado por los parámetros establecidos por los autores Ceballos & Jiménez (2013) tomado de un

artículo de la revista temas selectos para ingeniería en alimentos en los que establece para la remolacha unos niveles de temperatura de 40 – 65 °C, en un lapso de tiempo de 7 a 8 horas para deshidratar y concentrar la mayor cantidad de sólidos solubles en el vegetal.

3.2.1. NIVELES.

Niveles del Factor A = Tiempo de deshidratación

- a1 = 7 Horas.
- a2 = 8 Horas.

Niveles del Factor B = Temperatura

- b1= 46.5 °C
- b2 = 51.5 °C

3.2.2. TRATAMIENTOS

En el cuadro se presentan las combinaciones resultantes de los diferentes niveles de cada factor en estudio.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	a1b1	7 Horas + 46.5°C
T2	a1b2	7 Horas + 51.5°C
T3	a2b1	8Horas + 46.5°C
T4	a2b2	8 Horas + 51.5°C

Tabla 3.1. Tratamientos en investigación

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó en la investigación es un diseño completamente al Azar (DCA) bifactorial A x B, con tres réplicas por tratamiento, dando un total de doce unidades experimentales.

Modelo activo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad [3.1]$$

Y_{ijk} = Observación K-ésimo del i-ésimo nivel del factor

μ = Media General.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

β_j = Efecto del J-ésimo nivel del factor B.

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción de primer orden del i-ésimo nivel factor A con el j-ésimo nivel del factor B.

ε_{ijk} = Efecto aleatorio o error experimental con media cero y varianza común.

3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental que se empleó en la investigación referente a la materia prima fue de 2 Kg. de pulpa de remolacha con un total de 24 Kg. para el experimento.

Cuadro 3.1. Unidad experimental de la materia prima.

Materia Prima	Tratamiento	Replicas	Gramos (g).
Pulpa de Remolacha	a1b1	r1	2004.8
		r2	2003.4
		r3	2001.4
	a1b2	r1	2000.2
		r2	2006.8
		r3	2006.1
	a2b1	r1	2001.3
		r2	2001.9
		r3	2001.0
	a2b2	r1	2002.7
		r2	2005.1
		r3	2001.8
Total			24036.5 g (24.04 kg)

3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.5.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

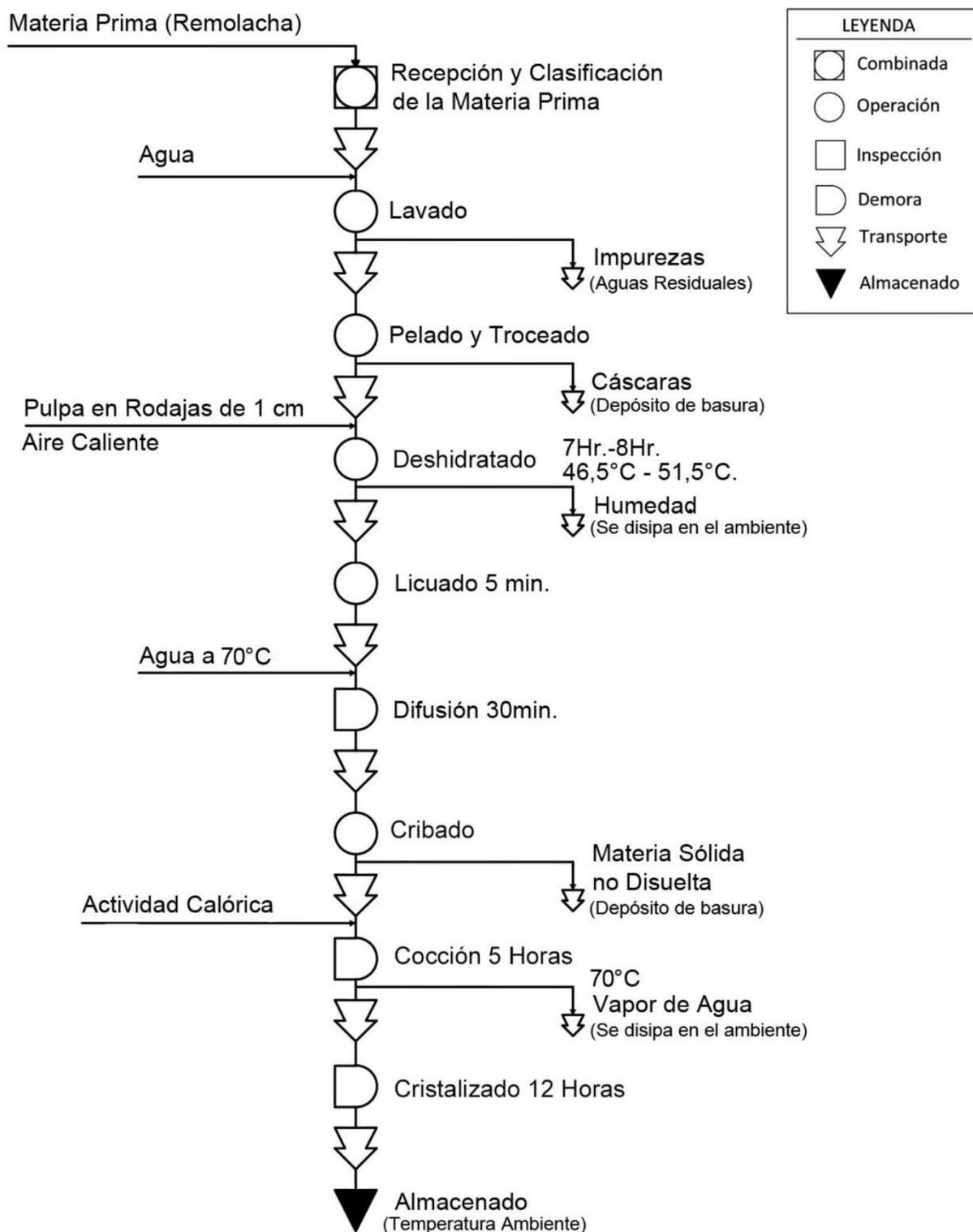
Cuadro 3.2. Resultados físico químicos de la pulpa de remolacha.

PARÁMETROS	REMOLACHA
Humedad	3.16 %
pH	6.06%
Acidez	0.92 %
Solidos Solubles	10.0 %
Ceniza	0.85 %
Fibra Cruda	0.55 %
Grasas	0.12 %
Proteínas	2.45 %
Carbohidratos	92.87 %

Elaborado por: La autora de la investigación

3.5.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo siguiendo la secuencia descrita a continuación en el diagrama de proceso.



3.5.3. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE PROCESO

RECEPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA: Se recibió la materia prima, verificando la frescura sobretodo de los golpes o putrefacciones ya que de eso dependía su estado de salubridad. Por lo tanto se seleccionó las remolachas que estén aptas para seguir con el proceso, además los factores como el tamaño, textura, dulzor o color que ocasionan cambios en el resultado final.

PELADO: Posteriormente de manera manual se procedió a retirar las cáscaras de las remolachas con un cuchillo debido a que esta no sirve para el proceso de extracción del edulcorante.

DESHIDRATACIÓN: En consecuencia este proceso sirve para eliminar el porcentaje de agua en la remolacha y para concentrar aún más el dulzor de la hortaliza por esta razón se emplearon dos tiempos de deshidratación de 7 horas y 8 horas, también dos temperaturas una de 46.5 °C y la otra de 51.5 °C para la combinación de los respectivos tratamientos, de esta manera se obtuvo un mejor rendimiento del edulcorante de cada una de las muestras.

LICUADO: Más tarde se licuaron las remolachas deshidratadas por 5 minutos en una licuadora Oster.

DIFUSIÓN: Esta operación consistió en un movimiento lento y regular de los componentes solubles que se encuentran en el interior de las células hacia el exterior, donde la concentración de edulcorante es menor, se calentaron 3 litros de agua a una temperatura de 70°C y se adicionó poco a poco a la masa en proceso, se dejó reposar por 30 minutos para que las moléculas azucaradas se fijen en la parte acuosa de la disolución.

CRIBADO: Luego del tamizado el material sólido no disuelto se desechó, en esta fase se extrae del jugo azucarado, resultado de la difusión se separó la materia sólida en un colador.

COCCIÓN: El extracto de remolacha se sometió a una temperatura de 70 °C, obteniendo una consistencia viscosa y formando cristales, durante la cocción se tomaban muestras para evaluar los grados brix en el brixometro.

CRISTALIZACIÓN: Por consiguiente al concentrarse el jugo de remolacha la viscosidad aumentó, comenzándose a formar cristales, el jarabe perdió su fluidez progresivamente, tomando el nombre de masa cocida y siguió la cristalización por enfriamiento en un tiempo de doce horas.

ALMACENADO: Finalmente se almacenó en un envase de vidrio a temperatura ambiente evitando cualquier tipo de humedad al mejor tratamiento.

3.6. VARIABLES A MEDIR.

- **Edulcorante de remolacha**
 - 1) Grados Brix (°Brix)
 - 2) Humedad (%H)
 - 3) Rendimiento (% R)
 - 4) Evaluación Sensorial

3.7. TÉCNICAS UTILIZADAS PARA EVALUAR LAS VARIABLES DE RESPUESTA.

En la investigación la variable de respuesta se estableció en el edulcorante de remolacha en el que se evaluaron:

- **Grados Brix.** - La medición de los grados Brix se efectuó mediante el índice de refracción, el índice de refracción dependen en gran medida de la temperatura, este instrumento correspondiente controla dicha dependencia.
- **Rendimiento (g. de remolacha /g. de edulcorante).**- Toro, (2014) especifica que el rendimiento se expresa principalmente para controlar los costos de producción y conocer la cantidad de materia prima para determinado producto $R = (Pf/Pi) * 100$ que significa la división del peso final con el peso inicial para obtener el porcentaje, KWS, (2018) difiere y

establece que el rendimiento del azúcar se mide en dt/ha y se calcula multiplicando el rendimiento de raíz (dt/ha) por el contenido de azúcar, ya que no hay una fuente que establezca un porcentaje óptimo sobre el rendimiento del azúcar de remolacha se constituye en el cuadro obtenido en la investigación. Mediante cálculos se estableció una diferencia entre el peso de la materia prima ingresada con la materia procesada para la formulación del rendimiento que se obtuvo en cada uno de los tratamientos expresados en porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

[03.02]

Donde:

P_1 = Peso inicial

P_2 = Peso final

%R = Porcentaje del Rendimiento

- **Evaluación Sensorial.** – Por otro lado una prueba afectiva de grado de satisfacción fue aplicada utilizando una escala hedónica verbal de 5 puntos a 30 jueces no experimentados, a los cuales se les entregó las muestras debidamente codificadas. Una vez culminada la evaluación se procedió a ordenar los resultados. En este tipo de pruebas el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de dulzor del edulcorante, frente al producto edulcorado con azúcar comercial. Se utilizó escalas de calificación de las muestras. (Ver Anexo 1)
- **Porcentaje de Humedad.**- Se añadió 3 gramos de la muestra edulcorante, la cual fue colocada en la estufa a 130 °C por un período de dos horas, posterior a este tiempo se colocó la muestra previamente secada en el desecador durante 30 minutos, se calculó el peso final de la muestra para obtener el porcentaje de humedad.

$$\% \text{ Humedad} = (m_2 - m_1) * 100$$

[03.03]

Donde:

m = masa de la muestra húmeda, en gramos.

m2= masa de la placa Petri + peso muestra húmeda.

m1= masa de la placa Petri + peso muestra seca.

- **Costos de Producción.-** También se evaluaron cada uno de los costos necesarios para la producción del edulcorante de la hortaliza de remolacha, tanto de la mano de obra, materia prima, materiales y equipos. Estos costos se aplicaron al proceso productivo, es decir, son los desembolsos necesarios que se incurren para transformar los materiales directos en productos terminados.

$$\text{Costos de Producción} = \frac{\text{Costo de Materiales directos} + \text{Costo de Mano de Obra} + \text{Costos Indirectos de Fabricación.}}{[03.04]}$$

[03.04]

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

- Los métodos de comparación múltiple de Tukey respectivamente, en caso de existir diferencias significativas en los atributos establecidos.
- Análisis de varianza (ADEVA), con un diseño completamente al Azar (DCA) bifactorial A x B con 12 repeticiones.
- Coeficiente de variación (CV).
- El análisis sensorial se efectuó utilizando el método de Kruskal Wallis “Sirve para comparar los promedios poblacionales cuando se trabaja con muestras relacionadas, la situación experimental que permite resolver esta prueba es averiguar si los promedios de tratamientos o medidas son o no iguales” (Ramírez, Murcia, & Castro, 2014).

3.9. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

Se utilizó el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). VERSIÓN (GRATUITA).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LAS VARIABLE EN EL SPSS

Cuadro 4.1. Prueba de los efectos inter-sujetos

Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Modelo corregido	RENDIMIENTO	18738.929(a)	3	6246.310	1.376	.318
	°BRIX	73.647(b)	3	24.549	9.445	.005
	HUMEDAD	6.241(c)	3	2.080	.135	.937
Intersección	RENDIMIENTO	1364783.301	1	1364783.301	300.736	.000
	°BRIX	75843.000	1	75843.000	29179.737	.000
	HUMEDAD	104593.075	1	104593.075	6774.902	.000
FACTOR_A	RENDIMIENTO	14179.688	1	14179.688	3.125	.115
	°BRIX	60.750	1	60.750	23.373	.001
	HUMEDAD	5.148	1	5.148	.333	.580
FACTOR_B	RENDIMIENTO	2433.901	1	2433.901	.536	.485
	°BRIX	4.563	1	4.563	1.756	.222
	HUMEDAD	1.092	1	1.092	.071	.797
FACTOR_A * FACTOR_B	RENDIMIENTO	2125.341	1	2125.341	.468	.513
	°BRIX	8.333	1	8.333	3.206	.111
	HUMEDAD	.001	1	.001	.000	.995
Error	RENDIMIENTO	36305.160	8	4538.145		
	°BRIX	20.793	8	2.599		
	HUMEDAD	123.507	8	15.438		
Total	RENDIMIENTO	1419827.390	12			
	°BRIX	75937.440	12			
	HUMEDAD	104722.823	12			
Total corregida	RENDIMIENTO	55044.089	11			
	°BRIX	94.440	11			
	HUMEDAD	129.747	11			

NS no significativo
 (*) Significativo (0,05)

Cuadro 4.2. ADEVA (Análisis de varianza) de un factor**ADEVA**

		gl	Sig.
°BRIX	Tratamientos	3	.005
	Error experimental	8	
	Total	11	

NS no significativo

(*) Significativo (0,05)

Se observó estadísticamente en el ADEVA de los grados Brix en el cuadro 4.2 presenta diferencias significativas con un p-valor de 0.05 menor al 5%, lo cual indica que se rechaza la hipótesis nula.

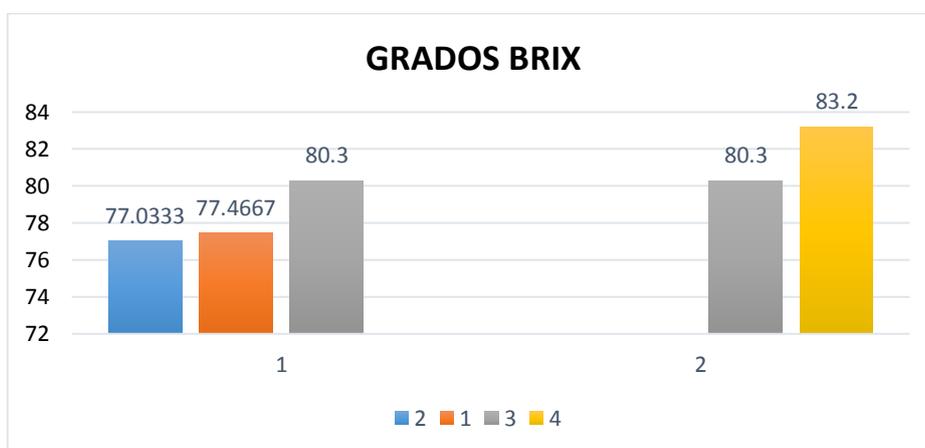
4.2. GRADOS BRUX (°BRUX) DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA

En el cuadro 4.2 se muestra que en los grados Brix obtenidos del azúcar de remolacha existe una diferencia significativa 0.05 ($P < 0.05$) de probabilidades entre los tratamientos estudiados, por lo tanto; en el cuadro especifica que el tratamiento influye significativamente en los resultados de los °Brix, para hacer una comparación de los promedios Barquero (2016) especifica que cuando se concentra el extracto de la remolacha, su viscosidad incrementa rápidamente y aumentan los grados Brix a unos 77 u 80 °Brix. Valores cercanos a los valores promedios del cuadro 4.3 considerando en la opinión de Barquero en los tratamientos, contrastando Portela, (2017) específica que se concentran los grados brix desde los 65° Brix hasta los 91 o 92 °Brix afectando la cantidad de azúcar resultante.

Cuadro 4.3 Grados Brix

HSD de Tukey			
TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
2	3	77.0333	
1	3	77.4667	
3	3	80.3000	80.3000
4	3		83.2000
Sig.		.138	.202

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

**Gráfico 4.1.** Gráfico °Brix del Programa SPSS.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

Mediante la prueba de evaluación sensorial en el ADEVA de Kruskal Wallis indica que; existen diferencias significativas entre tratamientos, por lo que es indispensable mediante una prueba de subconjuntos homogéneos determinar las categorías.

Cuadro 4.4. ADEVA no paramétrico para la variable tratamiento respecto a la variable dulzor.

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de DULZOR es la misma entre las categorías de TRATAMIENTO.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	.000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.				

En la evaluación sensorial se aplicó a jueces no entrenados, una cantidad de 30 alumnos de semestres superiores, el análisis fue de manera afectiva, se utilizó una ficha con escala hedónica de cinco categorías; poco dulce, ligeramente dulce, moderadamente dulce, dulce y muy dulce, con el fin de medir el grado de dulzor en los cuatro tratamientos de los néctares que fueron endulzados con el edulcorante de remolacha y otro con azúcar comercial.

Cuadro 4.5. Subconjuntos homogéneos de la variable tratamientos respecto al dulzor

		Subconjuntos homogéneos basados en DULZOR		
		Subconjunto		
		1	2	3
Muestra ¹	T4	48.483		
	T1	67.267	67.267	
	T2	70.583	70.583	
	T3		90.600	90.600
	Testigo			100.567
Probar estadística		5.954	5.958	1.387
Sig. (prueba de 2 caras)		.051	.051	.239
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.083	.083	.495
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.				
¹Cada casilla muestra el rango de media de muestras de DULZOR.				

En el cuadro 4.5 de subconjuntos en cada rango muestra la media de dulzor, el Tratamiento 4 (T4), tiene una media de 48.483 en la categoría de muy dulce, indicando la mejor aceptación de los jueces no entrenados ya que fue influenciado con mayor intensidad que los otros tratamientos en los procesos de deshidratación aumentó más los azúcares de la pulpa de remolacha.

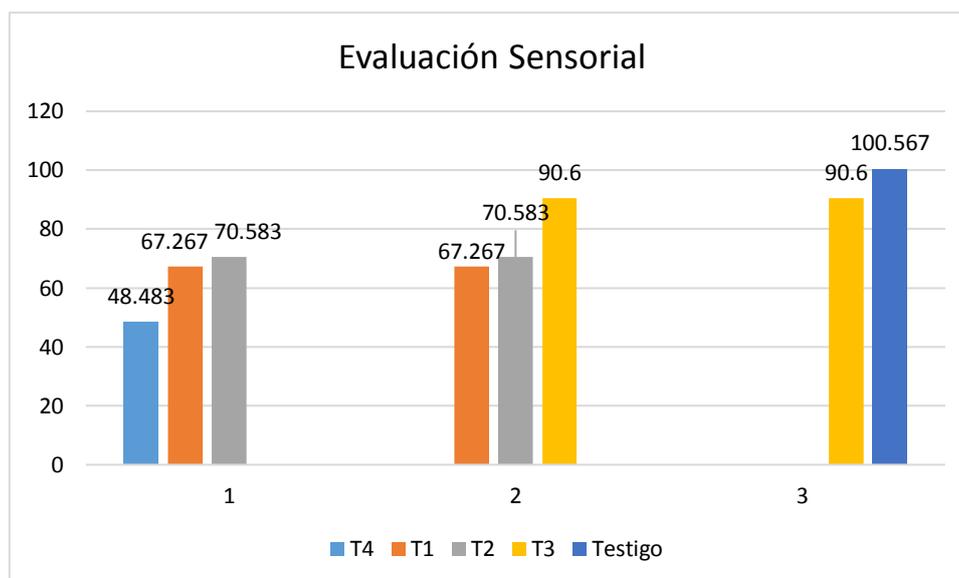


Gráfico 4.2. Gráfico Evaluación Sensorial del Programa SPSS.

4.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Materia Prima	\$ 2.40	\$ 2.00	\$ 2.40	\$ 2.00
Mano de Obra	\$ 19.80	\$ 19.80	\$ 19.80	\$ 19.80
Costos Indirectos de Fabricación	\$ 2.05	\$ 2.05	\$ 2.10	\$ 2.00
Peso final edulcorante	301.93 g	303.80 g	347.41 g	399.17 g
Total	\$ 24.65	\$ 23.85	\$ 24.30	\$ 23.80

Cuadro 4.6. Costos de Producción de cada Tratamiento.

En el costo de producción no existen diferencias significativas en los rendimientos de cada uno de los tratamientos anteriormente mencionados en el cuadro 4.6, el tratamiento 4 (T4) es uno de los que menos costos de producción genero un promedio de 399.17 con un consumo de 23.80 dólares.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El Tratamiento (T4) con el tiempo de ocho horas y la temperatura de 51.5 °C se estableció como el tiempo y temperatura óptima para un mayor rendimiento en la obtención del edulcorante de remolacha.
- Se pudo concluir en la evaluación sensorial con los jueces no entrenados que Tratamiento 4 (T4) es el que posee el mayor grado de dulzor de los edulcorantes incorporados en los néctares de mora.
- En los costos de producción el Tratamiento (T4) fue el que menos costos de producción se obtuvo.

5.2. RECOMENDACIONES

- En el proceso de cristalización se tiene que tener en cuenta la temperatura de cristalización para la correcta formación del azúcar, ya que en la investigación por falta de maquinarias el azúcar no se la obtuvo como comercialmente se la distribuye.
- Al deshidratar las pulpas de la remolacha se concentran más los azúcares naturales, para obtener un mejor rendimiento del edulcorante es necesario el uso de maquinarias industriales específicas para la elaboración del azúcar de remolacha.
- El edulcorante de remolacha (*Beta Vulgaris*) puede ser utilizado para endulzar varios tipos de productos en la industria alimentaria como cualquier azúcar comercial.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, N. (2013). Paradigma de la diversificación de la agroindustria azucarera de México. *Revista Convergencia*, 19(59), 187-213. Obtenido de POBALLE S. A.: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352012000200008
- Alonso, J. (2015). Edulcorantes naturales. *Revista de Ciencias de la Vida La Granja*, 12(2), 3-12. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/4760/476047396002.pdf>
- Alvarado, J., Casillas, E., Pulido, M., Ochoa, X., & Colmenero, A. (2013). *Producción de Remolacha Azucarera en el Valle de Mexicali, B. C.*, PDF. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3179/ProducciondeRemolachaAzucareraenelVallededeMexicali.pdf;sequence=1>
- Amaro, J. (2014). Influencia de la betarraga (*Beta vulgaris* var. cruenta) . *Revista Anales de la Facultad de Medicina*, 75(1), 9-12. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/379/37931024002.pdf>
- Barquero, J. (2016). *La industria de la Remolacha*. Ministerio de Pesca y Alimentación , Dirección General de Capacitación Agraria . Madrid: Rivadeneira S.A. Obtenido de http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2281/hd_1987_08.pdf
- Calzada, R., Ruiz, M., Altamirano, N., & Padrón, M. (2013). Características de los edulcorantes no calóricos y su uso en niños. *Revista Pediátrica de México*, 34(3), 141-153. Obtenido de KWS Chile Ltda.: <http://www.redalyc.org/pdf/4236/423640342005.pdf>
- Casierra, F., & Pinto, J. (2016). Crecimiento de Plantas de Remolacha (*Beta vulgaris* L. var. *Crosby Egipcia*) Bajo Coberturas de Color. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 64(2), 6081-6091. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1799/179922664005.pdf>
- Ceballos, E., & Jiménez, M. (2013). Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. *Revista Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(1), 98-110. Obtenido de [https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6\(1\)-Ceballos-Ortiz-et-al-2012.pdf](https://www.udlap.mx/wp/tsia/files/No6-Vol-1/TSIA-6(1)-Ceballos-Ortiz-et-al-2012.pdf)
- Domínguez, J. (2013). INFLUENCIAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR SOBRE EL MEDIO AMBIENTE. IDEAS DE CÓMO ATENUARLO. *Revista de Tecnología Química*, 31(2), 242-249. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000200011

- Durán, S., Cordón, K., & Rodríguez, M. (2013). Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Revista chilena de nutrición*, 40(3), 309-314. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000300014
- FEN.ORG. (2018). *Remolacha*. Obtenido de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/remolacha.pdf>
- Fundación Fedna. (2017). *Pulpa de Remolacha*. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/pulpa-de-remolacha
- Gallardo, H. (2015). *Sociedad Cooperativa General Agropecuaria*. Obtenido de ACOR: <http://www.cooperativaacor.com/es/extraccion/art/189/>
- García, A. (2014). *La Remolacha (Beta Vulgaris)*. Obtenido de UNAL: <http://bdigital.unal.edu.co/33932/1/33902-128299-1-PB.pdf>
- García Almeida, J., Gracia Casado, M., & García Aleman, J. (2013). Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 28(supl.4), 17-31. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001000003
- García, M., Polo, E., Fajardo, V., Salas, L., Avendaño, K., & Caballero, B. (2017). *TAXONOMÍA EN PLANTAS*, Blog. Obtenido de <http://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/10/remolacha.html>
- Gomez, A. (2016). *Beneficios del Azúcar de Remolacha*, HTML. Obtenido de Cuidado y Salud: <http://www.cuidadoysalud.com/beneficios-azucar-de-remolacha/>
- INEN 2074. (2012). *Normativa 2074 Aditivos Alimentarios permitidos para el consumo Humano*. Obtenido de <https://ia801900.us.archive.org/35/items/ec.nte.2074.2012/ec.nte.2074.2012.pdf>
- KWS. (2018). *Objetivos de mejora vegetal en la Remolacha Azucarera: Rendimiento*. Obtenido de <https://www.kws.cl/aw/objetivos/remolacha-azucarera/rendimiento/~djjj/>
- Leon, J. (2015). *Cuatro niveles de fertilización orgánica en el cultivo de remolacha*. Universidad de Babahoyos, Ecuador. Obtenido de Universidad de Babahoyos : <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/749/8/T-UTB-FACIAG-AGR-000151.02.pdf>
- Michelis, A., & Ohaco, E. (2017). *DESHIDRATACION Y DESECADO*. (I. Ediciones, Ed.) Obtenido de Ministerio de Agricultura Ganadería y pesca de Argentina: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf

- Portela, B. (2017). *LA INDUSTRIA AZUCARERA EN ESPAÑA EN EL SIGLO XIX*. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, INGENIERIA AGRARIA, ALIMENTARIA, FORESTAL Y DE DESARROLLO. Córdoba, España: UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. Obtenido de <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/14847/2017000001577.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, J., Murcia, C., & Castro, V. (2014). ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN Y PREFERENCIA. *Revista de Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 20-27. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a03.pdf>
- Restrepo, M. (13 de Diciembre de 2013). *Libro de biología*. Obtenido de <https://librodebiologia.wordpress.com/tag/difusion/>
- Rozano, V., Quiróz, C., Acosta, J., Pimentel, L., & Quiñones, E. (2014). Hortalizas, las llaves de la Energía. (D. d. Biotecnología, Ed.) *Revista Digital Universitaria UNAM*, 5(7), 1067-6079. Obtenido de http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep_art88.pdf
- Sanchez , P. (2017). *Fruta deshidratada*. Obtenido de Subdirección de Orientación y Educacion Alimentaria : <http://sitios.dif.gob.mx/dgadc/wp-content/uploads/2017/11/2.-Fruta-deshidratada-XVII-Encuentro-Nacional-171113.pdf>
- Santana, M. (2017). *Propuesta de un nuevo proceso tecnológico de extracción de azúcar de remolacha con cualidades organolépticas comerciales para el consumo humano*. Tesis , UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, Facultad de Ingeniería, Mexico. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2117/1/UDLA-EC-TIPI-2007-12.pdf>
- Toro, D. F. (2 de Febrero de 2014). *Formulación- Grados Brix-Rendimiento*. Obtenido de <http://proceali.blogspot.com/2014/02/formulacion-grados-brix-rendimiento.html>
- Torrenegra, M. (2016). Evaluación de la actividad antioxidante de las pulpas. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(4), 5-8. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v21n4/pla09416.pdf>

ANEXOS

FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA

Anexo 1. Ficha de parámetros de dulzor en el análisis sensorial.



FECHA:

NOMBRE DEL PRODUCTO:

INSTRUCCIONES:

Frente a usted se presenta muestras de néctares de mora.

Pruebe el producto que se presenta a continuación.

Indique el grado de dulzor que considere de cada muestra, de acuerdo a la categoría, marcar con una (x) en el cuadro de cada atributo.

NOTA: Recuerde tomar agua entre cada muestra.

TRATAMIENTO 1

Poco Dulce Ligeramente Dulce Moderadamente Dulce Dulce Muy Dulce

TRATAMIENTO 2

Poco Dulce Ligeramente Dulce Moderadamente Dulce Dulce Muy Dulce

TRATAMIENTO 3

Poco Dulce Ligeramente Dulce Moderadamente Dulce Dulce Muy Dulce

TRATAMIENTO 4

Poco Dulce Ligeramente Dulce Moderadamente Dulce Dulce Muy Dulce

TRATAMIENTO 5

Poco Dulce Ligeramente Dulce Moderadamente Dulce Dulce Muy Dulce

¡Gracias por su colaboración !

RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DEL EDULCORANTE DE REMOLACHA



Anexo 2. Pelado de la materia prima



Anexo 3. Toma de medida del cortador



Anexo 4. Cortando en rodajas la pulpa de remolacha



Anexo 5. Pesado de la materia prima



Anexo 6. Ubicación de la pulpa en la estufa



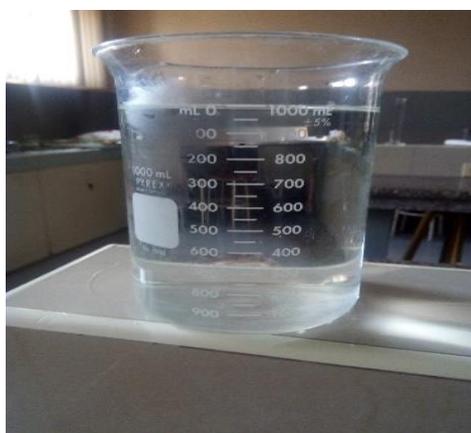
Anexo 7. Control de tiempo y temperatura



Anexo 8. Deshidratación en la estufa



Anexo 9. Pesado de la pulpa en rodajas



Anexo 10. Medición del agua para la



Anexo 11. Control de temperatura a 65 °C



Anexo 12. Licuado de la pulpa



Anexo 13. Mezcla de la difusión



Anexo 14. Reposo durante 30 minutos



Anexo 15. Filtrado después de la difusión



Anexo 16. Evaporización del extracto de remolacha



Anexo 17. Control de la evaporización



Anexo 18. Control de temperatura de la evaporización



Anexo 19. Evaporización culminada



Anexo 20. Pesado del edulcorante



Anexo 21. Toma de Grados Brix



Anexo 22. Peso de la muestra para análisis de humedad



Anexo 23. Muestras dentro de la estufa



Anexo 24. Peso del producto final



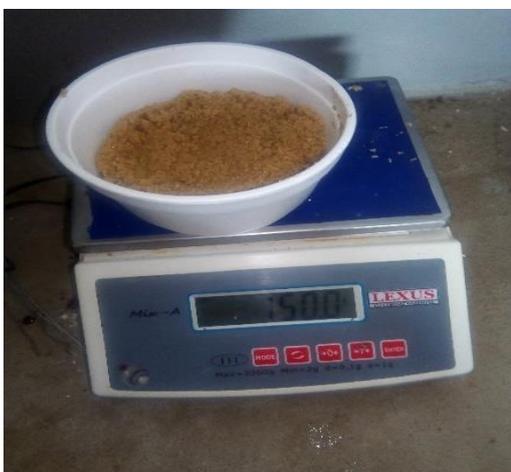
Anexo 25. Unificación de las muestras del edulcorante



Anexo 26. Producto final envasado



Anexo 27. Peso del edulcorante de remolacha para el néctar de mora.



Anexo 28. Peso de azúcar comercial para el néctar de mora.



Anexo 29. Elaboración del néctar de mora.



Anexo 30. Néctar de mora



Anexo 31. Evaluación sensorial



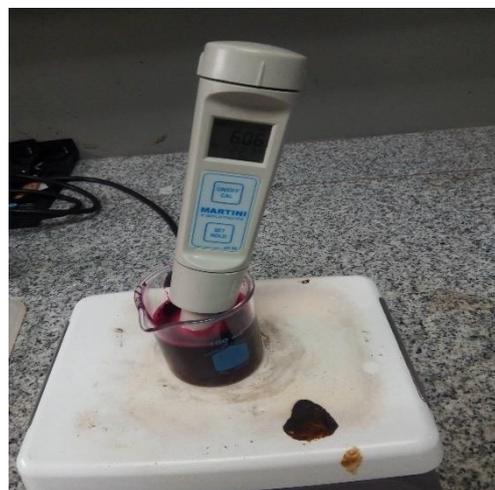
Anexo 32. Evaluación sensorial



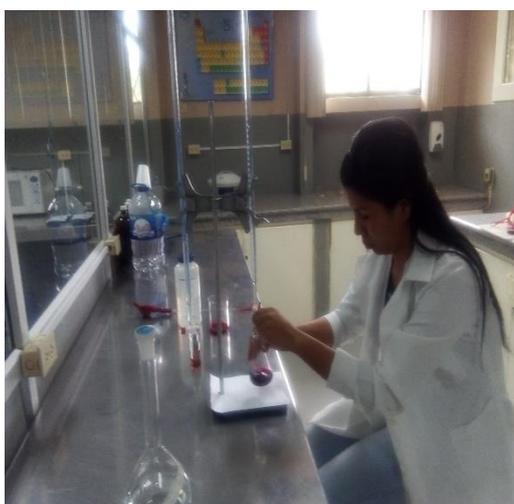
Anexo 33. Catación del néctar de mora



Anexo 34. Análisis de humedad



Anexo 35. Análisis de pH



Anexo 36. Análisis de acidez



Anexo 37. Análisis de sólidos solubles



Anexo 38. Análisis de grasa



Anexo 39. Muestra de grasa en la estufa

Anexo 40. Resultado de análisis de laboratorio ESPAM

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI ESPAM "M.F.L."		
	INFORME DE RESULTADOS		
NOMBRE DEL CLIENTE:	YULY GABRIELA CAICEDO RIVAS		
SOLICITADO POR:	YULY GABRIELA CAICEDO RIVAS		
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	CHONE		
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA DE LA PULPA DE REMOLACHA EN ESTADO CRUDO		
TIPO DE MUESTREO:	CLIENTE		
ENSAYOS REQUERIDOS:	HUMEDAD, FIBRA, GRASA, CENIZA, CARBOHIDRATOS, ENERGÍA		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	11/10/2018 08H31		
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	11/10/2018 – 12/10/2018		
LABORATORIO RESPONSABLE:	BROMATOLOGÍA		
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:	ING. JORGE TECA D. - ING. EUDALDO LOOR M.		

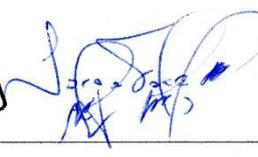
ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS
				PULPA DE REMOLACHA EN ESTADO CRUDO
1	HUMEDAD	INEN 464	%	3,16
2	FIBRA	INEN 542	%	0,55
3	GRASA	AOAC 17 th	%	0,12
4	CENIZA	INEN 467	%	0,85
5	CARBOHIDRATOS	-----	%	92,87
6	CALORIAS	-----	Cal/g	359,14

OBSERVACIONES:



FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Fecha: 12/10/2018

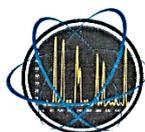
FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD

Fecha: 12/10/2018

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

Anexo 41. Resultado de análisis de proteína



EcuachemLab
Laboratorio Químico y Microbiológico del Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

INF.AFQ.6831a
Orden de Trabajo.6831a

DATOS DEL CLIENTE

Cientes:	CAICEDO RIVAS YULI GABRIELA
Dirección:	CHONE
Teléfono:	0979553583

DATOS DE LA MUESTRA

Nombre de la Muestra:	PULPA DE REMOLACHA EN ESTADO CRUDO	Lote:	X
Tipo de muestra:	ALIMENTO	Fecha elaboración:	X
Muestreado por:	CLIENTE	Fecha vencimiento:	X
Color:	CARACTERISTICO	Contenido declarado:	50 g
Olor:	CARACTERISTICO	Contenido encontrado:	50 g
Estado:	SOLIDO	Fecha de recepción:	2019-01-07
		Hora de recepción:	08:45:32
		Fecha análisis:	08-01-2018
		Fecha entrega:	08-01-2018

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE
*PROTEINA	2.45	%	PA-FQ-160	AOAC 2001.11	-----

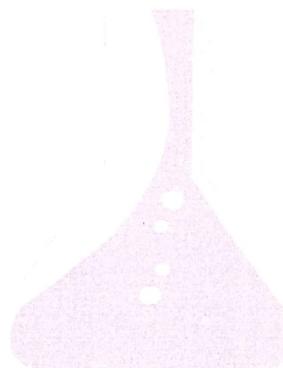
Nota 1: El resultado se refiere únicamente a la muestra entregada al laboratorio.

Nota 2: Prohibida la reproducción excepto en su totalidad sin aprobación escrita del laboratorio.

Nota 3: Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.


Dra. Sandra Morales
JEFE AREA FISICO QUIMICO


Dr. Bladimir Acosta
GERENTE GENERAL



Pasaje S/N y Simón Bolívar, Puente 9, Urbanización Armenia 1
Valle de Los Chillos - Quito - Ecuador
Telf: 6007470, 0983192976 / email: ecuachemlab@gmail.com