

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA

**"COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN COLORANTE ELABORADO A PARTIR DEL
PIGMENTO BETANINA EN BETA VULGARIS (*REMOLACHA*) Y UN COLORANTE COMERCIAL
EN LA TINCIÓN DE ALGODÓN"**

TESIS DE GRADO

JONNATHAN ALEXANDER SÁENZ MUÑOZ
CARNET 10887-13

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA

**"COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN COLORANTE ELABORADO A PARTIR DEL
PIGMENTO BETANINA EN BETA VULGARIS (*REMOLACHA*) Y UN COLORANTE COMERCIAL
EN LA TINCIÓN DE ALGODÓN"**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA

POR

JONNATHAN ALEXANDER SÁENZ MUÑOZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

DECANA: MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA DE ZUNIGA
VICEDECANO: MGTR. OSMAN CARRILLO SOTO
SECRETARIA: MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN
DIRECTOR DE CARRERA: DR. MARIO RENE SANTIZO CALDERON

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. RYAN RENE RAMIREZ RODAS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. JORGE ANTONIO DONIS MOLINA

ING. JUAN CARLOS GARCÍA CERÓN

LIC. LUIS ALBERTO AGUILAR PRADO

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JONNATHAN ALEXANDER SÁENZ MUÑOZ, Carnet 10887-13 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 02225-2018 de fecha 12 de septiembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN COLORANTE ELABORADO A PARTIR DEL PIGMENTO BETANINA EN BETA VULGARIS (REMOLACHA) Y UN COLORANTE COMERCIAL EN LA TINCIÓN DE ALGODÓN"

Previo a conferírsele el título de INGENIERO QUÍMICO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 24 días del mes de septiembre del año 2018.



**MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN, SECRETARIA
INGENIERÍA
Universidad Rafael Landívar**

Guatemala, 25 de septiembre de 2018

Magister
Alejandra Ortiz
Secretaria de Facultad
Facultad de Ingeniería

Estimada Mgtr. Ortiz:

Por este medio me es grato saludarle y desearle toda clase de éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para informarle que he revisado el informe final del Trabajo de Graduación titulado: **“COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN COLORANTE ELABORADO A PARTIR DEL PIGMENTO BETANINA EN BETA VULGARIS (REMOLACHA) Y UN COLORANTE COMERCIAL EN LA TINCIÓN DE ALGODÓN”**. Del estudiante **Jonnathan Alexander Sáenz Muñoz** quien se identifica con número de carnet. **10887-13**. Después de haber revisado el informe final y de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar doy como aprobado dicho trabajo.

Sin otro particular, me suscribo de Ud.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, enclosed in a light blue rectangular box. The signature is stylized and appears to read 'RRR'.

Ing. Ryan René Ramírez Rodas
Asesor

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme la sabiduría y la perseverancia para poder lograr cada una de mis metas a lo largo de mi vida. Y sobre todo por cuidarme y guiarme por el camino correcto en todo momento.

A MIS HERMANOS

Por todo su apoyo y alegría que me motivaron a ser un ejemplo de dedicación y determinación en sus vidas.

A MI FAMILIA

Por todo su amor incondicional y ser el motor que me permitió avanzar durante toda esta travesía. Y sobre todo por motivarme a ser mejor persona cada día.

A MI ASESOR

Por ser un excelente asesor, brindándome su ayuda y la mejor guía profesional posible en todo momento.

A MIS CATEDRÁTICOS

Por bríndame sus conocimientos durante toda la carrera y ser un ejemplo a seguir en el ámbito profesional y personal.

A MIS AMIGOS

Por estar siempre presentes y llenar mis días con memorables momentos de alegría que llevo siempre presentes en mi vida.

A ELLA

Porque con una sonrisa volvía todo lo negativo en positivo.

DEDICATORIA

A DIOS

Por su infinita grandeza, apoyo y amor que me permitió alcanzar el final de mi carrera. Y por estar a mi lado durante los momentos más difíciles y llenarme de fuerzas para seguir adelante.

A MI FAMILIA

Por todo el sacrificio realizado durante todos estos años que me permitieron alcanzar este logro en mi vida. Porque los amo con toda mi alma y todo lo que soy ahora se los debo a ustedes. Porque son lo más importante que tengo en la vida y por llenarme con los momentos más felices de mi existencia.

A FERNANDO MÉRIDA

Por ser un gran compañero durante la carrera, una persona con grandes valores, lleno de alegría y un ejemplo a seguir.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio evaluó el rendimiento de dos colorantes, en la tinción de fibras naturales de algodón, a través de pruebas de solidez al color. El primero de ellos, de origen natural elaborado a partir de la extracción del pigmento betanina presente en Beta vulgaris (remolacha) y el segundo, un colorante sintético comercial del tipo reactivo.

Para la extracción del pigmento betanina se utilizaron remolachas del tipo Early Wonder y se llevó a cabo un procedimiento basado en las siguientes etapas; lavado, pelado, extracción del jugo, adición de aditivos, filtrado, pasteurizado, fermentado, filtrado, evaporado y empacado. La experimentación se llevó a cabo a nivel laboratorio, realizando tres extracciones de las cuales se obtuvo un rendimiento de extracción promedio de 49.58%.

De la extracción del pigmento natural betanina se obtuvo un colorante líquido color violeta oscuro. Por medio de los balances de masa y energía del proceso, se determinó que existe la mayor pérdida de materia prima en la etapa de pelado de remolachas y la extracción del jugo al tener un 15.14% y 31.67% de desperdicios respectivamente.

Además la cantidad de combustible utilizado durante la extracción del pigmento natural betanina es de 2.27 galones, con un calor necesario de 196.36 kJ y 359.59 kJ para el proceso de pasteurización y evaporación respectivamente. Posteriormente, a través de un barrido espectrofotométrico se comprobó la presencia del pigmento betanina en el colorante natural, al tener máximos de absorbancia a una longitud de onda específica de 533 nm.

Seguido de eso, a partir del cálculo de los costos de materia prima e insumos, se estimó un costo total de Q.43.31 por litro de colorante natural. Por último se evaluó la solidez del color en fibras de algodón teñidas por los dos colorantes, a través de pruebas de solidez al lavado, al frote y a la luz, siguiendo el procedimiento estipulado por la Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles.

A partir de los resultados obtenidos, se determinó que el colorante natural puede llegar a ser una alternativa de colorante para aplicaciones en tintes de fibras de algodón ya que tiene una mayor solidez al lavado y al frote en comparación al colorante sintético, puesto que este último tuvo un resultado insatisfactorio de grado 2.5 y 2.0 respectivamente en cada prueba. Sin embargo, los dos colorantes evaluados, presentaron deficiente solidez a la luz al tener valoraciones insatisfactorias de grado 2.5.

Palabras claves: colorante natural, colorante sintético reactivo, betanina, remolacha (*beta vulgaris*), barrido espectrofotométrico, teñido, fibras naturales, solidez al color.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Lo escrito sobre el tema	2
1.2. Marco teórico.....	6
1.2.1. Colorantes y pigmentos	6
1.2.2. Radicales existentes en los colorantes	7
1.2.3. Tipos de colorantes.....	8
1.2.4. Colorantes naturales	8
1.2.5. Clasificación de los colorantes naturales	8
1.2.6. Colorantes sintéticos.....	12
1.2.7. Clasificación de los colorantes sintéticos	13
1.2.8. Métodos de extracción de colorantes naturales.....	16
1.2.9. Industria de colorantes.....	17
1.2.10. Aplicaciones del colorante rojo remolacha.....	18
1.2.11. Características del colorante rojo remolacha	21
1.2.12. Colour Index.....	22
1.2.13. La remolacha	22
1.2.14. Tipos y variedades.....	23
1.2.15. Partes.....	24
1.2.16. Cultivo	24
1.2.17. Conservación	25
1.2.18. Composición química.....	25
1.2.19. Valor nutricional	26
1.2.20. Uso de la remolacha	26
1.2.21. Remolacha en Guatemala	27
1.2.22. Época de cultivo en Guatemala	27
1.2.23. Producción de remolacha	27
1.2.24. Precio de la remolacha	28
1.2.25. Colorantes de la remolacha	28
1.2.26. Estructura química de betaxantinas y betacianinas	29
1.2.27. Betanina.....	30
1.2.28. Estabilidad de las betalaínas.....	31
1.2.29. Factores principales que influyen a las betalaínas	31
1.2.30. Compuestos estabilizadores de las Betalaínas.....	36

1.2.31. Descarboxilación.....	37
1.2.32. Parámetros de control de las betalaínas.....	37
1.2.33. Métodos de obtención de la betanina	37
1.2.34. Principios de los procesos	39
1.2.35. Fibras naturales	44
1.2.36. Teñido de fibras naturales.....	46
1.2.37. Auxiliares de tintura.....	49
1.2.38. Lavado reductivo y enjuagues.....	49
1.2.39. Variables que determinan la calidad de un colorante.....	50
1.2.40. Factores que afectan a la solidez de los colorantes.....	51
1.2.41. Clases de solidez	52
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	53
2.1. Objetivos.....	55
2.1.1. Objetivo general.....	55
2.1.2. Objetivos específicos	55
2.2. Hipótesis.....	56
2.2.1. Hipótesis	56
2.2.2. Hipótesis nula.....	56
2.3. Variables.....	57
2.3.1. Variables independientes:.....	57
2.3.2. Variables dependientes:.....	57
2.4. Definición de variables.....	57
2.5. Alcances y límites.....	60
2.6. Aporte.....	62
III. MÉTODO.....	63
3.1. sujetos y unidades de análisis	63
3.1.1. Sujetos	63
3.2. Instrumentos.....	63
3.3. Procedimiento.....	71
3.3.1. Selección de la materia prima.....	71
3.3.2. Extracción del pigmento de la remolacha	71
3.3.3. Tinción de fibras naturales con colorante.....	75
3.3.4. Pruebas de rendimiento para los colorantes.....	78
3.4. Diseño y metodología estadística	81

3.4.1. Diseño experimental	81
3.4.2. Tratamientos y repeticiones en los experimentos	82
3.4.3. Medidas de tendencia central	83
IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	85
4.1. Rendimiento del proceso de extracción del colorante natural	85
4.2. Balances de masa y energía del proceso de extracción del colorante natural	86
4.3. Balance de Energía: balance de pasteurización y evaporación	87
4.4. Identificación de la betanina presente en el colorante	87
4.5. Resultados de pruebas realizadas al colorante natural y sintético	91
4.6. Costo de elaboración del colorante natural.	92
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	93
VI. CONCLUSIONES.....	113
VII. RECOMENDACIONES	114
VIII. REFERENCIAS	115
IX. ANEXOS.....	123

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1 Precio promedio mensual, pagado al mayorista del 2006 al 2016 (Quetzales/bulto).	28
Gráfica No. 2 Barrido espectral de 350-800nm muestra 1.	87
Gráfica No. 3 Barrido espectral de 450-550nm muestra 1.	88
Gráfica No. 4 Barrido espectral de 350-800nm muestra 2.	88
Gráfica No. 5 Barrido espectral de 450-550nm muestra 2.	89
Gráfica No. 6 Barrido espectral de 350-800nm muestra 3.	89
Gráfica No. 7 Barrido espectral de 450-550nm muestra 3.	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1 Características principales del colorante rojo remolacha.	21
Tabla No.2 Clasificación de la remolacha.	23
Tabla No.3 Composición nutricional de la remolacha.	26
Tabla No.4 Equipo utilizado.	63
Tabla No.5 Cristalería y utensilios utilizados.	66
Tabla No.6 Insumos utilizados.	70
Tabla No.7 Rendimiento del proceso de extracción de la muestra 1.	85
Tabla No.8 Rendimiento del proceso de extracción de la muestra 2.	85
Tabla No.9 Rendimiento del proceso de extracción de la muestra 3.	85
Tabla No.10 Rendimiento promedio del proceso de extracción.	85
Tabla No.11 Calores obtenidos durante los procesos de pasteurización y evaporación.	87
Tabla No.12 Valores máximos de absorbancia para una determinada longitud de onda a una dilución de muestra de 1:25.	90
Tabla No.13 Valores máximos de absorbancia para una determinada longitud de onda a una dilución de muestra de 1:50.	90
Tabla No.14 Resultado de prueba de solidez al lavado.	91
Tabla No.15 Resultado de prueba de solidez al frote.	91
Tabla No.16 Resultado de prueba de solidez a la luz.	91
Tabla No.17 Costo de elaboración de 1 litro de colorante.	92
Tabla No.18 Principales categorías utilizadas para clasificar los colorantes en el Volumen 4 (1971) del Colour Index.	128
Tabla No. 19 Ejemplo de grupos y subgrupos de colorantes del Colour Index.	129
Tabla No.20 Valores de masa obtenidos de la extracción de muestra 1.	148
Tabla No.21 Valores de masa de los aditivos utilizados en la extracción de muestra 1.	148
Tabla No.22 Valores del pH obtenidos durante la extracción de muestra 1.	148
Tabla No.23 Valores de volumen obtenidos durante la extracción de muestra 1.	149
Tabla No.24 Valores de masa obtenidos de la extracción de muestra 2.	149
Tabla No.25 Valores de masa de los aditivos utilizados en la extracción de muestra 2.	149
Tabla No.26 Valores del pH obtenidos durante la extracción de muestra 2.	150
Tabla No.27 Valores de volumen obtenidos durante la extracción de muestra 2.	150
Tabla No.28 Valores de masa obtenidos de la extracción de muestra 3.	150

Tabla No.29 Valores de masa de los aditivos utilizados en la extracción de muestra 3.	151
Tabla No.30 Valores del pH obtenidos durante la extracción de muestra 3.	151
Tabla No.31 Valores de volumen obtenidos durante la extracción de muestra 3.	151
Tabla No.32 Valores de masa obtenidos de la tinción 1 con la muestra 1 de remolacha.	151
Tabla No.33 Valores de volumen obtenidos de la tinción 1 con la muestra 1 de remolacha.....	151
Tabla No.34 Valores de masa obtenidos de la tinción 2 de la muestra 1 de remolacha.	152
Tabla No.35 Valores de volumen obtenidos de la tinción 2 de la muestra 1 de remolacha.....	152
Tabla No.36 Valores de masa obtenidos de la tinción 1 con la muestra 2 de remolacha.	152
Tabla No.37 Valores de volumen obtenidos de la tinción 1 con la muestra 2 de remolacha.....	152
Tabla No.38 Valores de masa obtenidos de la tinción 2 de la muestra 2 de remolacha.	152
Tabla No.39 Valores de volumen obtenidos de la tinción 2 de la muestra 2 de remolacha.....	153
Tabla No.40 Valores de masa obtenidos de la tinción 1 con la muestra 3 de remolacha.	153
Tabla No.41 Valores de volumen obtenidos de la tinción 1 con la muestra 3 de remolacha.....	153
Tabla No.42 Valores de masa obtenidos de la tinción 2 de la muestra 3 de remolacha.	153
Tabla No.43 Valores de volumen obtenidos de la tinción 2 de la muestra 3 de remolacha.....	153
Tabla No.44 Valores de masa obtenidos de la tinción 1 con colorante sintético.....	154
Tabla No.45 Valores de volumen obtenidos de la tinción 1 con colorante sintético....	154
Tabla No.46 Valores de masa obtenidos de la tinción 2 con colorante sintético.....	154
Tabla No.47 Valores de volumen obtenidos de la tinción 2 con colorante sintético....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.1 Fórmula general de los colorantes reactivos.....	15
Figura No.2 Fórmula general de las Betalaínas.	29
Figura No.3 Estructura de las betacianinas y betaxantinas.	30
Figura No.4 Formación de la betanina.	31
Figura No.5 Mecanismos de filtración: a) filtro de torta; b) filtro clarificador; c) filtro de flujo transversal.	41
Figura No.6 Extracción del pigmento de la remolacha.	74
Figura No.7 Tinción de fibras naturales.	77
Figura No.8 Prueba de solidez al lavado.	78
Figura No.9 Prueba de solidez al frote.	79
Figura No.10 Prueba de solidez a la luz.	80
Figura No.11 Balance de masa del proceso de extracción del colorante natural.	86
Figura No.12 Selección de remolachas utilizadas para la extracción de colorante. ...	130
Figura No.13 Lavado de remolachas utilizadas para la extracción de colorante.	130
Figura No.14 Pesaje de remolachas utilizadas para la extracción de colorante.	130
Figura No.15 Pelado de remolachas para retirar la cáscara.	131
Figura No.16 Pesaje de remolachas sin cáscara.	131
Figura No.17 Desechos de cáscara de las remolachas.	131
Figura No.18 Corte de las remolachas en trozos pequeños.	132
Figura No.19 Extracción del colorante por medio del extractor de jugos.	132
Figura No.20 Toma de pH del colorante sin aditivos.	132
Figura No.21 Toma de pH del colorante con aditivos.	133
Figura No.22 Filtración del colorante para eliminar restos sólidos y espuma.	133
Figura No.23 Pasteurización del colorante.	133
Figura No.24 Fermentación del colorante.	134
Figura No.25 Filtración del colorante para eliminar biomasa resultante de la fermentación.	134
Figura No.26 Desechos de biomasa y sólidos retenidos en el proceso de filtración. .	134
Figura No.27 Evaporación del colorante.	135
Figura No.28 Colorante obtenido del proceso de extracción.	135
Figura No.29 Selección y corte de muestras de fibras naturales de algodón.	135
Figura No.30 Pesaje de muestras de fibras naturales de algodón.	136
Figura No.31 Colorante a utilizar para el proceso de tinción de las muestras de algodón.	136
Figura No.32 Agitación y calentamiento del colorante.	136
Figura No.33 Auxiliares utilizados en el proceso de tinción de las muestras de algodón.	137
Figura No.34 Sumergimiento de muestras de algodón en el colorante natural.	137
Figura No.35 Enjuague y secado de muestras teñidas.	138
Figura No.36 Muestras obtenidas del proceso de tinción con el colorante natural extraído de la remolacha.	138

Figura No.37 Selección y corte de muestras de fibras naturales de algodón.....	139
Figura No.38 Pesaje de muestras de fibras naturales de algodón.	139
Figura No.39 Colorante a utilizar para el proceso de tinción de las muestras de algodón.....	140
Figura No.40 Agitación y calentamiento del colorante.....	140
Figura No.41 Auxiliares utilizados en el proceso de tinción de las muestras de algodón.	141
Figura No.42 Sumergimiento de muestras de algodón en el colorante natural	141
Figura No.43 Enjuague y secado de muestras teñidas.	142
Figura No.44 Muestras obtenidas del proceso de tinción con el colorante sintético... ..	142
Figura No.45 Comparación de muestras obtenidas del proceso de tinción con el colorante sintético y natural.	143

I. INTRODUCCIÓN

A través de los siglos, con el aumento de la población mundial, y el desarrollo de las producciones masivas de bienes, el medio ambiente ha sido deteriorado considerablemente. En lo que a los colorantes se refiere, la producción indiscriminada de colorantes sintéticos, contribuyó con una alta contaminación y daño a la naturaleza.

Sin embargo, desde un par de décadas atrás, esa tendencia se está revirtiendo y progresivamente las poluciones son controladas por los gobiernos para evitar una destrucción del medio ambiente. Como consecuencia de ello la calidad de la forma de producción de los colorantes sintéticos y productos químicos en general, está evolucionando favorablemente con respecto al impacto medioambiental.

Guatemala es un país con una riqueza y diversidad de recursos naturales, lo cual es una gran ventaja que no ha sabido ser explotada en el país. En la actualidad, la gran mayoría de colorantes naturales son extraídos a partir de plantas o producidos por microorganismos. Un colorante es la sustancia que penetra y permanece coloreando uniformemente una tela.

En Guatemala, se producen 90,484 quintales de remolacha anuales en el país, siendo una posible alternativa la producción del colorante natural betanina presente en las mismas. Su producción se logra mediante la extracción del jugo de la remolacha, se transfieren las betalaínas a éste, para que puedan ser utilizadas como colorante.

La investigación tiene como objetivos principales elaborar un colorante natural a partir del pigmento betanina obtenido del método de extracción por jugo de remolacha, determinar su costo de elaboración y comparar su rendimiento con un colorante sintético comercial en la aplicación de tintes de fibras textiles naturales de algodón.

1.1. Lo escrito sobre el tema

Chalá, Guerrero, Rivas, Castro, Palacios y Castro (2003) muestran en su trabajo de investigación la extracción artesanal de colorantes naturales de 5 especies vegetales; *Justicia chlorostachya* (insulina), *Persea americana* (aguacate), *Genipa americana* (jagua), *Gliricidia sepium* (matarraton) y *Solanum aff. Incomptum* (sacco).

Su estudio tuvo como finalidad, identificar y dar a conocer, nuevas alternativas de aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica y de los recursos del Pacífico colombiano. El mejor rendimiento en la tinción de fibras se obtuvo cuando el mordiente incluía sal, seguido de piedra de alumbre y en último lugar vinagre.

Vélez (2007) en su trabajo de graduación determinó un proceso para la obtención del colorante rojo de remolacha para su posterior aplicación en alimentos. Las etapas del proceso fueron; lavado, pelado, molido, extracción de jugo, filtrado, pasteurizado, fermentado, filtrado, evaporación y empaçado.

Se establecieron las mejores condiciones del proceso y se realizaron los balances de masa y energía correspondientes. Adicionalmente, determinó la posible demanda del rojo remolacha y calculando los costos, fijó el precio del colorante.

Martín, Pérez y Orozco (2007) evaluaron las condiciones de extracción de colorantes naturales del fruto del ají (*Capsicum sp*) y de las cubiertas secas de cebolla (*Allium cepa*), y su aplicación sobre fibras naturales de fique (*Furcraea sp*) y zapote (*Matisia Cordata*).

De su investigación, encontraron resultados positivos en la tinción con el colorante de la cebolla. Por su parte la aplicación del colorante del ají aportó resultados positivos como pigmento en las fibras de papel a base de las pulpas de fique y de zapote.

Aceituno (2010) analizó las propiedades colorantes de los extractos vegetales en polvo obtenidos del mesocarpio de la pitahaya (*Hylocereus undatus*), la raíz de la remolacha (*Beta vulgaris*) y los cálices de rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) con el secado convencional al vacío y liofilización.

Los resultados obtenidos posicionan a la liofilización como la técnica de secado que mejor preserva las características de los colorantes y además, las tres especies analizadas son alternativas al colorante sintético FD&C rojo No. 40.

Trujillo y López (2010) estudiaron colorantes extraídos de cáscara *Allium cepa* (cebolla blanca, morada), raíz *Beta vulgaris* (remolacha), para su posterior aplicación en la industria textil. Los resultados obtenidos señalan que para la fijación de los colorantes obtenidos, los mordientes más adecuados son: sulfato de hierro heptahidratado más limón; sulfato de cobre pentahidratado más limón; sulfato de hierro heptahidratado más limón y ceniza; los cuales son una fuerte alternativa para la industria textil.

Yanchapanta (2010) efectuó la extracción de Betalaínas contenidas en la pulpa de la remolacha a través del método de cristalización, para su posterior aplicación en alimentos y bebidas, sin verse afectadas sus propiedades organolépticas.

Al examinar las técnicas de colorimetría señala que para el método de cristalización, los valores obtenidos de absorbancia se acercan al valor de la absorbancia del patrón (betalaína pura-E 162) siendo de 0.045, por lo que el colorante está en un 0.029 de absorbancia. Mientras que para el método de obtención por fermentación los valores fueron menores, obteniendo un colorante amarillo-anaranjado.

Marañón, Rizo de la Torre, y Chiu (2011) presentó un estudio acerca de las propiedades ópticas no lineales de los fitocolorantes del betabel (*Beta vulgaris*), es decir, las Betalaínas. Éstas fueron extraídas por medio de la técnica de cromatografía en columna y se demostró que estructuralmente pueden ser excelentes candidatos del modelo "Push-Pull". Siendo el primer trabajo que se desarrolla para la caracterización de propiedades ópticas no lineales en colorantes naturales o fitocolorantes.

Usca (2011) llevó a cabo una evaluación del potencial nutritivo de mermelada elaborada a base de remolacha. A partir del método experimental, aplicándose diferentes técnicas como: determinaciones físicas, microbiológicas, composición bromatológica, y evaluación sensorial, determinó que la mermelada con contenido del 50% de remolacha posee mayor valor nutritivo y aporte calórico que una elaborada a partir de mora.

González, Seijas y Seijas (2013) evaluaron el efecto de la temperatura y luminosidad sobre la estabilidad de las betalaínas contenidas en extracto de remolacha. Del estudio concluyeron que hay mayor estabilidad de betalaínas de extracto seco de remolacha a una temperatura de 4 °C y en ausencia de luz.

Paralelamente, se evaluó la estabilidad de las betalaínas en el extracto de remolacha, a través del estudio de su degradación durante 120 días, con intervalos de 30 días. Llegando a la conclusión de que la concentración de betalaínas disminuye a medida que el tiempo de almacenamiento incrementa.

Paltán y Ruchi (2013) llevaron a cabo un trabajo de investigación con el objetivo de obtener el pigmento rojo de la remolacha como alternativa en la elaboración de un refresco en la ciudad de Riobamba-Chimborazo, Ecuador.

Como resultado determinaron que el tiempo de vida útil del colorante en refrigeración es de 30 días, sin embargo, a temperatura ambiente se degrada el color y baja su pH produciendo una fermentación. El colorante obtenido es capaz de remplazar al rojo 40 en la producción de refrescos obteniendo una muy buena aceptación según los datos de las encuestas realizadas a los niños de cuatro escuelas.

Vergara (2013) en su investigación tuvo como objetivo principal, estabilizar las betalaínas del extracto obtenido por tecnología de membranas y la pulpa de tuna, utilizando microencapsulación.

Todos los sistemas de micropartículas obtenidos bajo condiciones óptimas mostraron recuperaciones de betacianinas y betaxantinas entre 68,5 – 77,8 % y 79,2 - 100%, respectivamente y un 62% de rendimiento. Según Vergara (2013) las micropartículas obtenidas del estudio podrían ser aplicadas como colorantes con actividad antioxidante en la industria de alimentos para el diseño de productos instantáneos, debido a su alta estabilidad y solubilidad en agua.

Orellana (2015) en su trabajo de graduación realizó una evaluación de los pigmentos de la remolacha para brindar una propuesta de una formulación cosmética, mediante la extracción por percolación y secado a través de “Spray Dryer” con la consiguiente evaluación de la estabilidad fisicoquímica y microbiológica.

Su investigación aportó una metodología para la obtención de un extracto completamente seco, comprobando la calidad del cosmético formulado, por medio de un estudio de estabilidad acelerada. La investigación concluyó 60 días antes del tiempo programado, comprobando la ausencia del colorante al realizar la respectiva identificación por cromatografía en capa fina y el análisis en espectrofotómetro UV.

1.2. Marco teórico

Desde los inicios del hombre en el planeta, la utilización de tintes y colorantes fue una actividad que distinguió a la humanidad entre las demás especies. Como menciona Tabar, Acero, Arregui, Urdánóz y Quirce (2003) en su artículo, todas las civilizaciones han empleado diversas sustancias de procedencia orgánica o mineral, y más recientemente sintéticas, esto con el fin de colorear o decorar gran variedad de productos de su entorno, que comprende desde el propio cuerpo humano, a la vivienda, los utensilios, la ropa y los alimentos.

Asimismo, afirma que en el estudio de los colorantes están involucradas, una serie de ciencias como la física, la química, la biología, la antropología y las artes plásticas, implicando también a la medicina, debido a las reacciones adversas que su utilización o consumo pueden producir en el ser humano.

1.2.1. Colorantes y pigmentos

En la industria textil se utiliza una gran variedad de colorantes, estos se dividen generalmente en materias colorantes y pigmentos. (Sedlak, s.f.)

Ríos y Ríos (2017) menciona que la diferencia entre los colorantes y los pigmentos se da principalmente por su solubilidad en el medio en el que se aplican, ya que estos son utilizados para dar color a un sustrato de forma permanente.

Por otra parte, los pigmentos son sustancias en su mayoría sólidas e insolubles. Usualmente se pueden encontrar como polvos y son aplicados a través de un medio líquido. Tanto los colorantes como los pigmentos otorgan color al absorber luz en la región visible del espectro. (Ríos y Ríos, 2017)

El color observado es el reflejo de la luz que no es absorbida obteniéndose así un color complementario. Cabe mencionar que las sustancias que no son capaces de absorber luz se perciben de color blanco y las que son capaces de absorber toda la luz se perciben de color negro. La presencia del color en estas sustancias, al ser orgánicas, están asociadas a la presencia de cierto grupo funcional en la molécula llamado cromóforo. (Ríos y Ríos, 2017)

1.2.2. Radicales existentes en los colorantes

Los colorantes son compuestos químicos de estructura compleja que pueden tener en su fórmula estructural determinados grupos, los cuales reaccionarán con grupos de la fórmula química de la fibra al momento de darse el proceso de tinción. Los grupos se dividen en; grupos cromóforos, grupos auxóchromos y grupos salificables. (Paredes, 2002)

a) Grupos cromóforos

Ríos y Ríos (2017) afirma que son agrupaciones atómicas en una molécula orgánica, estas otorgan un determinado color dependiendo de la longitud de onda que este absorbe en el espectro de luz visible.

Asimismo, se caracterizan por tener los grupos funcionales de doble enlace carbono-carbono, un grupo azo ($-N=N$) o anillos aromáticos. Por lo tanto, pueden actuar como un colorante, entre los grupos cromóforos más importantes se encuentra: cromóforos etilénicos, cromóforos azoicos y cromóforos aromáticos.

b) Grupos auxóchromos

Los grupos auxóchromos son agrupaciones atómicas que aumentan la acción de los cromóforos y hacen que la sustancia presente propiedades tintóreas. Entre los auxóchromos más comúnmente presentes en los colorantes se encuentran; el grupo amino, los grupos amino sustituidos, el grupo carboxílico y el grupo hidroxilo. (Paredes, 2002)

c) Grupos salificables

Son grupos que brindan al colorante la propiedad de actuar, es decir, convirtiendo al colorante insoluble en agua. Ejemplo de estos grupos es el anaranjado de metileno o dimetil-amino-azo-benceno-sulfonado de sodio. (Paredes, 2002)

1.2.3. Tipos de colorantes

Los colorantes pueden dividirse según su origen en dos grandes grupos; colorantes naturales y artificiales o sintéticos.

1.2.4. Colorantes naturales

La Cámara Industrial Argentina de la Indumentaria (CIAI, s.f) define a los colorantes o tintes naturales, como aquellas sustancias coloreadas que pueden ser extraídas de plantas y animales y que son aptas para la tintura o coloración de las fibras textiles. Cabe mencionar que no solo de textiles, ya que aún antes de la existencia de ellos, fueron una herramienta de expresión artística.

1.2.5. Clasificación de los colorantes naturales

Existe un criterio útil de clasificación el cual, es en base a su estructura molecular. Este criterio permite agrupar componentes afines en cuanto a su comportamiento y propiedades genéricas. El grupo más extenso de los colorantes naturales es el de los colorantes vegetales. (CIAI, s.f)

Colorantes vegetales

Los colorantes vegetales se pueden agrupar en seis familias, las cuales son:

a) Carotenoides

Son un amplio grupo de pigmentos animales y vegetales, del que forman parte más de 450 sustancias diferentes. Además, son utilizados en la fabricación de alimentos, ya que se pueden obtener extrayéndolos de los vegetales que los contienen.

Entre los principales se pueden mencionar los carotenos alfa, beta y gamma. Ejemplos de ello son el licopeno, que aporta el color rojo del tomate y la sandía y el beta caroteno que aporta el color anaranjado de la zanahoria. (Vélez, 2017).

b) Clorofílicos

Este grupo de pigmentos son los más abundantes en la naturaleza. Además de ello, se encuentran en los cloroplastos de las células vegetales, orgánulos exclusivos de las plantas donde se lleva a cabo la fotosíntesis. De este tipo de orgánulos se conocen dos tipos importantes: clorofila A y clorofila B, que son las responsables del color verde de las plantas. Por un lado, la clorofila A representa de manera aproximada, 75% de toda la clorofila de las plantas verdes y algunas algas verde-azuladas. (CIAI, s.f)

Por otro lado, tenemos a la clorofila B, un pigmento que actúa en equipo con la clorofila A. Este absorbe luz de una longitud de onda diferente y se encarga de transferir la energía a la clorofila A, que se encarga de convertirla en energía química para las plantas. (CIAI, s.f)

Los pigmentos clorofílicos son insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos como el alcohol etílico y la acetona, los cuales son solventes extractivos. También son solubles en tetracloruro de carbono y éter de petróleo, siendo estos solventes separadores. (CIAI, s.f)

c) Antociánicos

Garzón (2008) determina que las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en el espectro visible del ojo humano. Las antocianinas son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, acumulados en las vacuolas de la célula. Estos pigmentos poseen diferentes funciones en la planta, por ejemplo; Atraen polinizadores para la posterior dispersión de semillas y la protección de la planta contra los efectos de la radiación ultravioleta y contra la contaminación viral y microbiana.

Según (CIAI, s.f) la estabilidad de las antocianinas está condicionada por una serie de factores, como lo son; el potencial redox, la temperatura, el pH del medio, la interacción con otros radicales y moléculas, entre otros. Estudios afirman que el cambio de un pH ácido hacia otro alcalino hace variar de color hacia el rojo debido a un efecto batocrómico, dando como resultado compuestos inestables que se decoloran

rápidamente. Asimismo, las antocianinas son afectadas por la temperatura, produciéndose cambios en su estructura molecular, debido a la pérdida del glicósido, que resulta en una pérdida del color.

Tanto el interés por los pigmentos antociánicos como la investigación científica se han incrementado en los últimos años. Garzón (2008) afirma que es debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen sino a su probable papel en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, entre otras; a sus efectos antiinflamatorios y mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo.

Por lo tanto, Garzón (2008) determina que además de su papel funcional como colorantes, estos compuestos son agentes potenciales en la obtención de productos con valor agregado para el consumo humano. Sin embargo, a pesar de las ventajas que ofrecen las antocianinas como sustitutos potenciales de los colorantes sintéticos, factores como su baja estabilidad y la falta de disponibilidad de material vegetal limitan su aplicación comercial.

d) Flavonoides

Son compuestos fenólicos constituyentes de la parte no energética de la dieta humana. Se pueden encontrar en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza. Además, los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental y sustancias químicas presentes en los alimentos. (Martínez, González, Culebras y Tuñón, 2002).

Adicionalmente (CIAI, s.f) afirma que los flavonoides en general se caracterizan por ser polifenoles solubles en agua, algunos con una estructura de glucósidos como los azúcares y otros de polímeros naturales. A estos últimos pertenecen los taninos condensados, polímeros naturales formados por monómeros de antocianidina, presentes en semillas y tejidos vegetativos de ciertas forrajeras.

e) Betaláinicos

Las betalaínas son colorantes naturales constituidos por 70 pigmentos aproximadamente, hidrosolubles con estructura de glucósidos y se pueden clasificar en dos grupos importantes: las betacianinas y las betaxantinas. (CIAI, s.f)

Por una parte las betacianinas consisten en alrededor de cincuenta colorantes naturales identificados de color rojo o violeta que se encuentran en plantas como la *Beta vulgaris*, normalmente llamada remolacha y la *Opuntia sp*, conocida como frutos de la tuna. Además de estar presente en algunos basidiomicetos. (CIAI, s.f)

Las betaxantinas en cambio, cuentan con un grupo de casi 25 componentes encontradas en algunas variedades de hongos venenosos, como la *amanita muscaria*, y en las bayas de los *Hylocereus*, conocidos comúnmente como cactus pitaya. (CIAI, s.f)

f) Tanínicos

Como definición de taninos (CIAI, s.f) los clasifica como colorantes naturales del tipo fenólicos coloreados en una gama que va desde colores amarillos hasta el castaño oscuro. Los taninos tienen olor característico, sabor amargo y son muy astringentes. Se agrupan en: taninos hidrolizables y taninos condensados

Los taninos hidrolizables son colorantes polímeros heterogéneos formados por fenoles y azúcares simples. Son más pequeños que los taninos condensados y se hidrolizan sin dificultad en medio ácido.

Colorantes animales

Existe una cantidad menor de sustancias empleadas como colorantes naturales que están presentes en el reino animal, pero son de igual importancia que las encontradas en el reino vegetal. Se pueden clasificar en dos grupos principales: insectos y organismos marinos.

a) Insectos

Dentro de este grupo se pueden encontrar dos especies muy importantes; la primera de ellas es la denominada cochinilla, la segunda es el kermes.

El carmín de cochinilla o simplemente carmín, es un colorante rojo que se obtiene de las hembras desecadas del insecto *Dactylopius coccus costa*, comúnmente conocido como cochinilla. El carmín es un polvo hidrosoluble compuesto por ácido carmínico en un sustrato de hidróxido de aluminio y produce una variación de color rojo rosado a magenta en los productos a los que se añade. (Tabar et al. 2003)

Por otro lado, el Kermes, insecto parásito de dos especies arbóreas: La encina, el kermes americano y la coscoja, el kermes europeo. Adicionalmente, Cervera (2014) mencionó que también de este animal se extrae un colorante rojo, puesto que en Europa, existía una gran obsesión durante la Edad Media por conseguir el pigmento rojo perfecto.

Por lo tanto, las sedas color carmesí y escarlata eran teñidas con un pigmento rojo derivado de los cuerpos deshidratados de las hembras de Kermes. Sin embargo, con el descubrimiento de América, la cochinilla desplazó al kermes puesto que producía un rojo más fuerte a menor cantidad.

b) Organismos marinos

Entre los organismos marinos de los cuales se pueden obtener colorantes, se encuentra la especie de moluscos cefalópodos. Uno de ellos es la denominada *murex brandaris*, es decir, la cañadilla. De esta se extrae un color púrpura muy apreciado en la antigüedad, y el otro es la jibia o sepia común, de la que se extrae de su saco de tinta un colorante marrón rojizo. (CIAI, s.f)

1.2.6. Colorantes sintéticos

Son aquellos colorantes que son elaborados por el hombre a través de procesos de síntesis química y que no existen por si mismos en la naturaleza. (SECCO, como se citó en Parra, 2004)

La mayoría de los colorantes utilizados en la industria textil son solubles, los tonos más claros se presentan en los colorantes azo. Por ejemplo, para el teñido de la celulosa, los colorantes comúnmente utilizados son los directos y reactivos. Las tinturas reactivas permiten sombras brillantes y su funcionamiento es excelente. (Sedlak, s.f.)

1.2.7. Clasificación de los colorantes sintéticos

Los colorantes sintéticos pueden organizarse según sus aplicaciones tecnológicas, en el caso del teñido de telas, se encuentran; colorantes reactivos, colorantes dispersos, colorantes tina, colorantes con mordiente, colorantes ácidos, colorantes básicos, colorantes directos y colorantes metal-complejos. (Sedlak, s.f.)

a) Colorantes dispersos

Los colorantes de dispersión están compuestos por componentes orgánicos los cuales no son solubles en agua pero pueden ser dispersados en el agua gracias a la ayuda de auxiliares específicos. (Sedlak, s.f.)

Este tipo de colorantes son utilizados a menudo en fibras de poliéster, acetato y poliamidas. La solidez del color a la luz es generalmente buena, mientras la solidez al lavado es variable según sea la estructura de la fibra a la cual se aplica la tintura. (Sedlak, s.f.)

De acuerdo con Sedlak (s.f.) los colorantes dispersos pueden llegar a tener efecto de tipo alérgico. Además de la irritación de la piel, también suelen presentarse problemas respiratorios y nasales y picazón en los ojos.

b) Colorantes Tina

Los colorantes Tina son utilizados principalmente para las fibras de celulosa. Sin embargo, a veces, son utilizadas en fibras de proteína y de poliamida. (Sedlak, s.f.)

c) Colorantes con mordiente

Los colorantes con mordientes entran en la clasificación de colorantes ácidos. Sin embargo, debido a la tecnología que se utiliza, son una categoría independiente de colorantes. Las moléculas presentes en el colorante no contienen cromo pero el cromo si está presente en la sal usada para fijar el colorante sobre las fibras. (Sedlak, s.f.)

Las sales comúnmente usadas como mordientes de estos colorantes son: potasio dicromato, cromato de potasio y dicromato de sodio. Este tipo de colorantes se utilizan comúnmente para teñir proteína y fibras poliamidas y la solidez del color a la luz y en el lavado es excelente. (Sedlak, s.f.)

d) Colorantes ácidos

Los colorantes ácidos, también llamados aniónicos, son utilizados para teñir proteína, poliamida y fibras poliacrilonitrilo. La solidez del color a la luz y al lavarse depende de la estructura química del colorante. Estos colorantes son solubles en agua. (Sedlak, s.f.)

e) Colorantes básicos

También llamados tinturas catiónicas, éstas se utilizan para obtener colores brillantes. Generalmente efectivas sobre fibras de poliacrilonitrilo, sin embargo, cuando se aplica en la celulosa, la solidez del color es pobre a la luz y el lavado. Los colorantes básicos son solubles en agua y en ácido acético. (Sedlak, s.f.)

f) Colorantes directos

Los colorantes directos son utilizados para teñir fibras de celulosa y tienen características ácidas. La solidez del color es deficiente al lavado, mientras a la luz la resistencia del color es variable. La ventaja de estos colorantes radica en su aplicación a las fibras con base de celulosa directamente sin auxiliares mordientes. (Sedlak, s.f.)

g) Colorantes metal-complejos

Están compuestos por un átomo metálico a la cual se enlazan unas o más moléculas del colorante. Estos colorantes son típicamente utilizados sobre proteínas y fibras poliamidas. (Sedlak, s.f.)

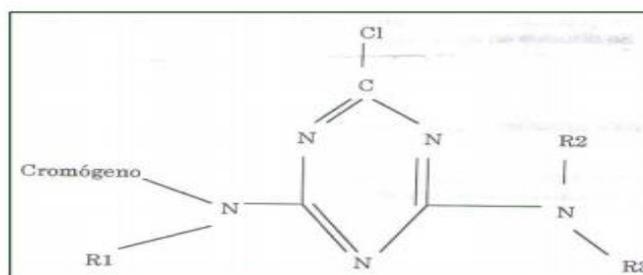
h) Colorantes reactivos

Este tipo de colorantes utilizan un cromóforo unido a un sustituyente que sea capaz de reaccionar directamente con el substrato de la fibra. Los cromóforos son en su mayoría el azoico, la antraquinosa o moléculas complejas del metal. Las tinturas reactivas de las fibras han sido sustituidas en gran parte los tintes directos, azoicos y de la tina en fibras de teñido de la celulosa. (Sedlak, s.f.)

Conforme a Sedlak (s.f.) el funcionamiento de los colorantes reactivos, se basa en la formación de vínculos químicos asociados o covalentes con la fibra, dando características excelentes en materia de solvencia de color.

A nivel molecular, la molécula del colorante se compone de dos segmentos; la parte reactiva y la cromófora. La molécula reactiva, puede ser cualquiera de las variadas clases de moléculas; vinilsulfona, clorotriazina, fluoro pirimidina y cloro pirimidina. (Sedlak, s.f.)

Figura No.1 Fórmula general de los colorantes reactivos.



Fuente: Peñafiel (2011).

De todas estas, la más utilizada es la molécula reactiva vinilsulfona. Estas tinturas reactivas bi-funcionales tienen características y flexibilidad más altas de reactividad con respecto a parámetros de variados procesos. Por lo tanto, se tiene un aumento en los valores de la fijación de hasta el 90 %.(Sedlak, s.f.)

Los colorantes reactivos son solubles al agua, y tienen buenas propiedades de solidez en el color, con la excepción de cuando se usa cloro, debido al vínculo químico fuerte que este posee. (Sedlak, s.f.)

Los colores brillantes pueden ser obtenidos mediante la tinción con este tipo de colorantes ya que pueden contener altos porcentajes (en peso) de halógenos, los cuales usualmente abandonan la molécula después de haberse formado un enlace covalente con la fibra y el extremo como sales en el baño de la tintura. (Sedlak, s.f.)

1.2.8. Métodos de extracción de colorantes naturales

Cuando se ha seleccionado una fuente de colorante natural, el siguiente paso es aislar el mismo del resto de la estructura de la planta o animal que lo contiene. A este proceso se lo denomina extracción.

Es importante mencionar que el método a emplear para extraer un determinado pigmento o colorante, va a depender de una serie de factores que hace que cada extracción sea un proceso particular y específico para cada organismo portador y para cada tipo de material a extraer. Existen dos formas de realizar una extracción de colorantes naturales: la extracción artesanal y la extracción industrial. (CIAI, s.f)

a) Extracción artesanal

La metodología tradicional de los artesanos consiste en la recolección y selección de las plantas que contienen el pigmento de interés, separar el tallo de las hojas y cocinarse por aparte. En el caso de ser un fruto o vegetal se raya el fruto y la semilla mezclando en agua en proporciones de 1:1, es decir, un litro de agua/semilla o fruto respectivamente. (Chalá, Guerrero, Rivas, Castro, Palacios y Castro, 2003)

Posteriormente se lleva al fuego hasta su punto de ebullición, para ambos procesos. Luego se debe agregar una cucharada sopera por litro de agua de cada uno de los mordientes a utilizar, esto con el fin de observar las tonalidades resultantes de la relación mordiente-órgano vegetal y especie utilizada. (Chalá et. Al. 2003)

b) Extracción industrial.

Este tipo de extracción brinda nuevos aportes tecnológicos respecto a la extracción artesanal, tanto en la producción en sí misma como en el control de calidad del producto obtenido.

Como se ha mencionado anteriormente, cada proceso de extracción es específico para cada organismo portador. Guadrón, Guerrero, Cabrales y Rosales (2012) en su informe de investigación sobre la industrialización del proceso de obtención de tinte basado en añil, determinan que la fabricación del tinte consiste en los siguientes pasos:

Inicia con la selección de la materia prima y materiales, el proceso continúa con la fermentación de la hoja de añil durante 7 días. Posteriormente, un calentamiento de la solución de ceniza en un tanque a 80°C, se proceden a mezclar los aditivos en tanques con agitación y oxigenación con el de fin de homogenizar la solución y por último debe darse un reposo por un tiempo de 24 horas, para poder obtener un colorante de alta calidad.

1.2.9. Industria de colorantes

Ámbito internacional

Alrededor de todo el mundo, la producción de colorantes sintéticos y naturales, ha crecido considerablemente al comprender una industria del mercado global muy importante. Para darse una idea, en lo que se refiere a la industria alimentaria, el mercado de los pigmentos tiene un valor cercano a los 5 mil millones de dólares anuales. (Uadec, como se citó en Rosales, 2009)

De los cuales el 80% corresponde a los pigmentos sintéticos y el 20% restante a los pigmentos naturales. No obstante, los colorantes naturales tienen un crecimiento anual del 4%, comparado con los pigmentos sintéticos, el cual es de 2-3%. (Uadec, como se citó en Rosales, 2009)

Actualmente, los Estados Unidos, posee un mercado textil creciente, la exportación aumenta, y tanto los colorantes como los auxiliares del mercado, debido a la creciente escala de las exportaciones de textiles, están creciendo constantemente. (Huang, 2016)

Por otro lado, en China durante los últimos años, la producción de los tintes orgánicos, es más amigable con el ambiente y crece rápidamente. El rápido desarrollo de la industria textil ha aumentado considerablemente la demanda de productos químicos textiles de tintura. (Huang, 2016)

Ámbito nacional

Guatemala al ser un país agricultor cuenta con una buena variedad de las materias primas que pueden utilizarse para la extracción de colorantes naturales, por lo que el crecimiento de esta industria es prometedor. (Vélez, 2007)

Por un lado, las importaciones que se realizan de colorantes naturales provienen de Honduras, México, Perú, Estados Unidos, Bélgica y Brasil. Entre los más importantes se deben destacar a Honduras y México. (Vélez, 2007)

Por otro lado, las importaciones de colorantes artificiales vienen de México, Corea, Alemania, Bélgica, Honduras, Colombia, Panamá. Las exportaciones principalmente a El Salvador y en menor cantidad a México, Honduras y Costa Rica. (Vélez, 2007)

1.2.10. Aplicaciones del colorante rojo remolacha

Por lo general, las remolachas se emplean en la industria agroalimentaria para la obtención del colorante llamado rojo de remolacha, conocido como E-162. Este colorante de origen natural, es utilizado normalmente en la industria como agente de color para distintos productos de valor agregado. (Orellana, 2015)

Se consigue como concentrados (producidos por concentración al vacío de jugo de remolacha al 60-65% de sólidos totales) o polvos producidos por liofilización o “spray-dryer” con un 0.3 a 1% de pigmento. (Wilson s.f, como se citó en Orellana, 2015)

Además, es un colorante relativamente potente, alcanzándose el color deseado con dosis que no exceden los 50 mg/kg calculado como betanina. También existen otro tipo de aplicaciones, entre las más comunes se encuentran:

a) Industria de alimentos

Basado en Cruz y Hinojosa (2015) las Betalaínas se emplean para mejorar el color y el aspecto de los alimentos, ya que contribuyen a aumentar su calidad y valor nutritivo. En la actualidad, los procesos industriales de elaboración de alimentos incluyen tratamientos que decoloran o cambian el aspecto de los alimentos, dicho problema se soluciona agregando colorantes de este tipo.

Éstos se adicionan durante la elaboración de un gran número de productos como; postres, helados, derivados lácteos, bebidas refrescantes, conservas vegetales y de pescado, mermeladas y yogures. De hecho, las betalaínas se pueden añadir en cualquier proporción sin riesgo conocido. (Cruz y Hinojosa, 2015)

Los alimentos que no pueden incorporar colorantes son muy pocos. Sin embargo, es importante mencionar que el empleo de colorantes no está permitido en alimentos para lactantes y niños, en aguas minerales envasadas; hortalizas, legumbres y frutas no elaboradas; leche; aceites; vinos y sal, entre otros. (Cruz y Hinojosa, 2015)

b) Industria textil

En la industria, existe un gran número de colorantes industriales y son usualmente apreciados los que resisten la acción de la luz y el lavado. En la industria textil son de gran importancia los colorantes directos. Este tipo de colorantes tienen naturaleza coloidal, no precisan de un mordiente, y son fácilmente absorbidos por las fibras de celulosa. (Cruz y Hinojosa, 2015)

El mordiente es una sustancia que se une a la fibra y al colorante al mismo tiempo, de esta forma queda fijado el colorante al tejido con una mayor efectividad. Los mordientes pueden tener carácter básico, como el hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$), o carácter ácido, como el ácido tánico. (Cruz y Hinojosa, 2015)

c) Industria farmacéutica

Según Cruz y Hinojosa (2015) la mayor parte de los colorantes empleados en las cápsulas de gelatina sólida utilizada en la fabricación de fármacos son inocuos.

Sin embargo, algunos pueden provocar reacciones adversas al cuerpo del ser humano. Por lo tanto, su uso es restringido y regulado constantemente.

En cuanto a los suplementos alimenticios, el reglamento europeo 1129/2011 lista todos los colorantes autorizados para cápsulas y comprimidos.

Es importante mencionar que aunque su aparición es reciente y sus principios activos siguen en investigación, las betalaínas se pueden encontrar en polvo o como solución en; jarabes, enjuagues bucales, ungüentos. (Cruz y Hinojosa, 2015)

d) Industria de cosméticos

Como dato relevante, el sector de cosméticos consumía en los años ochenta un 60% del colorante Carmín, pero a partir de entonces se originó un proceso de sustitución de colorantes sintéticos por colorantes naturales.

El interés en productos ecológicos y naturales, junto a restricciones a ciertos colorantes sintéticos, ha producido una recuperación del uso de colorantes naturales como las betalaínas. (Cruz y Hinojosa, 2015)

Debido a esto, Cruz y Hinojosa (2015) afirma que en la industria cosmética se utiliza para los productos que se aplican a la zona de boca y ojos. Por ejemplo; sombras, lápices labiales, lápices para los ojos y polvos faciales.

Estas zonas al ser de gran sensibilidad y cuidado en el consumidor, obligan a la industria cosmética a sólo aceptar betalaínas de alta pureza para la fabricación de estos productos.

1.2.11. Características del colorante rojo remolacha

Este pigmento presenta las siguientes características en la industria de los colorantes:

Tabla No.1 Características principales del colorante rojo remolacha.

Nombre	E – 162.
Estabilidad	Muy estable
Descripción química	Ácido{S-(R*,R*)-4-{2-{2-carboxi-5-(β-Dglucopiranosiloxi)-2,3-dihidro-6-hidroxi- 1H-indol-1-il)-etenil}-2,3-dihidro-2,6-piridinadicarboxílico; 1-{2-(2,6-dicarboxi-1,2,3,4-tetrahidro-4-piridilideno)-etilideno}-5-β-Dglucopiranosiloxi)-6-hidroxiindolio-2-carboxilato
Fórmula química	C ₂₄ H ₂₆ N ₂ O ₁₃
Peso molecular	550,48 g/mol
pH	Entre 3 y 7
Aspecto	Solución líquida, pasta, polvo o sólido de color rojo o rojo oscuro.
Densidad	1.30 g/ml

Fuente: Vélez (2007)

1.2.12. Colour Index

Es la organización que identifica a todos los tipos de colorantes existentes en la actualidad por medio de dos sistemas de clasificación. El primer sistema brinda a cada colorante un nombre genérico el cual está compuesto por la clase de su uso final, el matiz del color y un número. El segundo sistema consiste en la identificación mediante un número de seis cifras.

De esta forma se puede clasificar cualquier cantidad de productos comerciales que posean la misma constitución química. Además, cuando existen moléculas muy parecidas en las que únicamente se modifica un grupo funcional de la molécula se usan dos puntos “:” seguido por el número de orden de registro para nombrarlo. (Ríos y Ríos, 2017)

1.2.13. La remolacha

Características generales de la remolacha

Canals, Peralta y Zubiri (2009) define a las remolachas como una planta generalmente bienal, es decir, que completan su ciclo de cultivo en dos años.

En el primer año solo se produce crecimiento vegetativo y se almacenan sustancias de reserva y en el segundo se produce la floración y fructificación.

Adicionalmente, menciona que es del tipo monoica, especies en las cuales ambos sexos se presentan en una misma planta. Tienen tallos angulosos, canaliculados, hojas basales grandes, ovales, con la base cordada y borde ondulada.

Sus flores son poco vistosas, verdosas, con cinco tépalos. Las flores se agrupan en glomérulos que se disponen en panículas muy ramificadas y poseen raíz engrosada y carnosa. (Canals et al. 2009)

En su investigación, Vélez (2007) menciona que la remolacha es originaria de la zona costera del norte de África, pero en la actualidad, su consumo está muy difundido por todos los países de clima templado, en especial en Europa y América.

Además incluye su clasificación como aparece a continuación:

Tabla No. 2 Clasificación de la remolacha.

Reino	Vegetal
División	<i>Tracheophyta</i>
Subdivisión	<i>Pteropsida</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Subclase	<i>Dicotyledoneae</i>
Grupo	<i>Archyclamydeae</i>
Orden	<i>Chenopodiales</i>
Familia	<i>Chenopodiáceas</i>
Género	<i>Beta</i>
Especie	<i>Vulgaris</i>

Fuente: Vélez (2007).

1.2.14. Tipos y variedades

Para describir los diferentes tipos de remolachas, Roa (2017) afirma que es fundamental conocer que dependiendo de estas, pueden existir diversas características de la remolacha.

Asimismo, Vélez (2007) indica que existen diversos tipos de remolacha, entre las más importantes la remolacha forrajera, que se utiliza en alimentación animal y la remolacha común o roja, de la cual se subdivide en cuatro tipos, en función de su tamaño y su forma:

- a) Tipo achatado: de este tipo se encuentran Crosby y Crosby Egyptian, siendo éstas variantes precoces que difieren en la cantidad de follaje y en la forma de la punta de la raíz.

- b) Tipo globular u ovalado: Detroit Dark Red es la principal variedad para el mercado fresco y para la industrialización. Se aprecia por su uniformidad, por la raíz pequeña y porque se puede guardar por más tiempo que otras especies. En cuanto a la coloración interna, posee un color intenso oscuro con poca diferencia entre los anillos, siendo considerado como una característica de alto valor.

- c) Tipo redondo o achatado: en este tipo de remolachas se encuentran variedades que son perfectamente redondas o que no tienen la tendencia a formar raíces ovaladas. Ejemplos importantes son: Early Wonder, Asgrow Wonder, Perfect Detroit. Ésta última, se prefiere para enlatar entera debido a que adquiere su forma redonda desde temprana edad y también por su buen sabor y ternura. Además, se puede cosechar mecánicamente, porque los pecíolos fuertes y las hojas largas lo permiten.

- d) Tipo alargado: estas variedades son más populares en Europa que en América. Sus raíces pueden llegar desde 20 a 30 cm. Las variedades principales son Half Long Blood y Long Dark Blood.

1.2.15. Partes

Las partes que conforman la remolacha son; raíz, tallo, hojas, inflorescencia, flores, sépalos, anteras, filamentos, pistilo, estigma, ovario, fruto y semillas. (Vélez, 2007)

1.2.16. Cultivo

De acuerdo con Vélez (2007) para su crecimiento, el clima óptimo necesario para el desarrollo de este cultivo, es suave y regularmente húmedo. Siendo muy importante una buena intensidad de iluminación durante todo el período vegetativo. Las temperaturas óptimas comprenden un rango entre 15 a 18 °C.

Asimismo, menciona que la madurez de las remolachas se ve indicada cuando las hojas caen de la parte superior del vegetal. Por lo general, son cosechadas cuando poseen un diámetro de 3.75 cm. Sin embargo, las remolachas más grandes poseen un diámetro de más de 5 cm.

1.2.17. Conservación

En su investigación, Orellana (2015) aconseja que una vez recolectada la remolacha, su conservación debe hacerse a 0°C y 90-95% de humedad relativa, lo que puede mantenerla en buenas condiciones durante uno a tres meses.

Por último, se transportan las remolachas a los puntos de venta, ya sea al consumidor final, o a empresas para su procesamiento.

1.2.18. Composición química

Según Vélez (2007) la remolacha es un alimento de moderado contenido calórico, ya que tras el agua, los hidratos de carbono son el componente más abundante, siendo ésta una de las hortalizas más ricas en azúcares en la naturaleza.

De acuerdo con Orellana (2015) los azúcares presentes son; sacarosa en un 15-20%, fructosa y glucosa. En relación con los minerales, estos se encuentran presentes en forma de sales; potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro (en mínima cantidad).

Vélez (2007) afirma que es buena fuente de fibra, de sus vitaminas destacan los folatos y ciertas vitaminas del grupo B, como B1, B2, B3 y B6. Por otro lado, los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos en el sistema inmunológico.

1.2.19. Valor nutricional

A continuación se muestran los principales nutrientes de la remolacha:

Tabla No. 3 Composición nutricional de la remolacha.

Basado en 100 g de porción comestible.	
Agua	87.58 g
Energía	43 Kcal
Proteína	1.61 g
Grasa total	0.17 g
Carbohidratos	9.56g
Calcio	16 mg
Niacina	0.33 mg
Vitamina A	2 mg
Vitamina C	5 mg
Potasio	325 mg
Sodio	78 mg
Zinc	0.35 mg

Fuente: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP, 2012).

1.2.20. Uso de la remolacha

Existen diversos usos para la remolacha en la vida cotidiana, pero el uso más frecuente que se le da, es el consumo ocasional de sus hojas en ensalada o de sus raíces crudas o cocidas en ensalada, guisos y sopas. (Vélez, 2007)

Dado que no se conocen efectos nocivos de este colorante y la Organización Mundial de la Salud (OMS), no ha fijado un límite de dosis diaria admisible, la betanina extraída de la remolacha se usa frecuentemente como colorante en productos alimentarios, donde el pigmento se conserva más fácilmente: gelatinas, bebidas, yogurts y postres en general. (Aceituno, 2010)

1.2.21. Remolacha en Guatemala

Conforme a investigaciones realizadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y en su manual de horticultura práctica para Guatemala (como se citó en Vélez, 2007) en Guatemala se cultivan las siguientes variedades de remolacha: Early Wonder, DetroitDark Red, Perfect Detroit, Red Ball, Crosby Egyptian y Red Ace.

Además, afirma que de las empresas que venden semillas de remolacha, se encontró que la mayoría vende semillas de la variedad Early Wonder y que únicamente una empresa vende semillas Red Ace. Por lo tanto, debido a esto, y por la falta de información contundente, se puede asumir que la remolacha utilizada en Guatemala es la Early Wonder. (Vélez, 2007)

1.2.22. Época de cultivo en Guatemala

Según la ficha técnica anual que presenta el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, 2017) la remolacha roja se cosecha todo el año en el país. Con un escalonamiento de cada tres meses, y los mayores volúmenes se dan en tiempos de invierno.

1.2.23. Producción de remolacha

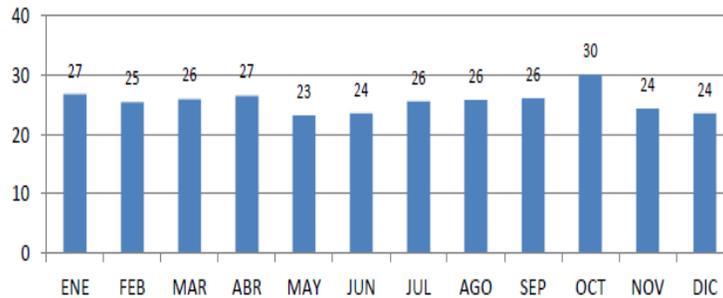
El cultivo de remolacha en Guatemala es muy amplio. Sin embargo, existen varios departamentos que sobresalen en su abastecimiento, entre ellos: Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez, Sololá y Quetzaltenango. (MAGA, 2017)

El Instituto Nacional de Estadística (INE, 2004) en su IV censo nacional agropecuario señaló que para el año agrícola 2002/2003, existen 1,467 fincas dedicadas al cultivo de remolacha en Guatemala, las cuales abarcan 407 manzanas de superficie con una producción de 90,484 quintales de remolacha anuales.

1.2.24. Precio de la remolacha

El precio promedio de la remolacha del año 2006 al 2016 a nivel de mayorista, es de Q25.67 por Bulto (4 - 6 docenas). (MAGA, 2017)

Gráfica No. 1 Precio promedio mensual, pagado al mayorista del 2006 al 2016 (Quetzales/bulto).



Fuente: MAGA (2017).

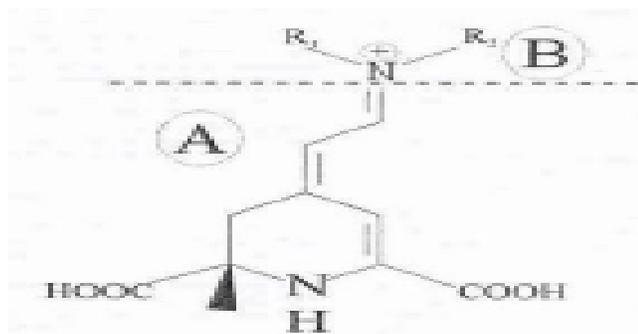
1.2.25. Colorantes de la remolacha

Las betalaínas

Comprenden una serie de pigmentos nitrogenados que pueden ser una combinación, ya sea rojo - violeta llamados betacianinas o amarillos llamados betaxantinas. Éstos son un pequeño grupo de pigmentos presentes solamente en la familia *Centrosperme*. (Vélez, 2007)

Conforme a Paltán y Ruchi (2013) la forma general de las betalaínas representa la condensación de una amina primaria o secundaria con ácido batalámico.

Figura No.2 Fórmula general de las Betalaínas.



Fuente: Paltán y Ruchi (2013).

La betacianina corresponde a un 75-95% de los pigmentos presentes en la remolacha, los otros son isobetanina, prebetanina e isoprebetanina. Estos últimos dos son monoésteres sulfatados de la betanina e isobetanina, respectivamente. (Paltán y Ruchi ,2013)

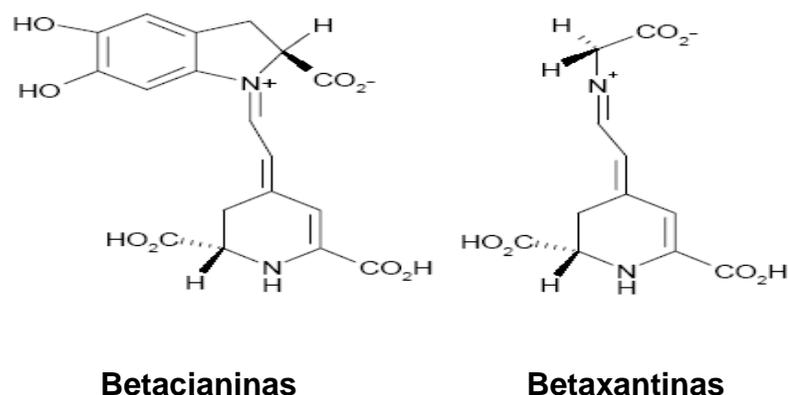
Además, las betalaínas son uno de los pigmentos autorizados como aditivos por la FDA (Foods and Drugs Administration) de Estados Unidos y también está admitido en la Unión Europea. (Paltán y Ruchi ,2013)

1.2.26. Estructura química de betaxantinas y betacianinas

Las betaxantinas se forman por la condensación de un aminoácido o amina con el grupo aldehído del ácido betalámico, resultando en una base de Schiff. Esta estructura brinda el color amarillo al compuesto. Asimismo, las betacianinas son formadas del ácido betalámico pero unidas a una molécula del ciclo-DOPA. La formación de esta estructura altamente aromática es responsable del distintivo color violeta. (Vélez, 2007)

De acuerdo con Marañón et al. (2011) las betacianinas y las betaxantinas, ambos grupos de moléculas, son ópticamente activas ya que poseen dos centros quirales en C-2 y C-15. La diferencia principal entre las Betacianinas y las Betaxantinas es que las primeras poseen un grupo glicósido y las segundas poseen un grupo indol.

Figura No. 3 Estructura de las betacianinas y betaxantinas.



Fuente: Vélez (2007).

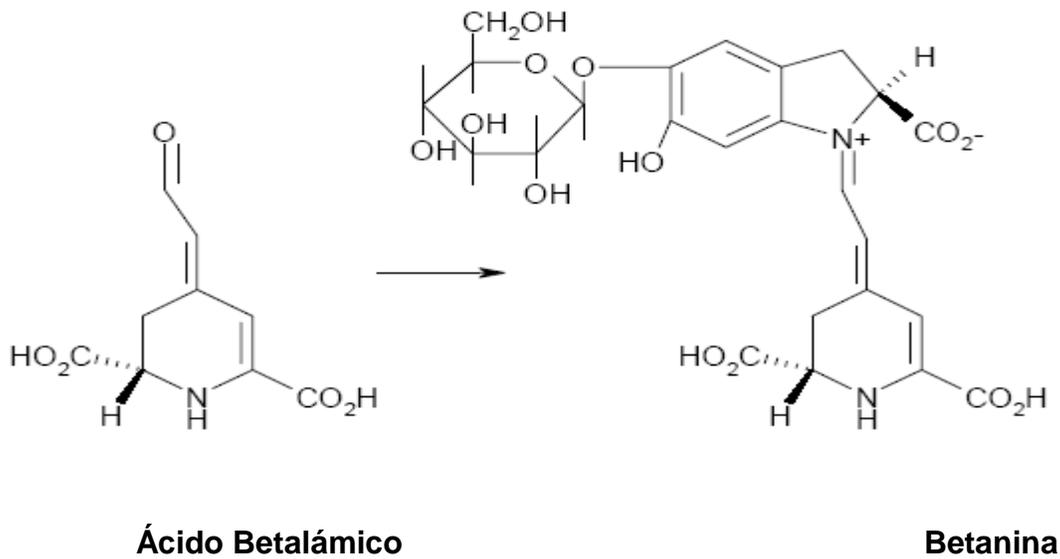
Las estructuras básicas tanto de las betacianinas como de las betaxantinas, pueden ser modificadas en muchas formas, reacciones de conjugación como la glicosilación y la acilación son bastante comunes. Por lo tanto, debido a estas modificaciones se puede llegar a formar una gran variedad de betalainas. (Vélez, 2007)

1.2.27. Betanina

Según Vélez (2007) la betacianina más estudiada ha sido la betanina, porque es la más abundante de todos los pigmentos presentes en la remolacha. Ésta se forma a partir del ácido betalámico y del ciclo – DOPA, con una glicosilación en la posición 5.

Además, investigaciones afirman que en todas las especies de remolacha, la betanina se encuentra en un 75 – 95% de todos los pigmentos. Generalmente, el rango de betanina aproximado que posee una remolacha es de 300 a 600 mg/kg.

Figura No. 4 Formación de la betanina.



Fuente: Vélez (2007).

1.2.28. Estabilidad de las betalaínas

Para describir la estabilidad de las betalaínas, Orellana (2015) afirma que deben tomarse en cuenta ciertos factores que la influyen, tales como; el pH, concentración, actividad de agua, temperatura, luz, contacto con metales y presencia de oxígeno.

1.2.29. Factores principales que influyen a las betalaínas

a) pH

Las betalaínas mantienen un color estable a un pH entre 3.0 a 7.0. Para poder aplicar estos pigmentos en los alimentos debe mantenerse el intervalo de pH indicado anteriormente. En 1987, experimentos efectuados por Huan y Von Elbe demostraron que el pH óptimo para la betanina en presencia de oxígeno está entre 5.5 y 5.8. Más adelante, concluyeron que la máxima estabilidad de las soluciones de remolacha se obtiene a pH 5.5. (Aceituno, 2010)

De acuerdo con Mandujano (2006) el efecto del pH en la degradación de betalaínas está fundamentado teóricamente, en que al estar en un rango de pH de 4 a 6,

la menor cantidad de oxígeno se encuentra fuera de este rango de pH y la cantidad de moles de oxígeno excede la cantidad de moles de betanina en solución.

Esto quiere decir que más de una molécula de oxígeno puede llegar a interactuar con cada molécula de betanina. Explicado de otra forma, fuera del rango de pH de 4 a 6, la betanina es más fácilmente degradada a ciclodopa-5-O-glucósido y ácido betalámico y ambas especies son susceptibles a degradación oxidativa.

En consecuencia, se sostiene que la degradación de betanina en presencia de oxígeno es más pH dependiente que en ausencia de oxígeno. (Mandujano, 2006)

b) Concentración

Vélez (2007) menciona que la concentración también es un factor importante que se debe tomar en cuenta en la estabilidad de las betalaínas, ya que la concentración es directamente proporcional a la estabilidad, es decir, mientras mayor concentración se tenga del pigmento, la estabilidad de este aumenta.

c) Actividad de agua (Aw)

Mandujano (2006) realizó estudios sobre la estabilidad de la betanina y determinó que se vuelve más inestable a medida que aumenta la actividad de agua y el contenido de humedad del alimento. Esto se debe gracias a que la degradación de la betaína requiere de la hidrólisis de la molécula de betanina a ciclodopa-5-O-glucósido y ácido betalámico.

Al ser una reacción altamente dependiente de la disponibilidad de agua, un decremento en la actividad de agua corresponde a una menor degradación de betanina en el alimento. Adicionalmente, se produce la reducción de la movilidad de reactantes y la solubilidad de oxígeno molecular. (Mandujano, 2006)

Vélez (2007) asegura que la actividad de agua se puede disminuir por medio de secado por aspersión o ya sea por encapsulamiento del pigmento, utilizando gelatinas o pectinas. Un aspecto a destacar es la reducción de la actividad de agua y la estabilización

de los pigmentos gracias a constituyentes de la planta como; azúcares, ácidos y sustancias pécticas.

Otro aspecto importante que debe resaltarse, es que a un pH 5 la matriz del pigmento betanina es más fuerte. La matriz de un jugo vegetal o fruta previene parcialmente del rompimiento del enlace aldimina, y ayuda a desviar los mecanismos de reacción como la descarboxilación y la deshidrogenación.

En otras palabras, al concentrar el pigmento o el secarlo por aspersion, la matriz del jugo del vegetal o fruta ayudan a disminuir la actividad de agua. (Pasch y Van Elbe, como se citó en Vélez, 2007)

Aceituno (2010) establece que las betalaínas son estables en productos deshidratados con una actividad de agua menor a 5.0. Por consiguiente, la mayor estabilidad en la Betalainas se alcanza en condiciones de bajo contenido de humedad y de actividad de agua.

d) Efecto de oxígeno

Un factor a tomar en cuenta en el análisis de la estabilidad de los pigmentos naturales, es el verse afectados por las condiciones atmosféricas, sobretodo, por la presencia de oxígeno en el ambiente. Von Elbe y Attoe (como se citó en Vélez, 2007) determinan que la betanina es inestable en presencia de oxígeno, puesto que a mayor concentración de oxígeno se observa una menor estabilidad de la betanina.

El oxígeno es la causa principal, tanto del oscurecimiento, como de la degradación del pigmento. Según Aceituno (2010), la betanina se degrada en un 15 % cuando al estar expuesta al aire durante 6 días a 15 °C a pH 7.0.

Como antes se mencionó, un punto interesante en la betanina, es la relación existente entre el efecto del oxígeno y el pH. Al no estar en el pH óptimo de la betanina, el oxígeno puede degradar el pigmento muy fácilmente. (Von Elbe y Attoe, como se citó en Vélez, 2007)

Sin embargo, en presencia de una atmósfera rica en nitrógeno la estabilidad de la betanina mejora. Por lo tanto, utilizar ácido ascórbico es una medida muy efectiva para disminuir la degradación de la betanina por oxígeno. (Von Elbe y Attoe, como se citó en Vélez, 2007)

La adición de ácido ascórbico mejora notablemente la estabilidad del color, debido a que el ácido ascórbico protege el color rojo del colorante, sin importar que sea expuesto a tratamientos drásticos como esterilización. (Orellana, 2015)

No obstante, es importante mencionar que al aumentar la concentración de ácido ascórbico en el pigmento, el pH disminuye provocando inconvenientes de inestabilidad. (Von Elbe y Attoe, como se citó en Vélez, 2007)

Como consecuencia de la inestabilidad de las betalaínas en presencia de oxígeno, la industria de los colorantes, considera a esta característica como una de las principales limitantes de su uso como colorante. Haciendo necesaria la adición de antioxidantes, para así lograr un óptimo de estabilidad. (Orellana, 2015)

e) Luz

Analizando la cinética de reacción de la degradación de las betalaínas expuestas a la luz solar, Orellana (2015) afirma que se trata de una cinética de primer orden. La betanina posee un índice de degradación del 15.6 % al exponerse a la luz solar a una temperatura de 15 °C.

La susceptibilidad de las betalaínas a luz está basada en la absorción de la luz UV y gama. Ésta absorción, lleva a la excitación de los electrones del cromóforo de las betalaínas a un estado de mayor energía. De tal manera que provoca una mayor reactividad o disminución de la energía de actividad de la molécula. (Herbach et. al, como se citó en Vélez, 2007)

En tal grado, los efectos de la luz y el oxígeno son aditivos. Dado que la presencia de ambos provocan una descomposición del 28.6%. Es importante indicar que la degradación de la betanina en condiciones anaeróbicas es insignificante. (Herbach et. al, como se citó en Vélez, 2007)

f) Temperatura

La temperatura es uno de los factores que más influyen la estabilidad de las betalaínas. Al someter en calentamiento soluciones de betanina se observa una reducción gradual del color rojo de este pigmento, dando lugar a un color marrón. (Orellana, 2015)

Ordinariamente la degradación de betanina a ácido betalámico y ciclodopa-5-O-glucósido suele ser reversible y por ende, la regeneración parcial del pigmento ocurre siguiendo la termodegradación del pigmento. Para la regeneración de betanina es necesaria una condensación de la base de Schiff del grupo aldehído del ácido betalámico y del amino nucleofílico de ciclodopa-5-O-glucósido. (Orellana, 2015)

Desde otra perspectiva, Von Elbe y colaboradores reportaron que la proporción de isobetanina y betanina para remolachas frescas, escaldadas y esterilizadas difiere con el aumento de la severidad del tratamiento calórico. (Orellana, 2015)

Del estudio realizado sobre el efecto de la temperatura y luminosidad sobre la estabilidad de las betalaínas obtenidas de "betarraga" de González, Seijas y Seijas P. (2013) se determinó que existe una mayor estabilidad de betalaínas de extracto seco de betarraga a una temperatura de 40°C y en ausencia de luz.

Un resultado importante del estudio, indica que para un tiempo de permanencia en anaquel de 90 días, las condiciones de 4 °C y en oscuridad, el extracto de betarraga presenta alteración significativa respecto a un tiempo de permanencia de 60 días con una disminución de 0,44 %. Mientras que a condiciones de 68 °C y presencia de luz, se presenta una disminución de 73,7% de concentración de Betalaínas. (González. et al. 2013)

g) Degradación por cationes metálicos

Herbach et al. (Como se citó en Vélez, 2007) expone que varios cationes metálicos son capaces de acelerar la degradación de las betalaínas. Entre los principales están; Fe⁺², Fe⁺³, Sn⁺², Al⁺³, Cr⁺³, Cu⁺².

Principalmente, tanto el hierro como el cobre, aceleran el oscurecimiento del pigmento. La degradación de los pigmentos puede prevenirse agregando EDTA. Tiene la habilidad de estabilizar el pigmento formando un complejo con los iones metálicos. (Herbach et al, como se citó en Vélez, 2007)

h) Efecto de enzimas

Mandujano (2006) explica que los colorantes naturales pueden ser degradados por varias enzimas encontradas en los tejidos vegetales. Estas enzimas pueden ser inactivadas mediante calor o condiciones de anaerobiosis; realizando un escaldado durante 45 a 60 segundos, antes de congelar o pasteurizar el producto final.

Asimismo, indica que las betalaínas pueden llegar a sufrir una decoloración por acción enzimática, el sistema enzimático betalainasa (en betabel y amaranto) presenta actividad óptima a 40°C y pH de 3.4, observándose efectos menos drásticos al aumentar el pH. (Mandujano, 2006)

Vélez (2007) menciona que en la remolacha se han encontrado dos tipos de enzimas peroxidadas, éstas poseen un pH óptimo de 3.4. Además, es importante mencionar que las betacianinas sufren una mayor degradación en comparación a las betaxantinas por las peroxidadas.

De igual forma, se encontraron varias enzimas polifenoloxidasas en remolachas. Las enzimas polifenoloxidasas son estables a pH de 5 a 8. Estas enzimas se inhiben a temperaturas alrededor de 70 °C, mientras que la polifenoloxidasa pierde su actividad a los 80 °C. (Vélez, 2007)

1.2.30. Compuestos estabilizadores de las Betalaínas

Antioxidantes como el ácido ascórbico e isoascórbico son dos aditivos que aumentan la estabilidad de las betalaínas. Estudios han encontrado mejores resultados en la estabilidad de los pigmentos cuando se agregan estos aditivos antes de un tratamiento térmico. (Han et al, como se citó en Vélez, 2007)

Otro antioxidante es el ácido cítrico, pero no tan efectivo en comparación al ácido ascórbico. El EDTA, por su lado, aumenta la vida del pigmento en 1.5 veces. Otra función del EDTA es que mejora la efectividad del ácido ascórbico como antioxidante. Por lo tanto, son dos compuestos que trabajan mejor juntos. (Han et al, como se citó en Vélez, 2007)

Asimismo, preservantes como la pectina y goma guar, han tenido efectos positivos en la estabilidad de los pigmentos de la remolacha. Esto se debe a que disminuyen la actividad de agua. (Han et al, como se citó en Vélez, 2007)

1.2.31. Descarboxilación

La descarboxilación sucede cuando las betalaínas se encuentran en contacto con un solvente, ya sea agua o etanol y posterior a ello se someten a un calentamiento. De este proceso, se ha observado que las betacianinas descarboxiladas presentan mayor estabilidad del color que las soluciones originales. (Vélez, 2007)

1.2.32. Parámetros de control de las betalaínas

Según Herbach et al. (Como se citó en Vélez, 2007) para minimizar la degradación es necesario reducir al mínimo el tratamiento térmico, utilizar antioxidantes o preservantes y controlar tanto la exposición a la luz como al oxígeno.

1.2.33. Métodos de obtención de la betanina

a) Extracción por solventes

Entre los solventes más utilizados son el agua o solventes basados en agua, ácido clorhídrico al 0.1%, algunas soluciones buffer y alcoholes. (Nollet, como se citó en Vélez, 2007)

Posterior a la extracción se debe realizar un proceso de filtración o centrifugación, con el fin de clarificar. Cabe mencionar que cuando se utilizan solventes como alcoholes para la extracción de la betanina es con el fin de realizar estudios. La extracción con agua

es más común para su uso en alimentos, pero el color que se obtiene no es muy fuerte, ni concentrado. (Nollet, como se citó en Vélez, 2007)

b) Extracción por secado

Se obtiene un polvo fino de color rojo mediante la utilización del secador de bandejas para luego ser disuelto en un medio líquido. Asimismo, puede realizarse por medio de un secador por aspersion para obtener un producto de mayor estabilidad. (Paltán y Ruchi, 2013)

c) Extracción por presión

Se selecciona y pesa la remolacha con cáscara, seguido de eso es rallada la remolacha, después se procede a exprimir todo el zumo de la remolacha para finalmente filtrar el colorante, obteniendo un líquido color rojo-violeta. (Paltán y Ruchi, 2013)

d) Extracción por lixiviación

Las muestras se colocan en agua fría relación 2:1 (agua/remolacha), para extraer el colorante durante 24 horas, se debe tener cuidado de la fermentación, ya que puede provocar la presencia de hongos y levaduras. (Paltán y Ruchi, 2013)

e) Extracción por cocción

Para este tipo de extracción, se utiliza una relación 1:1 (agua/remolacha), 2:1 (agua/ remolacha) en olla normal y en olla de presión se utiliza una relación 1:1 (agua/remolacha) con remolachas pequeñas y grandes. (Paltán y Ruchi, 2013)

Es importante mencionar que en relación 1:1 se corre el riesgo de que se quemen las remolachas y el colorante nuevamente sea absorbido a la remolacha, en relación 2:1 se extrae de mejor manera el colorante ya que la remolacha no absorbe y presenta mayor color. Por último, en olla de presión con una relación 1:1 como proceso industrial el colorante es más concentrado y no existe pérdidas. (Paltán y Ruchi, 2013)

1.2.34. Principios de los procesos

Selección de alimentos

La organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, s.f.) recomienda que al momento de seleccionar vegetales, se deben preferir los que presenten un color intenso; ya que usualmente contienen más nutrientes que aquellos de colores más suaves.

En el caso de las remolachas, se aconseja evitar las que presenten hojas agujereadas, debido a que son producidas por la mosca de la remolacha. Además, se debe revisar que sus raíces o cuello no presenten insectos o parásitos. (Roa, 2017)

Limpieza de alimentos

La limpieza en los alimentos es necesaria ya que permite eliminar la suciedad visible o microscópica de una superficie. La suciedad comprende al conjunto de impurezas indeseables, que pueden favorecer al desarrollo de microorganismos patógenos, los cuales deterioran los alimentos y causan daños a la salud del ser humano. La eliminación de la suciedad se clasifica en; métodos físicos y químicos. (Delgado y Díaz, 2006)

a) Métodos físicos:

Estos métodos consisten en el arrastre de las impurezas por la acción del agua o aire, arena y barrido. La desventaja principal de estos métodos es que pueden producir a su vez contaminación cruzada. Por ejemplo; De la limpieza por barrido en seco, puede resultar una suspensión en el aire de gérmenes que en cierto tiempo recaigan nuevamente en su lugar de origen. (Delgado y Díaz, 2006)

b) Métodos químicos:

Consisten en la aplicación de productos de limpieza capaces de reaccionar con los componentes de la suciedad e impurezas, dando como resultado una dilución o dispersión más fácil. (Delgado y Díaz, 2006)

Extracción de jugos vegetales

Al tratarse de alimentos saludables, tanto los zumos de fruta como de verdura ocupan el primer lugar. Con el fin de que los zumos desarrollen todo su sabor y produzcan un efecto saludable, es recomendable prensar y procesar la verdura y fruta cuidadosamente.

El proceso convencional de elaboración de jugos vegetales involucra como primer paso; la reducción del tamaño del vegetal, esto facilita la extracción del jugo. Posteriormente se realiza un prensado mecánico del macerado, con el fin de separar la fase líquida y sólida. (Sharma et al, y Van den Berg et al. Como se citó en Kopper, 2012)

Separadas las fases, normalmente le sigue una etapa de pasteurización y concentración del producto. El resultado de este proceso es un jugo turbio y un residuo con gran cantidad de sólidos en su composición. (Sharma et al, como se citó en Kopper, 2012)

Para evitar ese residuo, en los procesos modernos de producción de jugos de frutas y vegetales, se establece esencial el uso de enzimas como coadyuvantes para la desintegración de las pulpas. (Sharma et al, Sun et al, Ceci y Lozano, como se citó en Kopper, 2012)

Cuando una verdura es macera sin un tratamiento térmico previo, las enzimas que se liberan de las células son libres de actuar sobre las sustancias protoplasmáticas que también se han puesto en libertad y pueden catalizar alteraciones. (Tressler y Joslyn, como se citó en Vélez, 2007)

Por otra parte, un extractor de jugos consiste en un aparato con un conducto de alimentación, donde ingresa el fruto para la extracción del jugo. El diámetro de este

conducto debe ser lo suficientemente amplio como para permitir el ingreso del fruto entero o en trozos. (Tressler y Joslyn, como se citó en Vélez, 2007)

El conducto de evacuación es el encargado de eliminar el bagazo y expulsarlo fuera del equipo. La extracción del jugo se da en el disco plano que gira a varias rpm sobre un eje y que tiene en su superficie cuchillas de acero inoxidable, las cuales trituran el fruto hasta separarlo de la pulpa. (Tressler y Joslyn, como se citó en Vélez, 2007)

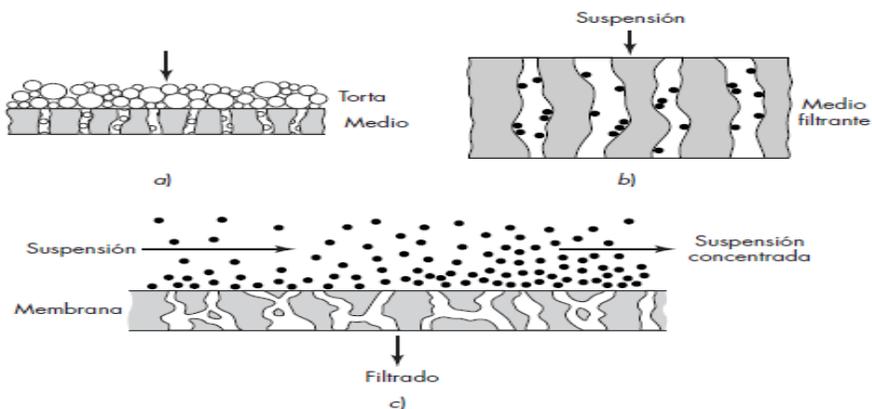
Por último, la plancha perforada tiene como función, la filtración y separación de la pulpa del jugo. También tiene la función de disminuir el contenido de humedad en la pulpa. (Tressler y Joslyn, como se citó en Vélez, 2007)

Principios de filtración

La filtración consiste en la separación de partículas sólidas a partir de un fluido mediante el paso del fluido a través de un medio filtrante, sobre el que se depositan los sólidos. El fluido puede ser un líquido o un gas, y la corriente valiosa procedente de un filtro puede ser el fluido, los sólidos o ambos productos. (McCabe, Smith y Harriot, 2007).

Es tan grande la variedad de materiales que se pueden filtrar y las diferentes condiciones de operación de los procesos, que se han desarrollado numerosos tipos de filtros, algunos de los cuales se describen en la figura No.4. (McCabe et al., 2007).

Figura No.5 Mecanismos de filtración: a) filtro de torta; b) filtro clarificador; c) filtro de flujo transversal.



Fuente: McCabe et al. (2007).

El principio de filtración se basa en la circulación del fluido a través del medio filtrante en virtud de una diferencia de presión a través del medio. Por lo tanto, los filtros pueden clasificarse en función de este aspecto en: filtros que operan con presión superior a la atmosférica en la corriente superior del medio filtrante y los que lo hacen con presión atmosférica en la corriente superior del medio filtrante y a vacío en la corriente inferior. (McCabe et al., 2007).

La mayoría de los filtros en la industria son filtros a presión, a vacío o separadores centrífugos. Pueden ser también continuos o discontinuos, dependiendo de que la descarga de los sólidos filtrados se realice de forma continua o intermitente. (McCabe et al., 2007).

Pasteurización

El proceso de pasteurización recibe su nombre de Louis Pasteur, un químico/microbiólogo Francés, que descubrió que los organismos que causan la descomposición pueden ser desactivados en el vino aplicando calor a temperaturas por debajo de su punto de ebullición. (Allan y Vera, 2012)

Según Allan y Vera (2012) la ventaja más grande de la pasteurización continua en comparación al método de pasteurización por lotes, es el ahorro de tiempo y energía. Usualmente, la mayoría de los procesos continuos, utilizan un pasteurizador de tiempo breve a alta temperatura (HTST).

El tratamiento de calor se lleva a cabo por medio de un intercambiador de calor de placas o un intercambiador de calor tubular. El medio de calentamiento es normalmente vapor o agua caliente. (Allan y Vera, 2012)

a) Pasteurización HTST

Es un procedimiento continuo en el que el alimento es calentado rápidamente hasta una temperatura de 72 °C o 75 °C por un tiempo de 15 segundos, posteriormente se enfría rápidamente a una temperatura inferior a los 10°C. (Díaz, 2008)

b) Pasteurización UHT

Este tipo de pasteurización también es llamada ultra alta pasteurización, en este caso el alimento es calentado rápidamente a una temperatura de 138°C durante un tiempo de 3 segundos mediante un esterilizador. (Díaz, 2008)

Fermentación

Según Vélez (2007) consiste en un proceso catabólico de oxidación incompleto, se lleva a cabo en condiciones anaeróbicas, siendo el producto final un compuesto orgánico. Según los productos finales, son los diversos tipos de fermentaciones.

Por lo tanto, la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico realizado por microorganismos llamados levaduras. Sin embargo, también lo pueden realizar algunas bacterias. Las levaduras consiguen su energía por medio de proceso de fermentación alcohólica, ya que rompen las moléculas de glucosa obteniendo energía para sobrevivir y produciendo alcohol y CO₂ como uno de los productos finales. (Vélez, 2007)

A lo largo de la historia, se han empleado las levaduras de las especies *saccharomyces cerevisiae* y *saccharomyces ovarum*. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es capaz de lograr una conversión aproximada del 85% al cabo de 32 horas y del 90% al cabo de 75 horas en la producción de etanol. (Vélez, 2007)

Es importante mencionar, que cuando el medio es rico en azúcar, la transformación de la misma en alcohol durante la fermentación, provoca que a cierta concentración las levaduras no pueden sobrevivir en tal medio. (Vélez, 2007)

Barrido espectrofotométrico

Mediante la espectrofotometría es posible el estudio de sustancias coloreadas, que absorben longitudes de onda del espectro visible. Según el espectrofotómetro que se utilice, pueden estudiarse sustancias que absorban en el UV o IR. Un espectrofotómetro permite evaluar cómo interactúa una sustancia con radiación electromagnética, en este caso mediante la medición de la absorbancia. (Universidad de Buenos Aires, s.f)

De esta forma se define como barrido espectral o espectrofotométrico a la gráfica del conjunto de valores de absorbancia de una sustancia contra las diferentes longitudes de onda. Un barrido espectral se debe realizar con una solución coloreada, de concentración constante, y se deben medir los valores de absorbancias correspondientes a distintas longitudes de onda seleccionadas dentro de un determinado rango de trabajo. (Universidad de Buenos Aires, s.f)

El perfil de los barridos espectrales representa la interacción de la sustancia con la radiación electromagnética de las longitudes de onda evaluadas, siendo este perfil propio de cada sustancia. Una zona de pico en el barrido espectral representa un rango de radiaciones de determinadas longitudes de onda que la sustancia absorbe, mientras que un valle representa un rango de radiaciones de longitudes de onda para las cuales hay nula absorción. (Universidad de Buenos Aires, s.f)

Gracias a este comportamiento, los barridos espectrales se pueden emplear para identificar sustancias incógnitas. Sin embargo, a menudo debe disponerse de antemano de un espectro de la “supuesta” sustancia, con el cual comparar el barrido espectral de la sustancia en estudio. (Universidad de Buenos Aires, s.f)

1.2.35. Fibras naturales

Son aquellas fibras procesadas tal y como se encuentran en la naturaleza, mediante la extracción de su fuente de origen, la clasificación y el acondicionamiento, para luego pasar a una etapa de manufactura, o su uso final como tal. Las fibras naturales se pueden dividir en tres grandes grupos, los cuales son: fibras vegetales, fibras animales y fibras minerales. (Red textil argentina, s.f.)

Fibras vegetales

Conjunto de fibras naturales extraídas del reino vegetal en sus más variadas formas: semillas, tallos, hojas, frutos y raíces. Son las fibras más antiguas que el hombre haya utilizado, sin embargo siguen siendo muy valoradas, por sus nobles características de uso. De este conjunto, el algodón y el lino son los más utilizados. (Red textil argentina, s.f.)

a) Algodón

Materia filamentosa que recubre las semillas de diversas especies de plantas del genero *Gossypium*. Al madurar las semillas, el algodón sale de la cápsula que lo contiene. La fibra del algodón tiene un aproximado de 13 a 45 mm de longitud y de 20 a 40 micras de finura. (Neri, 2005)

b) El lino

Fibra de la estopa, que pertenece a una parte del vástago de la planta. Esta fibra es separada del vástago del lino en varios pasos. Posterior a su corte, el lino debe pasar por un proceso para disolver muchos de los tejidos finos y de las pectinas celulares que rodean la fibra, al tiempo que facilitar su separación del vástago. Finalmente, el retorcido o torsiones del lino, se producen a través de un tratamiento mecánico. (Sedlak, s.f.)

Fibras animales

Son aquellas fibras que provienen de los folículos pilosos o de las glándulas de animales domésticos. Entre estas fibras se pueden mencionar a la lana, el pelo de conejo y de los camélidos como; la seda del gusano o de la araña. (Red textil argentina, s.f.)

a) Lana

Fibra textil obtenida del pelo de la oveja, la lana se extrae de animales no mayores a 7 meses, su aspecto es el de una fibra fina y suave. Esta posee del 10 al 25% de grasa, la cual es recuperada al realizarse un lavado y posteriormente puede ser utilizada como lanolina en cosméticos. (Neri, 2005)

b) Seda

Filamento que se obtiene mediante el gusano de seda, *Bombix mori*. Este filamento se puede desarrollar directamente del capullo y su longitud va desde los 700 a 1500 m. La seda es higroscópica, por lo que, es necesario de manera parcial o

completamente remover la sericina, los aceites naturales y las impurezas inorgánicas para tener un hilado de seda listo para teñir. (Sedlak, s.f.)

Fibras minerales

Las fibras minerales se encuentran en la naturaleza y para poder utilizarse solo deben extraerse del medio en que se encuentran ya que no necesitan ningún proceso de transformación adicional. Un ejemplo de ellas es el Amianto, siendo su característica principal la incombustibilidad. (Red textil argentina, s.f.)

1.2.36. Teñido de fibras naturales

Biaggi (s.f) menciona que el teñido de telas ha sido por tradición una variante al momento de restaurar las piezas de vestir que se han desteñido o manchado. En la actualidad, los colorantes son un excelente recurso no sólo para la restauración de piezas de vestir sino también para decorar el hogar.

Existen dos procesos de teñido de telas, el primero por impregnación y el segundo por afinidad entre el colorante y la fibra, usualmente llamado por agotamiento. (Ríos y Ríos, 2017)

Teñido por impregnación

Este método consiste en dos fases, en la primera fase se impregna el colorante sobre la fibra y en la segunda fase se da el proceso de fijación. (Ríos y Ríos 2017)

Teñido por agotamiento

En este método el colorante es dispersado sobre un baño, la fibra textil es sumergida dentro del baño donde el colorante se transfiere a la fibra hasta saturarla y quedar fijada sobre ella. Asimismo, el proceso de teñido se puede dividir en cuatro etapas; dispersión, adsorción, difusión y migración. (Ríos y Ríos 2017)

a) Dispersión

De acuerdo con Ríos y Ríos (2017) esta etapa inicial es de gran importancia para el resto del proceso ya que es donde se realiza la dispersión del colorante sólido en el baño. Dependiendo del colorante, este puede estar disperso en forma molecular o en forma micelar.

Es importante mencionar que la calidad de la dispersión influye notoriamente sobre la calidad del teñido porque una dispersión irregular del colorante provoca un teñido también irregular en la fibra textil. (Ríos y Ríos, 2017)

Por esta razón, Ríos y Ríos (2017) indica que en el baño se añaden agentes de disolución que son coloide-protectores, siendo más estables a pH de 4 y 5.

Un factor a tomar en cuenta es la aglomeración de las partículas, la agitación excesiva del baño, el tiempo prolongado en el baño a altas temperaturas, la presencia de electrolitos y variaciones en la temperatura.

b) Adsorción

En esta etapa se da la adsorción del colorante en la superficie de la fibra, esto se basa teóricamente, enlaces de puentes de hidrogeno y las fuerzas de Van der Waals y depende significativamente de la afinidad del colorante con la fibra. (Ríos y Ríos, 2017).

La afinidad del colorante es la capacidad que este tiene de formar un enlace permanente con la fibra. Cabe señalar que no todos los colorantes tienen el mismo grado de agotamiento en los baños de tintura, ya que está influido por diferentes factores. Estos factores son; la temperatura, la afinidad y en algunos casos por el pH y los auxiliares. (Ríos y Ríos, 2017).

Ríos y Ríos (2017) señala que los colorantes dispersos de moléculas grandes por lo general, tienen una mejor afinidad hacia las fibras, esto se debe a que, al ser una molécula más grande, logra formar mayor cantidad de enlaces con la fibra.

c) Difusión

Esta etapa es la más lenta e importante del proceso. Durante este paso el colorante tiende a penetrar sobre la superficie de la fibra a través de sus zonas amorfas para distribuirse homogéneamente y fijarse. De la misma forma, esta etapa es necesaria para obtener una óptima solidez y por lo tanto una buena calidad de tinción. (Ríos y Ríos, 2017).

Existen diferentes factores que afectan esta etapa los cuales son:

- a) Cristalinidad de la fibra: cuanto mayor sea la cristalinidad de una fibra más aumentan las secciones de moléculas ordenadas dentro de esta. Esto sucede, ya que el colorante se difunde a través de las áreas amorfas, por ello, el aumento en la cristalinidad resulta en una disminución de la velocidad de difusión.
- b) Tamaño de molécula: la velocidad de difusión es inversamente proporcional al tamaño de molécula del colorante, es decir, cuanto mayor sea el tamaño de la molécula es más difícil su movilidad en las áreas amorfas.
- c) Afinidad con la fibra: la difusión del colorante disminuye con la afinidad de la fibra ya que los enlaces formados en la superficie impiden la fácil movilidad de las moléculas.
- d) Temperatura de teñido: un aumento en la temperatura de teñido tiene efectos tanto en la estructura de la fibra como en los enlaces formados por afinidad. Esto se debe a que las altas temperaturas liberan los enlaces intermoleculares provocando un hinchamiento en la fibra facilitando la difusión dentro de esta y además facilita el rompimiento de los enlaces por afinidad fibra-colorante.
- e) Concentración del colorante: una saturación de la superficie de la fibra por colorante provoca una velocidad de difusión máxima.

f) Migración

Durante esta etapa, el colorante migra hacia zonas donde existe menor concentración, esto con el fin de mejorar la igualación del color. Esta fase se ve favorecida por las moléculas de menor tamaño, baja afinidad y cristalinidad de la fibra, pero de forma contraria estos afectan la solidez del teñido. (Ríos y Ríos, 2017).

Esta fase es necesaria cuando existen variaciones térmicas considerables y por la falta de agentes de disolución coloide protectoras, porque favorecen el crecimiento de cristales de colorante en el material o precipitado, dando como resultado defectos de tinción. (Ríos y Ríos, 2017).

Además, si se lleva a cabo una agitación excesiva en el baño o un pH inadecuado, la estabilidad de las soluciones disminuye. Por consiguiente, si la etapa de adsorción y dispersión se llevan a cabo de la manera correcta y uniforme, la etapa de migración se hace innecesaria en el proceso. (Ríos y Ríos, 2017)

1.2.37. Auxiliares de tintura

Agentes de igualación que son empleados para mejorar la distribución uniforme del colorante en la fibra. Como auxiliares pueden ser utilizados; humectantes, agentes de penetración, desaireación, agentes dispersantes y ácidos. (Sedlak, s.f.)

Entre los auxiliares inorgánicos más comunes que se usan en el teñido de telas se encuentran: Sal (NaCl), ácido silico, sulfitos, sulfuros, tiosulfatos, sulfatos, dicromatos, fosfatos, boratos. Entre los auxiliares orgánicos más comunes que se usan en el teñido de telas se encuentran: ácido acético, acetatos y ácido fórmico. (Sedlak, s.f.)

1.2.38. Lavado reductivo y enjuagues.

Conforme con Ríos y Ríos (2017) debe realizarse al terminar el proceso de teñido de telas sintéticas como el poliéster. La función de este lavado es remover el colorante disperso que se encuentra depositado o enlazado en la superficie de la fibra.

El nombre de este lavado se debe a la reducción de los enlaces azo, destruyendo los azo colorantes presentes en el baño. Se realiza en un baño de agua con hidrosulfito de sodio, también conocido como ditionito de sodio con hidróxido de sodio a una temperatura de 80°C por 20 minutos. (Ríos y Ríos, 2017).

Por otra parte, para el teñido de telas como el algodón se debe realizar una serie de enjuagues para eliminar el colorante que se encuentra en la solución acuosa, para esto basta con vaciar el baño con la solución de colorante.

Para eliminar el colorante que se encuentra en la solución intermiscelar de la fibra, es suficiente el lavado con agua, extrayendo así dicha solución.

1.2.39. Variables que determinan la calidad de un colorante

a) Afinidad

La afinidad de un colorante es la característica que define el verdadero comportamiento en el curso de la tintura. Por medio de la representación gráfica en forma de curva, se puede observar la cantidad de colorante que ha migrado hacia la fibra a una determinada duración y temperatura de la tintura. (Paredes, 2002)

b) Igualación

En términos generales, es la obtención de tintura uniforme sobre la muestra teñida. Se debe tener una buena penetración del colorante a base de obtener una repartición homogénea del mismo sobre la fibra. (Paredes, 2002)

La igualación depende de ciertas propiedades del colorante, como lo es; el poder de difusión, la homogeneidad de la fibra, propiedades recíprocas entre la fibra y el colorante, así como las condiciones o factores externos como: pH, tiempo, contenido salino, espuma, igualantes y temperatura. (Paredes, 2002)

c) Solidez al color

De acuerdo con Paredes (2002) es la resistencia que presenta la fibra a variar o perder su color. Esto se puede determinar al someter las fibras teñidas a la acción de un determinado agente, dando lugar a la degradación del color y/o la descarga sobre otros textiles.

1.2.40. Factores que afectan a la solidez de los colorantes

a) El colorante

Este factor se basa en la diferente estructura química que posee cada uno de los colorantes, ya que incluso dentro de una misma familia, los compuestos insolubles son más sólidos a los tratamientos húmedos, los que están en forma más oxidada, resisten menos a los oxidantes y los que tienen átomos de cloro en su composición presentan solidez ante tratamientos de blanqueo. (Paredes, 2002)

b) La fibra

Existen familias completas de colorantes que tienen mejor solidez sobre una determinada fibra que sobre otra. La diferencia radica en los tratamientos a que ha sido sometida la fibra y como estos influyen sobre el estado de la fibra. (Paredes, 2002)

Por ejemplo; en el caso de la lana, si se ha efectuado un tratamiento de clorado para conseguir un efecto incogible, la fibra sufre una modificación en mayor o menor grado logrando una mayor absorción de colorante y diferente solidez que en la lana sin ningún tratamiento. (Paredes, 2002)

c) El proceso

Es importante tomar en cuenta el método de tintura que se va a utilizar, ya que un mismo colorante puede ser aplicado en fibras textiles por medio de diferentes métodos de tinción. También son de importancia las operaciones posteriores a la tintura, en especial las de mejorar o disminuir la solidez del colorante. (Paredes, 2002)

d) La intensidad de la tintura

Generalmente la variación del color es provocada, ya sea por la destrucción de las moléculas de colorante o bien, a la pérdida de las mismas. Cualquiera sea el caso, para una misma cantidad de colorante desaparecido de la fibra, la proporción es mayor cuanto menos sea la intensidad inicial de la tintura en la fibra. (Paredes, 2002)

1.2.41. Clases de solidez

a) Solidez al lavado

Este tipo de solidez determina la degradación y la descarga que se produce del colorante debido a una inmersión de un textil coloreado junto con testigos blancos en agua. (Paredes, 2002)

b) Solidez al frote

Determina la resistencia que posee el colorante al ejercer una fuerza de rozamiento con otras telas, es decir, testigos blancos. (Paredes, 2002)

c) Solidez a la luz

Es la resistencia a la modificación de una fibra teñida debido a los efectos de la luz diurna. (Paredes, 2002)

d) Solidez al planchado

Este tipo de solidez consiste en el tratamiento con calor seco de los ensayos coloreados, valorando la degradación y la descarga durante el proceso. (Paredes, 2002)

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, se ha hablado de la inclusión de colorantes ecológicos en el mercado, debido a que los colorantes sintéticos antes monopolizaban la industria de los colorantes, ya que poseían una buena estabilidad, bajo precio y alta pureza. Sin embargo estos tipos de colorantes usualmente contienen COVs (Compuestos orgánicos volátiles), estos compuestos pueden tener efectos nocivos en la salud, y en el medio ambiente.

También es importante mencionar que los colorantes sintéticos pueden contener materiales que hacen que los residuos generados de los procesos de tinción sean eventualmente considerados peligrosos, tales como el metal utilizado para la coloración y los solventes utilizados para acelerar el proceso de secado.

Se debe hacer notar que no se hace referencia a la materia prima en sí (tinta), sino sólo a los probables o posibles residuos peligrosos que se generan. Otro problema identificado es la presencia de bario en algunos colorantes, que al ser inhalados, producen irritación en los pulmones, y cuando son absorbidos, causan espasmos y problemas al corazón.

Esto no solo afecta a las personas ya que existe un gran historial de problemas ambientales, como efluentes con alto contenido de colorantes que son descargados en los cuerpos hídricos, dañando severamente la diversidad biológica de los mismos. Todos estos problemas derivados de fallas o accidentes en el proceso de utilización de colorantes sintéticos en la industria.

Por ello, los proveedores de colorantes hoy en día, utilizan con mayor frecuencia la aplicación de colorantes a base de aceites vegetales que son capaces de reducir la emisión de COVs hasta en un 80 %.

Existen considerables ventajas en estos colorantes, ya que son fabricados a partir de fuentes renovables, y por tanto, el llamado lodo resultante del colorante residual es biodegradable. De la remolacha puede ser extraída la betanina, una fuente excelente de color y algunas variedades contienen hasta 200 mg/100 g de peso fresco de betacianinas que representan hasta un 2% de los sólidos solubles.

Además, la remolacha es un vegetal de mucha disponibilidad durante todo el año ya que su oferta rara vez se ve afectada por cambio de estación o alguna externalidad que se presente, siendo un recurso renovable. Por lo tanto, cantidades muy grandes, de más de 200.000 toneladas de betanina se cultiva cada año en todo el mundo, de este valor como mínimo el 10% es utilizado como jugo y colorante.

.Debido a lo expuesto se plantea como una alternativa la producción del colorante natural betanina. Éste podría ser un buen sustituto de colorantes sintéticos dada que la producción es de 90,484 quintales de remolacha anuales en el país. El desarrollo de esta industria es incipiente y podría en un futuro ser un producto de exportación. Por lo tanto, de lo expuesto anteriormente, se plantea la pregunta:

¿Es posible la aplicación del colorante natural elaborado a base del pigmento betanina presente en la remolacha, en tintes de fibras naturales de algodón?

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Extraer el pigmento natural betanina presente en Beta vulgaris (remolacha) para su posterior aplicación en tintes de fibras naturales de algodón comparado con un colorante sintético comercial.

2.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar el porcentaje de rendimiento del proceso de extracción del pigmento betanina presente en la remolacha.
2. Realizar los balances de masa y energía del proceso de extracción del pigmento betanina presente en la remolacha.
3. Identificar el pigmento natural betanina presente en el colorante elaborado por medio de un análisis de barrido espectrofotométrico.
4. Determinar el costo de elaboración del colorante natural propuesto como alternativa al colorante sintético comercial de fibras naturales de algodón.
5. Comparar la calidad de los colorantes en tintes de fibras naturales de algodón a través de pruebas de solidez al color.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis

No existe diferencia significativa de solidez al color del colorante natural a base de betanina, en comparación al colorante sintético comercial, en tintes de fibras naturales de algodón.

2.2.2. Hipótesis nula

Existe diferencia significativa de solidez al color del colorante natural a base de betanina, en comparación al colorante sintético comercial, en tintes de fibras naturales de algodón.

2.3. Variables

2.3.1. Variables independientes:

- Masa de las remolachas.
- pH del colorante obtenido.
- Cantidad de jugo extraído de la remolacha.
- Costo de elaboración del colorante.
- Fibras de algodón

2.3.2. Variables dependientes:

- Porcentaje/Rendimiento de la extracción.
- Solidez al color del colorante

2.4. Definición de variables

a) Masa de las remolachas:

Definición conceptual:

Magnitud física que expresa la cantidad de materia de un cuerpo, medida por la inercia de este, que determina la aceleración producida por una fuerza que actúa sobre él, y cuya unidad en el sistema internacional es el kilogramo. (RAE, 2017)

Definición operacional:

Se medirán por medio de una balanza electrónica, remolachas medianas con peso promedio entre 80g y 270 g. Consideradas como las más óptimas para el proceso de extracción.

b) pH del colorante obtenido:

Definición conceptual:

Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. (RAE, 2017)

Definición operacional:

Es el pH del colorante extraído de las remolachas, se mide con un potenciómetro electrónico, este debe mantenerse en un intervalo de 4.0 y 6.0.

c) Cantidad de jugo extraído de la remolacha:

Definición conceptual:

Magnitud que expresa el número de unidades elementales, como gramos, moléculas y átomos, contenidas en un sistema material. (RAE, 2017)

Definición operacional:

Las remolachas poseen una humedad de 87.58% por lo que se buscara extraer la mayor cantidad de jugo utilizando un extractor de jugos en el proceso.

d) Costo de elaboración del colorante:

Definición conceptual:

Cantidad que se da o se paga por algo. (RAE, 2017)

Definición operacional:

Es el costo del colorante natural para comparar con el costo del colorante sintético comercial.

e) Fibras de algodón:

Definición conceptual:

Hilado o tejido hecho de la parte más basta del algodón. (RAE, 2017)

Definición operacional:

Son las fibras naturales que serán teñidas por el colorante natural a base de betanina y el colorante sintético reactivo.

f) Porcentaje/Rendimiento de la extracción:

Definición conceptual:

Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados. (RAE, 2017)

Definición operacional:

Porcentaje de colorante extraído a partir de la masa inicial de remolachas utilizadas.

g) Solidez al color del colorante:

Definición conceptual:

Resistencia de un material a cambiar en cualquiera de sus características de color y transferir su coloración a materiales adyacentes. Como el resultado de la exposición del material a cualquier entorno que puede existir durante su procesamiento, análisis, almacenamiento y uso. (Universidad Nacional del Callao, s.f)

Definición operacional:

Prueba de calidad a la cual serán sometidas las fibras de algodón teñidas con el colorante natural a base de betanina y el colorante sintético reactivo.

2.5. Alcances y límites

Este estudio se basa en la elaboración de un colorante de origen natural, a partir de la extracción del pigmento betanina contenido en la remolacha. La experimentación se llevó a cabo a nivel laboratorio, por lo que no fue posible determinar el rendimiento que se puede obtener a nivel industrial.

Asimismo, debe mencionarse que de la investigación y experimentación realizada se obtuvo un colorante líquido, ya que no se tuvo acceso a un secador por aspersion. Para obtener un colorante en polvo debe realizarse un secado por aspersion ya que este permite la pulverización fina del material líquido original, usando altas temperaturas sin afectar las características del producto. Entre los alimentos que son tratados con secado por aspersion se encuentran; café, té, concentrados, leche, jugos vegetales y pigmentos.

Además, no se encontró un estudio específico sobre el método de obtención y transformación del colorante para su aplicación posterior en tintes de fibras naturales, por lo que el proceso fue establecido en base a experimentación e investigaciones alternas sobre uso del colorante en alimentos y cosméticos.

En Guatemala la remolacha es cultivada durante todo el año. Sin embargo, en los puntos de venta consultados y en centros de información como en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA) no se establece una única especie de remolacha específica.

Conforme a investigaciones realizadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en Guatemala se cultivan las siguientes variedades de remolacha: Early Wonder, DetroitDark Red, Perfect Detroit, Red Ball, Crosby Egyptian y Red Ace. De estos tipos la mayoría vende semillas de la variedad Early Wonder. Por lo tanto, debido a esto, la remolacha utilizada fue la Early Wonder.

Los experimentos fueron realizados en los laboratorios del Tecnológico Landívar (TEC), ubicados en la Universidad Rafael Landívar (Campus central), Vista Hermosa III, Zona 16, Guatemala, con latitud de 14°35'46" Norte y longitud de 90°29'15".

La investigación estuvo limitada a evaluar únicamente la calidad de los colorantes en tintes de fibras naturales a través de pruebas de solidez del color. Las pruebas de solidez realizadas determinan la resistencia que presenta la fibra teñida a variar o perder su color y estas fueron seleccionadas teniendo en cuenta que las fibras naturales de algodón serían utilizadas en prendas de vestir posteriormente.

Por último, es importante mencionar que en este estudio no se realiza una evaluación de factibilidad económica ya que ello no figura entre los objetivos planteados para esta investigación, sin embargo se determinó el costo de elaboración del colorante.

2.6 Aporte

Brinda a la sociedad guatemalteca, la posibilidad de una futura implementación y disposición de un colorante de origen natural. Al ser un producto amigable con el medio ambiente y no presentar riesgos a la salud, su producción es una alternativa a los colorantes sintéticos tradicionales.

Asimismo, por las propiedades observadas en el colorante obtenido, este podría llegar a utilizarse para la elaboración de tintas para computadoras, pinturas a base de agua, tinta para lapiceros y otros tintes de diversa aplicación. Por lo tanto, se puede esperar una futura y significativa reducción de los costos de importación de varias empresas que adquieren colorantes provenientes de otros países.

Finalmente, a la Universidad Rafael Landívar y otras universidades del país, se presenta como una fuente de información en áreas de estudio relacionadas con el estudio de colorantes de origen natural. Además, de brindar datos útiles experimentales como referencia bibliográfica para catedráticos y estudiantes, ya que puede servir de base para continuar el estudio del colorante rojo extraído de la remolacha.

III. MÉTODO

3.1 Sujetos y unidades de análisis

3.1.1. Sujetos

- L. Chamo (Comunicación personal, 10 de Febrero 2018), gerente general de la empresa “Distribuciones Especiales”, localizada en la zona 9 de la ciudad de Guatemala. Posee un amplio conocimiento y experiencia en el uso de colorantes naturales y sintéticos para uso textil.

3.2. Instrumentos

Tabla No.4 Equipo utilizado.

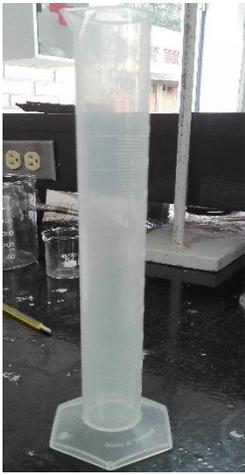
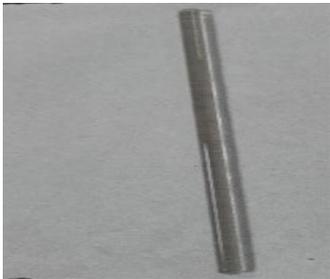
Instrumento o Equipo	Imagen	Uso	Características
Cronómetro digital		Utilizado para medir el tiempo durante la experimentación.	Marca: CASIO Modelo: HS-3. Tiempo mínimo de detección: 0.01 s.
Balanza electrónica de alimentos		Utilizada para pesar la materia prima, los aditivos químicos y colorantes obtenidos en el proceso de extracción.	Marca: AND Capacidad: 5000 g Incerteza: ± 1.0 g

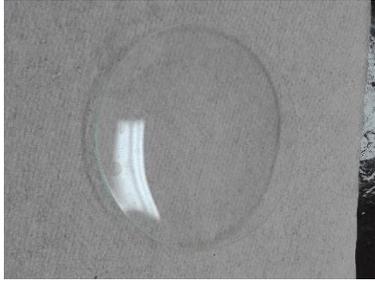
<p>Balanza digital</p>		<p>Utilizada para pesar las muestras de tela antes y después de teñir.</p>	<p>Marca: BEL ENGINEERING Capacidad: 620g Incerteza: ± 0.01 g</p>
<p>Balanza analítica</p>		<p>Se utilizó para realizar mediciones exactas de auxiliares utilizados en los colorantes.</p>	<p>Marca: Denver Instrument- APX-200 Capacidad: 200 g Incerteza: ± 0.0001g</p>
<p>Estufa magnética</p>		<p>Utilizado para agitar y calentar las soluciones de colorantes durante el proceso de teñido de fibras naturales.</p>	<p>Marca: CIMEREC No. Modelo: SP46925 No Serial: 1069990540552</p>

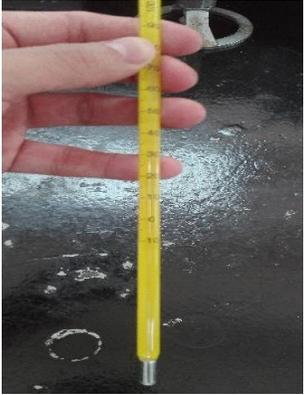
Potenciómetro		Utilizado para medir el pH de las remolachas y el colorante obtenido.	<p>Marca: OHAUS Modelo: ST20 Rango: 0-14 pH Incerteza: ± 0.01 pH</p>
Colador		Utilizado para retener y separar los sólidos insolubles del jugo extraído de la remolacha.	<p>Material: Acero inoxidable Diámetro: 14 cm.</p>
Extractor de jugos		Utilizado para extraer el jugo de las remolachas.	<p>Marca: OSTER Modelo: 3157 Capacidad: 600 ml</p>

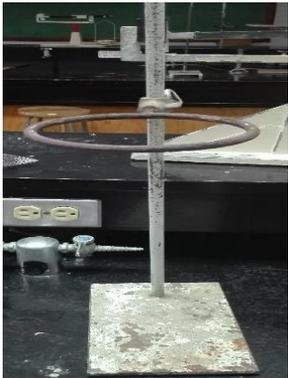
Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.5 Cristalería y utensilios utilizados.

Instrumento o Equipo	Imagen	Uso	Características
Beacker		Utilizado para almacenar el colorante obtenido.	<p>Marca: Pyrex Capacidad: 1000 ml Incerteza: ± 25 ml</p>
Probeta volumétrica		Utilizada para medir la cantidad de reactivos líquidos utilizados en los distintos procesos.	<p>Marca: Brand Capacidad: 100 ml Incerteza: ± 0.5 ml</p>
Varilla de agitación		Utilizado como agitador manual.	Material: Vidrio

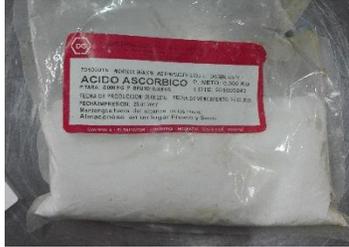
<p>Agitador magnético</p>		<p>Pieza que genera movimiento y un vórtice en soluciones creando agitación.</p>	<p>Material: Magneto con cubierta de plástico.</p>
<p>Vidrio de reloj</p>		<p>Se utilizó para pesar los reactivos en la balanza analítica.</p>	<p>Material: Vidrio</p>
<p>Ollas de acero inoxidable</p>		<p>Utilizadas para el proceso de pasteurización</p>	<p>Material: Acero inoxidable. Capacidad: 5-10 l</p>
<p>Taza medidora</p>		<p>Utilizada para la medición del jugo extraído.</p>	<p>Material: Vidrio Capacidad: 240 ml Incerteza: 30 ml</p>

Termómetro de caratula		Utilizado para medir la temperatura de pasteurización y evaporación del jugo extraído.	<p>Marca: DURAC Capacidad: -10°C-110°C Incerteza: ±0.5°C</p>
Termómetro de mercurio		Utilizado para medir la temperatura de calentamiento durante el proceso de tinción de las fibras naturales.	<p>Capacidad: -10°C-260°C Incerteza: ±0.5°C</p>
Cuchillo		Utilizado para cortar las remolachas.	Material: Acero inoxidable
Pelador de verdura		Utilizado para retirar la cascara y raíces de las remolachas.	Material: Acero inoxidable

<p>Tabla de picar</p>		<p>Utilizada como base para cortar las remolachas en trozos pequeños.</p>	<p>Material: Plástico</p>
<p>Espátula</p>		<p>Utilizada para manipular reactivos sólidos.</p>	<p>Material: Acero inoxidable</p>
<p>Soporte universal</p>		<p>Utilizado como soporte al momento de la filtración.</p>	<p>Material: Hierro</p>
<p>Piseta</p>		<p>Utilizada como dispensador de agua destilada.</p>	<p>Material: Plástico</p>

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.6 Insumos utilizados.

Insumos	Imagen	Uso	Características
Ácido ascórbico		Aditivo utilizado como conservante y agente de retención del color.	Apariencia: Polvo cristalino color blanco.
EDTA		Aditivo utilizado como potenciador del color y estabilizador.	Apariencia: Polvo fino color blanco.
Levadura		Utilizadas para fomentar la fermentación alcohólica en el jugo de remolacha.	Nombre: Saccharomyces cerevisiae.
Cloruro de sodio		Auxiliar utilizado para propiciar la difusión del colorante en la tinción de fibras naturales.	Apariencia: Polvo cristalino color blanco.
Hidróxido de sodio		Auxiliar utilizado para propiciar la reacción del colorante en un medio básico.	Apariencia: Líquido incoloro

Fuente: elaboración propia (2018).

3.3. Procedimiento

3.3.1. Selección de la materia prima

El primer paso realizado fue la búsqueda de información sobre el pigmento que poseía la remolacha y las formas en que era extraído. Además, se recopiló información sobre la remolacha, sus características y su cultivo en Guatemala.

Las remolachas fueron obtenidas en el mercado municipal “La Terminal” localizado en la Zona 4 de la ciudad de Guatemala. Estas fueron seleccionadas según su apariencia y tamaño, descartando las remolachas que presentaban alguna lastimadura o con consistencia flácida. También se descartaron las remolachas con manchas blancas, ya que era signo de poca madurez y comprendía un riesgo de afectar el color obtenido.

Las fibras naturales de algodón fueron adquiridas por proveedores particulares del mercado municipal de Amatitlán, localizado en el municipio de Amatitlán, Guatemala.

3.3.2. Extracción del pigmento de la remolacha

A continuación, se describe el procedimiento basado en el trabajo de investigación de Vélez (2007), que se llevó a cabo para realizar la extracción de la betanina presente en la remolacha.

1. Selección: se realizó la selección de remolachas las deben cumplir con los requerimientos de tamaño, peso y tiempo de corte. Se descartaron las remolachas que presentaban alguna lastimadura o que su consistencia sea flácida. También se descartaron las remolachas que poseían manchas blancas, lo que significa poca madurez y que luego pueda afectar el color obtenido.
2. Pesaje: se pesaron las remolachas para el cálculo de la masa original.

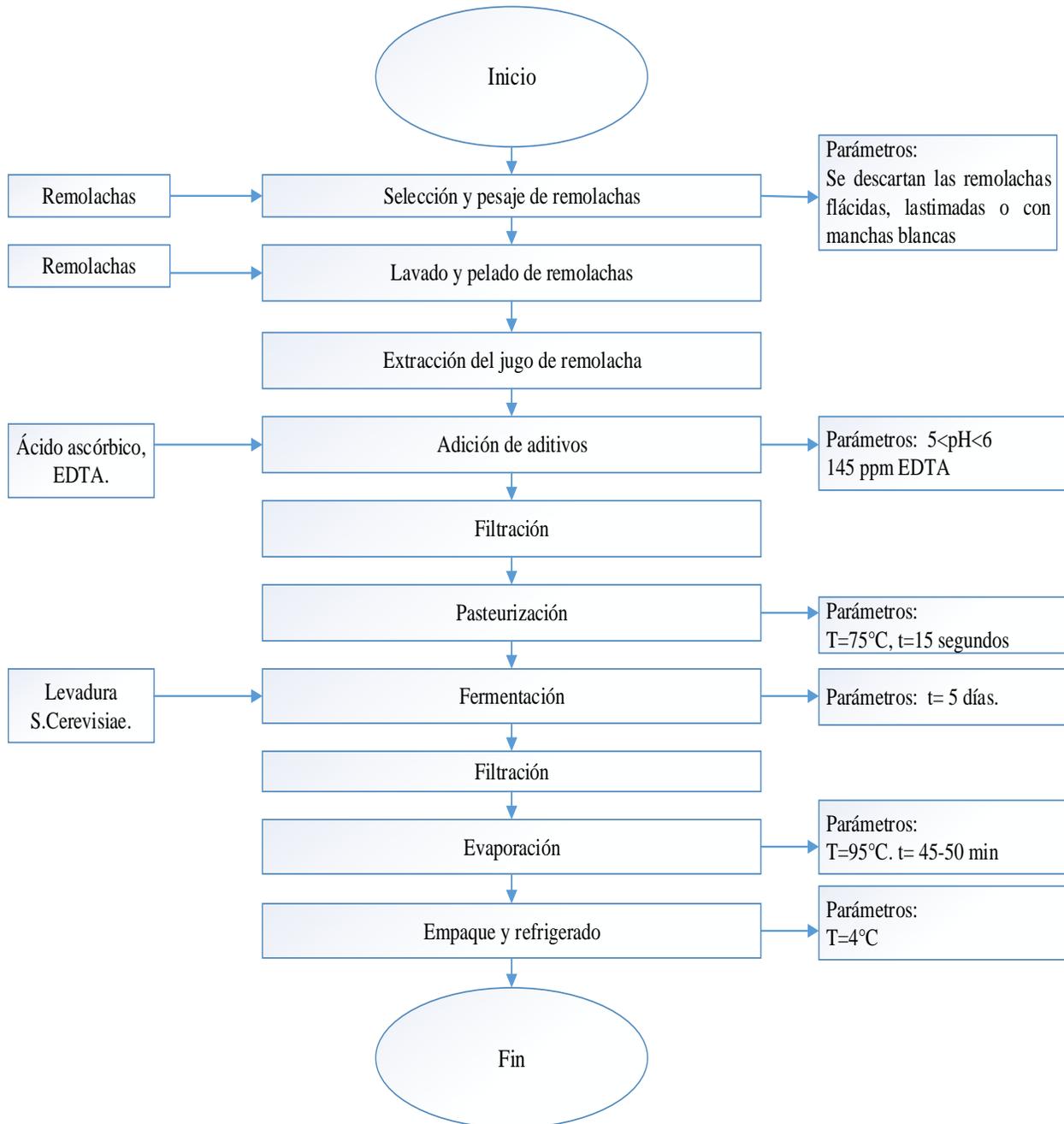
3. Lavado: se lavaron las remolachas para eliminar tierra u otros contaminantes en la superficie de ésta.
4. Pelado y cortado: se pelaron las remolachas. También se cortaron las remolachas en pequeños pedazos para que puedan introducirse al extractor de jugos.
5. Extracción de jugo: se introdujeron las remolachas al extractor de jugos y se obtuvo por un lado el jugo y por otro la pulpa. La pulpa fue desechada.
6. Adición de aditivos: se midió el pH del jugo, éste no debe ser mayor de 6.09, ya que los pH más altos son característicos de jugos de remolachas que son flácidas y muy maduras. Se agregó ácido ascórbico hasta llegar a un pH de 5.0. Se añadió una concentración entre 0.11 a 0.14%. Además, se agregó EDTA en una cantidad de 145 ppm.
7. Filtración: el jugo fue pasado por un medio filtrante, para retener cualquier impureza, espuma y sólidos insolubles (restos de pulpa).
8. Pasteurización: se realizó un proceso de pasteurización HTST a 80°C y 15 segundos. Este se realizó en baño de maría para controlar la temperatura y evitar que el jugo se concentrara. Por último, se dejó enfriando a 30°C.
9. Fermentación: se activaron las levaduras en agua tibia y luego se agregaron al jugo ya enfriado. Se dejó por 5 días a una temperatura de 25°C. El recipiente utilizado para fermentar se tapó y se colocó una tubería de vidrio que conectaba con una trampa de agua para evitar el oxígeno en el proceso. Las levaduras se activaron el agua tibia y se dejaron reposar por 5 minutos, luego se agregaron al jugo.
10. Filtración: después de los 5 días se destapa el recipiente y se filtraron los sólidos (biomasa) formados en el fondo del jugo fermentado.

11. Evaporación: el jugo ya filtrado se evaporó para eliminar el etanol producido y se concentró. La evaporación se llevó a cabo a una temperatura de 73°C, por corto tiempo, donde se evapora el alcohol. Luego se elevó la temperatura a 95°C, donde se evaporó el agua. El tiempo de evaporación fue de alrededor de 45-50 minutos y se realizó hasta obtener una concentración de ST 30-33%.

12. Empaque: después de enfriado el colorante se guardó en un recipiente oscuro.

13. Refrigerado: el colorante se almacena a bajas temperaturas (4°C) para permitir su regeneración y mantener su estabilidad.

Figura No. 6 Extracción del pigmento de la remolacha.



Fuente: Vélez (2007).

3.3.3. Tinción de fibras naturales con colorante.

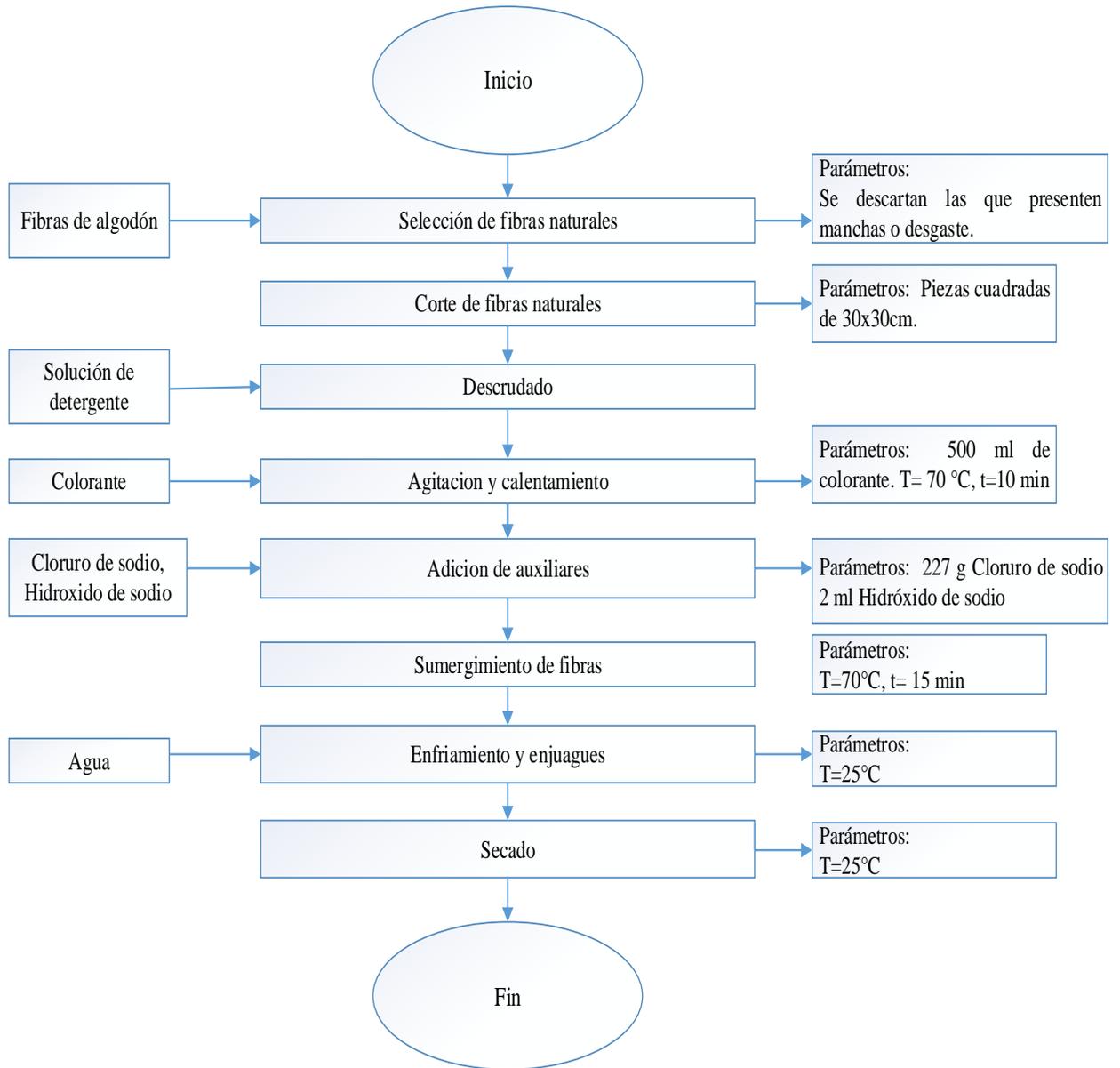
A continuación, se describe el procedimiento basado en la recomendación del experto L. Chamo (Comunicación personal, 10 de Febrero 2018), gerente de la empresa “Distribuciones Especiales”, que se llevó a cabo para realizar la tinción de las fibras naturales (Algodón).

1. Selección de fibras naturales: se seleccionaron muestras de fibras naturales de algodón color blanco, descartando las telas que presentaran manchas o muestras de desgaste.
2. Corte de fibras naturales: se cortaron las telas en cuadrados iguales con dimensiones de 30x30cm.
3. Descrudado: utilizando una solución con detergente comercial, se lavaron las muestras de tela eliminando materias extrañas e impurezas (grasas).
4. Solución de colorante: se preparó una solución de 500 ml de colorante y se vertió en un Beacker de 1000ml.
5. Agitación y calentamiento: luego se emplearon 10 minutos para la agitación y el aumento de la temperatura hasta llegar a 70°C.
6. Adición de auxiliares: se añadieron 227 g de cloruro de sodio, al baño de tinción, con el fin de propiciar la difusión del colorante hacia la fibra. Asimismo, se agregaron 2 ml de Hidróxido de sodio al 40%.
7. Sumergimiento de fibras: se sumergieron por completo las muestras de algodón a teñir, agitando y manteniendo la temperatura a 70°C durante 15 minutos.

8. Enfriamiento y enjuague: posterior al calentamiento se procedió a enfriar la solución de colorante a temperatura ambiente, seguido de eso se lavaron las muestras de algodón teñidas con agua fría, eliminando de esta forma el excedente de colorante.

9. Secado: por último se dejaron secando las muestras de tela al aire libre durante 1 hora.

Figura No.7 Tinción de fibras naturales.



Fuente: elaboración propia (2018).

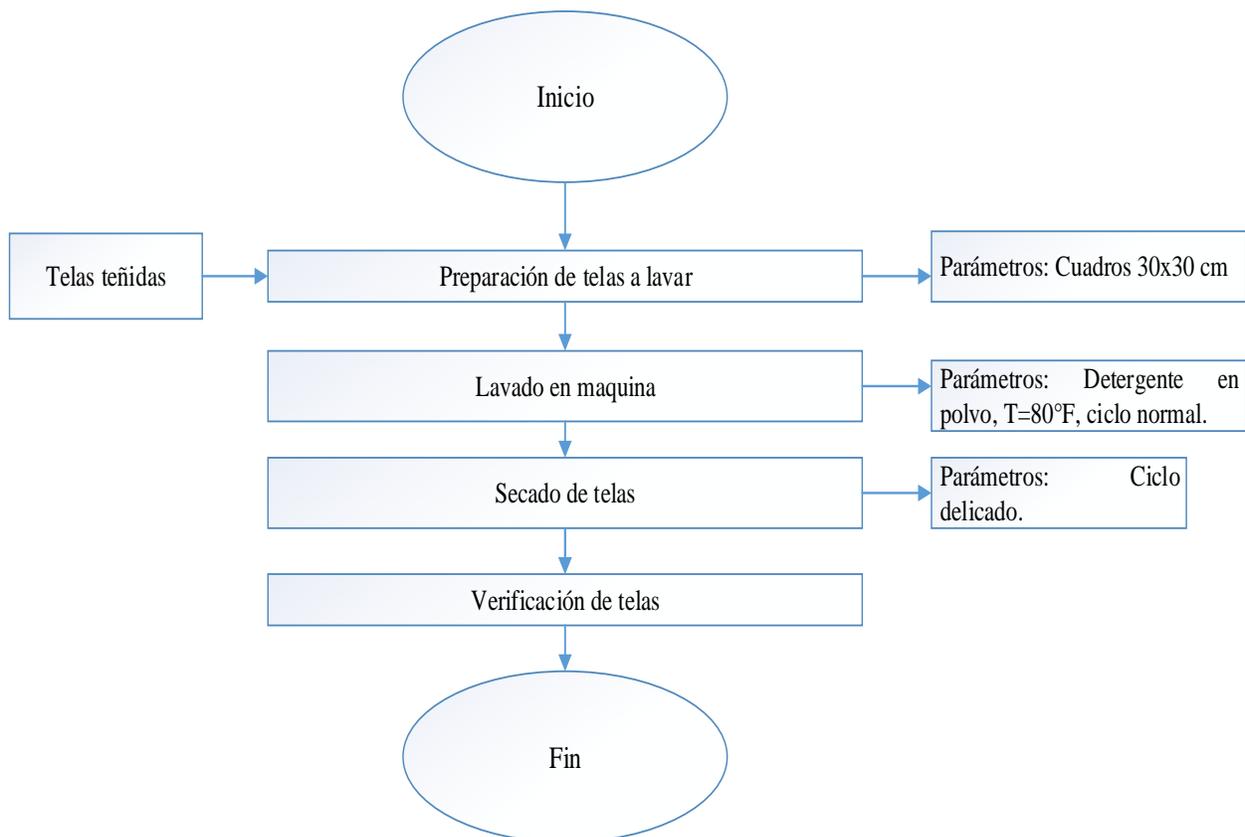
3.3.4. Pruebas de rendimiento para los colorantes

A continuación, se describen las diferentes pruebas realizadas a los colorantes con su respectivo procedimiento.

Pruebas de solidez:

- a) Solidez al lavado: para determinar la solidez al lavado del colorante se realiza la prueba de AATCC/ASTM TS-088. Esta prueba consiste en el lavado a máquina a 26.7 °C en ciclo normal, utilizando detergente en polvo, seguido de secado en secadora con ciclo delicado. Por último se analiza la apariencia de la muestra.

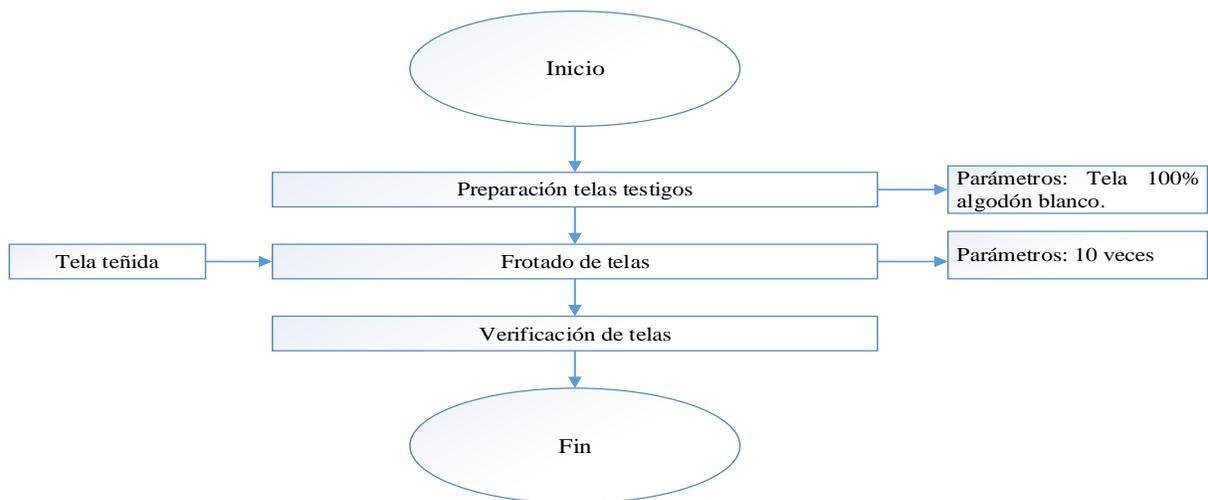
Figura No.8 Prueba de solidez al lavado.



Fuente: elaboración propia (2018).

- b) Solidez al frote: para determinar la solidez al frote en las muestras teñidas se realiza la prueba AATCC 8 - 2013 / AATCC 116 – 2013. Esta consiste en frotar una muestra de tela blanca de 100% algodón a través de la muestra teñida 10 veces en el estado húmedo y seco. Por último la tela de algodón se evalúa para detectar manchas.

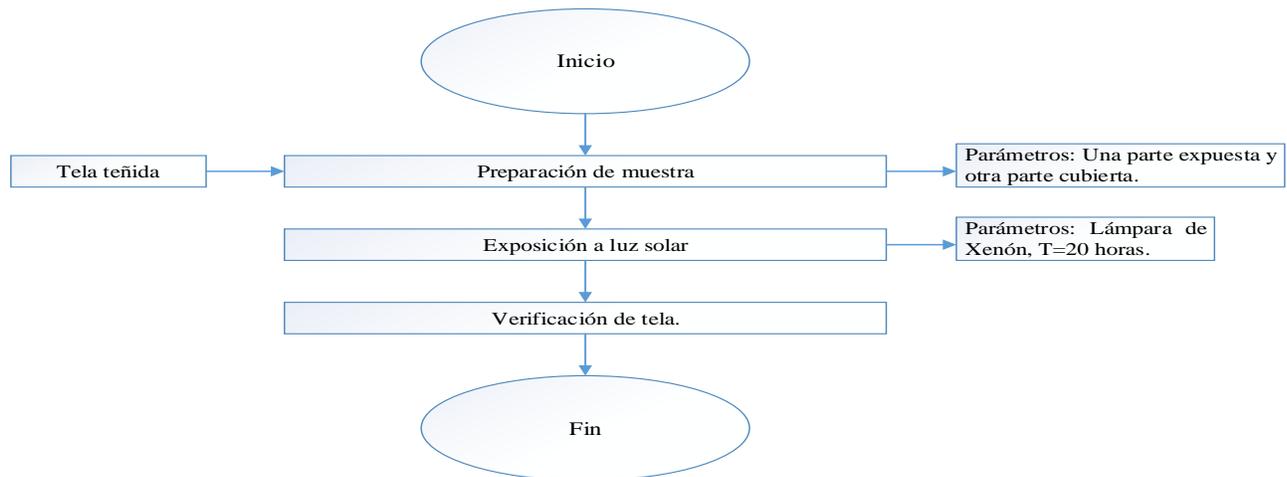
Figura No.9 Prueba de solidez al frote.



Fuente: elaboración propia (2018).

- c) Solidez a la luz: para determinar la solidez a la luz en las muestras teñidas se realiza la prueba AATCC 16.3 - 2014, opción 3. Esta consiste en colocar la muestra en una máscara de prueba con una parte expuesta a la luz de lámpara de Xenón y otra parte cubierta como control. La muestra se expone durante 20 horas continuas y por último se evalúa el cambio de color de la muestra.

Figura No.10 Prueba de solidez a la luz.



Fuente: elaboración propia (2018).

3.4. Diseño y metodología estadística

3.4.1. Diseño experimental

Experimentos

Experimento 1: identificación de betanina

Para este experimento se buscó identificar el pigmento betanina presente en el colorante extraído de la remolacha. Esto con el fin de demostrar que el colorante natural obtenido contiene el pigmento betanina en su composición.

Experimento 2: solidez al lavado

En este experimento se buscó determinar la degradación y la descarga que se produce del colorante debido a un lavado casero. El fin de este experimento es el análisis de la apariencia de la muestra teñida de algodón posterior al efecto de lavados caseros realizados consecutivamente, con lo cual se pretende observar si el colorante natural propuesto posee una mayor resistencia en comparación al colorante sintético comercial.

Experimento 3: solidez al frote

Experimento realizado para determinar la resistencia que posee el colorante al ejercer una fuerza de rozamiento con otras telas (Testigos blancos). El fin de este experimento es el análisis tanto de la apariencia de la muestra teñida de algodón como de la difusión del colorante debido al efecto de rozamiento, con lo cual se pretende observar si el colorante natural propuesto posee una mayor solidez al frote en comparación al colorante sintético comercial.

Experimento 4: solidez a la luz

Por medio de este experimento se buscó determinar la resistencia a la modificación de la fibra teñida debido a los efectos de la luz. Esto con el fin de analizar los efectos causados en el colorante presente en la muestra teñida después de la exposición prolongada a la luz, con lo cual se pretende observar si el colorante natural propuesto posee una mayor solidez al efecto de la luz en comparación al colorante sintético comercial.

3.4.2. Tratamientos y repeticiones en los experimentos

Experimento 1: identificación de betanina

En este experimento se requirió de un análisis de barrido espectrofotométrico, utilizando el equipo HACH DR 3900, con celda de vidrio de 10 mm.

Se utilizaron dos diluciones (1:25 y 1:50) y dos rangos de barrido (350 a 800 nm y 450 a 550 nm) debido a que la absorbancia para las distintas especies encontradas excedía el rango de trabajo del equipo (0 a 3). (Ver anexo G.)

Experimento 2: solidez al lavado

Durante este experimento se realizó un lavado a máquina a 26.7 °C en ciclo normal, utilizando detergente en polvo, seguido de secado en secadora con ciclo delicado. Por último se verificó si existía presencia de manchas en los testigos. Este experimento se realizó tres veces por cada muestra analizada.

Experimento 3: solidez al frote

En este experimento se frotó una muestra de tela blanca de 100% algodón a través de la muestra teñida 10 veces en el estado seco y húmedo. Cada una de las muestras se comparó con una muestra patrón para determinar el grado de solidez al frote. El experimento se realizó una vez por cada muestra analizada.

Experimento 4: Solidez a la luz

Para este experimento se colocó la muestra en una máscara de prueba con una parte expuesta a la luz de lámpara de Xenón y otra parte cubierta como control. La muestra se expone durante 20 horas continuas. El experimento se realizó una vez por cada muestra analizada.

3.4.3. Medidas de tendencia central

El análisis estadístico de datos tiene como finalidad, obtener información sobre las variables que se consideren y los datos existentes. Por medio de las medidas de tendencia central o centralización se trata de estudiar los valores en torno a los cuales se distribuyen los datos.

Entre las medidas de tendencia central más importantes están; la media, la moda y la mediana.

Media

La media aritmética es el cociente entre la suma de los datos presentes y la cantidad de datos presentes. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i)}{N}$$

Ecuación No. 1 Media aritmética

Dónde:

\bar{X} = media aritmética

N = número de datos presentes

X_i = dato de la serie

Mediana

La mediana se denomina como el valor que se encuentra en el lugar central de todos los datos presentes de un estudio, cuando éstos están ordenados de menor a mayor.

Moda

La moda es la medida de tendencia central que indica el valor que más se repite en una serie de datos presentes.

Desviación estándar

La desviación estándar es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos o población. Se define como el promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución.

Se interpreta con relación a la media, cuanto mayor sea la dispersión de los datos alrededor de la media mayor será la desviación estándar. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - \bar{X}|}{N}$$

Ecuación No. 2 Desviación estándar

Dónde:

σ = Desviación estándar

\bar{X} = media aritmética

N = número de datos presentes

X_i = dato de la serie

IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Rendimiento del proceso de extracción del colorante natural

Tabla No. 7 Rendimiento del proceso de extracción de la muestra 1.

Descripción	Valor
Masa inicial remolacha	1508 g \pm 1.0 g
Masa Final de colorante extraído	753.72 g \pm 0.01 g
Rendimiento de extracción	49.98%

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 8 Rendimiento del proceso de extracción de la muestra 2.

Descripción	Valor
Masa inicial remolacha	1508 g \pm 1.0 g
Masa Final de colorante extraído	732.66 g \pm 0.01 g
Rendimiento de extracción	48.58%

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 9 Rendimiento del proceso de extracción de la muestra 3.

Descripción	Valor
Masa inicial remolacha	1508 g \pm 1.0 g
Masa Final de colorante extraído	756.84 g \pm 0.01 g
Rendimiento de extracción	50.19%

Fuente: elaboración propia (2018).

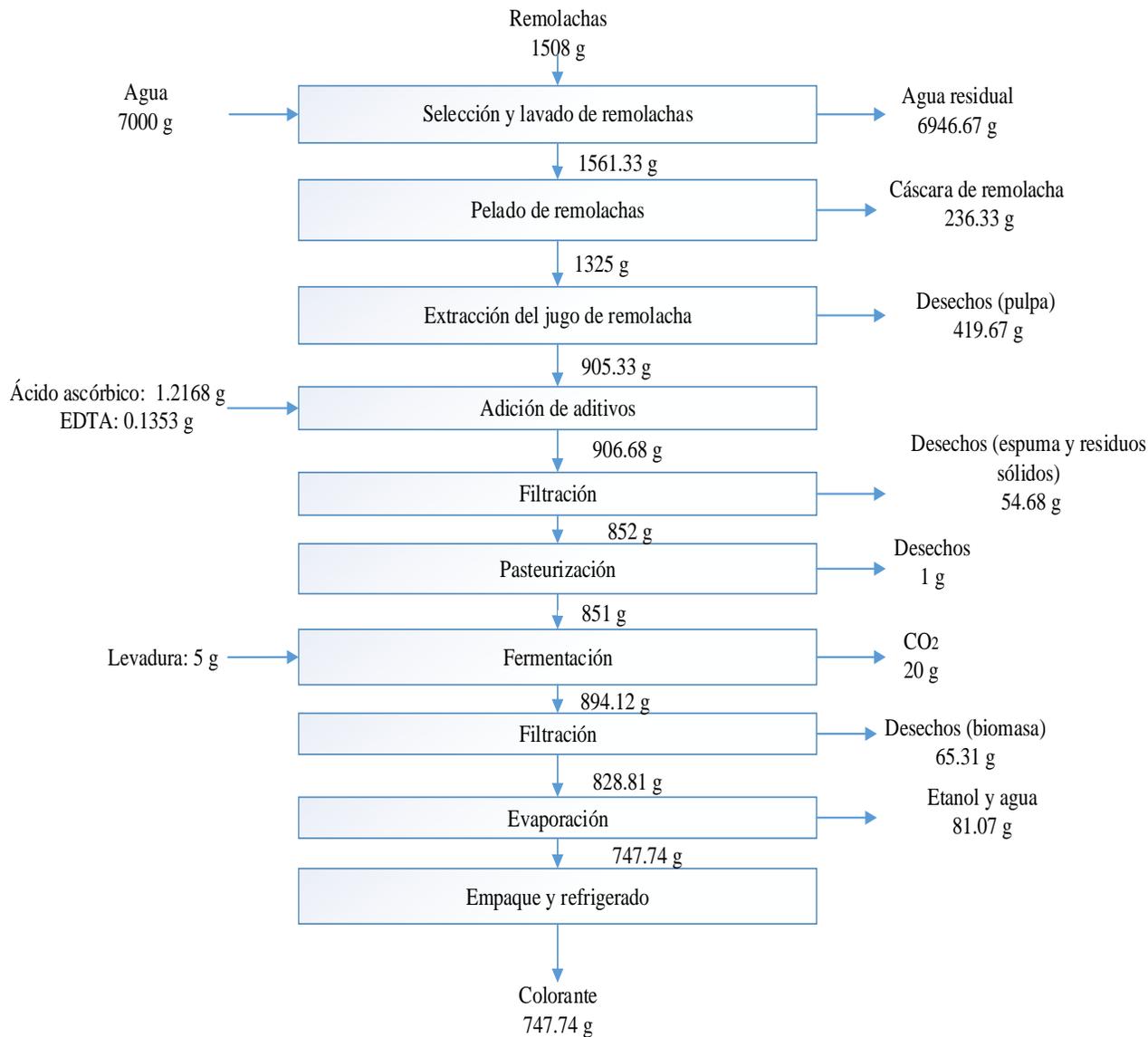
Tabla No. 10 Rendimiento promedio del proceso de extracción.

Descripción	Valor
Rendimiento de extracción	49.58%
Desviación estándar	0.88%

Fuente: elaboración propia (2018).

4.2. Balances de masa y energía del proceso de extracción del colorante natural

Figura No. 11 Balance de masa del proceso de extracción del colorante natural.



Fuente: elaboración propia (2018).

4.3. Balance de Energía: Balance de Pasteurización y Evaporación

Tabla No.11 Calores obtenidos durante los procesos de pasteurización y evaporación.

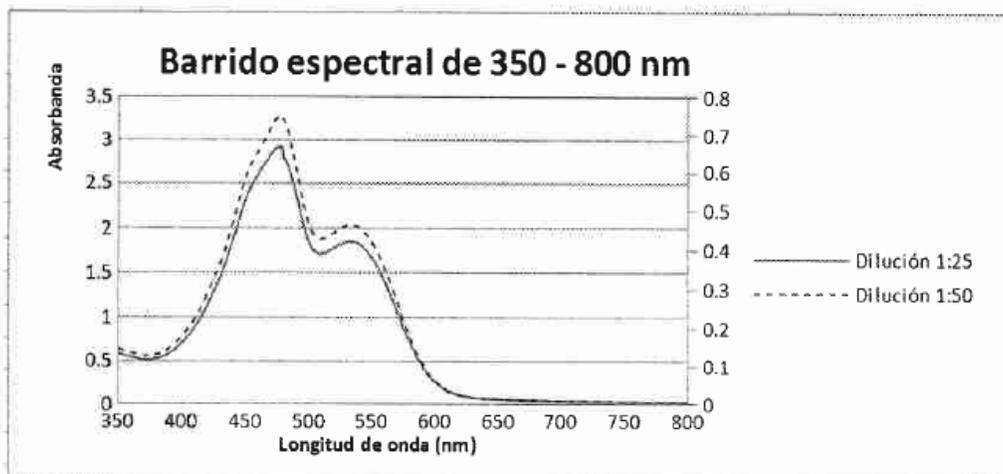
Proceso	Calor
Pasteurización	196.36 kJ \pm 0.07kJ
Evaporación	359.59 kJ \pm 0.07kJ

Fuente: elaboración propia (2018).

4.4. Identificación de la betanina presente en el colorante

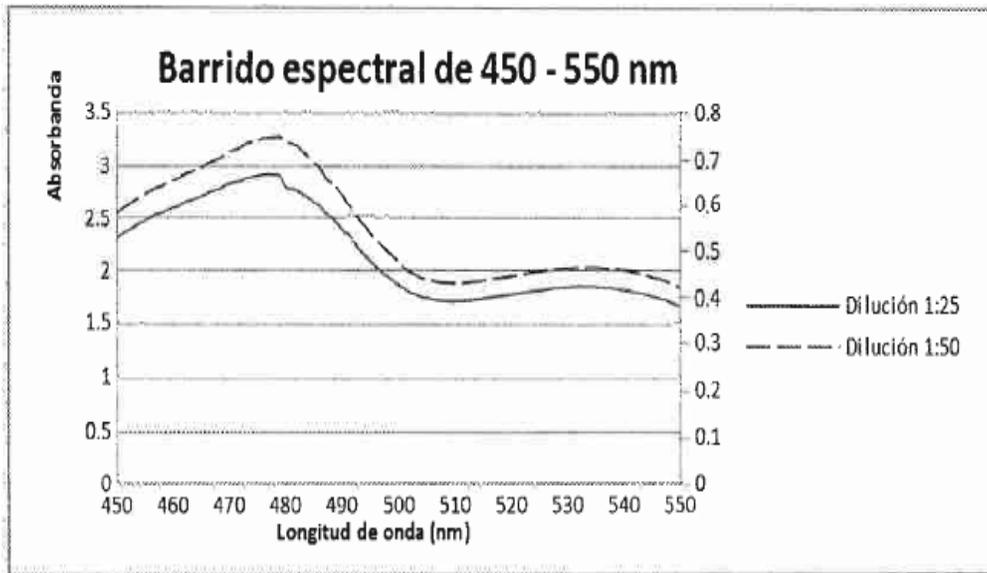
Como resultados se obtuvieron máximos de absorbancia promedio para la betanina de 1.882 nm para una longitud de onda de 533 nm, y de 0.472 a una longitud de onda de 533 nm para las diluciones 1:25 y 1:50 respectivamente. Comprobando de esta forma la presencia del pigmento al ser un valor muy cercano al descrito por Aceituno (2010) en su investigación, donde afirma que la betanina presenta un máximo de absorbancia a una longitud de onda de 537 nm.

Gráfica No. 2 Barrido espectral de 350-800nm muestra 1.



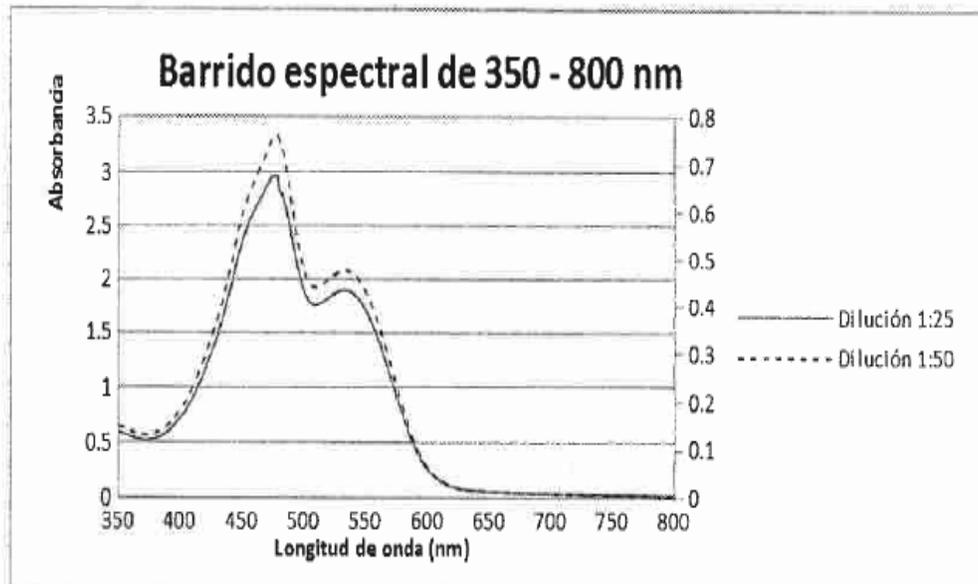
Fuente: Soluciones analíticas (2018)

Gráfica No. 3 Barrido espectral de 450-550nm muestra 1.



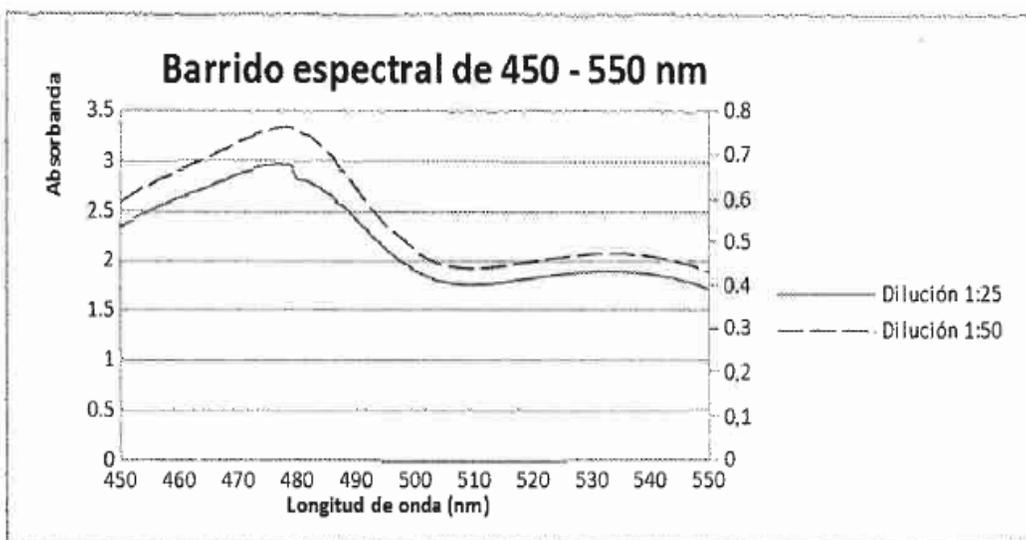
Fuente: Soluciones analíticas (2018)

Gráfica No. 4 Barrido espectral de 350-800nm muestra 2.



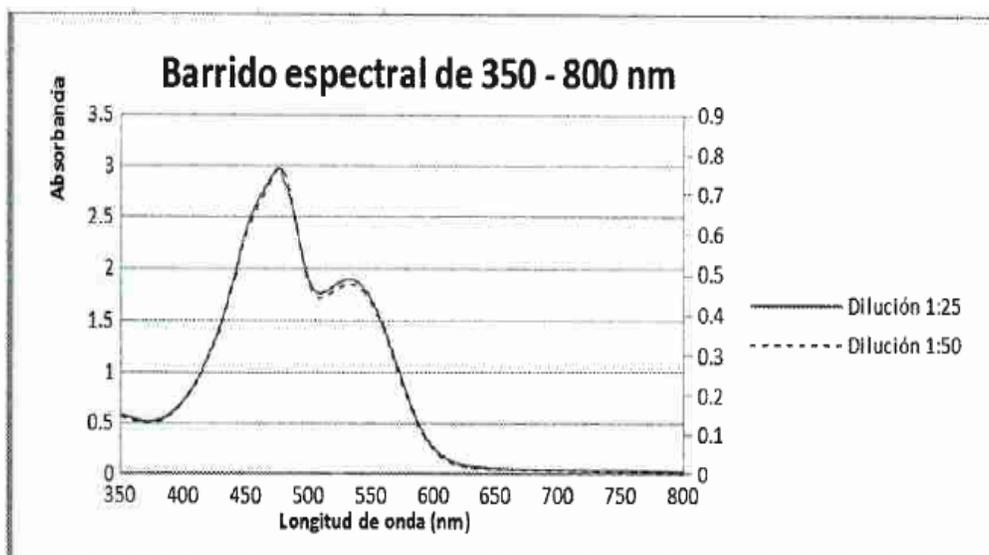
Fuente: Soluciones analíticas (2018)

Gráfica No. 5 Barrido espectral de 450-550nm muestra 2.



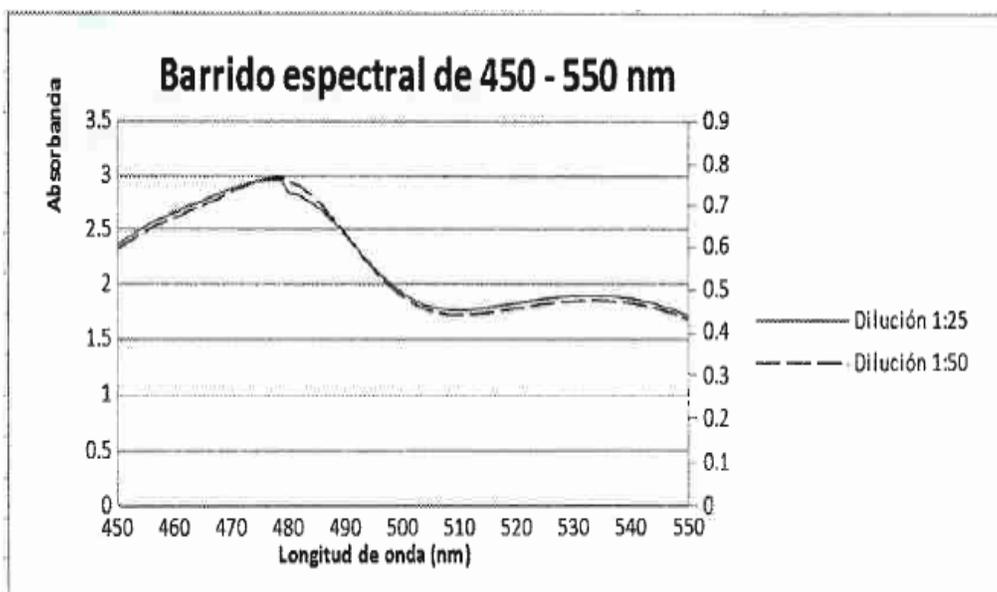
Fuente: Soluciones analíticas (2018)

Gráfica No. 6 Barrido espectral de 350-800nm muestra 3.



Fuente: Soluciones analíticas (2018)

Gráfica No. 7 Barrido espectral de 450-550nm muestra 3.



Fuente: Soluciones analíticas (2018)

Tabla No.12 Valores máximos de absorbancia para una determinada longitud de onda a una dilución de muestra de 1:25.

No. Muestra	Absorbancia	Longitud de onda
Muestra 1 (Dilución 1:25)	1.849	533
Muestra 2 (Dilución 1:25)	1.897	533
Muestra 3 (Dilución 1:25)	1.901	533
Media	1.882	533
Mediana	1.897	533
Moda	N/A	533

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.13 Valores máximos de absorbancia para una determinada longitud de onda a una dilución de muestra de 1:50.

No. Muestra	Absorbancia	Longitud de onda
Muestra 1 (Dilución 1:50)	0.464	533
Muestra 2 (Dilución 1:50)	0.475	533
Muestra 3 (Dilución 1:50)	0.477	533
Media	0.472	533
Mediana	0.475	533
Moda	N/A	533

Fuente: elaboración propia (2018).

4.5 Resultados de pruebas realizadas al colorante natural y sintético.

Tabla No.14 Resultado de prueba de solidez al lavado.

Descripción después de 3 Lavados	A= Colorante natural a base de betanina	B= Colorante reactivo sintético
Cambio de color	4	2.5
Formación de mota	4.5	4.5
Observaciones	No hay distorsión apreciable en la forma de la muestra lavada	No hay distorsión apreciable en la forma de la muestra lavada
	Apariencia de arrugas grado 4	Apariencia de arrugas grado 4
	Apariencia general de la muestra lavada satisfactoria	Apariencia general de la muestra lavada insatisfactoria

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.15 Resultado de prueba de solidez al frote.

Descripción de prueba	A= Colorante natural a base de betanina	B= Colorante reactivo sintético
Seco	4.5	4
Lavado	4	2

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.16 Resultado de prueba de solidez a la luz.

Descripción de prueba	A= Colorante natural a base de betanina	B= Colorante reactivo sintético
Cambio de color	2.5	2.5

Fuente: elaboración propia (2018).

4.6 Costo de elaboración del colorante natural

Tabla No.17 Costo de elaboración de 1 litro de colorante.

Descripción	Cantidad necesaria	Costo (Q)
Remolacha	2022.34 g	20.12
EDTA	0.1346 g	0.0048
Ácido Ascórbico	1.2135 g	0.1824
Levadura	5.0412 g	1.3061
Frasco	2 frascos	10.00
Cloruro de Sodio	227.6239 g	0.5018
Hidróxido de sodio al 40%	2 ml	0.05
Gas	6.34 g	0.06709
Energía eléctrica	1 hr	0.544
Agua	7 m ³	10.53
Total		Q.43.31

Fuente: elaboración propia (2018).

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal, la extracción del pigmento natural betanina presente en *Beta vulgaris* (remolacha) para su posterior aplicación en tintes de fibras naturales de algodón comparado con un colorante sintético comercial.

El proceso realizado, consistió en lavar 1508 g de remolachas, cantidad mayor a los 985 g definidos en el proceso de extracción de Vélez (2007) en el cual se obtuvo un rendimiento de aproximadamente 54%. Puesto que se estimaba alcanzar un rendimiento de extracción similar, se estableció utilizar una cantidad de 1508 g para así obtener la cantidad suficiente de colorante sin comprometer el proceso de tinción de las fibras naturales de algodón por motivos de escasez de colorante.

El propósito del lavado de las remolachas es eliminar la suciedad visible o microscópica de la superficie. Siendo de suma importancia porque así se evita la formación de microorganismos en la superficie de las remolachas. (Delgado y Díaz, 2006)

Estos microorganismos afectan directamente la calidad del colorante que se quiere extraer, puesto que reducen drásticamente la vida útil de las remolachas y como consecuencia la solidez al color del colorante disminuirá durante las pruebas a realizarse posteriormente.

Se retiró la cáscara de las remolachas, debido a la presencia de geosmina en la misma, esta sustancia es la causa del intenso aroma característico de la remolacha. Puesto que en el teñido de fibras naturales se buscan colorantes inodoros que no transfieran ningún olor a la tela que el consumidor utilizará posteriormente. Sin embargo, aún se lograba percibir el olor, pero en una intensidad menor. (Vélez, 2007)

Cabe mencionar que la cáscara representa el 15.14% de la remolacha total, al obtenerse un aproximado de 236.33 g de desechos. Durante esta operación, se obtuvo una variación del 17% aproximadamente en la cantidad de desechos obtenidos en la muestra No.3 con respecto a las demás muestras. Esto pudo deberse a la utilización de un pelador de verduras casero en lugar de un pelador de tipo industrial.

Los peladores industriales ofrecen ahorros significativos en costes de materias primas, mantenimiento y energía. Esta eficiencia no puede alcanzarse con un pelador casero ya que implica un manejo manual durante su utilización, donde el error humano provoca variaciones más significativas en los desechos obtenidos al final del proceso. Por lo tanto, este es un factor a tomar en cuenta durante la extracción del colorante ya que esa baja eficiencia, repercutirá en un rendimiento de extracción menor en comparación a un proceso industrial. (TOMRA, s.f)

Seguido al lavado y pelado se extrajo el jugo de la remolacha utilizando un extractor de jugos. Su funcionamiento se basa en la trituración de los trozos de remolachas por medio de una plancha perforada la cual filtra y separa la pulpa del jugo. También tiene la función de disminuir el contenido de humedad en la pulpa. (Tressler y Joslyn, como se citó en Vélez, 2007)

Basándose en los estudios de Mandujano (2006) de los cuales determinó que la betanina se vuelve más inestable a medida que aumenta la actividad de agua y el contenido de humedad del alimento, se decidió clarificar el jugo después de agregar los aditivos para proteger al colorante.

Entre los aditivos agregados están el ácido ascórbico y el EDTA. Se añadió ácido ascórbico en una cantidad promedio de 1.2135 g, esto con el fin de disminuir el pH del colorante hasta un valor de 5.0. El ácido ascórbico es un aditivo que aumenta la estabilidad de las betalaínas y además actúa como regulador del pH, dando mejores resultados en la estabilidad de los pigmentos cuando se agrega antes de un tratamiento térmico. (Han et al, como se citó en Vélez, 2007).

Se llegó a un pH 5.0 ya que permite una mejor estabilidad del pigmento y es el pH para el mejor crecimiento de las levaduras en el proceso de fermentación. Asimismo, Aceituno (2010) afirma que las betalaínas mantienen un color estable a un pH entre 3.0 a 7.0.

Por otra parte, el EDTA se adicionó en una concentración de 145 ppm. Su función radica en aumentar la vida del pigmento en 1.5 veces. Además, mejora la efectividad del ácido ascórbico, esto se debe a que previene la degradación provocada por cationes metálicos, estabilizando el pigmento formando un complejo con los iones metálicos. (Han et al, como se citó en Vélez, 2007)

El siguiente paso realizado fue la clarificación del colorante, esto con el fin de remover los sólidos resultantes del proceso de extracción. La clarificación se realizó por medio de un filtro casero de acero inoxidable.

De esta operación se obtuvieron pérdidas del 8.57% aproximadamente en el volumen de colorante filtrado. Una de las razones de la disminución del volumen de colorante, se debe a pérdidas ocasionadas por el trasvasado del colorante de un recipiente a otro.

Otra de las razones, se debe a la incertidumbre presente durante la medición. Debe resaltarse que las mediciones realizadas no son del todo perfectas, puesto que en ellas se manifiestan las limitaciones implícitas a la variable que se mide o mensurando, al experimentador, al procedimiento y al instrumento empleado para realizar una medición. (Ayala, s.f)

Asimismo, establece que factores como; la calibración, la resolución y la sensibilidad instrumental, la histéresis, repetibilidad (precisión) y la exactitud pueden intervenir contribuyendo a la incertidumbre de la medición. (Ayala, s.f)

Posteriormente se realizó una pasteurización HTST a 80°C y 15 segundos. Este proceso se realizó a esta temperatura ya que el procedimiento seguido durante la extracción del colorante se basa en las mejores condiciones de proceso establecidas por Vélez (2007) determinadas a base de múltiples pruebas realizadas en el laboratorio y a partir de información teórica investigada durante su estudio.

La pasteurización es un paso de vital importancia, ya que con este proceso se obtiene una mayor vida de anaquel en el producto terminado. Su principio se basa en que los organismos que causan la descomposición pueden ser desactivados aplicando calor a temperaturas por debajo de su punto de ebullición. (Allan y Vera, 2012)

Además de reducir las poblaciones microbianas, otra función importante del tratamiento térmico es la inactivación de las enzimas polifenoloxidasas y la peroxidasa, presentes en el jugo de remolacha. Un resultado favorable para aumentar la estabilidad del colorante, considerando que los colorantes naturales pueden ser degradados por varias enzimas encontradas en los tejidos vegetales. (Mandujano, 2006)

Es importante mencionar que se descartó la pasteurización UHT debido a la alta temperatura necesaria para llevarse a cabo. Dado que la temperatura es un factor que afecta la estabilidad del colorante, a temperaturas tan altas de UHT, el colorante podría presentar coagulaciones, floculaciones y aglomerados.

Sin embargo, la diferencia de 5°C de temperatura entre la pasteurización utilizada y una pasteurización HTST tradicional (75°C), pudo haber influido en el resultado final de las pruebas de solidez a la luz, ya que las betalainas presentes son afectadas considerablemente al ser expuestas a una alta temperatura. Dando lugar a una degradación y reducción gradual del color rojo de este pigmento. (Orellana, 2015)

Otro paso importante, es la fermentación alcohólica, proceso anaeróbico realizado por microorganismos llamados levaduras. Para este proceso se utilizó *Saccharomyces cerevisiae* ya que es un microorganismo efectivo, económico y fácil de obtener.

Durante la fermentación, las levaduras rompen las moléculas de glucosa presente en los azúcares del jugo de remolacha, obteniendo energía para sobrevivir y produciendo etanol, biomasa y CO₂ como subproductos. (Vélez, 2007)

La razón de este proceso es obtener un colorante con una concentración mayor a la inicial, el consumo de los azúcares presentes en el jugo de remolacha permite aumentar la concentración del colorante, disminuyendo los sólidos totales. Según Vélez (2007) puede aumentarse la concentración de 5 a 7 veces.

La fermentación se llevó a cabo durante 5 días, utilizando una trampa de agua para poder evacuar el CO₂ producido y mantener el ambiente anaeróbico. Posterior al proceso se observó la presencia de biomasa al fondo del colorante, y el olor característico del alcohol formado.

La tonalidad del colorante varió a un color ligeramente más oscuro, esto se debió a la posible formación de betanidina, producto de una reacción de deglicoxilación. Además de otros pigmentos que se forman en pequeña concentraciones. (Vélez, 2007)

Al final del proceso de fermentación, se obtuvo una variación del 3.1% aproximadamente en la masa total obtenida de la muestra No.2 con respecto a las demás muestras. Este resultado pudo tener origen en la cantidad de azúcares y nutrientes presentes en el colorante extraído anteriormente de las remolachas.

De acuerdo con Vélez (2007) la remolacha posee alrededor de 10% de azúcar, además de fuentes de nitrógeno y otros nutrientes importantes como fósforo y vitaminas. Sin embargo, este es un valor aproximado ya que la cantidad de azúcares y nutrientes depende de varios factores, como lo son; el tipo de remolacha, el tamaño y el estado al momento de extraerse.

Por lo tanto, a pesar de ser el mismo tipo de remolachas, las muestras de jugo extraídas son de lotes diferentes. Conteniendo cantidades mayores o menores de

azúcares y nutrientes en su composición, provocando de esta forma, la variación en la cantidad de subproductos formados durante la fermentación para cada muestra.

Para retirar la biomasa y obtener un colorante libre de sólidos, fue necesaria otra filtración, parecida a la realizada después de la adición de aditivos. Del proceso de filtrado se determinó que en promedio se produjeron 65.31 g de sólidos, 7.6% de biomasa.

Por último, para eliminar el etanol producido se llevó a cabo un proceso de evaporación del colorante, esto por medio de baño de maría, alcanzando la temperatura de 73°C, para evaporar el alcohol. Luego se alcanza la temperatura de 95°C, para eliminar la mayor cantidad de agua posible.

Se realizó el calentamiento en un baño de maría debido a que la temperatura es uno de los factores que más influyen la estabilidad de las betalaínas. Según Orellana (2015) al someter en calentamiento soluciones de betanina se observa una reducción gradual del color rojo de este pigmento, dando lugar a un color marrón.

La temperatura de 73°C debe alcanzarse ya que el etanol posee un punto de ebullición de 73°C a una presión atmosférica de 641 mmHg (Presión atmosférica de ese día). Luego la evaporación del agua se dio a 95°C, esto con el fin de reducir la actividad de agua en el colorante.

Reducir la actividad del agua en el colorante es necesario debido a que la betanina es más inestable a una actividad de agua y contenido de humedad del alimento elevado. Por lo tanto, reduciendo la cantidad de agua se previene la degradación del colorante, el cual requiere de la hidrólisis de la molécula de betanina a ciclodopa-5-O-glucósido y ácido betalámico. (Mandujano, 2006)

Debido al proceso de calentamiento durante la evaporación, se tuvo la posibilidad de darse una degradación del pigmento a ácido betalámico y ciclodopa-5-O-glucósido

por hidrólisis, por lo que el colorante fue refrigerado a una temperatura de 4°C, además esta temperatura ayuda a inactivar los microorganismos meso filios y termófilos, prolongando la vida de anaquel del colorante.

La degradación de betanina a ácido betalámico y ciclodopa-5-O-glucósido suele ser reversible, para revertir el proceso de degradación es necesaria una condensación de la base de Schiff del grupo aldehído del ácido betalámico y del amino nucleofílico de ciclodopa-5-O-glucósido. (Orellana, 2015)

Como resultado final, se obtuvo un colorante líquido, ya que no se tuvo acceso a un secador por aspersión. Para obtener un colorante en polvo debe realizarse un secado por aspersión ya que este permite la pulverización fina del material líquido original, usando altas temperaturas sin afectar las características del producto. (Orellana, 2015)

Uno de los objetivos específicos de la presente investigación fue determinar el porcentaje de rendimiento del proceso de extracción del pigmento betanina presente en la remolacha. La eficiencia de extracción que se obtiene de las tres muestras experimentales son de 49.98%, 48.58% y 50.19%. Teniendo un porcentaje de rendimiento promedio de 49.58%.

El rendimiento promedio obtenido es un valor aceptable y conforme a lo esperado teóricamente ya que según la tabla No.3 de la presente investigación, basada en los datos recopilados por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP, 2012) la remolacha posee una cantidad elevada de agua en su composición, favoreciendo así la transferencia del pigmento betanina en la solución.

Otro objetivo específico planteado en el trabajo de investigación fue realizar los balances de masa y energía del proceso de extracción del pigmento betanina presente en la remolacha.

Los balances de masa del proceso de extracción se pueden observar en la figura No.10 de la sección de resultados de la presente investigación. Es importante destacar que la mayor pérdida de materia prima se lleva a cabo en el pelado de remolachas y la extracción del jugo al tener un 15.14% y 31.67% de desperdicios respectivamente.

Además, cabe mencionar que durante el proceso de fermentación se forma biomasa como producto del crecimiento de las levaduras, por lo que se observa un incremento de masa en esta fase de la extracción. Se puede observar ese incremento de masa en el balance de la figura No.11 de la sección de resultados de la presente investigación.

Por otra parte, se realizaron los balances de energía del proceso de pasteurización y evaporación. El combustible utilizado por la estufa fue el gas natural, consumiéndose 2.27 galones del mismo. A partir del balance de energía se determinó que fue necesario un calor de 196.36 kJ para el proceso de pasteurización y un calor de 359.59 kJ para el proceso de evaporación.

Para determinar la presencia del pigmento natural betanina, extraído de la remolacha, se realizó un análisis de barrido espectrofotométrico. Este tipo de análisis es llevado a cabo por el equipo HACH DR 3900, con celda de vidrio de 10 mm.

Dicho análisis fue realizado por la empresa Soluciones Analíticas localizada en la Zona 4 de Mixco, Guatemala. Para el análisis se utilizaron dos diluciones (1:25 y 1:50) y dos rangos de barrido (350 a 800 nm y 450 a 550 nm).

En primer lugar, la razón del rango de longitud de onda establecido durante el análisis efectuado, se debe que al ser la muestra una sustancia coloreada, es posible definir un barrido espectral a lo largo de todo el espectro visible (400 a 700 nm), simplificando de esta forma la lectura de resultados. (Universidad de Buenos Aires, s.f)

En lo referente a las diluciones realizadas, debe mencionarse que cada instrumento, según su calidad, emite una banda de longitudes de onda, conocida como banda instrumental, cuanto más estrecha es la banda emitida, la desviación que se produce es menor.

Por lo tanto, a concentraciones elevadas las desviaciones negativas son mayores, siendo indeseables pues conducen a un error relativo en los resultados esperados. (Universidad de Buenos Aires, s.f)

Por otra parte, el funcionamiento del equipo HACH DR 3900 se basa en el principio de la Ley de Lambert-Beer, la cual establece que la absorbancia está directamente relacionada con las propiedades intrínsecas del analito, con su concentración y con la longitud de la trayectoria del haz de radiación al atravesar la muestra. (Universidad Miguel Hernández de Elche, s.f)

Cada sustancia coloreada, tiene una zona de pico específica en el barrido espectral. Esta zona representa un rango de radiaciones de determinadas longitudes de onda que la sustancia absorbe, mientras que un valle representa un rango de radiaciones de longitudes de onda para las cuales hay nula absorción.

Por esta razón, los barridos espectrales son propios de cada sustancia, siendo de gran aplicación su empleo en la identificación de sustancias incógnitas. (Universidad de Buenos Aires, s.f)

Como resultados se obtuvieron máximos de absorbancia promedio para la betanina de 1.882 nm para una longitud de onda de 533 nm, y de 0.472 a una longitud de onda de 533 nm para las diluciones 1:25 y 1:50 respectivamente. Comprobando de esta forma la presencia del pigmento al ser un valor muy cercano al descrito por Aceituno (2010) en su investigación, donde afirma que la betanina presenta un máximo de absorbancia a una longitud de onda de 537 nm.

Adicionalmente, se obtuvieron máximos de absorbancia para una longitud de onda de 477 nm, estos máximos de absorbancia son los correspondientes a la vulgaxantina, pigmento amarillo (478 nm), presente en la remolacha. (Aceituno, 2010)

Otro objetivo específico planteado en la investigación presente, fue determinar el costo de elaboración del colorante natural, para desarrollar este objetivo fue necesario calcular la cantidad de materia prima e insumos necesaria para la elaboración de 1 litro de colorante.

Las materias primas utilizadas fueron; remolachas, ácido ascórbico, EDTA, levadura, Hidróxido de sodio y cloruro de sodio. Los insumos utilizados fueron; la cantidad de agua, gas natural y energía eléctrica utilizada. Adicionalmente se incluyó el costo del envase utilizado para almacenar el colorante.

Para calcular el consumo de electricidad se calcularon los KWh a partir del requerimiento de energía del extractor de jugo utilizado. Posteriormente se consultó la tarifa base vigente para Baja Tensión Simple (BTS), siendo de Q.1.079 (tomada del CNEE) con un recargo del 13% por alumbrado público y 12% de IVA. A partir de estos datos y el tiempo en el cual se utilizó el equipo (1 hora) se determinó que el costo de la energía eléctrica para la elaboración de 1 l de colorante fue de Q.0.544.

El cálculo del consumo de agua potable se encuentra en función del agua requerida para la producción de 1L de tinta. A partir del agua utilizada, presentada en los balances de masa del proceso de extracción y la tarifa vigente del consumo de agua consultada en la Municipalidad de la Ciudad de Guatemala, se estableció un costo de Q.10.53.

El costo del gas natural utilizado como combustible fue de Q.0.07, este fue calculado utilizando la cantidad de gas consumida durante el proceso de evaporación y pasteurización. El resto de costos de cada materia prima pueden observarse en la Tabla No.17 de la sección de resultados de la investigación presente.

Por lo tanto, se estableció un costo total de elaboración de Q.43.31 por litro de colorante. Por otra parte, tomando en cuenta que son necesarios 100 g de colorante sintético por litro de agua para cada tinción, se estima un costo total de Q.16.00 por litro de colorante sintético.

Al analizar los costos de los dos colorantes, se puede observar que el colorante sintético es de menor costo. Sin embargo, se debe resaltar que son costos totalmente diferentes ya que en el caso del colorante sintético, para su elaboración se lleva a cabo un proceso industrial optimizado para su extracción y transformación en comparación al procedimiento experimental llevado a cabo a nivel laboratorio para el caso del colorante natural a base de betanina.

Además, en el costo del colorante reactivo ya van incluidos gastos como lo son; la mano de obra y gastos administrativos, entre otros. Los cuales conforman un costo optimizado y competitivo en el mercado actual de la industria de los colorantes textiles. Por lo tanto, sería necesario su estudio a nivel industrial para poder comparar y determinar un costo competitivo en la industria de los colorantes textiles.

Como siguiente paso, consistió la tinción de varias muestras de fibras naturales de algodón con colorante natural a base de betanina y también con colorante sintético reactivo llamado "Synozol deep red HB".

Para la tinción de las fibras naturales de algodón se cortaron las telas en cuadrados iguales con dimensiones de 30x30cm. Este tamaño de muestra facilita la manipulación durante la tinción, previo a la tinción se realizó un proceso de descudado, este consistió en lavar las muestras utilizando una solución con detergente comercial, eliminando materias extrañas e impurezas (grasas).

Luego se emplearon 10 minutos para la agitación y el aumento de la temperatura hasta llegar a 70°C. Un tiempo corto de agitación y calentamiento evita la posible aglomeración de partículas en el colorante.

Una agitación excesiva del baño de tinción junto con un tiempo prolongado en el baño a altas temperaturas propicia la formación de cúmulos dentro del baño de tinción, reduciendo así la homogeneidad en la solución de colorante. (Ríos y Ríos, 2017)

Además, la calidad de la dispersión influye notoriamente sobre la calidad del teñido ya que una dispersión irregular del colorante provoca un teñido también irregular en la fibra textil. (Ríos y Ríos, 2017)

Como auxiliares de tintura se añadieron Hidróxido de sodio al 40% y Cloruro de sodio. El Hidróxido de sodio proporciona el medio básico necesario para el correcto funcionamiento del colorante reactivo. (Sedlak, s.f.)

En el caso del Cloruro de sodio, éste mejora la distribución uniforme del colorante en la fibra y también reduce el carácter hidrofílico de los colorantes. (Cegarra y Riva 1979)

Asimismo, neutraliza la carga eléctrica de la fibra de tal manera que al adicionar electrolito durante el proceso de teñido, se aumenta el desplazamiento del colorante hacia la fibra. Esto sucede debido a que el catión de sodio de la sal reduce la carga negativa de la fibra, lo cual impide la reversibilidad del teñido. (Portales, 2014)

Al sumergir por completo las muestras de algodón, se observó la rápida impregnación del colorante en toda la superficie de las fibras naturales. Esto se debe a proceso de adsorción del colorante en la superficie de la fibra, basado teóricamente, en la formación de enlaces de puentes de hidrogeno y las fuerzas de Van der Waals, la fortaleza de estos enlaces dependen significativamente de la afinidad del colorante con la fibra. (Ríos y Ríos, 2017).

Otro motivo por el cual los dos colorantes utilizados, presentaron un comportamiento de agotamiento similar pudo deberse a que los colorantes que poseen moléculas grandes en su composición por lo general, tienen una mejor afinidad hacia las fibras, esto se debe a que, al ser una molécula más grande, logra formar mayor cantidad de enlaces con la fibra. (Ríos y Ríos, 2017).

Durante la adsorción el colorante entra en contacto con la fibra natural de algodón sin embargo, se necesita mayor tiempo, agitación y calentamiento para lograr una correcta difusión. En esta etapa posterior, la cual es la más lenta e importante del proceso, el colorante tiende a penetrar sobre la superficie de la fibra a través de sus zonas amorfas para distribuirse homogéneamente y fijarse. Si este proceso no es realizado correctamente se verá afectada la solidez del colorante y por lo tanto se obtiene una mala calidad de tinción. (Ríos y Ríos, 2017).

En cada una de las muestras se observó una distribución uniforme del color, esto se debe a la migración del colorante, durante esta etapa, el colorante migra hacia zonas donde existe menor concentración, mejorando considerablemente la igualación del color. (Ríos y Ríos, 2017).

En el caso del colorante natural a base de remolacha, la efectiva tinción fue posible debido a la presencia de la betanina, la betacianina más estudiada actualmente. De acuerdo con Marañón et al. (2011) las betacianinas y las betaxantinas, ambos grupos de moléculas, son ópticamente activas ya que poseen dos centros quirales en C-2 y C-15.

Por otra parte, se utilizó el colorante sintético “Synozol deep red HB”, el cual es un colorante reactivo, su elección como colorante sintético utilizado en la comparación con el colorante natural elaborado se basó en la recomendación de L. Chamo (Comunicación personal, 10 de Febrero 2018), Gerente general de la empresa que proporciono el colorante sintético. Ya que según su criterio y la experiencia en la industria de los colorantes, este tipo de colorante es muy efectivo en la tinción de fibras de algodón, además de ser económico y de fácil aplicación.

Asimismo, es importante resaltar el hecho de que las fibras de celulosa, algodón, no tienen grupos ácidos o básicos y no pueden formar enlaces iónicos. Sin embargo, estas fibras naturales si poseen un gran número de grupos hidroxilo y pueden teñirse con moléculas que formen puentes de hidrógeno con éstos, siendo esto el principal motivo por el cual se tiñeron muestras de algodón y no otro tipo de fibra ya sea natural o sintética. Los colorantes reactivos al formar múltiples puentes de hidrogeno, se convierten en la mejor solución para el teñido de fibras naturales como el algodón. (Tejedor, s.f)

El funcionamiento del colorante reactivo se basa teóricamente en la formación de vínculos químicos asociados o covalentes con la fibra, dando características excelentes en materia de solvencia de color. (Sedlak, s.f.)

En la tintura de fibras celulósicas con colorantes reactivos se llevan a cabo tres etapas bien diferenciadas. En la primera de ellas se da la absorción del colorante por la fibra en medio neutro y con adición de un electrolito, posteriormente se da una absorción en medio alcalino. (Portales, 2014)

En esta fase, el colorante reactivo no sufre ninguna descomposición, produciéndose tan sólo la difusión hacia el interior de la fibra donde se absorbe sobre las cadenas celulósicas a través de fuerzas de tipo secundario. El colorante queda dividido en una pequeña parte que se encuentra en el agua contenida en el interior y el resto permanece en la solución externa. (Portales, 2014)

Durante la segunda etapa se da la mayor reacción del colorante con la fibra, esto debido al medio alcalino, propiciado por el Hidróxido de sodio. En esta parte interaccionan los grupos hidroxilo de la celulosa y del agua provocando una mayor absorción. En la última etapa se da la eliminación del colorante hidrolizado y por lo tanto no fijado covalentemente a la fibra celulósica. (Portales, 2014)

Por último, se lavaron con agua fría las muestras de algodón teñidas, observando un cambio en el color final de las muestras. El paso anterior fue necesario, ya que debe realizarse un lavado con agua al terminar el proceso de teñido de las telas, debido a su función de remoción del colorante que se encuentra en la solución intermiscelar de la fibra. (Molina, 2015)

La tonalidad final de las muestras teñidas fue más clara, en comparación al color observado durante la tinción de las mismas. Obteniendo un color rosa Pantone 679C para las muestras teñidas con colorante natural y un color rosa Pantone 672C para las muestras teñidas por colorante reactivo según la escala de Pantone. (Logorapid, 2018)

Por último se comparó la calidad de los dos colorantes utilizados en la tinción de fibras naturales de algodón, por medio de diferentes pruebas de solidez al color. Dichas pruebas fueron realizadas por la empresa privada llamada Intertek, localizada en la ciudad de Guatemala.

Es importante mencionar que el procedimiento realizado fue el establecido por la Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles. Esta asociación se encarga del desarrollo de métodos de prueba, materiales de control de calidad, creación de redes para profesionales textiles y de indumentarias y el desarrollo educativo relacionado a la industria textil en todo el mundo.

La primera prueba realizada consistió en determinar la degradación y la descarga que se produce del colorante debido a un lavado casero. El procedimiento seguido se basó en los parámetros de operación descritos por el test AATCC/ASTM TS-088.

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la tabla No.14 de la sección de resultados de la presente investigación, de los cuales la muestra teñida con colorante natural a base de remolacha presentó menor cambio de color en comparación a la muestra teñida con colorante sintético, esta última presentó una apariencia insatisfactoria de grado 2.5.

Al evaluar el rendimiento de un colorante por medio de pruebas de solidez, existe la ventaja, de poder medir y cuantificar la disminución de la solidez, luego de que múltiples estudios prolongados establecieran un valor numérico que puede indicar el grado de descomposición del color. (Mejía, 2015)

La herramienta de medición de esta descomposición del color fue la escala de grises AATCC estándar para la evaluación del cambio del color. La escala se compone de 9 pares de fichas color gris y cada una posee una diferencia y un contraste visual. La solidez del color se califica del 5 al 1, siendo un grado 5, la carencia de cambios apreciados a simple vista, siendo esta la mejor calificación. (Mejía, 2015)

Por otra parte, un grado 1 significa, cambios drásticos apreciados a simple vista, siendo esta la peor calificación. La escala numérica tiene 9 posibilidades: 5; 4-5; 4; 3-4; 3; 2-3; 2, 1-2; 1. (Mejía, 2015)

La posible razón por la cual el colorante sintético presentó una solidez al lavado menor en comparación al colorante natural es debido a que los colorantes reactivos pueden presentar hidrólisis en el baño durante la tinción, esto provoca la desactivación del grupo reactivo y convierte el colorante en un colorante del tipo convencional de baja solidez al lavado. (Portales, 2014)

Al final de la hidrólisis del colorante en la tinción de la tela, siempre existe una parte mayor o menor de colorante hidrolizado sobre la fibra. Por lo tanto, si el colorante posee una afinidad pobre y baja cantidad de su forma hidrolizada sobre la fibra, por estar el equilibrio más desplazado hacia la fase acuosa, la extracción del mismo será más fácil en los posteriores lavados. (Molina, 2015)

La segunda prueba realizada fue la de solidez al frote, con esta prueba se buscó determinar la resistencia que posee el colorante al ejercer una fuerza de rozamiento con

otras telas (Testigos blancos). El procedimiento seguido se basó en los parámetros de operación descritos por el test AATCC 8 - 2013 / AATCC 116 – 2013.

Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla No.15 de la sección de resultados de la presente investigación, de los cuales la muestra teñida con colorante natural a base de remolacha presentó una mayor solidez al frote en comparación a las muestras teñidas con colorante sintético.

Analizando los resultados del frotamiento en seco se puede determinar que los dos colorantes presentan una solidez al frote satisfactoria al tener valores cercanos a 5. Sin embargo su solidez disminuye al realizarse el frotamiento en húmedo, sobre todo se ve afectada la resistencia del colorante sintético al tener un valor de 2, siendo insatisfactorio su rendimiento.

Cuanto más fácilmente sea absorbido un colorante por la celulosa y mayor resistencia presente la fibra teñida a eliminar parte del colorante adsorbido en la tintura, mayor afinidad presentara el colorante por la fibra. Por lo tanto, la disminución de la solidez al frote en húmedo en el colorante sintético pudo deberse a la poca afinidad que este colorante tuvo en la fibra teñida. (Cegarra, 1981)

Por otro lado, compuestos que tengan como característica en común, ser de origen natural, presentan un alto grado de afinidad entre sí. Este grado de afinidad se observó en los resultados de las muestras teñidas con colorante natural, debido a que tanto el algodón como el pigmento betanina procedente de la remolacha, tienen orígenes naturales.

Por último se realizó la prueba de solidez a la luz, con esta prueba se buscó determinar la resistencia a la modificación de la fibra teñida debido a los efectos de la luz. El procedimiento seguido se basó en los parámetros de operación descritos por el test AATCC 16.3 - 2014, opción 3.

Es importante mencionar que durante esta prueba se utilizaron lámparas con arco de luz Xenón, ya que este tipo de luz reproduce la totalidad del espectro de la luz solar, y presenta una clara ventaja en comparación a la luz solar que presenta inconstancia debida al propio clima (verano, invierno) y a las inclemencias del tiempo (días soleados, nubosos, con lluvia) así como las diferencias de horas de insolación entre distintos países según su latitud. (Valdeperas, Lis y Carrillo, 2009)

Además, es importante diferenciar que las lámparas de radiación UV fluorescentes se utilizan con el fin de evaluar la degradación superficial y de resistencia. Mientras que las lámparas de arco Xenón se utilizan de forma general para evaluar el cambio de color del acabado de los materiales. (Mejía, 2015)

Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla No.16 de la sección de resultados de la presente investigación, de los cuales ambos colorantes presentaron una deficiente solidez a la luz teniendo valoraciones insatisfactorias de 2.5 cada uno.

La baja solidez a la luz presentada por el colorante natural elaborado a partir de la betanina presente en la remolacha, está basada en la absorción de la luz UV y gama por parte de las betalaínas. Ésta absorción, lleva a la excitación de los electrones del cromóforo de las betalaínas a un estado de mayor energía. De tal manera que provoca una mayor reactividad o disminución de la energía de actividad de la molécula.

Además hay que incluir que los efectos de la luz y el oxígeno son aditivos, dado la presencia de ambos durante la prueba, existe una descomposición del 28.6%. (Herbach et. al, como se citó en Vélez, 2007)

Otro aspecto importante a considerar, fue la variación del pH durante la tinción de las fibras naturales de algodón, puesto que al variar de un pH ácido a un pH ligeramente básico, se vieron afectados los compuestos betalámicos.

Estos compuestos presentan mayor estabilidad en intervalos de pH 3,5 a 7,0. Puesto que en valores diferentes se ha reportado un deterioro. Estudios experimentales determinaron que el valor óptimo para las betacianinas es de 5,5 a 5,8 y para las betaxantinas 5,0 a 6,0. (Álvarez, Matos y Belén, 2002)

De forma general la presencia de ácido favorece la agregación de los colorantes, y con ello se aumenta la afinidad con riesgo para la igualación. Por otra parte, la acidez hace que se reduzca la hidrofiliidad del colorante y con ello la tendencia a dar tinturas defectuosas. (Cegarra y Riva, 1979)

En el caso del colorante sintético, la razón del bajo rendimiento en la prueba de solidez a la luz puede deberse al efecto que tienen las ondas electromagnéticas en los enlaces formados durante la tinción.

La teoría menciona que las ondas electromagnéticas transportan tanta energía por cuanto de luz siendo capaces de romper los enlaces entre las moléculas. Por lo tanto, al romperse los enlaces químicos entre el colorante y la fibra natural, se pierde la calidad del color original y provoca la decoloración los tejidos teñidos. (Tutivén, s.f)

Un requisito importante para la utilización de los colorantes es la resistencia a la luz puesto que se utilizan en cortinas, alfombras y tejidos. Para evitar este problema es necesario proteger el grupo cromóforo por medio de diferentes estrategias.

Una de ellas es mediante sustituyentes voluminosos, colocados en la posición orto de la molécula, respecto del grupo azo, para así impedir el ataque al grupo azo.

Estos sustituyentes atrayentes de electrones son capaces de disminuir la disponibilidad de electrones sobre los átomos de nitrógeno aumentando así la resistencia a la luz. (Tejedor, s.f)

También es importante mencionar que el colorante sintético reactivo utilizado es de bajo costo y por ende se ve reflejada en los resultados su baja solidez al color en comparación a otros tipos de colorantes reactivos de un costo mayor y una mejor solidez al color. Debido que para obtener una mayor solidez, su estructura será más compleja y su manufactura más costosa. (Portales, 2014)

Además, si todos los procesos del fabricante fuesen controlados exactamente, el producto final de teñido siempre será aceptable. Sin embargo, esto es rara vez el caso en la práctica; cualquier proceso está sujeto siempre a errores asociados con el equipo y la técnica usada, y de aquí en adelante el producto final puede variar en la calidad. (Peñafiel, 2011)

Otro tipo de pruebas que evalúan la calidad de un colorante lo son; pruebas de afinidad, igualación y solidez al planchado, entre otras. Sin embargo, estas fueron desestimadas ya que dependiendo del uso final y los propósitos de la tinción de telas se requieren diferentes clases de solidez. Por ejemplo, para prendas de vestir son necesarias pruebas de solidez de la luz y lavado, para ropa interior, pruebas de solidez con lavados suaves y para trajes de baño, pruebas de solidez al agua clorada, al agua de mar y a los rayos UV. (Mejía, 2015)

A partir de los resultados obtenidos de las pruebas de solidez al lavado, solidez al frote y solidez a la luz, se rechaza la hipótesis nula. Esto debido a que existe diferencia significativa en la solidez al color del colorante natural a base de betanina, siendo mayor su rendimiento en comparación al colorante sintético reactivo.

VI. CONCLUSIONES

1. La extracción del pigmento betanina presente en la remolacha tuvo un porcentaje de rendimiento de 49.98%, 48.58% y 50.19% para las muestras de colorante No.1, No.2 y No.3 respectivamente y un porcentaje de rendimiento promedio de 49.58%.
2. La cantidad de combustible utilizado durante la extracción del pigmento natural betanina es de 2.27 galones, con un calor necesario de 196.36 kJ y 359.59 kJ para el proceso de pasteurización y evaporación respectivamente.
3. Se comprobó la presencia del pigmento betanina en el colorante natural elaborado a partir de la remolacha al tener máximos de absorbancia promedio de 1.882 nm y de 0.472 en una longitud de onda de 533 nm para las diluciones 1:25 y 1:50 respectivamente.
4. El costo total de elaboración del colorante natural a base del pigmento betanina extraído de la remolacha fue de Q.43.31 por litro de colorante.
5. El colorante natural puede ser una alternativa de colorante para aplicaciones en tintes de fibras de algodón al tener una mayor solidez al lavado y al frote de grado 4.0 y 4.0 respectivamente en comparación al colorante sintético, puesto que este último tuvo un resultado insatisfactorio de grado 2.5 y 2.0 respectivamente en cada prueba, sin embargo, los dos colorantes evaluados presentaron deficiente solidez a la luz al tener valoraciones insatisfactorias de grado 2.5.

VII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el rendimiento de extracción del pigmento betanina en otra variedad de remolacha.
2. Evaluar el rendimiento del colorante natural a base de betanina en la tinción de fibras sintéticas a través de pruebas de solidez al color.
3. Hacer un estudio de aceptación del producto propuesto, midiendo el grado de aceptación y/o rechazo del mismo para determinar si es factible la elaboración a gran escala dirigida a un mercado nacional potencial.
4. Llevar a cabo un estudio de incorporación de los pigmentos presentes en la remolacha, en productos como tintas para computadoras, pinturas para interiores o exteriores y otros tintes de uso general.
5. Comparar el costo de elaboración del colorante natural a base de betanina con el costo de otro tipo de colorante reactivo sintético que presente una solidez al color mayor.
6. Realizar un estudio de vida de anaquel del colorante natural a base de betanina para determinar el tiempo en el cual el producto puede mantenerse sin sufrir algún cambio significativo en su calidad e inocuidad.
7. Evaluar el rendimiento del colorante natural a base de betanina en la tinción de fibras sintéticas a través de pruebas de igualación y afinidad.

VIII. REFERENCIAS

- Aceituno, V. (2010). *Propiedades de colorantes naturales secados con técnicas alternativas a nivel laboratorio como alternativa al FD&C rojo No.40 en alimentos.* (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1153_Q.pdf
- Allan, L. y Vera, C. (2012). *Obtención de bebidas congeladas.* (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4688/1/T184.pdf>
- Álvarez, M. Matos, A. y Belén, D. (2002) *Degradación de betalaínas en remolacha (beta vulgaris l.) estudio cinético.* Revista científica 2, 133-136. Recuperado de: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/download/14834/14811>
- Anderquim. (s/f). *EDTA ficha de seguridad.* Recuperada de http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/edta_fds.pdf
- Anónimo (s/f). *Corrección del punto de ebullición.* Recuperado de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/acym/punto_de_ebullicion_correccion.pdf
- Ayala, M. (s/f). *Instrumentos, mediciones e incertidumbres.* Departamento de Física, División de CBI. Recuperado de <http://sgpwe.izt.uam.mx/pages/cbi/dav/MetodoExperII/contenido/instruy mediciones.pdf>
- Biaggi, A. (s/f). *Teñido de Telas.* Universidad de Puerto Rico. Recuperado de <https://www.uprm.edu/agricultura/sea/publicaciones/tenidodetelas.PDF>
- Calvo, M. (2012). *¿Qué es la biomasa?* Twenergy. Recuperado de <https://twenergy.com/a/que-es-la-biomasa-738>
- Cámara Industrial Argentina de la Indumentaria, CIAI. (s/f). *Colorantes Naturales.* Recuperado de <http://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/colorantes-naturales/>
- Canals, R., Peralta, J. y Zubiri, E. (2009). *Familia Chenopodiaceae, Beta Vulgaris L.: Remolacha.* Universidad Pública de Navarra. Recuperado de http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Beta_vulg_p.htm
- Cegarra, J. (1981). *Fundamentos científicos y aplicados de la tintura de materiales textiles.* Universidad Politécnica de Barcelona. Recuperado de http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/perez_l_oa/capitulo1.pdf
- Cegarra, J. y Riva, A. (1979). *Diferencias de afinidad tintórea de la lana y su detección.* Comprobación de métodos. Boletín del Instituto de Investigación Textil y de Cooperación Industrial, 75, 79-92. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6144/Article07.pdf>

- Çengel, Y., Ghajar, A. (2004) *Transferencia de Calor y masa*. (4ta ed.). México: McGraw-Hill
- Cervera, C (2014). *La cochinilla, el insecto que el Imperio español valoraba tanto como el oro*. Diario ABC España. Recuperado de <http://www.abc.es/espana/20140904/abci-cochinilla-valorado-imperio-espanol-201409031225.html>
- Chalá, W., Guerrero, J., Rivas, A., Castro, A., Palacios J. y Castro, A., (2003). *Extracción artesanal decolorantes naturales, una alternativa de aprovechamiento de la diversidad biológica del choco, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, 2, 95-98. DOI: 10.15446/abc
- Chávez, E. (s/f). *Control de calidad textil: Solidez del color*. Universidad Nacional del Callao. Recuperado de: <https://es.scribd.com/presentation/249796362/Solidez-Del-Color>
- Comisión nacional de energía eléctrica, CNEE. (2018). *Ajuste tarifario para trimestre Febrero a Abril 2018*. Ministerio de energía y minas, Guatemala. Recuperado de <http://www.cnee.gob.gt/wp/?p=3523>
- Cruz, L. y Hinojosa, K. (2015). *Diseño y construcción de un secador por atomización para la obtención de colorante natural a partir de la remolacha*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/4665>
- CTR Scientific. (s/f). *Ácido Ascórbico. Hoja de datos de seguridad*. Recuperada de <https://www.ctr.com.mx/pdfcert/Acido%20Ascorbico.pdf>
- Delgado, E. y Díaz, P. (2006). *Elaboración y documentación del programa de limpieza y desinfección de los laboratorios del departamento de microbiología de la Pontificia Universidad Javeriana*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis281.pdf>
- Díaz, C. (2008). *Determinación de residuos de antibióticos y sulfonamidas en seis marcas comerciales de leche de mayor consumo en la ciudad de Riobamba*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1604/1/17T0847.pdf>
- Díaz, R. (s/f). *¿Qué es la Hidrólisis? Ejemplos (de Sales, Ácidos, Bases, C. Orgánicos)*. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/hidrolisis/>
- Ercros. (2006). *Hidróxido Sódico (Disolución)*. Ficha de datos de seguridad. Recuperada de <http://www.ecosmep.com/cabecera/upload/fichas/6251.pdf>
- Garzón G. (2008). *Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos*. Universidad Nacional de Colombia, 3, 27-36. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>
- Gasnam y Sedigas (s/f). *Tabla de equivalencias*. Asociación Ibérica de gas natural para la movilidad y Sedigas. Recuperado de: http://gasnam.es/wp-content/uploads/2016/02/Tabla_equivalencias_GASNAM_SEDIGAS.pdf

- González, A. (2000). *Inflorescencias*. Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema5/5_2inflor.htm
- González, J., Seijas, N. y Seijas P. (2013). *Efecto de la temperatura y luminosidad sobre la estabilidad de las betalaínas obtenidas de "betarraga"*. Universidad Nacional de Trujillo, 2, 2-4. Recuperado de <http://revistas.unitru.edu.pe/>
- GTM. (2016). *Cloruro de Sodio. Ficha de datos de seguridad*. Recuperada de <http://www.gtm.net/images/industrial/c/CLORURO%20DE%20SODIO.pdf>
- Guadrón, R., Guerrero, M., Cabrales, C. y Rosales, H. (2012). *Industrialización del proceso de obtención de tinte basado en Añil*. Escuela especializada en ingeniería ITCA-FEPADE. Recuperado de <https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2012-Industrializacion-del-proceso-de-obtencion-de-tinte.pdf>
- Guinama. (2014). *Levadura de cerveza. Ficha de datos de seguridad*. Recuperada de http://www.guinama.com/media/tecnico/93873_FDS%20Levadura%20de%20cerveza%20v01.pdf
- Huang, Z. (2016). *Industria textil y colorantes*. LinkedIn. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/industria-textil-y-colorantes-zoe-huang>
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centro América*. Recuperado de http://www.incap.int/index.php/es/publicaciones/doc_view/80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica
- Instituto Gemológico Español, (IGE). (s/f). *Matiz, tono y saturación del color*. Recuperado de <https://www.ige.org/gemologia/piedras-de-color/graduacion-piedra-color/sistema-color/matiz-tono-saturacion-del-color/>
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2004). *Número de fincas Censales, superficie cosechada, producción obtenida de cultivos anuales o temporales y viveros*. Recuperado de <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/01/16/gDIQ8yuwJXGHFb2yHVk4oMIOhYLBCtp5.pdf>
- Jaramillo, O. (2007). *Punto ebullición*. Recuperado de <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/Liquid3/node8.html>
- Kopper, M. (2012). *Mejoramiento del proceso de extracción del jugo de zanahoria en una empresa procesadora de frutas y vegetales mediante la implementación de un tratamiento enzimático optimizado*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2565/1/34511.pdf>

- Laboratorio nacional Argonne. (2010). *Valores de calentamiento más bajos y más altos de gas, líquido y combustible sólido*. Departamento de energía de los Estados Unidos. Recuperado de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YWLMiao-U18J:https://www.researchgate.net/profile/Giuma_Fellah2/post/What_are_the_properties_of_the_crude_oil_used_as_fuel_in_GE_gas_turbine/attachment/59d636edc49f478072ea483e/AS:273679991148558%401442261803109/download/Lower_and_Higher_Heating_Values_of_Gas_Liquid_and_Solid_Fuels.pdf+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=gt
- Londoño, R. (s/f). *Balances de masa y energía*. Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de <http://blog.utp.edu.co/balances/files/2015/02/LIBRO-BME2015-1.pdf>
- Mandujano, R. (2006). *Estudio Preliminar de los pigmentos presentes en cáscara de Pitaya (Stenocereus stellatus) de la región Mixteca*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperado de http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/9816.pdf
- Manufacturing Solutions Center. (s/f). *Colorfastness Testing*. Recuperado de <http://www.manufacturingsolutionscenter.org/colorfastness-testing.html>
- Marañón, V., Rizo de la Torre, L. y Chiu, R. (2011). *Caracterización de las propiedades ópticas de Betacianinas y Betaxantinas por espectroscopía Uv-Vis y barrido en Z*. Universidad de Guadalajara, 4, 113-120. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/sv/v24n4/v24n4a2.pdf>
- Martín, J., Pérez, D. y Orozco, M. (2007). *Evaluación de colorantes de origen vegetal y su aplicación en el tinturado de fibras naturales*. Universidad del Cauca, 2, 91-101. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6117949.pdf>
- Martínez, S., González J., Culebras, J. M., y Tuñón, M. (2002). *Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes*. Universidad de León, 6, 271-278. Recuperado de <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
- McCabe, W., Smith, J. y Harriot, P. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. (7ma ed.). México: McGraw-Hill
- Mejía, F (2015). *Aseguramiento de calidad textil*. Ciencias textiles. Recuperado de: <https://programadetextilizacion.blogspot.com/2017/05/capitulo-12a-aseguramiento-de-calidad.html>
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, MAGA. (2017). *Ficha de mercado, remolacha*. Recuperado de http://web.maga.gob.gt/diplan/download/informacion_del_sector/fichasdemercado/Remolacha%20de%20Primera%20Mayorista.pdf
- Molina, F. (2011). *Tintura de fibras celulósicas con colorantes reactivos. Área técnica textil*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/Nicolas1964/teido-de-algodn-con-colorantes-reactivos>

- Municipalidad de la Ciudad de Guatemala. (s/f). *Cálculo de consumo de agua*. Gobierno de Guatemala. Recuperado de <http://mu.muniguate.com/index.php/component/content/article/40-empagua/55-leercontador>
- Neri, K. (2005). *Valoración objetiva del pilling en tejidos de calada por análisis de imagen*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/923/681_2005_ESIT_MAESTRIA_karla_neri.pdf?sequence=1
- Orellana, L. (2015). *Extracción y caracterización de los pigmentos naturales presentes en beta vulgaris (remolacha) para la propuesta de una formulación cosmética y evaluación de su estabilidad fisicoquímica y microbiológica*. (Tesis de licenciatura inédita). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (s/f). *Realizando una buena selección de alimentos y preparación de comidas*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/019/i3261s/i3261s08.pdf>
- Paltán, G. y Ruchi, G. (2013). *Obtención del pigmento rojo (betacianina) a partir de la remolacha (Beta Vulgaris) y su aplicación en la elaboración de un refresco en la ciudad de riobamba Chimborazo*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/411/1/UNACH-EC-IAGRO-2013-0001.pdf>
- Logorapid, (s/f). *Tabla de colores Pantone*. Recuperado de: <https://www.logorapid.com/pantone>
- Paredes, P. (2002). *Análisis y obtención de colorante natural a partir de la Baccharis latifolia (chilca)*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/639>
- Parra, V. (2004). *Estudio comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fap259e/pdf/fap259e.pdf>
- Peñafiel, S. (2011). *Colorantes reactivos*. Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/4/capitulo4.pdf>
- Pérez, J. y Gardey, A. (2013). *Definición de exportación*. Recuperado de <https://definicion.de/exportacion/>
- Pérez, J. y Gardey, A. (2013). *Definición de importación*. Recuperado de <https://definicion.de/importacion/>
- Pérez, J. y Gardey, A. (2016). *Definición de absorbancia*. Recuperado de <https://definicion.de/absorbancia/>
- Pérez, J. y Gardey, A. (2016). *Definición de aditivo*. Recuperado de <https://definicion.de/aditivo/>

- Pérez, J. y Merino, M. (2015). *Definición de onda electromagnética*. Recuperado de <https://definicion.de/onda-electromagnetica/>
- Portales, R. (26 DE junio de 2014). *Teñido de algodón con colorantes reactivos*. [Mensaje de blog]. Recuperado de http://quimica-textil-fiq-unac.blogspot.com/2014/06/tenido-de-algodon-con-colorantes_26.html
- Portillo, G. (2016). *¿Qué es la presión atmosférica y cómo funciona?* Recuperado de <https://www.meteorologiaenred.com/presion-atmosferica.html>
- Real Academia Española. (RAE). (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=Rrl8oAZ>
- Real Academia Española. (RAE). (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=1nVJmXM>
- Real Academia Española. (RAE). (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=SrEA7mp>
- Real Academia Española. (RAE). (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=OWEvPFc>
- Real Academia Española. (RAE). (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=7CUEdL2>
- Real Academia Española. (RAE). (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=B7MbcqN|B7QOlcz|B7RFb89>
- Real Academia Española. (RAE). (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=VwxnN6O>
- Red textil argentina (s/f). *Clasificación de las fibras textiles*. Recuperado de <http://www.redtextilargentina.com/index.php/9-uncategorised/73-diseno-de-fibras>
- Ríos y Ríos, A. (2017). *Estudio del efecto en la modificación de temperatura, tiempo y concentración de colorantes en Tricomías, utilizando colorantes dispersos de alta energía, para la optimización del proceso de teñido en telas 100% poliéster*. (Tesis de licenciatura inédita). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Roa, Y. (2017). *Características de la remolacha con sus respectivos tipos*. Agronomaster. Recuperado de <http://agronomaster.com/caracteristicas-de-la-remolacha/>
- Rosales, L. (2009). *Extracción de las Antocianinas de la Col Lombarda y su uso como colorante alimenticio*. (Tesis de licenciatura inédita). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Sedlak, D. (s/f). *Documento/Manual de química*. Afirmgroup. Recuperado de <http://www.afirm-group.com/wp-content/uploads/2013/07/Apendice-F-Manual-de-Guia-Quimica.pdf>
- Society of Dyers and Colourists & AATCC. (2013). *Colour Index*. Recuperado de <https://colour-index.com/cicn-explained>

- Tabar, A., Acero, S., Arregui, C., Urdániz M., y Quirce, S. (2003). *Asma y alergia por el colorante carmín*. Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 2, 65-73. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s2/original8.pdf>
- Tejedor, A. (s/f). *La industria de los colorantes y pigmentos*. Universidad de Valladolid. Recuperado de: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-11.php>
- TOMRA (s/f). *Máquinas industriales de pelado de alimentos*. Recuperado de <https://www.tomra.com/es-es/sorting/food/peeling-equipment>
- Trujillo, S. y López, W. (2010). *Obtención de colorantes naturales a partir de cascara Allium Cepa (cebolla blanca y morada) y raíz de Beta Vulgaris (remolacha) para su aplicación en la industria textil*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://ri.ues.edu.sv/474/1/10136187.pdf>
- Tutivén, P. (s.f). *Los efectos de las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencia en la salud humana*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Recuperado de http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/fundacioCatedralberoamericana/index/assoc/tutiven_.dir/tutiven_lopez.pdf
- Universidad de Buenos Aires. (s/f). *Espectrofotometría*. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Recuperado de <http://virtual.ffyb.uba.ar/mod/book/view.php?id=67407&chapterid=1063>
- Universidad de Buenos Aires. (s/f). *Barridos espectrales*. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Recuperado de: <http://virtual.ffyb.uba.ar/mod/book/view.php?id=88081&chapterid=1886>
- Universidad Miguel Hernández de Elche. (s/f). *Transmitancia, Absorbancia y Ley de Lambert-Beer*. Departamento de Biología Aplicada. Recuperado de http://repositorio.innovacionumh.es/Proyectos/P_22CursoMateriales/Miguel_Angel_Sogorb/Wimba/Espectroscopia_05.htm
- Usca, J. (2011). *Evaluación del potencial nutritivo de mermelada elaborada a base de remolacha (Beta Vulgaris)*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1165/1/56T00265.pdf>
- Valldeperas, J., Lis, M. y Carrillo, F. (2009). *Evolución y fundamentos de los ensayos de solidez: Luz e intemperie*. Boletín Intexter (U.P.C). 135, 41-46. Recieéradp de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/13133/EVOLUCI%C3%93N%20Y%20FUNDAMENTOS%20DE%20LOS%20ENSAYOS%20DE%20SOLIDEZ,%20LUZ%20E_.pdf
- Vélez, Y. (2007). *Proceso para la obtención del pigmento Betanina por medio de la extracción del jugo de la remolacha y su aplicación posterior en alimentos*. (Tesis de licenciatura inédita). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

- Vergara, C. (2013). *Extracción y estabilización de betalaínas de tuna púrpura (opuntia ficus-indica) mediante tecnología de membranas y microencapsulación, como colorante alimentario*. (Tesis de doctorado). Recuperada de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114868/vergara_cc.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Worldmeteo. (2018). *El tiempo en la ciudad de Guatemala*. Recuperado de <https://www.worldmeteo.info/es/america-central/guatemala/guatemala-city/tiempo-100039/>
- Yanchapanta, D. (2010). *Obtención de un colorante natural la betalaína a partir de la remolacha (Beta Vulgaris) para su aplicación en alimentos y bebidas, sin que sus propiedades organolépticas (sabor y olor) afecten su utilidad*. (Tesis de licenciatura inédita). Recuperada de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/SBQ17%20Ref.3401.pdf>

IX. ANEXOS

ANEXO A

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

Glosario

Absorbancia: medida que refleja cómo se atenúa la radiación cuando atraviesa un elemento. La absorbancia puede expresarse mediante un logaritmo que surge a partir del vínculo entre la intensidad que sale y la intensidad que ingresa a la sustancia. (Pérez y Gardey, 2016)

Aditivo: se trata de la sustancia que se añade a otra para mejorarla o para conferirle propiedades que no tiene. (Pérez y Gardey, 2016)

Balance de energía: se puede entender un balance energético como una contabilidad del aporte y del consumo de energía en un sistema. (Londoño, s.f)

Balance de masa: secuencia de cálculos que permite llevar la cuenta de todas las sustancias que intervienen en un proceso de transformación, satisfaciendo la ley de la conservación de la masa, la cual establece que la materia se transforma pero no se crea ni se destruye. (Londoño, s.f)

Biomasa: es toda la materia orgánica, tanto de origen vegetal como animal, que puede aprovecharse con fines energéticos. (Calvo, 2012)

Calor específico: nombre utilizado para denotar la capacidad calorífica expresada con base en una unidad de masa. (Londoño, s.f)

Calor: es un mecanismo de intercambio de energía entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas. (Londoño, s.f)

Capacidad calorífica: cantidad de calor que se necesita para aumentar en un grado la temperatura de la unidad de masa de una sustancia. (Londoño, s.f)

Colorantes: son compuestos químicos de estructura compleja que pueden tener en su fórmula estructural determinados grupos, los cuales reaccionarán con grupos de la fórmula química de la fibra al momento de darse el proceso de tinción. (Paredes, 2002)

Exportación: es el conjunto de las mercancías o géneros que se exportan. (Pérez y Gardey, 2013)

Hidrólisis: la hidrólisis es una reacción de descomposición doble con agua como uno de los reactivos. (Díaz, s.f)

Importación: consiste en la acción de importar mercancías o cuestiones simbólicas de otra nación. (Pérez y Gardey, 2013)

Inflorescencia: son aquellos sistemas de ramas de los espermatófitos que están destinados a la formación de flores y se suelen encontrar más o menos claramente delimitados respecto al área vegetativa. (González, 2000)

Matiz: el matiz es la primera impresión del color básico de un objeto. (Instituto Gemológico Español (IGE), s.f)

Onda electromagnética: difusión de la radiación que vinculan campos magnéticos y eléctricos por medio del aire. Estas ondas no requieren de un soporte material para su expansión, lo que implica que pueden desplazarse en el vacío. (Pérez y Merino, 2015)

Parámetro: dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación. (RAE, 2017)

Pigmentos: son sustancias en su mayoría sólidas e insolubles. Usualmente se pueden encontrar como polvos y son aplicados a través de un medio líquido. (Ríos y Ríos, 2017)

Presión atmosférica: se define como la fuerza que ejerce el aire atmosférico sobre la superficie terrestre. (Portillo, 2016)

Punto de ebullición: temperatura en la cual la presión del vapor es lo bastante grande que se forman burbujas dentro del cuerpo de un líquido. La temperatura permanece constante hasta que todo el líquido se ha convertido a gas. (Jaramillo, 2007)

Solidez al color: la solidez al color es la resistencia que presenta la fibra teñida a variar o perder su color. (Paredes, 2002)

Temperatura: magnitud del estado térmico de un sistema y está relacionada con la energía cinética de las partículas (moleculares o atómicas) componentes del sistema. (Londoño, s.f)

Tono: es el grado de oscuridad o claridad de un color. (Instituto Gemológico Español (IGE), s.f)

Abreviaturas

atm: atmósfera

cm: centímetro

CO₂: dióxido de Carbono

Coguanor: Comisión Guatemalteca de Normas

°C: grados Centígrados

DOPA: dihidroxifenilalanina

EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

FD&C: Food Drugs & Cosmetic Dyes

°F: grados Fahrenheit

g: gramo

hr: hora

HTST: High Temperature Short Time

IVA: impuesto al Valor Agregado

K: grados Kelvin

Kcal: kilocaloría

Kg: kilogramo

kJ: kilo joule

KW_{hr}: kilovatio-hora

l: litro

m: metro

m³: metro cubico

mg: miligramo

min: minutos

ml: mililitro

mm: milímetro

mmHg: milímetro de mercurio.

nm: nanómetro

No: número

pH: potencial hidrógeno

ppm: partes por millón

Q: quetzal

s: segundo

sp: especie sin determinar

ST: sólidos totales

UHT: ultra High Temperature

UV: ultravioleta

ANEXO B

Reglamentación Guatemalteca de colorantes

Las normas Coguanor NGO 34 192 identifican y menciona a los colorantes en la sección 16 de Aditivos Alimentarios permitidos para consumo humano. Además, en la sección 4 en el numeral 4.6.11, se encuentran las definiciones de los aditivos, y definen al colorante como la sustancia que da color o intensifica el color de un producto. (Norma COGUANOR NGO 34 192, 1992, como se citó en Rosales, 2009)

Las especificaciones generales del uso de colorantes están contenidas en la sección 16.1 a la 16.3 de la norma. Dicha sección establece que los colorantes tienen que ser declarados en las etiquetas de los alimentos. Asimismo, en los numerales 16.3.1 al 16.3.32 se presentan los colorantes naturales permitidos en Guatemala. (Norma COGUANOR NGO 34 192, 1992, como se citó en Rosales, 2009)

Por una parte, en la sección 5.2.1 de la norma se presentan específicamente las normas para las prácticas correctas de fabricación. Por otra parte, en el numeral 5.2.1.1 se nombran los objetivos que debe cumplir un colorante, siendo los más importantes; conservar la calidad nutricional del alimento, conservación y estabilidad del alimento sin que éste altere su naturaleza, aumentar la calidad y tratamiento. (Norma COGUANOR NGO 34 192, 1992, como se citó en Rosales, 2009)

Por último, en los numerales 5.2.1.2 y 5.2.1.3 se señala que la cantidad del aditivo debe ser lo necesario para obtener el efecto deseado. Como también en el numeral 5.2.1.4 se dice que el aditivo debe cumplir las normas escritas en la sección 5.1. En esta sección se especifica que los aditivos deben cumplir con las normas COGUANOR establecidas o por otras reglamentaciones. (Norma COGUANOR NGO 34 192, 1992, como se citó en Rosales, 2009)

ANEXO C

Colour Index

Tabla No. 18 Principales categorías utilizadas para clasificar los colorantes en el Volumen 4 (1971) del Colour Index.

Nitroso	10000—10299	Indamine	49400—49699
Nitro	10300—10999	Indophenol	49700—49999
Monoazo	11000—19999	Azine	50000—50999
Disazo	20000—29999	Oxazine	51000—51999
Trisazo	30000—34999	Thiazine	52000—52999
Polyazo	35000—36999	Sulfur	53000—54999
Azoic	37000—39999	Lactone	55000—55999
Stilbene	40000—40799	Aminoketone	56000—56999
Carotenoid	40800—40999	Hydroxyketone	57000—57999
Diphenylmethane	41000—41999	Anthraquinone	58000—72999
Triarylmethane	42000—44999	Indigoid	73000—73999
Xanthene	45000—45999	Phthalocyanine	74000—74999
Acridine	46000—46999	Natural	75000—75999
Quinoline	47000—47999	Oxidation Bases	76000—76999
Methine	48000—48999	Inorganic Pigments	77000—77999
Thiazole	49000—49399		

Fuente: Society of Dyers and Colourists & AATCC. (2013)

Tabla No. 19 Ejemplo de grupos y subgrupos de colorantes del Colour Index.

CICNs	Main Chemical Classes	Sub-groups
10000-10299	Nitroso	
10300-10999	Nitro	
11000-19999	Monoazo	
20000-20999	Disazo	Synthetic type I
21000-25999	Disazo	Synthetic type II
26000-28999	Disazo	Synthetic type III
29000-29999	Disazo	Synthetic type IV
30000-31499	Trisazo	Synthetic type I
31500-33499	Trisazo	Synthetic type II
33500-33999	Trisazo	Synthetic type III
34000-34899	Trisazo	Synthetic type IV
34900-34999	Trisazo	Synthetic type V
35000-35999	Tetrakisazo	
36000-36999	Polyazo	
37000-39999	Azoic	

Fuente: Society of Dyers and Colourists & AATCC. (2013)

ANEXO D

Procedimiento realizado

Extracción del pigmento de la remolacha

Figura No.12 Selección de remolachas utilizadas para la extracción de colorante.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.13 Lavado de remolachas utilizadas para la extracción de colorante.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.14 Pesaje de remolachas utilizadas para la extracción de colorante.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.15 Pelado de remolachas para retirar la cáscara.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.16 Pesaje de remolachas sin cáscara.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.17 Desechos de cáscara de las remolachas



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.18 Corte de las remolachas en trozos pequeños.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.19 Extracción del colorante por medio del extractor de jugos.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.20 Toma de pH del colorante sin aditivos.



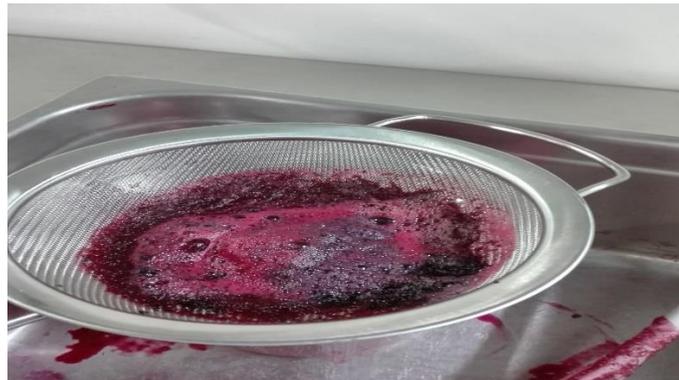
Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.21 Toma de pH del colorante con aditivos.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.22 Filtración del colorante para eliminar restos sólidos y espuma.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.23 Pasteurización del colorante.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.24 Fermentación del colorante.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.25 Filtración del colorante para eliminar biomasa resultante de la fermentación.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.26 Desechos de biomasa y sólidos retenidos en el proceso de filtración.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.27 Evaporación del colorante.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.28 Colorante obtenido del proceso de extracción.



Fuente: elaboración propia (2018).

Tinción de fibras naturales con colorante natural obtenido.

Figura No.29 Selección y corte de muestras de fibras naturales de algodón.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.30 Pesaje de muestras de fibras naturales de algodón.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.31 Colorante a utilizar para el proceso de tinción de las muestras de algodón.



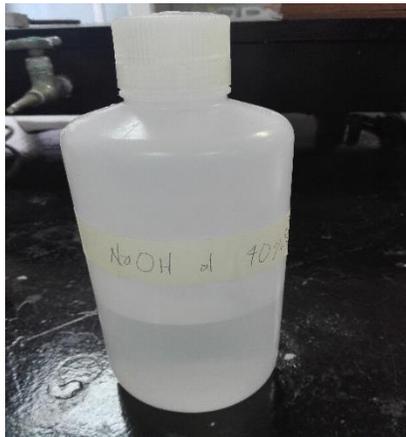
Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.32 Agitación y calentamiento del colorante.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.33 Auxiliares utilizados en el proceso de tinción de las muestras de algodón.



Hidroxido de Sodio al 40%



Cloruro de Sodio

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.34 Sumergimiento de muestras de algodón en el colorante natural.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.35 Enjuague y secado de muestras teñidas.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.36 Muestras obtenidas del proceso de tinción con el colorante natural extraído de la remolacha.



Fuente: elaboración propia (2018).

Tinción de fibras naturales con colorante sintético.

Figura No.37 Selección y corte de muestras de fibras naturales de algodón.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.38 Pesaje de muestras de fibras naturales de algodón.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.39 Colorante a utilizar para el proceso de tinción de las muestras de algodón.



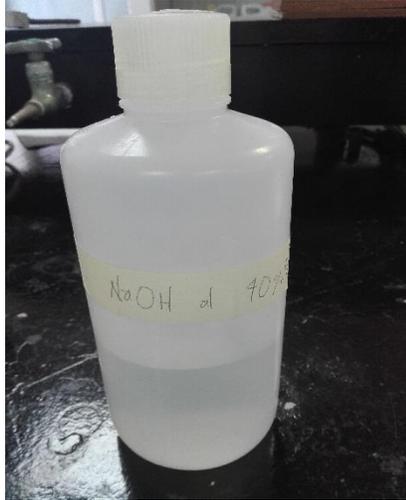
Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.40 Agitación y calentamiento del colorante.

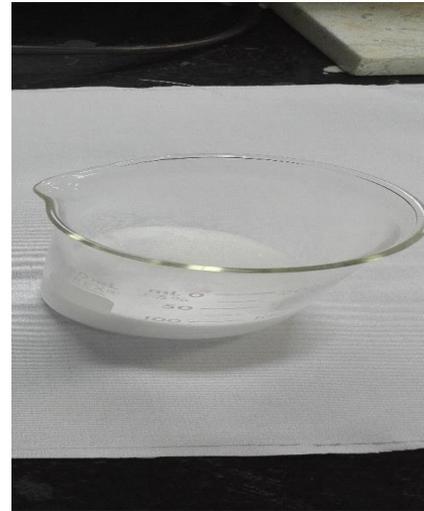


Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.41 Auxiliares utilizados en el proceso de tinción de las muestras de algodón.



Hidroxido de Sodio al 40%



Cloruro de Sodio

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.42 Sumergimiento de muestras de algodón en el colorante natural.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.43 Enjuague y secado de muestras teñidas.



Fuente: elaboración propia (2018).

Figura No.44 Muestras obtenidas del proceso de tinción con el colorante sintético.



Fuente: elaboración propia (2018).

Comparación de muestras teñidas con los colorantes.

Figura No.45 Comparación de muestras obtenidas del proceso de tinción con el colorante sintético y natural.



Fuente: elaboración propia (2018).

ANEXO E

Pasteurización

En el proceso de extracción del colorante se realizó una pasteurización HTST, calentando a una temperatura de 80°C por 15 segundos el jugo extraído.

Por medio de la siguiente expresión se realizó el balance de energía:

$$m_{\text{agua}} C_{p_{\text{agua}}} T = m_{\text{jugo}} C_{p_{\text{jugo}}} \Delta T$$

Donde:

m_{agua} = Masa de agua.

$C_{p_{\text{agua}}}$ = Calor específico del agua.

T = Temperatura

m_{jugo} = Masa de jugo de remolacha.

$C_{p_{\text{jugo}}}$ = Calor específico del jugo.

ΔT = Diferencia de temperatura.

De la expresión anterior, se asume un C_p de 3.81 kJ/kg(K) para el jugo de remolacha basado en el C_p del jugo de manzana y un C_p de 4.18 kJ/kg(K) según Çengel (2004).

Por lo tanto, el calor liberado del agua es igual al calor que absorbe el jugo de remolacha:

$$-q_{\text{agua}} = q_{\text{jugo}}$$

Entonces:

$$-m_{\text{agua}} \left(4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) (363.15 \text{K}) = (0.852 \text{kg}) \left(3.81 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) (298.15 \text{K} - 353.15 \text{K})$$

Se despeja la masa de agua:

$$m_{\text{agua}} = 0.1176 \text{ kg}$$

$$q = 178.51 \text{ kJ} \pm 0.07 \text{ kJ}$$

Se asumen 10% de pérdidas de calor en el proceso, dando como resultado un calor de:

$$q = 178.51 \text{ kJ} (1.10)$$

$$q = 196.36 \text{ kJ} \pm 0.07 \text{ kJ}$$

Evaporación

En la evaporación del colorante se utilizó como combustible gas natural. Debido a que el colorante poseía etanol producido durante la fermentación alcohólica, se calculó el calor específico del jugo fermentado de la siguiente forma: Composición del jugo fermentado: Etanol: 5%, sólidos presentes: 5% y agua: 90%.

Siendo los Cp de los compuestos anteriores: Cp del etanol: 2.46 kJ/kgK, Cp del Agua: 4.18 kJ/kgK y Cp de sólidos presentes, incluyendo el pigmento: 3.81 kJ/kgK. Se utilizó la siguiente expresión para calcular el Cp del jugo fermentado:

$$C_{p_{\text{Jugo fermentado}}} = 5\% \left(2.46 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) + 90\% \left(4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) + 5\% \left(3.81 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)$$

$$C_{p_{\text{Jugo fermentado}}} = 4.07 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Para calcular el calor latente del proceso se utilizó la siguiente expresión:

$$C_{\text{Latente}} = m_{\text{Jugo Fermentado}} C_{p_{\text{Jugo fermentado}}} \Delta T$$

Utilizando el calor latente de vaporización del etanol 838.3 kJ/kg según Çengel (2004) a 1 atm y asumiendo que se evaporaron alrededor de 4.05 g de etanol al tener 5% en volumen:

$$C_{\text{vaporización etanol}} = m_{\text{etanol}} \lambda_{\text{etanol}}$$

Según Çengel (2004) el calor latente de vaporización del agua es de: 2,257 kJ/kg:

$$C_{\text{vaporización agua}} = m_{\text{agua}} \lambda_{\text{agua}}$$

Siendo el balance total del proceso de evaporización:

$$m_{\text{Jugo}} C_{p_{\text{Jugo fermentado}}} \Delta T + m_{\text{etanol}} \lambda_{\text{etanol}} + m_{\text{agua}} \lambda_{\text{agua}} = m_{\text{gas}} \text{HHV}_{\text{gas}}$$

Donde:

m_{Jugo} = Masa del jugo fermentado.

$C_{p_{\text{Jugo fermentado}}}$ = Calor específico del jugo fermentado.

ΔT = Diferencia de temperatura.

m_{etanol} = masa de etanol

λ_{etanol} = Calor latente de vaporización del etanol.

m_{agua} = Masa de agua.

λ_{agua} = Calor latente de vaporización del agua.

m_{gas} = Masa del gas.

HHV_{gas} = Poder calorífico superior del combustible.

Sustituyendo valores se obtuvo:

$$(0.82821\text{kg}) \left(4.07 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) (346.15\text{k} - 298.15\text{k}) + (0.00405\text{kg}) \left(838.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) + (0.077\text{kg}) \left(2,257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) = m_{\text{gas}} \left(53,500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

$$m_{\text{gas}} = 0.00634\text{kg}$$

A partir de la densidad del gas natural de 0.737 kg/m^3 según Gasnam y Sedigas (s.f.), se determina el volumen de gas utilizado durante la evaporación:

$$V_{\text{gas}} = \frac{(0.00634\text{kg})}{\left(0.737 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$V_{\text{gas}} = 0.0086\text{m}^3 = 2.2725\text{gal}$$

Con un HHV del gas natural de 143.85 kJ/gal , se obtuvo un calor de:

$$q = 2.2725\text{gal} \left(143.85 \frac{\text{kJ}}{\text{gal}} \right)$$

$$q = 326.90\text{kJ}$$

Se asumieron un 10% de pérdidas:

$$q = 326.90\text{kJ}(1.10)$$

$$q = 359.59\text{kJ} \pm 0.07\text{kJ}$$

ANEXO F

Datos obtenidos

Tabla No. 20 Valores de masa obtenidos de la extracción de muestra 1.

Descripción	Masa
Masa inicial remolacha	1508 g \pm 1.0 g
Masa de remolacha lavada con cascara	1558 g \pm 1.0 g
Masa remolacha sin cascara	1318 g \pm 1.0 g
Masa desechos de cascara	240 g \pm 1.0 g
Masa de jugo extraído	902 g \pm 1.0 g
Masa de desechos (pulpa)	416 g \pm 1.0 g
Masa con aditivos	903.35 g \pm 0.01 g
Masa después de filtración	860 g \pm 1.0 g
Masa de desechos (espuma)	43.34 g \pm 0.01 g
Masa después de pasteurización	859 g \pm 1.0 g
Masa después de fermentación	897.87 g \pm 0.01 g
Masa después de filtración de biomasa	832.09 g \pm 0.01 g
Masa desechos (biomasa)	65.78 g \pm 0.01 g
Masa después de evaporación	753.72 g \pm 0.01 g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.21 Valores de masa de los aditivos utilizados en la extracción de muestra 1.

Descripción	Masa
Masa Ácido ascórbico	1.2168 g \pm 0.0001g
Masa EDTA	0.1353 g \pm 0.0001g
Masa levadura	5.0613 g \pm 0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.22 Valores del pH obtenidos durante la extracción de muestra 1.

Descripción	pH
pH sin aditivos	5.84 \pm 0.01 pH
pH con aditivos	5.02 \pm 0.01 pH

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.23 Valores de volumen obtenidos durante la extracción de muestra 1.

Descripción	Volumen
Volumen de jugo extraído	900 ml± 0.5 ml
Volumen después de filtrado	810 ml± 0.5 ml
Volumen después de pasteurización	809 ml± 0.5 ml
Volumen después de fermentación	798 ml± 0.5 ml
Volumen después de filtrado	788 ml± 0.5 ml
Volumen después de evaporación	750 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.24 Valores de masa obtenidos de la extracción de muestra 2.

Descripción	Masa
Masa inicial remolacha	1508 g±1.0 g
Masa de remolacha lavada con cascara	1562 g±1.0 g
Masa remolacha sin cascara	1302 g±1.0 g
Masa desechos de cascara	260 g±1.0 g
Masa de jugo extraído	896 g±1.0 g
Masa de desechos (pulpa)	406 g±1.0 g
Masa con aditivos	897.34 g± 0.01 g
Masa después de filtración	832 g ±1.0 g
Masa de desechos (espuma)	65.34 g± 0.01 g
Masa después de pasteurización	831 g±1.0 g
Masa después de fermentación	875.49 g± 0.01 g
Masa después de filtración de biomasa	814.66 g± 0.01 g
Masa desechos (biomasa)	60.83 g± 0.01 g
Masa después de evaporación	732.66 g± 0.01 g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 25 Valores de masa de los aditivos utilizados en la extracción de muestra 2.

Descripción	Masa
Masa Ácido ascórbico	1.2135 g±0.0001g
Masa EDTA	0.1312 g±0.0001g
Masa levadura	5.0410 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.26 Valores del pH obtenidos durante la extracción de muestra 2.

Descripción	pH
pH sin aditivos	5.96±0.01 pH
pH con aditivos	5.01±0.01 pH

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.27 Valores de volumen obtenidos durante la extracción de muestra 2.

Descripción	Volumen
Volumen de jugo extraído	850 ml ± 0.5 ml
Volumen después de filtrado	805 ml± 0.5 ml
Volumen después de pasteurización	804 ml± 0.5 ml
Volumen después de fermentación	790 ml± 0.5 ml
Volumen después de filtrado	782 ml± 0.5 ml
Volumen después de evaporación	730 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.28 Valores de masa obtenidos de la extracción de muestra 3.

Descripción	Masa
Masa inicial remolacha	1508 g±1.0 g
Masa de remolacha lavada con cascara	1564 g±1.0 g
Masa remolacha sin cascara	1356 g±1.0 g
Masa desechos de cascara	208 g±1.0 g
Masa de jugo extraído	918 g±1.0 g
Masa de desechos (pulpa)	438 g±1.0 g
Masa con aditivos	919.35 g± 0.01 g
Masa después de filtración	864 g ±1.0 g
Masa de desechos (espuma)	55.35 g± 0.01 g
Masa después de pasteurización	863 g±1.0 g
Masa después de fermentación	909 g±1.0 g
Masa después de filtración de biomasa	839.68 g± 0.01 g
Masa desechos (biomasa)	69.32 g± 0.01 g
Masa después de evaporación	756.84 g± 0.01 g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.29 Valores de masa de los aditivos utilizados en la extracción de muestra 3.

Descripción	Masa
Masa Ácido ascórbico	1.2102 g±0.0001g
Masa EDTA	0.1374 g±0.0001g
Masa levadura	5.0214 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.30 Valores del pH obtenidos durante la extracción de muestra 3.

Descripción	pH
pH sin aditivos	5.89±0.01 pH
pH con aditivos	5.03±0.01 pH

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No.31 Valores de volumen obtenidos durante la extracción de muestra 3.

Descripción	Volumen
Volumen de jugo extraído	910 ml± 0.5 ml
Volumen después de filtrado	815 ml± 0.5 ml
Volumen después de pasteurización	814 ml± 0.5 ml
Volumen después de fermentación	805 ml± 0.5 ml
Volumen después de filtrado	792 ml± 0.5 ml
Volumen después de evaporación	757 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 32 Valores de masa obtenidos de la tinción 1 con la muestra 1 de remolacha.

Descripción	Masa
Masa de tela sin colorante	20.8847 g±0.0001g
Masa de NaCl	227.6557 g±0.0001g
Masa de colorante líquido	500.0121 g±0.0001g
Masa de tela con colorante	45.3566 g±0.0001g
Masa de colorante transferido	24.4719 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 33 Valores de volumen obtenidos de la tinción 1 con la muestra 1 de remolacha.

Descripción	Volumen
Volumen de colorante líquido	500 ml± 0.5 ml
Volumen de NaOH	2 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 34 Valores de masa obtenidos de la tinción 2 de la muestra 1 de remolacha.

Descripción	Masa
Masa de tela sin colorante	20.5369 g±0.0001g
Masa de NaCl	227.4530 g±0.0001g
Masa de colorante líquido	500.7319 g±0.0001g
Masa de tela con colorante	47.6190 g±0.0001g
Masa de colorante transferido	27.0821 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 35 Valores de volumen obtenidos de la tinción 2 de la muestra 1 de remolacha.

Descripción	Volumen
Volumen de colorante líquido	500 ml ± 0.5 ml
Volumen de NaOH	2 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 36 Valores de masa obtenidos de la tinción 1 con la muestra 2 de remolacha.

Descripción	Masa
Masa de tela sin colorante	20.1071 g±0.0001g
Masa de NaCl	227.9631 g±0.0001g
Masa de colorante líquido	500.6255 g±0.0001g
Masa de tela con colorante	46.9510 g±0.0001g
Masa de colorante transferido	26.8439 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 37 Valores de volumen obtenidos de la tinción 1 con la muestra 2 de remolacha.

Descripción	Volumen
Volumen de colorante líquido	500 ml ± 0.5 ml
Volumen de NaOH	2 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 38 Valores de masa obtenidos de la tinción 2 de la muestra 2 de remolacha.

Descripción	Masa
Masa de tela sin colorante	20.9102 g±0.0001g
Masa de NaCl	227.0145 g±0.0001g
Masa de colorante líquido	500.2510 g±0.0001g
Masa de tela con colorante	45.9289 g±0.0001g
Masa de colorante transferido	25.0187 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 39 Valores de volumen obtenidos de la tinción 2 de la muestra 2 de remolacha.

Descripción	Volumen
Volumen de colorante líquido	500 ml ± 0.5 ml
Volumen de NaOH	2 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 40 Valores de masa obtenidos de la tinción 1 con la muestra 3 de remolacha.

Descripción	Masa
Masa de tela sin colorante	20.6598 g±0.0001g
Masa de NaCl	227.2530 g±0.0001g
Masa de colorante líquido	500.1217 g±0.0001g
Masa de tela con colorante	46.2896 g±0.0001g
Masa de colorante transferido	25.6298 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 41 Valores de volumen obtenidos de la tinción 1 con la muestra 3 de remolacha.

Descripción	Volumen
Volumen de colorante líquido	500 ml± 0.5 ml
Volumen de NaOH	2 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 42 Valores de masa obtenidos de la tinción 2 de la muestra 3 de remolacha.

Descripción	Masa
Masa de tela sin colorante	20.5214 g±0.0001g
Masa de NaCl	227.1168 g±0.0001g
Masa de colorante líquido	500.2710 g±0.0001g
Masa de tela con colorante	44.3070 g±0.0001g
Masa de colorante transferido	23.7856 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 43 Valores de volumen obtenidos de la tinción 2 de la muestra 3 de remolacha.

Descripción	Volumen
Volumen de colorante líquido	500 ml ± 0.5 ml
Volumen de NaOH	2 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 44 Valores de masa obtenidos de la tinción 1 con colorante sintético.

Descripción	Masa
Masa de tela sin colorante	20.6940 g±0.0001g
Masa de colorante sólido	50.0516 g±0.0001g
Masa de agua utilizada	450.1452 g±0.0001g
Masa de NaCl	227.6557 g±0.0001g
Masa de colorante líquido	500.1968 g±0.0001g
Masa de tela con colorante	41.7814 g±0.0001g
Masa de colorante transferido	21.0874 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 45 Valores de volumen obtenidos de la tinción 1 con colorante sintético.

Descripción	Volumen
Volumen de colorante líquido	500 ml± 0.5 ml
Volumen de NaOH	2 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 46 Valores de masa obtenidos de la tinción 2 con colorante sintético.

Descripción	Masa
Masa de tela sin colorante	20.3510 g±0.0001g
Masa de colorante sólido	50.0433 g±0.0001g
Masa de agua utilizada	450.1871 g±0.0001g
Masa de NaCl	227.2410 g±0.0001g
Masa de colorante líquido	500.2304 g±0.0001g
Masa de tela con colorante	43.9172 g±0.0001g
Masa de colorante transferido	23.5668 g±0.0001g

Fuente: elaboración propia (2018).

Tabla No. 47 Valores de volumen obtenidos de la tinción 2 con colorante sintético.

Descripción	Volumen
Volumen de colorante líquido	500 ml± 0.5 ml
Volumen de NaOH	2 ml± 0.5 ml

Fuente: elaboración propia (2018).

ANEXO G

Hoja de seguridad del Ácido Ascórbico



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACIDO ASCORBICO

1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa	
1.1	Identificación de la sustancia o del preparado Denominación: Acido Ascórbico.
1.2	Uso de la sustancia o preparado: Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.
1.3	Identificación de la sociedad o empresa: CONTROL TÉCNICO Y REPRESENTACIONES, S.A. DE C.V. Av. Lincoln No. 3410 Pte. Col. Mitras Norte www.ctr.com.mx Tels. (81) 8158 0600, 8158 0628, 8158 0633 e-mail : ctrscientific@infosel.net.mx Apdo. Postal 044-C Monterrey N.L. C.P. 64320, México
2. Identificación de los peligros	
2.1	Sustancia no peligrosa según Reglamento.
3. Composición/Información de los componentes	
3.1	Denominación: Acido L(+)-Ascórbico Fórmula: $C_6H_8O_6$ M.=176,13
4. Primeros auxilios	
4.1	Indicaciones generales: En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
4.2	Inhalación: Ir al aire fresco.
4.3	Contacto con la piel: Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.
4.4	Ojos: Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos.
4.5	Ingestión: Por ingestión de grandes cantidades: En caso de malestar, pedir atención médica.
5. Medidas de lucha contra incendio	
5.1	Medios de extinción adecuados: Agua. Dióxido de carbono (CO_2). Espuma. Polvo seco.
5.2	Medios de extinción que NO deben utilizarse: -----

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
ACIDO ASCORBICO**

5.3	Riesgos especiales: Combustible.
5.4	Equipos de protección: -----
6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental	
6.1	Precauciones individuales: No inhalar el polvo.
6.2	Precauciones para la protección del medio ambiente: -----
6.3	Métodos de recogida/limpieza: Recoger en seco y depositar en contenedores de residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante.
7. Manipulación y almacenamiento	
7.1	Manipulación: Sin indicaciones particulares.
7.2	Almacenamiento: Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. Protegido de la luz. Temperatura ambiente.
8. Controles de exposición/protección personal	
8.1	Medidas técnicas de protección: -----
8.2	Control límite de exposición: -----
8.3	Protección respiratoria: En caso de formarse polvo, usar equipo respiratorio adecuado.
8.4	Protección de las manos: Usar guantes apropiados
8.5	Protección de los ojos: -----
8.6	Medidas de higiene particulares: Quitarse las ropas contaminadas. Lavarse las manos antes de las pausas y al finalizar el trabajo.
8.7	Controles de la exposición del medio ambiente: Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACIDO ASCORBICO

	<p>ambiente. El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.</p>
9. Propiedades físicas y químicas	<p>Aspecto: Sólido blanco. Olor: Inodoro. pH X2,2 (50g/l Punto de fusión : 192°C Solubilidad: 333 g/l en agua a 20°C</p>
10. Estabilidad y reactividad	<p>10.1 Condiciones que deben evitarse: Temperaturas elevadas.</p> <p>10.2 Materias que deben evitarse: -----</p> <p>10.3 Productos de descomposición peligrosos: -----</p> <p>10.4 Información complementaria: Sensible a la luz. La exposición al aire favorece la descomposición.</p>
11. Información toxicológica	<p>11.1 Toxicidad aguda: DL₅₀ oral rata: 11900 mg/kg DL₅₀ oral ratón: 3367 mg/kg DL₅₀ intraperitoneal ratón: 643 mg/kg Toxicidad subaguda a crónica: No cancerígeno en ensayos sobre animales.</p> <p>11.2 Efectos peligrosos para la salud: Por contacto ocular: irritaciones. No son de esperar características peligrosas. Observar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos.</p>
12. Información Ecológica	<p>12.1 Movilidad :</p>

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
ACIDO ASCORBICO**

<p>12.2</p>	<p>----- Ecotoxicidad : 12.2.1 - Test EC₅₀ (mg/l) : Peces (Leuciscus Idus) = 33000 mg/l. 12.2.2 - Medio receptor : Riesgo para el medio acuático = ---- Riesgo para el medio terrestre = ---- 12.2.3 - Observaciones : -----</p>
<p>12.3</p>	<p>Degradabilidad : 12.3.1 - Test : DBO₅ = 0,44 g/g 12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica : DBO₅/DQO Biodegradabilidad = ----- 12.3.3 - Degradación abiótica según pH : ----- 12.3.4 - Observaciones : -----</p>
<p>12.4</p>	<p>Acumulación : 12.4.1 - Test : ----- 12.4.2 - Bioacumulación : Riesgo = ----- 12.4.3 - Observaciones : -----</p>
<p>12.5</p>	<p>Otros posibles efectos sobre el medio natural : No deben esperarse interferencias en depuradoras si se usa adecuadamente. Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no cabe esperar problemas ecológicos.</p>
<p>13. Consideraciones sobre la eliminación</p>	
<p>13.1</p>	<p>Sustancia o preparado: En América no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.</p>
<p>13.2</p>	<p>Envases contaminados: Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.</p>
<p>14. Información relativa al transporte</p>	



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
ACIDO ASCORBICO

14.1 -----
15. Información reglamentaria
15.1 Etiquetado -----
16. Otra información

Grados de NFPA: Salud: 1 Inflamabilidad: 1 Reactividad: 0

Renuncia:

 CTR Scientific proporciona la información contenida aquí de buena fe, sin embargo, no hace ninguna representación en cuanto a su integridad o exactitud. Es intención que se utilice este documento sólo como una guía para el manejo del material con la precaución apropiada, por una persona adecuadamente capacitada en el uso de este producto. Los individuos que reciban la información deben ejercer su juicio independiente al determinar la conveniencia del producto para un uso particular. CTR SCIENTIFIC, NO GESTIONA O DA GARANTÍA ALGUNA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUYENDO SIN LIMITACIÓN CUALQUIER GARANTÍA DE COMERCIALIZABILIDAD, O CONVENIENCIA PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR, CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN EXPUESTA EN EL PRESENTE DOCUMENTO O DEL PRODUCTO AL QUE SE REFIERE LA INFORMACIÓN. POR CONSIGUIENTE, CTR SCIENTIFIC, NO SERÁ RESPONSABLE DE DAÑOS QUE RESULTEN DEL USO O CONFIANZA QUE SE TENGA EN ESTA INFORMACIÓN.

Hoja de seguridad del EDTA



FICHA DE SEGURIDAD

E.D.T.A.

DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA

- 1.- **Nombre Comercial:** E.D.T.A. Acida
2.- **Nombre Químico:** Acido Tetracetico Etilen Diamina
3.- **Peso Molecular:** 292,12
4.- **Familia Química:** No disponible
5.- **Sinónimos:** Edatamil, Acido Edetico, Endrate, Acido Tetrino
6.- **Otros datos:**
 Formula: $((\text{HOCOCH}_2)_2\text{NCH}_2)_2$

COMPONENTES RIESGOSOS

- 1.- **% y nombre de los componentes:** >99% EDTA
- 2.- **Cancerígenos o Teratogénicos:** No disponible
3.- **Limite permisible de concentración:** No disponible
4.- **IPVS ppm:** LD50=30mg/kg (Oral Ratón)
5.- **Grado de riesgo:**
 Salud: Ligera
 Inflamabilidad: Ligera
 Reactividad: Ninguna

PROPIEDADES FÍSICAS

- 1.- **Temperatura de fusión, °C:** 220 °C
2.- **Temperatura de ebullición, °C:** 247 °C
3.- **Presión de vapor, mm Hg a 20°C:** Insignificante
4.- **Densidad relativa:** 0,86 a 20 °C
5.- **Densidad de vapor (aire=1):** No se dispone de información
6.- **Solubilidad en agua, g/ml:** 0.5 g/L a 25 °C
7.- **Reactividad en agua:** Ninguna
8.- **Estado físico, color y olor:** Polvo blanco cristalino, sin olor
9.- **Velocidad de evaporación (butil acetato=1):** Insignificante
10.- **Punto de inflamación:** No combustible
11.- **Temperatura de autoignición (°C):** No aplica
12.- **Volatilidad, %:** No se dispone de información
13.- **Limites de inflamabilidad (%):** No aplica

RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN

- 1.- **Medio de extinción:** Este material no se enciende, usar el extintor adecuado para el incendio circundante.
Niebla de agua: fuegos grandes y pequeños
Espuma: fuegos grandes y pequeños
Halón: fuegos grandes y pequeños
CO₂: fuegos grandes y pequeños
Polvo químico seco: fuegos grandes y pequeños
- 2.- **Equipo especial de protección (general) para combate de incendio:**
Mascarilla con suministro de oxígeno y ropa protectora para prevenir contacto con la piel y ojos.
- 3.- **Procedimiento especial de combate de incendio:**
No combatir con chorro de agua directamente, no introducir agua a los contenedores usar agua en forma de rocío para enfriar los contenedores
- 4.- **Condiciones que conducen a un peligro de fuego y explosión no usuales:**
Ninguno reportado
- 5.- **Productos de la combustión:**
No se dispone de información

DATOS DE REACTIVIDAD

- 1.- **Sustancia:** Estable
- 2.- **Condiciones a evitar:** Materiales incompatibles
- 3.- **Incompatibilidad (sustancias a evitar):** Agentes oxidantes fuertes, Bases fuertes, Cobre y Aluminio
- 4.- **Descomposición de componentes peligrosos:** Óxidos nitrosos (NO_x), Óxidos de carbono (CO y CO₂)
- 5.- **Polimerización peligrosa:** No puede ocurrir
- 6.- **Condiciones a evitar:** No se dispone de información

RIESGOS PARA LA SALUD

VÍAS DE ENTRADA	SÍNTOMAS DEL LESIONADO	PRIMEROS AUXILIOS
Ingestión accidental	Puede causar irritación en el tracto digestivo puede causar reacción alérgica	De a beber inmediatamente agua o leche. Nunca de nada por la boca a una persona que se encuentre inconsciente. Solicitar asistencia medica de inmediato.
Contacto con los ojos	Puede provocar Irritación en los ojos	Lavar suavemente con agua corriente durante 15 min abriendo ocasionalmente los párpados. Solicitar atención médica de inmediato.
Contacto con la piel	Puede provocar irritación de la piel.	Lavar con agua corriente durante 15 min. Al mismo tiempo quitarse la ropa contaminada y calzado. Solicite atención medica
Absorción	Ninguno identificado	No se dispone de información
Inhalación	Puede causar Irritación en las vías tracto respiratorias.	Traslade a un lugar con ventilación adecuada, Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Solicite atención médica de inmediato.
Sustancia química considerada como cancerígena: No		

INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES

Aislar el área de peligro (acordonar el área)

Para la disposición del material realizar el siguiente procedimiento:

Use equipo de protección personal; con una pala limpia (plástico), coloque cuidadosamente el material dentro de un recipiente limpio (cubierta de plástico y/o bolsa de polietileno), seco y cubra; retire del área. Lave el área del derrame con agua, pero evitando que esta agua de lavado escurra contener para evitar la introducción a las vías fluviales, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas.

Solicitar asistencia para su disposición.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

1.- Especificar tipo:

Utilizar Guantes de Látex, Lentes de seguridad, Pechera, camisa manga larga, Mascarillas con cartuchos para vapores ácidos y polvos aprobados por OSHA en 29 CFR 1010.134

2.- Prácticas de higiene:

Después de estar en contacto con este producto lavar con agua y jabón todo su equipo de seguridad.

Bañarse y lavar su uniforme para evitar que este contaminada con residuos del producto.

INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN:

Material clasificado como: No regulado

Riesgo secundario: No regulado

Envase y embalaje: Grupo

NFPA: Salud (1), Inflamabilidad (1), Reactividad (0), Indic. Especial (Ninguna)

Pictogramas: ninguno

PRECAUCIONES ESPECIALES

1.- De manejo y almacenamiento:

En lugar de almacenamiento debe estar ventilado.

Se debe almacenar y/o transportar por compatibilidad.

Estar debidamente etiquetado (Adherido, sin ralladuras e información clara)

Tener el color de almacenaje (Verde)

Indicaciones de primeros auxilios

2.- Otras:

Residuos del producto pueden permanecer en el recipiente "vacío". Para el manejo de los recipientes vacíos y residuos se deben de tomar las mismas precauciones que en el manejo del producto.

Limpiar antes de volver a usar o alterar el contenido de un envase. (Usar solo en el mismo producto)

NOTA: La información dada aquí está basada en conocimiento y experiencia. El propósito de este manual es para describir los productos en términos para sus requisitos de seguridad. Los datos no significan ninguna garantía con respecto a los productos de los propietarios.

Hoja de seguridad del Cloruro de Sodio



CLORURO DE SODIO
FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD
Revisión: Agosto de 2016 – Versión: 4

SECCIÓN 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto: CLORURO DE SODIO

1.2 Usos pertinentes identificados y usos desaconsejados

Recomendaciones de Uso: Reactivo de laboratorio

1.3 Datos del proveedor de la Ficha de Datos de Seguridad

GTM México	Boulevard Benito Juárez #75 Col. San Mateo Cuauhtepac, Tultitlán, Estado de México CP 54948.
Transmerquim de Guatemala S. A.	Km 26.4 carretera al Pacifico, Amatitlán, Guatemala
GTM El Salvador S. A.	Km 7 ½, Antigua Carretera Panamericana, Soyapango San Salvador
Grupo Transmerquim S. A. de C.V. (Honduras)	Bo. La Guardia, 33 calle, 2da Ave. Frente al IHCAFE, SO. San Pedro Sula, Honduras.
Transmerquim de Nicaragua S. A.	Cuesta del plomo, 800mts, Managua
GTM Costa Rica	Del servicentro Cristo Rey en Ochomogo de Cartago, 800 mts hacia el este. Costa Rica
GTM Panamá	Los Andes No.1, San Miguelito. Panamá, Panamá.
GTM Colombia S. A.	Carrera 46 No 91-7 Bogotá, Colombia.
Transmerquim del Perú S. A.	Av. Rep. de Panama 3535 Oficina 502 San Isidro. Perú
GTM Ecuador	Av. De los Shyris N32-218 y Eloy Alfaro, Ed. Parque Central, Of. 1207
GTM Argentina	Encarnación Ezcurra 365 – Piso 4 – Oficina C Puerto Madero, C.A.B.A – C1107CLA – Argentina
GTM do Brasil	Praia de Botafogo nº 228 / sala 610, Ala B, Botafogo. CEP 22250-040 Rio de Janeiro RJ Brasil

1.4 Teléfono de emergencias

México :	+52 55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00
Guatemala:	+502 6628 5858
El Salvador:	+503 2251 7700
Honduras:	+504 2564 5454
Nicaragua:	+505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395
Costa Rica:	+506 2537 0010 – Emergencias 911. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028
Panamá:	+507 512 6182 – Emergencias 911
Colombia:	+018000 916012 – Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)
Perú:	+511 614 65 00
Ecuador:	+593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1
Argentina:	+54 11 4611 2007 – 0800 222 2933
Brasil:	+55 21 3591 1868

SECCIÓN 2 – IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

CLASIFICACIÓN según el Sistema Globalmente Armonizado

Este producto no cumple los criterios para clasificarse en una clase de peligro con arreglo a la Resolución 801/2015 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, dependiente del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Sin embargo, se facilitará una ficha de datos de seguridad a pedido.

2.2 Elementos de la etiqueta**Pictograma:** NINGUNO**Palabra de advertencia:** SIN PALABRA DE ADVERTENCIA**2.3 Otros peligros**

Ninguno.

SECCIÓN 3 - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES**3.1 Sustancia**

Cloruro de sodio (CAS 7647-14-5): > 99% (base seca) - Not classified

3.2 Mezcla

No aplica.

SECCIÓN 4 - PRIMEROS AUXILIOS**4.1 Descripción de los primeros auxilios**

Medidas generales:	Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la ficha de seguridad.
Inhalación:	Traslade a la víctima y procurele aire limpio. Manténgala en calma. Si no respira, suminístrele respiración artificial. Si presenta dificultad respiratoria, suminístrele oxígeno. Llame al médico.
Contacto con la piel:	Lávese inmediatamente después del contacto con abundante agua, durante al menos 20 minutos. Quítese la ropa contaminada y lávela antes de reusar.
Contacto con los ojos:	Enjuague inmediatamente los ojos con agua durante al menos 20 minutos, y mantenga abiertos los párpados para garantizar que se aclara todo el ojo y los tejidos del párpado. Enjuagar los ojos en cuestión de segundos es esencial para lograr la máxima eficacia. Si tiene lentes de contacto, quítelas después de los primeros 5 minutos y luego continúe enjuagándose los ojos. Consultar al médico.
Ingestión:	NO INDUZCA EL VÓMITO. Enjuague la boca, y dé de beber agua. Nunca suministre nada oralmente a una persona inconsciente. Llame al médico. Si el vómito ocurre espontáneamente, coloque a la víctima de costado para reducir el riesgo de aspiración.

4.2 Principales síntomas y efectos, tanto agudos como retardados

Inhalación: La inhalación de partículas finas puede causar irritación leve de las membranas mucosas, nariz y garganta. Los síntomas pueden incluir tos, sed y sequedad en la garganta.

Contacto con la piel: Puede causar irritación leve.

Contacto con los ojos: Puede causar irritación.

Ingestión: La ingestión de grandes cantidades puede causar irritación gastrointestinal, neuseas, vómitos y diarrea. La exposición constante puede causar deshidratación y congestión de los órganos internos.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.

Nota al médico: Tratamiento sintomático. Para más información, consulte a un Centro de Intoxicaciones.

SECCIÓN 5 - MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

5.1 Medios de extinción

Usar polvo químico seco, espuma, arena o CO₂. Utilizar el producto acorde a los materiales de los alrededores. NO USAR chorros de agua directos.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o mezcla

El producto y sus embalajes que arden en espacios cerrados por períodos largos puede producir cantidades de monóxido de carbono que llegan al límite inferior de explosividad (monóxido de carbono LEL = 12,5% en el aire).

Bajo ciertas condiciones, cualquier polvo en el aire puede ser un riesgo de explosión.

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

5.3.1 Instrucciones para extinción de incendio:

Rocíe con agua los embalajes para evitar la ignición si fueron expuestos a calor excesivo o al fuego. Retire los embalajes si aun no fueron alcanzados por las llamas, y puede hacerlo sin riesgo.

Enfríe los embalajes con agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido, removiendo los restos hasta eliminar los rescoldos.

Prevenga que el agua utilizada para el control de incendios o la dilución ingrese a cursos de agua, drenajes o manantiales.

5.3.2 Protección durante la extinción de incendios:

Utilice equipo autónomo de respiración. La ropa de protección estructural de bomberos provee protección limitada en situaciones de incendio ÚNICAMENTE; puede no ser efectiva en situaciones de derrames.

5.3.3 Productos de descomposición peligrosos en caso de incendio:

En caso de incendio puede desprender humos y gases irritantes y/o tóxicos, como óxidos metálicos y otras sustancias derivadas de la combustión incompleta.

SECCIÓN 6 - MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

6.1.1 Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada.

6.1.2 Para el personal de emergencias

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada. Usar equipo de respiración autónoma y de protección dérmica y ocular. Usar guantes protectores impermeables. Ventilar inmediatamente, evitando la generación de nubes de polvo. No permitir la reutilización del producto derramado.

Tener en cuenta la información y recomendaciones de las secciones 5 y 7. Utilizar el equipo de protección recomendado en el punto 8.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Contenga el sólido y cúbralo para evitar su dispersión al ambiente. Prevenga que el producto llegue a cursos de agua.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger el producto con pala y colocarlo en un recipiente apropiado. Barrer o aspirar evitando la dispersión del polvo. Puede ser necesario humedecerlo ligeramente. Limpiar o lavar completamente la zona contaminada. Disponer el agua y el residuo recogido en envases señalizados para su eliminación como residuo químico.

SECCIÓN 7 – MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Prohibido comer, beber o fumar durante su manipulación. Evitar contacto con ojos, piel y ropa. Lavarse los brazos, manos, y uñas después de manejar este producto. El uso de guantes es recomendado. Facilitar el acceso a duchas de seguridad y lavaojos de emergencias.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Condiciones de almacenamiento:	Almacenar en un área limpia, seca y bien ventilada. Proteger del sol. Mantener los recipientes cerrados.
Materiales de envasado:	el suministrado por el fabricante.
Productos incompatibles:	Agentes oxidantes fuertes, ácidos y bases.

SECCIÓN 8 – CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL**8.1 Parámetros de control**

CMP (Res. MTESS 295/03):	N/D
CMP-CPT (Res. MTESS 295/03):	N/D
CMP-C (Res. MTESS 295/03):	N/D
TLV-TWA (ACGIH):	N/D
TLV-STEL (ACGIH):	N/D
PEL (OSHA 29 CFR 1910.1000):	N/D
IDLH (NIOSH):	N/D
PNEC (agua):	N/D
PNEC (mar):	N/D
PNEC-STP:	N/D

8.2 Controles de exposición**8.2.1 Controles técnicos apropiados**

Mantener ventilado el lugar de trabajo. La ventilación normal para operaciones habituales de manufacturas es generalmente adecuada. Campanas locales deben ser usadas durante operaciones que produzcan o liberen grandes cantidades de producto. En áreas bajas o confinadas debe proveerse ventilación mecánica. Disponer de duchas y estaciones lavaojos.

8.2.2 Equipos de protección personal

Protección de los ojos y la cara:	Se deben usar gafas de seguridad, a prueba de salpicaduras de productos químicos (que cumplan con la EN 166).
Protección de la piel:	Al manipular este producto se deben usar guantes protectores impermeables de PVC o nitrilo (que cumplan con las normas IRAM 3607-3608-3609 y EN 374), ropa de trabajo y zapatos de seguridad resistentes a productos químicos.
Protección respiratoria:	En los casos necesarios, utilizar protección respiratoria para polvo (P2). Debe prestarse especial atención a los niveles de oxígeno presentes en el aire. Si ocurren grandes liberaciones, utilizar equipo de respiración autónomo (SCBA).

SECCIÓN 9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

Estado físico:	Sólido cristalino
Color:	Blanco.

Olor:	Inodoro.
Umbral olfativo:	N/D
pH:	6,7 - 7,3 (solución acuosa)
Punto de fusión / de congelación:	801°C (1473°F)
Punto / intervalo de ebullición:	1465°C (2669°F)
Tasa de evaporación:	N/D
Inflamabilidad:	El producto no es inflamable ni combustible.
Punto de inflamación:	N/D
Límites de inflamabilidad:	N/D
Presión de vapor (20°C):	N/D
Densidad de vapor (aire=1):	N/D
Densidad (20°C):	2,165 g/cm ³
Solubilidad (20°C):	36 g / 100 ml, en agua. Soluble en glicerol; muy poco soluble en alcohol.
Coef. de reparto (logK _{ow}):	N/D
Temperatura de autoignición:	N/D
Temperatura de descomposición:	N/D
Viscosidad cinemática (cSt a 20°C):	N/D
Constante de Henry (20°C):	N/D
Log Koc:	N/D
Propiedades explosivas:	No explosivo. De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: en la molécula no hay grupos químicos asociados a propiedades explosivas.
Propiedades comburentes:	De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: la sustancia, por su estructura química, no puede reaccionar de forma exotérmica con materias combustibles.

9.2 Información adicional

Otras propiedades: Índice de refracción: 1,5442

SECCIÓN 10 – ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1 Reactividad

No se espera que se produzcan reacciones o descomposiciones del producto en condiciones normales de almacenamiento. No contiene peróxidos orgánicos. No reacciona con el agua.

10.2 Estabilidad química

No provoca reacciones peligrosas si se manipula y se almacena con arreglo a las normas. Almacenado a temperaturas ambiente normales (de -40°C a +40°C), el producto es estable y no requiere estabilizantes.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

El material no desarrollará polimerización peligrosa.

10.4 Condiciones que deben evitarse

Evitar altas temperaturas y humedad.

10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes, ácidos y bases.

10.6 Productos de descomposición peligrosos

En caso de calentamiento puede desprender vapores irritantes y tóxicos. En caso de incendio, ver la Sección 5.

SECCIÓN 11 – INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**11.1 Información sobre los efectos toxicológicos**

Toxicidad aguda:	ETA-DL50 oral (rata, calc.): > 2000 mg/kg ETA-DL50 der (conejo, calc.): > 2000 mg/kg ETA-CL50 inh. (rata, 4hs., calc.): > 5 mg/l
Irritación o corrosión cutáneas:	Irritación dérmica (conejo, estim.): no irritante
Lesiones o irritación ocular graves:	Irritación ocular (conejo, estim.): no irritante
Sensibilización respiratoria o cutánea:	Sensibilidad cutánea (cobayo, estim.): no sensibilizante Sensibilidad respiratoria (cobayo, estim.): no sensibilizante

Mutagenicidad, Carcinogenicidad y toxicidad para la reproducción:

No se dispone de información sobre ningún componente de este producto, que presente niveles mayores o iguales que 0,1%, como carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la IARC (Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos).

En pruebas de laboratorio, una sola inyección subcutánea de cloruro de sodio a ratonas preñadas en dosis de 2500 mg/Kg ocasionó muerte y deformaciones fetales.

En pruebas de laboratorio, ratonas que recibieron una solución de NaCl al 2% en vez de agua potable durante la preñez, dieron descendientes hipertensos al llegar a adultos.

Efectos agudos y retardados:

Vías de exposición: Inhalatoria, contacto dérmico y ocular.

Inhalación: La inhalación de partículas finas puede causar irritación leve de las membranas mucosas, nariz y garganta. Los síntomas pueden incluir tos, sed y sequedad en la garganta.

Contacto con la piel: Puede causar irritación leve.

Contacto con los ojos: Puede causar irritación.

Ingestión: La ingestión de grandes cantidades puede causar irritación gastrointestinal, neuseas, vómitos y diarrea. La exposición constante puede causar deshidratación y congestión de los órganos internos.

SECCIÓN 12 – INFORMACIÓN ECOLÓGICA**12.1 Toxicidad**

ETA-CE50 (O. mykiss, calc., 48 h): > 100 mg/l
ETA-CE50 (D. magna, calc., 48 h): > 100 mg/l
ETA-CE50 (P. subcapitata, calc., 48 h): > 100 mg/l
ETA-CE50 (T. pyriformis, calc., 48 h): > 100 mg/l
ETA-CSEO (D. rerio, calc., 14 d): > 1 mg/l
ETA-CSEO (D. magna, calc., 14 d): > 1 mg/l

12.2 Persistencia y degradabilidad

BIODEGRADABILIDAD (Estimado): El producto es inorgánico.

12.3 Potencial de bioacumulaciónLog K_{ow}: N/D

BIOACUMULACIÓN EN PECES – BCF (OCDE 305): N/D

12.4 Movilidad en el sueloLogK_{oc}: N/D

CONSTANTE DE HENRY (20°C): N/D

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

Esta sustancia/mezcla no cumple los criterios PBT del anexo XIII del reglamento REACH.

Esta sustancia/mezcla no cumple los criterios mPmB del anexo XIII del reglamento REACH.

12.6 Otros efectos adversos

AOX y contenido de metales: No contiene halógenos orgánicos ni metales.

SECCIÓN 13 – CONSIDERACIONES PARA DESECHO

Tanto el sobrante de producto como los envases vacíos deberán eliminarse según la legislación vigente en materia de Protección del Medio ambiente y en particular de Residuos Peligrosos (Ley Nacional N° 24.051 y sus reglamentaciones). Deberá clasificar el residuo y disponer del mismo mediante una empresa autorizada. Procedimiento de disposición: tratamiento de aguas residuales o disposición en relleno sanitario.

SECCIÓN 14 – INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE**14.1 TRANSPORTE TERRESTRE**

Nombre Apropriado para el Transporte:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
N° UN/ID:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Clase de Peligro:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Grupo de Embalaje:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Instrucciones para aviones de pasajeros y carga:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Instrucciones para aviones de carga:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
CRE:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Disposiciones especiales:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE

14.3 TRANSPORTE MARÍTIMO (IMO)**Transporte en embalajes de acuerdo al Código IMDG**

Nombre Apropriado para el Transporte:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
UN/ID N°:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Clase de Peligro:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Grupo de Embalaje:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE

EMS:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Estiba y Segregación:	MERCANCÍA NO PELIGROSA PARA SU TRANSPORTE
Contaminante Marino:	NO
Nombre para la documentación de transporte:	NOT CLASSIFIED AS A DANGEROUS GOODS

SECCIÓN 15 – INFORMACIÓN SOBRE LA REGLAMENTACIÓN

Sustancia no peligrosa para la capa de ozono (1005/2009/CE).
Contenidos orgánicos volátiles de los compuestos (COV) (2004/42/CE): N/D

SECCIÓN 16 – OTRAS INFORMACIONES

16.1 Abreviaturas y acrónimos

N/A: no aplicable.	REL: Límite de Exposición Recomendada.
N/D: sin información disponible.	PEL: Límite de Exposición Permitido.
CAS: Servicio de Resúmenes Químicos	INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer	ETA: estimación de la toxicidad aguda.
ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.	DL ₅₀ : Dosis Letal Media.
TLV: Valor Límite Umbral	CL ₅₀ : Concentración Letal Media.
TWA: Media Ponderada en el tiempo	CE ₅₀ : Concentración Efectiva Media.
STEL: Límite de Exposición de Corta Duración	CI ₅₀ : Concentración Inhibitoria Media.
]: Cambios respecto a la revisión anterior.

16.2 Principales referencias bibliográficas y fuentes de datos

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa nacional expresada:

México: NOM-018-ST5-2000, NMX-R-019-SCFI-2011 y ACUERDO-NOM-018-DOF-060913.

Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441
Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04
Costa Rica: Decreto N° 28113-S
Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001
Colombia: NTC 445, 22 de Julio de 1998
Ecuador: NTE INEN 2 266:200

Reglamento (CE) 1272/2008 sobre Clasificación, etiquetado y envasado de las sustancias químicas y sus mezclas, y sus modificatorias.
Reglamento (CE) 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), y sus modificatorias.
Dir. 91/689/CEE de residuos peligrosos y Dir. 91/156/CEE de gestión de residuos.
Acuerdo europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías peligrosas por carretera (ADR 2015).
Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (RID 2015).
Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG 34 ed.), IMO, Resolución MSC 90/28/Add.2.
Código IBC/MARPOL, IMO, Resolución MEPC 64/23/Add.1.
Regulaciones de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA 56 ed., 2015) relativas al transporte de mercancías peligrosas por vía aérea.
Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, quinta edición revisada, 2015 (SGA 2015).
International Agency for Research on Cancer (IARC), clasificación de carcinógenos. Revisión: 23/03/2015.

16.3 Clasificación y procedimiento utilizado para determinar la clasificación de la mezcla

Procedimientos de acuerdo al SGA/GHS Rev. 5.
La clasificación se ha efectuado en base a análogos químicos y a información del producto.
SECCIÓN 2: clasificación por analogía con otros productos, y en base a datos del producto.
SECCIÓN 9: datos del producto.
Inflamabilidad: conforme a datos de ensayos.
SECCIÓN 11 y 12: analogía con otros productos.
Toxicidad aguda: método de cálculo de estimación de toxicidad aguda.

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES				
Composición del producto	Nº CAS	% p/p	Clasificación del peligro	Frases de riesgo
HIDRÓXIDO SODICO AGUA	1310-73-2 7732-18-5	49,0 mín 51,0 máx	CORROSIVO(C)	R-35
HIDRÓXIDO SODICO AGUA	1310-73-2 7732-18-5	31 mín 69 máx	CORROSIVO(C)	R-35
HIDRÓXIDO SODICO AGUA	1310-73-2 7732-18-5	24,5 mín 75,5 máx	CORROSIVO(C)	R-35

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS	
3.1 PELIGROS PARA LAS PERSONAS:	Corrosivo. Tiene una acción corrosiva sobre la piel y ojos, produciendo quemaduras graves. Por ingestión puede causar perforación intestinal.
3.2 PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE:	Corrosivo. Alcalinización del terreno y efluentes. Peligro para la fauna y flora acuática en altas concentraciones.
3.3 PELIGROS FÍSICO-QUÍMICOS:	Reacción muy exotérmica con ácidos fuertes. El calor generado en contacto con el agua (calor de disolución) puede bastar para producir ignición de otros materiales combustibles. La reacción con metales puede generar hidrógeno (gas inflamable entre el 4% y el 75% en volumen en aire).

4. PRIMEROS AUXILIOS	
Servicio de Información Toxicológica	
Teléfono 91.562.04.20	Cítese la referencia SIT.A 258/05
NECESIDAD DE ASISTENCIA MÉDICA	Inmediata
Clase de riesgo	Acciones a efectuar
CONTACTO CON LA PIEL	Lavar la zona afectada con abundante agua durante 15 minutos como mínimo, mientras se quita la ropa contaminada y el calzado. Acudir inmediatamente al médico
CONTACTO CON LOS OJOS	Lavarlos con abundante agua durante 30 minutos como mínimo. Acudir inmediatamente al médico.
INGESTIÓN	No provocar el vómito. Si está consciente, dar a beber agua. No dar de beber ni comer. Acudir inmediatamente al médico.

4. PRIMEROS AUXILIOS (CONTINUACIÓN)	
INHALACIÓN	Retirar al afectado de la zona contaminada, al aire libre, abrigado, tendido y en reposo. Si no respira hacer respiración artificial. Si respira con dificultad, dar oxígeno. Acudir inmediatamente al médico.
MEDIDAS ESPECIALES EN EL LUGAR DE TRABAJO	Duchas y lavaojos de seguridad.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS	
AGENTES DE EXTINCIÓN ADECUADOS: El producto no es inflamable. Utilizar agua pulverizada para refrigerar los recipientes expuestos al fuego.	
AGENTES DE EXTINCIÓN QUE NO DEBEN USARSE: Polvo de CO ₂ (Nieve carbónica).	
RIESGOS ESPECIALES QUE RESULTEN DE LA EXPOSICIÓN A LOS PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN O GASES PRODUCIDOS: Controlar las aguas del incendio, evitar que alcancen cauces de agua o alcantarillas. El calor generado en contacto con el agua (calor de disolución) puede bastar para producir ignición de otros materiales combustibles	
EQUIPO DE PROTECCIÓN ESPECIAL PARA EL PERSONAL DE LUCHA CONTRA-INCENDIOS: Usar equipo de respiración autónomo para la protección de las vías respiratorias, así como ropa, guantes y calzado adecuados para la protección de la piel. Situarse siempre de espaldas al viento.	

6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL	
MEDIDAS DE PRECAUCIÓN RELATIVAS A PERSONAS: Restringir el acceso al área afectada. Evitar el contacto con los ojos, la piel y las vías respiratorias. No actuar sin el equipo de protección adecuado (Ver sección nº 8).	
MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL: Evitar que el producto llegue a las alcantarillas o aguas superficiales. Si es necesario se pueden hacer diques de contención a base de material inerte y absorbente: tierra o arena. Si el producto llegase a un cauce natural de agua, avisar a las autoridades de Protección Civil.	
MÉTODOS DE LIMPIEZA: Absorber el derrame con arena, tierra o arcilla. Trasladar los productos absorbentes a vertedero controlado o almacenamiento seguro para que sean tratados por un gestor de residuos autorizado.	

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

7.1 MANIPULACIÓN:

No fumar, ni comer, ni beber cuando se maneje el producto.

Antes de manipular el producto asegurarse de que el envase a utilizar está limpio, seco y es el adecuado.

Los envases deben estar bien cerrados y convenientemente etiquetados.

Precaución especial por si hubiese restos de productos como aluminio, zinc, estaño, productos ácidos o productos orgánicos.

Prevenir cualquier posibilidad de contacto del producto con la piel u ojos.

Utilizar siempre las prendas de protección recomendadas.

Las disoluciones prepararlas agregando sucesivamente pequeñas cantidades de agua, o viceversa, evitando el agua caliente y con precaución a las salpicaduras. Es recomendable la agitación o recirculación y, a ser posible, con refrigeración, evitando pasar de 10 °C por minuto y sin llegar a 90 °C.

7.2 ALMACENAMIENTO:

Material recomendado :

Acero al carbono revestido con pinturas epoxi, acero inoxidable, níquel.

Dotar a los depósitos de almacén de cubetos de recogida y canalizaciones antiderrames.

Material incompatible ;

No almacenar en: Aluminio, estaño, zinc y sus aleaciones (bronce, latón, etc.), cromo y plomo.

Condiciones de almacenamiento: Lugar fresco y ventilado, al abrigo de la humedad y alejados de ácidos, hidrocarburos halogenados, nitroparafinas, etc. El suelo será impermeable y antideslizante.

Tener suministro o fuente de agua en el local de almacenaje. Se dispondrán de duchas y lavaojos de emergencia. Dotar a los depósitos de almacén de cubetos de recogida y canalizaciones antiderrames.

Rango/Límite de Temperatura y Humedad: Para temperatura mayor de 50°C deberán usarse aceros inoxidables y níquel. Prever la posibilidad de solidificación a temperaturas inferiores a 15°C (calentadores, calorifugado).

Condiciones especiales: Evitar humedad y aireación del producto. Se carbonata en contacto con aire y humedad.

Normas legales de aplicación: RD-379/2001.(ITC-MIE APQ-6) Reglamento de almacenamiento de productos químicos.

RD-363/1995 Clasificación y envasado de sustancias peligrosas.

USOS ESPECÍFICOS:

En las diferentes aplicaciones del producto, deberá evitarse el contacto directo incontrolado con otros productos como ácidos, metales, productos orgánicos, etc.

8.0 CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

8.1 VALORES LÍMITES DE LA EXPOSICIÓN:

VLA-ED: --- VLA-EC: 2 mg/m³ (INSHT 2006).

TLV-TWA: --- TLV-STEL: 2 mg/m³ (ACGIH 2005).

8.2 Control de la exposición:

8.2.1. Controles de la exposición profesional:

8.2.1.1 Protección respiratoria:

Caso de emisión de aerosoles de hidróxido sódico utilizar máscara con filtro para partículas (EN 143 P3).

8.2.1.2 Protección manos:

Guantes para riesgos químicos.(EN 374)

8.2.1.3 Protección ojos:

Gafas de montura integral o pantalla facial de protección.(EN 166). La máscara completa de protección respiratoria (EN 136) ofrece igualmente protección total para los ojos.

8.2.1.4 Protección cutánea:

Traje tipo antiácido o mandil de plástico (EN 340)

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL (CONTINUACIÓN)

8.2.2. Controles de la exposición del medio ambiente:

Evitar que penetre en el alcantarillado y/o aguas superficiales.

Sistema de medida: pH, volumetría ácido-base.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1 INFORMACIÓN GENERAL

Aspecto: Incoloro, transparente, viscoso.
Olor: Inodoro.
Estado físico: Líquido.

9.2 INFORMACIÓN EN RELACIÓN CON LA SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

pH (solución 100 g/l H₂O): 14
Punto/intervalo de ebullición(°C): 143 (50%); 116(30%)
Punto de inflamación: N.A
Inflamabilidad: N.A
Propiedades explosivas: N.A
Propiedades comburentes: N.A
Presión de vapor: 1(739°C)
Densidad relativa(H₂O=1), 20°C 1,52(50%); 1,35(32%); 1,27(25%)
Solubilidad en agua (g/100g): 109(20°C)
Coefficiente de reparto n-octanol/agua: N.D.D
Viscosidad:
50% 78 cp (20°C) 15 cp(50°C)
30% 13 cp (20°C) 4,2 cp(50°C)
20% 4,2 cp (20°C) 1,8 cp(50°C)

9.3 OTROS DATOS

Temperatura de cristalización : 12°C(50%); +1(30%); -20(25%); -34(20%)

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estable:

Inestable:

10.1 CONDICIONES A EVITAR:

La disolución acuosa y la neutralización, deben hacerse con precaución para evitar ebullición y salpicaduras, al ser fuertemente exotérmicas.

10.2. MATERIAS A EVITAR:

Reacciona con aluminio, estaño, zinc y sus aleaciones, cobre, plomo, etc. desprendiendo hidrogeno.

Reacción muy exotérmica con ácidos fuertes y gran número de productos orgánicos.

Reacciona peligrosamente con ácido acético, aldehído acético, cloruro de alilo, trifluoruro de cloro, cloroformo, alcohol metílico, cloronitrotolueno, ácido clorosulfónico, glioxal, cianhidrina, ácido hidroclicóric, ácido hidroflicurico, hidroquinona, ácido nítrico, ácido sulfúrico y oleum, nitropropano, fósforo, propiolactona, pentóxido de fósforo, tetraclorobenceno, tetrahidrofurano, acroleina, acrilonitrilo, etc.

La sosa con el nitrometano y las nitroparafinas forman sales que explotan al choque..

10.3. PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS:

Si se descompone se producen gases tóxicos de óxido de sodio

11. INFORMACIONES TOXICOLÓGICAS

11.1 TOXICIDAD AGUDA:

Contacto con la piel	Quemaduras intensas y úlceras penetrantes en la piel.
Contacto con los ojos	Quemaduras en los ojos. Puede causar ulceración de la conjuntiva y la córnea.
Ingestión	Quemaduras en boca, esófago, puede causar perforación intestinal.
Inhalación	Toxicidad Oral-Conejo LD ₅₀ 500 mg/kg (Producto 100%) Irritación de vías respiratorias.

11.2 TOXICIDAD CRÓNICA

No clasificado como carcinógeno por IARC, OSHA o NTP.
No hay indicios de potencial mutagénico, ni teratogénico.

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

12.1. Ecotoxicidad:

El peligro del producto en el medio ambiente está causado por el ión hidroxilo (efecto pH). Por este motivo el efecto en los organismos depende de la capacidad tampón del ecosistema acuático o terrestre. La elevada solubilidad en agua y la baja presión de vapor indican que el producto se encontrará predominantemente en el medio acuático.

Los efectos tóxicos en organismos acuáticos se deben básicamente a una variación de pH del medio (valores de LC50 entre 33 y 189 mg/l)

Toxicidad aguda en peces:

- ◆ Especie: *Gambusia affinis* (agua dulce)
Tiempo de exposición: 96h; LC₅₀: 125 mg/l

Toxicidad aguda en invertebrados acuáticos:

- ◆ Especie: *Ceriodaphnia*
Tiempo de exposición: 48h; LC₅₀: 40 mg/l

Toxicidad aguda en Algas:

Datos no disponibles

12.2. Movilidad. (Agua/Suelo):

Gran solubilidad en el agua y movilidad.

12.3. Persistencia y degradabilidad:

No aplicable

12.4. Potencial de bioacumulación:

No se espera bioacumulación.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Eliminación del producto, de los envases usados y de residuos

Absorber el residuo con arena, tierra y arcilla.

Los absorbentes contaminados se tratarán por un gestor autorizado, así como los envases usados y residuos.

El producto se puede neutralizar con ácido clorhídrico muy diluido, añadiéndolo muy lentamente y siempre que lo haga personal especializado y con las prendas de protección adecuadas.

Consulte las regulaciones vigentes de la Comunidad Europea, Estatales y Locales, relativas a la eliminación de este material y los recipientes vacíos del mismo.

14. INFORMACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE

Transporte por carretera ADR 2005:

Nombre	Hidróxido sódico en solución
Nº UN	1824
Clase	8
Etiqueta	8
Grupo de embalaje:	II
Paneles:	80 – 1824

Transporte por ferrocarril (RID 2005)

Nombre	Hidróxido sódico en solución
Nº UN	1824
Clase	8
Etiqueta	8
Grupo de embalaje:	II

Transporte por barco (IMDG)

(Enm. 32-04)

Nombre	Hidróxido sódico en solución
Nº UN	1824
Clase	8
Etiqueta	8
Grupo de embalaje:	II
FEm:	F-A, S-B

15. INFORMACIONES REGLAMENTARIAS

Clasificación de peligrosidad del producto

Corrosivo

Símbolo de peligrosidad del producto:

C (Corrosivo)



16. OTRAS INFORMACIONES

Frases R y S:

R 35	Provoca quemaduras graves.
S-1/2	Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.
S- 26	En caso de contacto con los ojos, lávense inmediatamente con abundante agua y acúdase a un médico.
S- 37/39	Úsense guantes adecuados y protección para los ojos / cara.
S- 45	En caso de accidente o malestar acúdase inmediatamente al medico (sí es posible muéstresele la etiqueta)

La Ficha de Datos de Seguridad de este producto ha sido modificada en su totalidad.

La información de esta Ficha se facilita también a los efectos previstos en el Artículo 41(Obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores) de la Ley 31 / 1995 de 8 de Noviembre B.O.E. 10-11-95, sobre Prevención de Riesgos Laborales. Directiva 89 / 391 /CEE.

Estas hojas están confeccionadas según la Directiva 2001/58/CE DOCE 07-08-2001 que modifica la Directiva 91/155/CEE y aplica el artículo 14 de la Directiva 1999/45/CE y el artículo 27 de la Directiva 67/548/CEE. adaptación: Orden de 5 de Octubre de 2000 sobre modificación del Reglamento de sustancias nuevas, clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por R.D. 363/95. Artículo 23 RD 363/95, RD 99/2003 de 24 de Enero de 2003 (BOE 4 de Febrero de 2003) en el que se definen y fijan las modalidades del sistema de información específica respecto a las sustancias y preparados peligrosos (fichas de datos de seguridad) y RD 255/2003 de 28 de Febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.

Fuentes de información en la elaboración de esta Hoja de Seguridad:

- HANDBOOK OF REACTIVE CHEMICALS HAZARDS. BREThERIC 4ª Ed. 1990
- DANGEROUS PROPERTIES INDUSTRIAL MATERIALS (TENTH EDITION) SAX
- HAZARDOUS CHEMICALS DATA BOOK (2nd EDITION) G.WEIS.
- LIMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONALES **INSHT** (2006) / **ACGIH** (2005).
- IARC (International Agency for Research on Cancer).
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health).
- NTP (National Toxicology Program).
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist).
- OSHA (Occupational Health and Safety Assessment)
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).
- SYNDICAT DES HALOGÉNÉS ET DÉRIVÉS
- EUROCHLOR
- BANCO DE DATOS IUCLID
- NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 896

Abreviaturas utilizadas

N.A. = no aplicable N.D.D = no hay datos disponibles < MENOR QUE > MAYOR QUE

VLA: Valor Límite Ambiental, **ED:** Exposición diaria, **EC:** Exposición de corta duración.

TLV: Threshold Limit Value (Valor límite umbral), **TWA:** Time Weighted Average (Media ponderada en el tiempo), **STEL:** Short Term Exposure Limit (Límite de exposición de corta duración), **C:** Ceiling (Techo).

LC₅₀: Lethal Concentration, 50 percent; **EC₅₀:** Effect Concentration, 50 percent

Cualquier producto químico puede ser manejado en condiciones seguras, si se conocen sus propiedades físicas y químicas y se usan las medidas y prendas de seguridad adecuadas.

Los datos contenidos en este prospecto son una guía para el usuario y están basados en informaciones bibliográficas y experiencias propias, intentando reflejar el estado actual de la técnica pero que, de ningún modo, pueden comprometer nuestra responsabilidad.

Dicha información no podrá ser usada en sustitución de procesos patentados.

Los usuarios deberán cumplir con las disposiciones legales y reglamentos en vigor y, en especial, los referentes a Seguridad e Higiene, Almacenamiento y Transporte de Mercancías Peligrosas.

Recomendamos a nuestros clientes que realicen las correspondientes pruebas antes del uso del producto en nuevos campos no suficientemente experimentados.

ERCROS

Domicilio Social:
Avda Diagonal 595
08014 Barcelona
Tel:934 393 009 –
Fax:934 874 058

Fábrica:
Flix (Tarragona)
Afueras s/n
43750 Flix (Tarragona)
Teléf.: 977 410 125
Fax: 977 412 000

Fábrica:
Palos de la Frontera (HUELVA)
Zona Nuevo Puerto, s/n

21810 - Palos de la Frontera (Huelva)
Teléf.: 959 36 91 53
Fax: 959 36 91 93

Fábrica:
Vilaseca (TARRAGONA)
Autovía Tarragona-Salou
C31B, Km 6
43480 Vila-Seca (Tarragona)
Teléf: 977 37 03 54
Fax: 977 37 04 07

Hoja de seguridad de la levadura

93873-LEVADURA DE CERVEZA

Ficha de datos de seguridad

Fecha de revisión: 18/03/2014

Versión: 01

Página 1 de 4



1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O EL PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA.

1.1 Identificación de la sustancia o el preparado.

Nombre: Levadura de cerveza
Código: 93873
Código interno: 405215

1.2 Uso de la sustancia o del preparado.

Para uso en alimentos, piensos y en fermentaciones.

1.3 Identificación de la empresa.

Empresa: GUINAMA, S.L.U.
Dirección: C/ Praga s/n. R.I Gutenberg
Población: 46185 La Pobla de Vallbona
Provincia: Valencia
Teléfono: +34961869090
Fax: +34961850352
E-mail: ventas@guinama.com

1.4 Teléfono de urgencias: 902119816 (Solo disponible en horario de oficina)

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.

Signos y síntomas de la sobreexposición a la levadura:

- Contacto con la piel: contactos repetitivos pueden causar irritación.
- Contacto ocular: el polvo puede causar irritación mecánica.
- Inhalación: el polvo puede causar irritación en las membranas mucosas de la nariz, garganta y pulmones.
- Ingestión: Si aparecen o se desarrollan síntomas adversos, buscar atención médica.

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES.

Polvo de ingrediente alimentario obtenido a partir de la cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia jadinii*, *Kluyveromyces fragilis* y/o *Kluyveromyces marxianus* o polvo de ingrediente alimentario obtenido a partir de estas cepas con vitaminas y/o SiO₂.

Composición : levadura inactiva o levadura inactiva con vitaminas y/o SiO₂.

Ingredientes peligrosos: Ninguno. No contiene WHMIS. Los productos controlados presentan más del 1,0% de la composición. No hay embriotoxinas conocidas, carcinógenos, toxinas reproductivas, sensibilizadores de las vías respiratorias o mutágenos (según los apartados 53 a 57 de la Regulación de los Productos Controlados Canadienses) presentes en más del 0.1%. No hay ningún ingrediente que se enumeran en la Lista de Divulgación de Ingredientes WHMIS en, o por encima de, las concentraciones mínimas que especifica la Lista.

Estos productos no se ajustan a la definición de producto peligroso, dada en 29 CFR. Parte 1910.1200 (OSHA) y la Directiva 1999/45/CE.

CAS-Nº (levadura): 68876-77-7

4. PRIMEROS AUXILIOS.

Descripción de los primeros auxilios

Si es inhalado

Retirar a los heridos de la zona de peligro a un lugar bien aireado. Si persiste la irritación, consultar a un médico

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Si persiste la irritación, consultar a un médico

En caso de contacto con los ojos

Lavarse abundantemente los ojos con agua durante 15 minutos. Si persiste la irritación, consultar a un médico.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.

Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua, espuma, dióxido de carbón, químicos secos.

Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

El producto no es inflamable.

Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Utilizar un equipo de respiración autónomo (SCBA) cuando se expone a los incendios confinados o cerrados. El material se vuelve resbaladizo cuando está mojado.

6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL.

En el caso de liberación o derrame, diluir con agua el material antes de recogerlo. Recoger los residuos en un contenedor adecuado y lavar la superficie con agua. Evitar las altas presiones. Mantener las buenas prácticas de limpieza. Al tratarse de un material biodegradable puede verterse en el alcantarillado. No es necesario ningún método de eliminación especial, excepto de que se trate en conformidad con la normativa vigente, estatales y provincial.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.

Precauciones para una manipulación segura

Evitar el contacto con la piel y los ojos. Llevar la indumentaria de protección descrita en la sección 8, si las condiciones de exposición lo justifican.

Lavarse después de cada manipulación. Lavar la ropa contaminada después de cada uso.

Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en los contenedores de origen, o en recipientes limpios y bien cerrados.

Mantener los recipientes bien sellados y en lugares secos.

Usos específicos finales

Sin datos disponibles

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL.

8.1 Límites de exposición.

Datos no disponibles.

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

En caso de tratamiento exclusivo, es necesaria una ventilación mecánica para mantener los niveles de exposición adecuados.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad.

Protección de la piel

Manipular con guantes.

Protección Corporal

Ropa de protección adecuada (gafas de seguridad, quitarse las lentes de contacto, mangas largas y guantes de algodón adecuado). Siga el Manual de Buenas Prácticas cuando se estén manipulando ingredientes alimentarios y materiales.

Protección respiratoria

Respirador de partículas usado cuando el aire está contaminado con polvo.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

93873-LEVADURA DE CERVEZA

Ficha de datos de seguridad

Fecha de revisión: 18/03/2014

Versión: 01

Página 3 de 4



9.1 Información general.

Aspecto: polvo, 94% materia seca
Color: dorado, grisáceo o beige amarillento
Olor: salado

9.2. Información importante en relación con la salud, la seguridad y el medio ambiente.

pH: 4,8 – 7,0 (solución al 2%)
Punto/intervalo de ebullición: Sin datos disponibles. °C
Punto/intervalo de fusión: Sin datos disponibles. °C
Punto/intervalo de ignición: Sin datos disponibles. °C
Punto/intervalo de congelación: Sin datos disponibles. °C
Punto/intervalo de inflamación: Sin datos disponibles. °C
Temperatura de autoinflamabilidad: Sin datos disponibles. °C
Límites explosivos
Superior: Sin datos disponibles. °C
Inferior: Sin datos disponibles. °C
Tasa de evaporación: Sin datos disponibles. °C
Inflamabilidad (sólido, gas): Sin datos disponibles.
Propiedades explosivas: Sin datos disponibles.
Propiedades comburentes: Sin datos disponibles.
Presión de vapor: Sin datos disponibles.
Densidad relativa: Sin datos disponibles.
Densidad de vapor: Sin datos disponibles.
Solubilidad: parcialmente soluble en agua
Coeficiente de reparto (n-octanol/agua): Sin datos disponibles.
Viscosidad: Sin datos disponibles.
Velocidad de evaporación: Sin datos disponibles.
Tensión superficial: Sin datos disponibles.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

Reactividad

No es un producto reactivo.

Estabilidad química

Sin datos disponibles

Condiciones que deben evitarse

Humedad.

Materias que deben evitarse

No tiene incompatibilidades peligrosas.

Productos de descomposición peligrosos

Cuando se calienta hasta la descomposición, produce humos.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA.

Toxicidad aguda

Ninguno.

Corrosión o irritación cutáneas

Ninguno.

Lesiones o irritación ocular graves

Ninguno.

Sensibilización respiratoria o cutánea

Posibles reacciones de sensibilización (ver sección 3).

Mutagenicidad en células germinales

Ninguno.

Carcinogenicidad

Ninguno. No está listado como producto carcinógenos en el NTR, IARC ni en el OSHA.

Toxicidad para la reproducción

Ninguno.

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única
Ninguno.

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas
Ninguno.

Peligro de aspiración
Ninguno.

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS.

No produce efectos medio ambientales negativos.

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN.

El producto puede ser retirado y desechado en la basura. No es necesaria ninguna eliminación especial, siempre que esté en conformidad con las regulaciones locales.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE.

Clasificado como no peligroso para el transporte.

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA.

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Clasificación WHMIS del producto: No está controlado por la WHMIS.

Este producto no cumple con la definición de materia peligrosa dada en los EE.UU. y en la Ley de Seguridad Ocupacional para Comunicar Peligros, de la Administración de Salud.

Evaluación de la seguridad química

Sin datos disponibles

16. OTRAS INFORMACIONES.

La información facilitada en esta ficha de Datos de Seguridad ha sido redactada de acuerdo con el REGLAMENTO (CE) nº 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.

La información de esta Ficha de Datos de Seguridad del Preparado está basada en los conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la CE y nacionales, en cuanto que las condiciones de trabajo de los usuarios están fuera de nuestro conocimiento y control. El producto no debe utilizarse para fines distintos a aquellos que se especifican, sin tener primero una instrucción por escrito, de su manejo. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas oportunas con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las legislaciones.

Hoja de seguridad del colorante sintético

Material Safety Data Sheet According to 93/112/EEC



SYNOZOL DEEP RED HB

Date 10/5/2015 Issue No. 1

1. CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product Name: SYNOZOL DEEP RED HB
 Identification of the Product: C.I. Reactive Unknown.
 Application: Textile Industry
 Company Identification: Kyung-In Synthetic Corporation 112-31, Yeomchang-Dong Kangseo-gu, Seoul, Korea
 Emergency Telephone No.: Tel: 82-2-3660-8611 Fax: 82-2-3660-8630

2. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

Hazardous ingredients	Conc.	CAS	EINECS	Symbols/Risk phrases
ADDITIVES	30 - 40%	7757-82-6	231-820-9	
ANTIDUSTING AGENT	0.5 - 1%	10024-47-2	233-022-6	
4,4'- [(6-chloro-1,3,5-triazine-2,4-diyl)diimino]bis[5-hydroxy-6-[[4-[[2-(sulphooxy)ethyl]sulphonyl]phenyl]azo]naphthalene-2,7-disulphonic] acid, sodium salt	10 - 20%	91458-79-9	303-152-9	Xi; R41
disodium 6-acetamido-4-hydroxy-3-[[3-[[2-(sulphonatooxy)ethyl]sulphonyl]phenyl]azo]naphthalene-2-sulphonate	30 - 40%	12225-83-1	235-431-5	Xn; R42/43 Xi; R36/37/38

3. HAZARDS IDENTIFICATION

Main hazards: Risk of serious damage to eyes.

Other hazards:

4. FIRST AID MEASURES

Skin contact: Wash off immediately with plenty of soap and water. Remove contaminated clothing. Seek medical attention if irritation or symptoms persist.
 Eye contact: Rinse immediately with plenty of water for 15 minutes holding the eyelids open. Seek medical attention if irritation or symptoms persist.
 Inhalation: Move the exposed person to fresh air. Seek medical attention if irritation or symptoms persist.
 Ingestion: If swallowed, rinse mouth with water (only if the person is conscious). Drink 1 to 2 glasses of water. If you feel unwell, seek medical advice (show the label where possible).

L.A. Supply Co., LLC.
 13700 Rosecrans Ave. Santa Fe Springs, CA 90670
 Tel (562)404-1884 Fax (562) 404-0901

Emergency Phone:
 1-800-424-9300

ANEXO H

Resultados originales de la identificación de betanina

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Oficinas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 1

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.06
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
350	0.590	0.148	396	0.656	0.165
351	0.586	0.146	397	0.672	0.169
352	0.583	0.145	398	0.685	0.173
353	0.578	0.144	399	0.700	0.177
354	0.573	0.143	400	0.711	0.180
355	0.569	0.142	401	0.725	0.183
356	0.564	0.140	402	0.742	0.188
357	0.560	0.139	403	0.754	0.191
358	0.555	0.138	404	0.770	0.195
359	0.552	0.137	405	0.789	0.200
360	0.548	0.136	406	0.806	0.204
361	0.545	0.136	407	0.827	0.209
362	0.540	0.135	408	0.849	0.215
363	0.537	0.134	409	0.867	0.219
364	0.534	0.133	410	0.888	0.225
365	0.531	0.132	411	0.907	0.230
366	0.528	0.132	412	0.928	0.235
367	0.526	0.131	413	0.950	0.240
368	0.523	0.131	414	0.973	0.246
369	0.521	0.130	415	1.001	0.253
370	0.520	0.129	416	1.025	0.259
371	0.518	0.129	417	1.055	0.267
372	0.517	0.129	418	1.080	0.273
373	0.516	0.129	419	1.117	0.283
374	0.515	0.128	420	1.136	0.288
375	0.520	0.130	421	1.164	0.295
376	0.521	0.130	422	1.197	0.303
377	0.522	0.130	423	1.224	0.310
378	0.525	0.131	424	1.256	0.318
379	0.527	0.131	425	1.284	0.325
380	0.530	0.132	426	1.312	0.332
381	0.534	0.134	427	1.343	0.340
382	0.536	0.134	428	1.370	0.346
383	0.542	0.136	429	1.404	0.355
384	0.547	0.137	430	1.440	0.364
385	0.553	0.139	431	1.475	0.373
386	0.558	0.140	432	1.521	0.384
387	0.567	0.142	433	1.554	0.393
388	0.573	0.144	434	1.587	0.401
389	0.581	0.146	435	1.622	0.410
390	0.591	0.148	436	1.664	0.420
391	0.599	0.151	437	1.718	0.434
392	0.612	0.154	438	1.756	0.444
393	0.621	0.156	439	1.808	0.457
394	0.633	0.159	440	1.840	0.465
395	0.648	0.163	441	1.892	0.478

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Elicia Elsa Jauregui Juarez
QUIMICA BIOLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: 
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacifico, Km. 91
Santa Lucia Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: 5TA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 1

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.06
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
442	1.935	0.468	487	2.550	0.662
443	1.989	0.503	488	2.510	0.650
444	2.037	0.515	489	2.452	0.633
445	2.089	0.528	490	2.392	0.616
446	2.135	0.540	491	2.324	0.597
447	2.185	0.552	492	2.267	0.581
448	2.226	0.562	493	2.198	0.562
449	2.264	0.572	494	2.146	0.548
450	2.306	0.582	495	2.085	0.531
451	2.346	0.592	496	2.037	0.518
452	2.377	0.600	497	1.986	0.505
453	2.409	0.608	498	1.944	0.493
454	2.445	0.616	499	1.904	0.482
455	2.473	0.624	500	1.863	0.471
456	2.505	0.631	501	1.831	0.463
457	2.531	0.638	502	1.798	0.454
458	2.549	0.642	503	1.776	0.448
459	2.578	0.650	504	1.750	0.441
460	2.600	0.655	505	1.740	0.438
461	2.617	0.660	506	1.729	0.435
462	2.650	0.668	507	1.719	0.432
463	2.666	0.672	508	1.714	0.431
464	2.685	0.677	509	1.711	0.430
465	2.708	0.683	510	1.711	0.430
466	2.736	0.691	511	1.714	0.430
467	2.760	0.697	512	1.717	0.431
468	2.776	0.702	513	1.721	0.432
469	2.808	0.710	514	1.727	0.434
470	2.832	0.717	515	1.734	0.435
471	2.848	0.722	516	1.742	0.437
472	2.863	0.727	517	1.752	0.440
473	2.888	0.735	518	1.759	0.441
474	2.900	0.739	519	1.767	0.443
475	2.911	0.743	520	1.775	0.445
476	2.919	0.747	521	1.783	0.447
477	2.924	0.748	522	1.794	0.450
478	2.921	0.749	523	1.801	0.452
479	2.906	0.749	524	1.810	0.454
480	2.803	0.743	525	1.815	0.455
481	2.781	0.735	526	1.823	0.457
482	2.767	0.730	527	1.829	0.459
483	2.732	0.718	528	1.835	0.460
484	2.700	0.708	529	1.840	0.461
485	2.654	0.693	530	1.844	0.463
486	2.621	0.683	531	1.847	0.463

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Bicda. Elsa Jauregui Juvenez
QUIMICA BIOLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 1

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.06
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
532	1.849	0.464	577	0.825	0.207
533	1.849	0.464	578	0.801	0.201
534	1.849	0.464	579	0.765	0.192
535	1.846	0.464	580	0.737	0.184
536	1.844	0.463	581	0.705	0.176
537	1.839	0.462	582	0.665	0.166
538	1.834	0.461	583	0.644	0.161
539	1.827	0.460	584	0.616	0.154
540	1.820	0.458	585	0.577	0.144
541	1.810	0.456	586	0.546	0.136
542	1.798	0.453	587	0.523	0.130
543	1.789	0.451	588	0.489	0.121
544	1.776	0.448	589	0.473	0.117
545	1.758	0.443	590	0.451	0.111
546	1.742	0.440	591	0.425	0.105
547	1.730	0.437	592	0.406	0.100
548	1.712	0.432	593	0.385	0.095
549	1.698	0.426	594	0.355	0.087
550	1.668	0.421	595	0.338	0.083
551	1.643	0.415	596	0.324	0.079
552	1.627	0.411	597	0.307	0.075
553	1.598	0.404	598	0.280	0.071
554	1.576	0.398	599	0.276	0.067
555	1.554	0.393	600	0.264	0.064
556	1.529	0.386	601	0.251	0.061
557	1.498	0.379	602	0.233	0.057
558	1.472	0.372	603	0.223	0.054
559	1.439	0.363	604	0.212	0.051
560	1.414	0.357	605	0.199	0.048
561	1.387	0.350	606	0.190	0.046
562	1.354	0.342	607	0.180	0.043
563	1.314	0.332	608	0.174	0.042
564	1.280	0.323	609	0.165	0.039
565	1.239	0.312	610	0.155	0.037
566	1.217	0.307	611	0.149	0.035
567	1.177	0.297	612	0.142	0.034
568	1.145	0.288	613	0.138	0.033
569	1.108	0.279	614	0.131	0.031
570	1.083	0.272	615	0.126	0.030
571	1.037	0.261	616	0.122	0.029
572	1.012	0.254	617	0.117	0.027
573	0.978	0.246	618	0.112	0.026
574	0.946	0.237	619	0.108	0.025
575	0.887	0.223	620	0.104	0.024
576	0.868	0.218	621	0.101	0.023

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Bicola Elsa Jauregui Jimenez
QUIMICA BIOLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
 Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
 Zona 4 de Mixco, Guatemala.
 PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
 Carretera al Pacífico, Km. 91
 Santa Lucía Cotz, Escuintla
 PBX: 7882-2428
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 1

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.06
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION/INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Hora de ingreso: 15:07:02
Recipiente: VIDRIO
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
622	0.098	0.023	667	0.049	0.011
623	0.095	0.022	668	0.049	0.011
624	0.092	0.021	669	0.048	0.011
625	0.089	0.021	670	0.048	0.011
626	0.087	0.020	671	0.047	0.011
627	0.084	0.019	672	0.047	0.011
628	0.083	0.019	673	0.047	0.011
629	0.080	0.018	674	0.046	0.010
630	0.079	0.018	675	0.046	0.010
631	0.077	0.018	676	0.045	0.010
632	0.075	0.017	677	0.045	0.010
633	0.074	0.017	678	0.045	0.010
634	0.073	0.017	679	0.045	0.010
635	0.072	0.016	680	0.044	0.010
636	0.070	0.016	681	0.044	0.010
637	0.069	0.016	682	0.044	0.010
638	0.068	0.015	683	0.044	0.010
639	0.067	0.015	684	0.043	0.010
640	0.066	0.015	685	0.042	0.009
641	0.065	0.015	686	0.042	0.009
642	0.064	0.015	687	0.042	0.009
643	0.063	0.014	688	0.042	0.009
644	0.062	0.014	689	0.041	0.009
645	0.061	0.014	690	0.041	0.009
646	0.061	0.014	691	0.041	0.009
647	0.060	0.014	692	0.041	0.009
648	0.059	0.013	693	0.040	0.009
649	0.058	0.013	694	0.040	0.009
650	0.058	0.013	695	0.040	0.009
651	0.057	0.013	696	0.040	0.008
652	0.056	0.013	697	0.039	0.009
653	0.056	0.013	698	0.039	0.008
654	0.055	0.013	699	0.039	0.008
655	0.055	0.012	700	0.038	0.008
656	0.054	0.012	701	0.038	0.008
657	0.054	0.012	702	0.038	0.008
658	0.053	0.012	703	0.037	0.008
659	0.053	0.012	704	0.037	0.008
660	0.052	0.012	705	0.037	0.008
661	0.052	0.012	706	0.036	0.008
662	0.051	0.012	707	0.036	0.008
663	0.051	0.011	708	0.036	0.008
664	0.051	0.011	709	0.036	0.007
665	0.050	0.011	710	0.036	0.007
666	0.049	0.011	711	0.035	0.007

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Elda Elsa Jauregui Jimenez
 QUIMICA BIOLOGA
 COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
 Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
 Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
 Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
 Zona 4 de Mixco, Guatemala.
 PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
 Carretera al Pacífico, Km. 91
 Santa Lucía Cotz, Escuintla
 PBX: 7882-2428
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: 5TA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 1

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.06
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION/INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
712	0.035	0.007	757	0.027	0.006
713	0.035	0.007	758	0.027	0.006
714	0.035	0.007	759	0.027	0.006
715	0.035	0.007	760	0.027	0.005
716	0.034	0.007	761	0.027	0.005
717	0.034	0.007	762	0.026	0.005
718	0.034	0.007	763	0.026	0.005
719	0.034	0.007	764	0.026	0.005
720	0.034	0.007	765	0.026	0.005
721	0.033	0.007	766	0.026	0.005
722	0.033	0.007	767	0.026	0.005
723	0.033	0.007	768	0.026	0.005
724	0.033	0.007	769	0.025	0.005
725	0.033	0.007	770	0.025	0.005
726	0.032	0.007	771	0.025	0.005
727	0.032	0.007	772	0.025	0.005
728	0.032	0.007	773	0.025	0.005
729	0.032	0.007	774	0.025	0.005
730	0.032	0.007	775	0.025	0.005
731	0.031	0.007	776	0.025	0.005
732	0.031	0.007	777	0.024	0.005
733	0.031	0.007	778	0.024	0.004
734	0.031	0.007	779	0.024	0.004
735	0.031	0.007	780	0.024	0.004
736	0.031	0.007	781	0.024	0.004
737	0.030	0.007	782	0.024	0.004
738	0.030	0.007	783	0.024	0.004
739	0.030	0.007	784	0.023	0.004
740	0.030	0.007	785	0.023	0.004
741	0.030	0.007	786	0.023	0.004
742	0.029	0.007	787	0.023	0.004
743	0.029	0.006	788	0.023	0.004
744	0.029	0.006	789	0.023	0.004
745	0.029	0.006	790	0.023	0.004
746	0.029	0.006	791	0.023	0.004
747	0.029	0.006	792	0.023	0.004
748	0.029	0.006	793	0.022	0.004
749	0.029	0.006	794	0.022	0.004
750	0.028	0.006	795	0.022	0.003
751	0.028	0.006	796	0.022	0.003
752	0.028	0.006	797	0.022	0.003
753	0.028	0.006	798	0.022	0.003
754	0.028	0.006	799	0.022	0.003
755	0.027	0.006	800	0.022	0.003
756	0.027	0.006			

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Elicia Jauregui Jimenez
 QUIMICA BIOLÓGA
 COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
 Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
 Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
 Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
 Zona 4 de Mixco, Guatemala.
 PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com



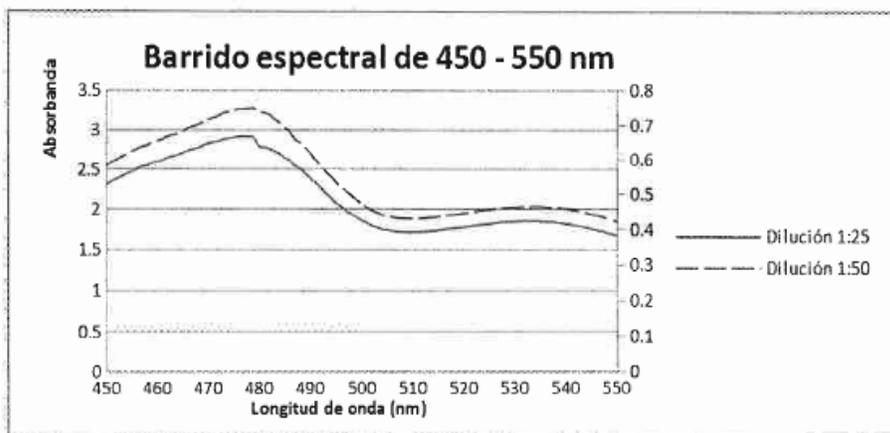
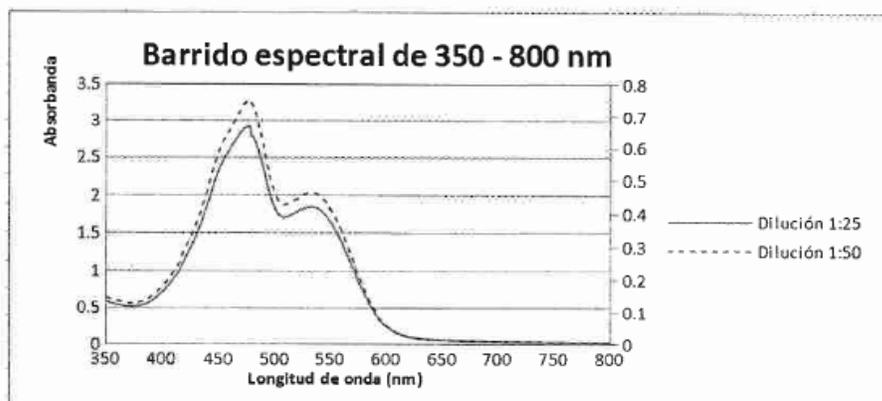
Lotificación El Relicario, Lote 6
 Carretera al Pacífico, Km. 91
 Santa Lucía Cotz, Escuintla
 PBX: 7882-2428
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente:	JONNATHAN SAENZ	Número de Orden:	105359
Dirección:	STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN	Código de muestra:	18.03.01.02.06
Persona Responsable:	JONNATHAN SAENZ	Fecha de ingreso:	01/03/2018
Referencia Cliente:	MUESTRA 1	Fecha del informe:	09/03/2018
		Asesor:	RECEPCIÓN INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo:	01/03/2018	Fecha inicio de Análisis:	01/03/2018
Hora de Muestreo:	NO INDICA	Hora de ingreso:	15:07:02
Recipiente:	VIDRIO	Temperatura de ingreso:	REFRIGERADA
Tipo de Muestra:	JUGO DE REMOLACHA	Temperatura de almacenaje:	REFRIGERADA
Localización:	UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Responsable de muestreo:	CLIENTE



Nota:
Equipo HACH DR 3900
Tipo de celda 10 mm, vidrio

Elicia Elsa Jauregui Jimenez
 QUIMICA BIOLOGA
 QOIEGIADA No. 1192

Revisado: _____
 Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
 Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 2

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.07
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
350	0.595	0.149	398	0.662	0.166
351	0.590	0.147	397	0.678	0.171
352	0.587	0.146	398	0.691	0.174
353	0.582	0.145	399	0.707	0.178
354	0.578	0.144	400	0.717	0.181
355	0.573	0.143	401	0.732	0.185
356	0.569	0.141	402	0.750	0.189
357	0.564	0.140	403	0.761	0.192
358	0.560	0.139	404	0.778	0.196
359	0.556	0.138	405	0.797	0.201
360	0.552	0.137	406	0.814	0.205
361	0.549	0.137	407	0.835	0.211
362	0.544	0.135	408	0.858	0.217
363	0.542	0.135	409	0.875	0.221
364	0.538	0.134	410	0.896	0.226
365	0.535	0.133	411	0.916	0.231
366	0.532	0.133	412	0.938	0.237
367	0.530	0.132	413	0.960	0.242
368	0.528	0.131	414	0.983	0.248
369	0.526	0.131	415	1.011	0.255
370	0.524	0.130	416	1.036	0.262
371	0.522	0.130	417	1.067	0.269
372	0.521	0.130	418	1.091	0.276
373	0.521	0.129	419	1.129	0.285
374	0.520	0.129	420	1.149	0.290
375	0.524	0.131	421	1.177	0.297
376	0.525	0.131	422	1.211	0.306
377	0.526	0.131	423	1.238	0.313
378	0.529	0.132	424	1.271	0.321
379	0.531	0.132	425	1.299	0.328
380	0.535	0.133	426	1.327	0.335
381	0.539	0.135	427	1.359	0.343
382	0.541	0.135	428	1.386	0.350
383	0.547	0.137	429	1.421	0.359
384	0.552	0.138	430	1.458	0.368
385	0.557	0.139	431	1.493	0.377
386	0.563	0.141	432	1.540	0.388
387	0.572	0.143	433	1.574	0.397
388	0.578	0.145	434	1.607	0.405
389	0.586	0.147	435	1.643	0.414
390	0.596	0.149	436	1.685	0.425
391	0.604	0.152	437	1.740	0.439
392	0.617	0.155	438	1.779	0.449
393	0.627	0.157	439	1.832	0.462
394	0.639	0.161	440	1.865	0.471
395	0.654	0.165	441	1.918	0.484

Nota:
Equipo HACH DR 3900
Tipo de celda 10 mm, vidrio

Licda. Elsa Jauregui Jimenez
QUIMICA BIOLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
 Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
 Zona 4 de Mixco, Guatemala.
 PBX: 2416-2916 Fax: 2416-2917
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
 Carretera al Pacífico, Km. 91
 Santa Lucía Cotz, Escuintla
 PBX: 7882-2428
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 2

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.07
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
442	1.951	0.495	487	2.590	0.673
443	2.016	0.509	488	2.550	0.661
444	2.065	0.521	489	2.493	0.644
445	2.118	0.535	490	2.435	0.627
446	2.165	0.546	491	2.366	0.608
447	2.216	0.559	492	2.309	0.591
448	2.257	0.570	493	2.240	0.572
449	2.296	0.579	494	2.190	0.558
450	2.339	0.590	495	2.128	0.541
451	2.380	0.600	496	2.080	0.528
452	2.412	0.608	497	2.029	0.514
453	2.444	0.616	498	1.987	0.503
454	2.480	0.625	499	1.947	0.492
455	2.510	0.632	500	1.905	0.481
456	2.542	0.640	501	1.874	0.473
457	2.568	0.647	502	1.841	0.464
458	2.587	0.651	503	1.818	0.458
459	2.617	0.658	504	1.793	0.451
460	2.641	0.665	505	1.783	0.448
461	2.658	0.669	506	1.771	0.445
462	2.691	0.677	507	1.762	0.442
463	2.707	0.682	508	1.757	0.441
464	2.726	0.687	509	1.754	0.440
465	2.749	0.693	510	1.754	0.440
466	2.778	0.701	511	1.757	0.440
467	2.802	0.707	512	1.761	0.441
468	2.818	0.712	513	1.765	0.442
469	2.851	0.721	514	1.771	0.444
470	2.872	0.728	515	1.779	0.446
471	2.891	0.733	516	1.787	0.447
472	2.906	0.738	517	1.797	0.450
473	2.930	0.746	518	1.805	0.452
474	2.942	0.750	519	1.812	0.454
475	2.955	0.754	520	1.820	0.456
476	2.961	0.758	521	1.829	0.458
477	2.965	0.760	522	1.840	0.461
478	2.958	0.761	523	1.848	0.463
479	2.946	0.760	524	1.857	0.465
480	2.837	0.754	525	1.862	0.466
481	2.815	0.746	526	1.870	0.468
482	2.802	0.742	527	1.876	0.470
483	2.768	0.730	528	1.882	0.471
484	2.736	0.719	529	1.887	0.473
485	2.692	0.705	530	1.891	0.474
486	2.659	0.694	531	1.894	0.475

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Licda. Elsa Jauregui Jimenez
 QUIMICA BIOLOGA
 COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
 Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
 Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucia Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ **Número de Orden:** 105359
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN **Código de muestra:** 18.03.01.02.07
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ **Fecha de ingreso:** 01/03/2018
Referencia Cliente: MUESTRA 2 **Fecha del informe:** 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018 **Fecha inicio de Análisis:** 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA **Hora de ingreso:** 15:07:02
Recipiente: VIDRIO **Temperatura de ingreso:** REFRIGERADA
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA **Temperatura de almacenaje:** REFRIGERADA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR **Responsable de muestreo:** CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
532	1.896	0.475	577	0.846	0.212
533	1.897	0.475	578	0.822	0.205
534	1.896	0.475	579	0.785	0.196
535	1.894	0.475	580	0.755	0.189
536	1.891	0.475	581	0.723	0.180
537	1.886	0.473	582	0.682	0.170
538	1.881	0.472	583	0.660	0.164
539	1.874	0.471	584	0.632	0.157
540	1.866	0.469	585	0.592	0.147
541	1.856	0.467	586	0.560	0.139
542	1.844	0.464	587	0.536	0.133
543	1.834	0.462	588	0.502	0.124
544	1.821	0.458	589	0.485	0.120
545	1.803	0.454	590	0.462	0.114
546	1.786	0.450	591	0.436	0.107
547	1.774	0.447	592	0.416	0.102
548	1.755	0.442	593	0.394	0.097
549	1.731	0.437	594	0.364	0.089
550	1.710	0.431	595	0.346	0.085
551	1.684	0.425	596	0.332	0.081
552	1.668	0.421	597	0.314	0.077
553	1.638	0.414	598	0.298	0.072
554	1.616	0.408	599	0.283	0.069
555	1.593	0.402	600	0.271	0.066
556	1.568	0.396	601	0.258	0.062
557	1.538	0.388	602	0.239	0.058
558	1.509	0.381	603	0.229	0.055
559	1.475	0.372	604	0.217	0.052
560	1.449	0.366	605	0.204	0.049
561	1.422	0.359	606	0.195	0.047
562	1.398	0.350	607	0.185	0.044
563	1.347	0.340	608	0.179	0.043
564	1.313	0.331	609	0.169	0.040
565	1.270	0.320	610	0.159	0.038
566	1.248	0.314	611	0.152	0.036
567	1.206	0.304	612	0.145	0.034
568	1.174	0.295	613	0.141	0.033
569	1.136	0.286	614	0.134	0.031
570	1.110	0.279	615	0.129	0.030
571	1.063	0.267	616	0.125	0.029
572	1.038	0.260	617	0.120	0.028
573	1.003	0.252	618	0.115	0.027
574	0.970	0.243	619	0.110	0.026
575	0.910	0.228	620	0.107	0.025
576	0.890	0.223	621	0.103	0.024

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Licda. Eba Jauregui Jimenez
QUIMICA BIOLOGA
REGISTRADA No. 1192

Revisado: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ **Número de Orden:** 105359
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN **Código de muestra:** 18.03.01.02.07
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ **Fecha de ingreso:** 01/03/2018
Referencia Cliente: MUESTRA 2 **Fecha del informe:** 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018 **Fecha inicio de Análisis:** 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA **Hora de ingreso:** 15:07:02
Recipiente: VIDRIO **Temperatura de ingreso:** REFRIGERADA
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA **Temperatura de almacenaje:** REFRIGERADA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR **Responsable de muestreo:** CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
622	0.100	0.023	667	0.050	0.011
623	0.097	0.022	668	0.050	0.011
624	0.094	0.022	669	0.049	0.011
625	0.092	0.021	670	0.049	0.011
626	0.089	0.020	671	0.049	0.011
627	0.086	0.020	672	0.048	0.011
628	0.085	0.019	673	0.048	0.011
629	0.082	0.019	674	0.047	0.010
630	0.081	0.018	675	0.047	0.010
631	0.078	0.018	676	0.047	0.010
632	0.077	0.017	677	0.046	0.010
633	0.076	0.017	678	0.046	0.010
634	0.074	0.017	679	0.045	0.010
635	0.073	0.017	680	0.045	0.010
636	0.072	0.016	681	0.045	0.010
637	0.071	0.016	682	0.044	0.010
638	0.069	0.016	683	0.044	0.010
639	0.068	0.015	684	0.044	0.010
640	0.067	0.015	685	0.043	0.009
641	0.066	0.015	686	0.043	0.010
642	0.065	0.015	687	0.043	0.009
643	0.065	0.015	688	0.042	0.009
644	0.064	0.014	689	0.042	0.009
645	0.063	0.014	690	0.042	0.009
646	0.062	0.014	691	0.042	0.009
647	0.061	0.014	692	0.041	0.009
648	0.061	0.014	693	0.041	0.009
649	0.060	0.013	694	0.041	0.009
650	0.059	0.013	695	0.040	0.009
651	0.058	0.013	696	0.040	0.009
652	0.058	0.013	697	0.040	0.009
653	0.057	0.013	698	0.040	0.009
654	0.057	0.013	699	0.040	0.009
655	0.056	0.012	700	0.039	0.008
656	0.055	0.012	701	0.038	0.008
657	0.055	0.012	702	0.038	0.008
658	0.054	0.012	703	0.038	0.008
659	0.054	0.012	704	0.038	0.008
660	0.053	0.012	705	0.037	0.008
661	0.053	0.012	706	0.037	0.008
662	0.052	0.012	707	0.037	0.008
663	0.052	0.012	708	0.037	0.008
664	0.052	0.012	709	0.036	0.008
665	0.051	0.011	710	0.036	0.008
666	0.051	0.011	711	0.036	0.008

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Licda. Elsa Jauregui Jimenez
 QUIMICA BIÓLOGA
 COLEGIADA No. 1192

Revisado: 
 Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas
 Este informe es válido únicamente en su impresión original

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 2

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.07
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
712	0.036	0.008	757	0.028	0.006
713	0.036	0.008	758	0.027	0.006
714	0.035	0.008	759	0.027	0.006
715	0.035	0.008	760	0.027	0.005
716	0.035	0.007	761	0.027	0.005
717	0.035	0.007	762	0.027	0.005
718	0.035	0.007	763	0.027	0.005
719	0.034	0.007	764	0.027	0.005
720	0.034	0.007	765	0.026	0.005
721	0.034	0.007	766	0.026	0.005
722	0.034	0.007	767	0.026	0.005
723	0.034	0.007	768	0.026	0.005
724	0.033	0.007	769	0.026	0.005
725	0.033	0.007	770	0.026	0.005
726	0.033	0.007	771	0.026	0.005
727	0.033	0.007	772	0.025	0.005
728	0.032	0.007	773	0.025	0.005
729	0.032	0.007	774	0.025	0.005
730	0.032	0.007	775	0.025	0.005
731	0.032	0.007	776	0.025	0.005
732	0.032	0.007	777	0.025	0.005
733	0.032	0.007	778	0.024	0.005
734	0.031	0.007	779	0.024	0.005
735	0.031	0.007	780	0.024	0.005
736	0.031	0.007	781	0.024	0.005
737	0.031	0.007	782	0.024	0.005
738	0.031	0.006	783	0.024	0.006
739	0.030	0.006	784	0.024	0.005
740	0.030	0.006	785	0.024	0.004
741	0.030	0.006	786	0.023	0.004
742	0.030	0.006	787	0.023	0.004
743	0.030	0.006	788	0.023	0.004
744	0.030	0.006	789	0.023	0.004
745	0.030	0.006	790	0.023	0.004
746	0.029	0.006	791	0.023	0.004
747	0.029	0.006	792	0.023	0.004
748	0.029	0.006	793	0.023	0.004
749	0.029	0.006	794	0.022	0.004
750	0.029	0.006	795	0.022	0.004
751	0.029	0.006	796	0.022	0.004
752	0.028	0.006	797	0.022	0.004
753	0.028	0.006	798	0.022	0.004
754	0.028	0.006	799	0.022	0.004
755	0.028	0.006	800	0.022	0.004
756	0.028	0.006			

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Licda. Elsa Jauregui Jimenez
QUIMICA BIÓLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisada: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

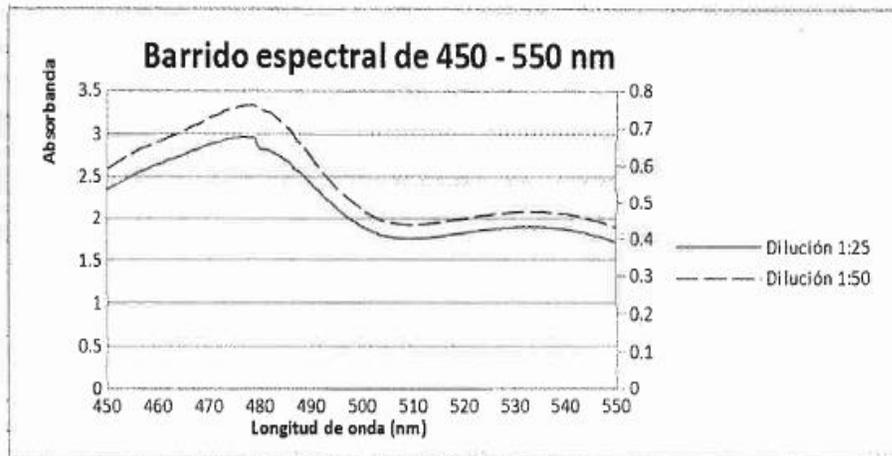
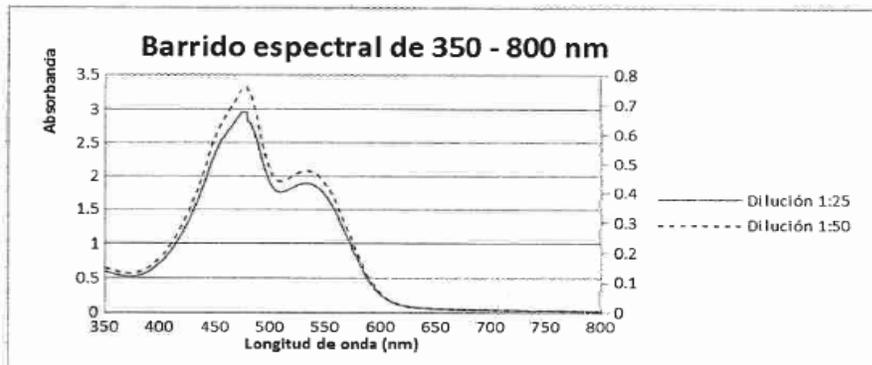
INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 2

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.07
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018	Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA	Hora de ingreso: 15:07:02
Recipiente: VIDRIO	Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA	Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Responsable de muestreo: CLIENTE



Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Elicda. Elsa Jauregui Jerez
 QUIMICA BIOLOGA
 COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
 Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
 Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucia Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ **Número de Orden:** 105359
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN **Código de muestra:** 18.03.01.02.08
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ **Fecha de ingreso:** 01/03/2018
Referencia Cliente: MUESTRA 3 **Fecha del informe:** 09/03/2018
Asesor: RECEPCION/INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018 **Fecha inicio de Análisis:** 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA **Hora de ingreso:** 15:07:02
Recipiente: VIDRIO **Temperatura de ingreso:** REFRIGERADA
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA **Temperatura de almacenaje:** REFRIGERADA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR **Responsable de muestreo:** CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
350	0.588	0.146	396	0.657	0.166
351	0.583	0.145	397	0.673	0.171
352	0.580	0.144	398	0.686	0.174
353	0.575	0.143	399	0.702	0.178
354	0.571	0.142	400	0.713	0.181
355	0.566	0.141	401	0.728	0.185
356	0.562	0.140	402	0.745	0.189
357	0.558	0.139	403	0.757	0.192
358	0.554	0.138	404	0.774	0.196
359	0.550	0.137	405	0.793	0.201
360	0.546	0.136	406	0.810	0.206
361	0.543	0.135	407	0.831	0.211
362	0.539	0.134	408	0.854	0.217
363	0.536	0.134	409	0.872	0.221
364	0.533	0.133	410	0.893	0.227
365	0.529	0.132	411	0.913	0.232
366	0.527	0.132	412	0.935	0.238
367	0.525	0.131	413	0.957	0.243
368	0.522	0.131	414	0.981	0.249
369	0.520	0.130	415	1.009	0.256
370	0.519	0.129	416	1.034	0.263
371	0.517	0.129	417	1.066	0.271
372	0.516	0.129	418	1.091	0.277
373	0.516	0.129	419	1.129	0.287
374	0.515	0.129	420	1.149	0.292
375	0.520	0.130	421	1.178	0.299
376	0.521	0.131	422	1.212	0.307
377	0.522	0.131	423	1.240	0.314
378	0.525	0.132	424	1.273	0.323
379	0.527	0.132	425	1.302	0.330
380	0.530	0.133	426	1.330	0.337
381	0.535	0.134	427	1.363	0.345
382	0.536	0.135	428	1.390	0.352
383	0.542	0.136	429	1.426	0.361
384	0.548	0.138	430	1.463	0.370
385	0.553	0.139	431	1.499	0.379
386	0.558	0.141	432	1.546	0.391
387	0.568	0.143	433	1.580	0.400
388	0.574	0.145	434	1.614	0.409
389	0.582	0.147	435	1.650	0.418
390	0.592	0.149	436	1.694	0.429
391	0.600	0.152	437	1.750	0.443
392	0.612	0.155	438	1.789	0.453
393	0.622	0.157	439	1.842	0.466
394	0.634	0.160	440	1.875	0.475
395	0.649	0.164	441	1.929	0.488

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Birida Cha Jauregui Jimenez
QUIMICA BIOLÓGICA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra con la que fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 3

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.08
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
442	1.973	0.499	487	2.609	0.679
443	2.029	0.514	488	2.568	0.667
444	2.078	0.526	489	2.511	0.650
445	2.132	0.540	490	2.452	0.633
446	2.179	0.551	491	2.384	0.613
447	2.231	0.564	492	2.327	0.597
448	2.273	0.575	493	2.258	0.578
449	2.312	0.585	494	2.206	0.563
450	2.355	0.595	495	2.144	0.546
451	2.396	0.606	496	2.097	0.533
452	2.428	0.614	497	2.045	0.519
453	2.461	0.622	498	2.002	0.508
454	2.497	0.631	499	1.962	0.497
455	2.527	0.638	500	1.920	0.486
456	2.559	0.646	501	1.888	0.477
457	2.586	0.653	502	1.854	0.468
458	2.605	0.658	503	1.831	0.462
459	2.634	0.665	504	1.806	0.455
460	2.659	0.671	505	1.795	0.452
461	2.675	0.676	506	1.783	0.449
462	2.708	0.684	507	1.773	0.446
463	2.727	0.689	508	1.768	0.444
464	2.745	0.694	509	1.765	0.443
465	2.767	0.700	510	1.764	0.443
466	2.795	0.708	511	1.767	0.443
467	2.819	0.714	512	1.770	0.444
468	2.837	0.719	513	1.774	0.445
469	2.865	0.728	514	1.780	0.447
470	2.887	0.735	515	1.787	0.448
471	2.905	0.741	516	1.795	0.450
472	2.921	0.745	517	1.805	0.452
473	2.940	0.753	518	1.812	0.454
474	2.955	0.757	519	1.820	0.456
475	2.964	0.761	520	1.827	0.458
476	2.968	0.765	521	1.836	0.460
477	2.973	0.767	522	1.847	0.463
478	2.967	0.768	523	1.854	0.464
479	2.946	0.767	524	1.863	0.467
480	2.851	0.761	525	1.869	0.468
481	2.832	0.754	526	1.876	0.470
482	2.816	0.749	527	1.882	0.471
483	2.784	0.737	528	1.888	0.473
484	2.754	0.726	529	1.892	0.474
485	2.709	0.712	530	1.897	0.475
486	2.676	0.701	531	1.899	0.476

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Licda. Elsa Jauregui Jimenez
QUIMICA BIOLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
 Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
 Zona 4 de Mixco, Guatemala.
 PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
 Carretera al Pacífico, Km. 91
 Santa Lucía Cotz, Escuintla
 PBX: 7882-2428
 info@solucionesanaliticas.com
 www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: 5TA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 3

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.08
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION/INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
532	1.901	0.476	577	0.847	0.211
533	1.901	0.477	578	0.823	0.205
534	1.900	0.477	579	0.786	0.195
535	1.898	0.476	580	0.756	0.188
536	1.895	0.476	581	0.724	0.180
537	1.890	0.474	582	0.682	0.169
538	1.885	0.473	583	0.661	0.164
539	1.878	0.472	584	0.632	0.157
540	1.870	0.470	585	0.592	0.146
541	1.860	0.468	586	0.560	0.138
542	1.847	0.465	587	0.536	0.132
543	1.838	0.462	588	0.501	0.123
544	1.824	0.459	589	0.484	0.119
545	1.805	0.455	590	0.461	0.113
546	1.789	0.451	591	0.436	0.106
547	1.777	0.448	592	0.416	0.101
548	1.757	0.443	593	0.394	0.096
549	1.733	0.437	594	0.364	0.088
550	1.712	0.432	595	0.346	0.084
551	1.687	0.426	596	0.331	0.080
552	1.670	0.421	597	0.314	0.076
553	1.641	0.414	598	0.297	0.072
554	1.618	0.408	599	0.282	0.068
555	1.595	0.402	600	0.270	0.065
556	1.570	0.396	601	0.257	0.061
557	1.538	0.388	602	0.238	0.057
558	1.512	0.381	603	0.228	0.054
559	1.477	0.372	604	0.216	0.051
560	1.452	0.366	605	0.203	0.048
561	1.424	0.359	606	0.194	0.046
562	1.390	0.350	607	0.184	0.043
563	1.349	0.340	608	0.178	0.042
564	1.315	0.331	609	0.168	0.039
565	1.272	0.320	610	0.158	0.037
566	1.250	0.314	611	0.151	0.035
567	1.208	0.303	612	0.144	0.033
568	1.176	0.296	613	0.140	0.032
569	1.137	0.285	614	0.133	0.030
570	1.112	0.279	615	0.128	0.029
571	1.064	0.266	616	0.124	0.028
572	1.039	0.260	617	0.118	0.027
573	1.004	0.251	618	0.113	0.026
574	0.971	0.243	619	0.109	0.025
575	0.911	0.227	620	0.105	0.024
576	0.891	0.222	621	0.102	0.023

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Licda. Elsa Jauregui Jimenez
 QUIMICA BIÓLOGA
 COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
 Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas
 Este informe es válido únicamente en su impresión original

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 3

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.08
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
622	0.099	0.022	667	0.049	0.011
623	0.096	0.022	668	0.048	0.010
624	0.093	0.021	669	0.048	0.010
625	0.090	0.020	670	0.048	0.010
626	0.087	0.019	671	0.047	0.010
627	0.085	0.019	672	0.047	0.010
628	0.084	0.018	673	0.047	0.010
629	0.081	0.018	674	0.046	0.010
630	0.079	0.018	675	0.046	0.010
631	0.077	0.017	676	0.045	0.010
632	0.076	0.017	677	0.045	0.010
633	0.074	0.016	678	0.045	0.010
634	0.073	0.016	679	0.044	0.009
635	0.072	0.016	680	0.044	0.010
636	0.070	0.015	681	0.044	0.009
637	0.069	0.015	682	0.043	0.009
638	0.068	0.015	683	0.043	0.009
639	0.067	0.015	684	0.043	0.009
640	0.066	0.014	685	0.042	0.009
641	0.065	0.014	686	0.042	0.009
642	0.064	0.014	687	0.042	0.009
643	0.063	0.014	688	0.041	0.009
644	0.062	0.014	689	0.041	0.009
645	0.061	0.013	690	0.041	0.009
646	0.061	0.013	691	0.041	0.009
647	0.060	0.013	692	0.040	0.008
648	0.059	0.013	693	0.040	0.008
649	0.058	0.013	694	0.040	0.008
650	0.058	0.013	695	0.039	0.008
651	0.057	0.012	696	0.039	0.008
652	0.056	0.012	697	0.039	0.008
653	0.056	0.012	698	0.039	0.008
654	0.055	0.012	699	0.038	0.008
655	0.055	0.012	700	0.038	0.008
656	0.054	0.012	701	0.037	0.008
657	0.054	0.012	702	0.037	0.008
658	0.053	0.011	703	0.037	0.008
659	0.053	0.011	704	0.037	0.008
660	0.052	0.011	705	0.037	0.007
661	0.052	0.011	706	0.036	0.007
662	0.051	0.011	707	0.036	0.007
663	0.051	0.011	708	0.036	0.007
664	0.050	0.011	709	0.036	0.007
665	0.050	0.011	710	0.035	0.007
666	0.049	0.011	711	0.035	0.007

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Elicda. Elsa Jauregui Jimenez
QUIMICA BIÓLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: 
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente: JONNATHAN SAENZ
Dirección: STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN
Persona Responsable: JONNATHAN SAENZ
Referencia Cliente: MUESTRA 3

Número de Orden: 105359
Código de muestra: 18.03.01.02.08
Fecha de ingreso: 01/03/2018
Fecha del informe: 09/03/2018
Asesor: RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo: 01/03/2018
Hora de Muestreo: NO INDICA
Recipiente: VIDRIO
Tipo de Muestra: JUGO DE REMOLACHA
Localización: UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Fecha inicio de Análisis: 01/03/2018
Hora de ingreso: 15:07:02
Temperatura de ingreso: REFRIGERADA
Temperatura de almacenaje: REFRIGERADA
Responsable de muestreo: CLIENTE

Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA		Longitud de Onda (nm)	ABSORBANCIA	
	Dilución 1:25	Dilución 1:50		Dilución 1:25	Dilución 1:50
712	0.035	0.007	757	0.027	0.005
713	0.035	0.007	758	0.027	0.005
714	0.035	0.007	759	0.027	0.005
715	0.034	0.007	760	0.026	0.005
716	0.034	0.007	761	0.026	0.005
717	0.034	0.007	762	0.026	0.005
718	0.034	0.007	763	0.026	0.005
719	0.033	0.007	764	0.026	0.005
720	0.033	0.007	765	0.026	0.005
721	0.033	0.007	766	0.026	0.005
722	0.033	0.007	767	0.025	0.005
723	0.033	0.007	768	0.025	0.005
724	0.032	0.007	769	0.025	0.005
725	0.032	0.006	770	0.025	0.005
726	0.032	0.006	771	0.025	0.005
727	0.032	0.006	772	0.025	0.005
728	0.032	0.006	773	0.025	0.004
729	0.032	0.006	774	0.024	0.004
730	0.031	0.006	775	0.024	0.004
731	0.031	0.006	776	0.024	0.004
732	0.031	0.006	777	0.024	0.004
733	0.031	0.006	778	0.024	0.004
734	0.031	0.006	779	0.024	0.004
735	0.030	0.006	780	0.024	0.004
736	0.030	0.006	781	0.023	0.004
737	0.030	0.006	782	0.023	0.004
738	0.030	0.006	783	0.023	0.004
739	0.030	0.006	784	0.023	0.004
740	0.030	0.006	785	0.023	0.004
741	0.029	0.006	786	0.023	0.004
742	0.029	0.006	787	0.023	0.004
743	0.029	0.006	788	0.023	0.004
744	0.029	0.006	789	0.022	0.004
745	0.029	0.006	790	0.022	0.004
746	0.029	0.006	791	0.022	0.004
747	0.028	0.006	792	0.022	0.004
748	0.028	0.005	793	0.022	0.004
749	0.028	0.005	794	0.022	0.004
750	0.028	0.005	795	0.022	0.003
751	0.028	0.005	796	0.022	0.004
752	0.028	0.005	797	0.022	0.003
753	0.027	0.005	798	0.021	0.003
754	0.027	0.005	799	0.021	0.003
755	0.027	0.005	800	0.021	0.003
756	0.027	0.005			

Nota:
Equipo: HACH DR 3900
Tipo de celda: 10 mm, vidrio

Bicda. Elsa Jauregui Jimenez
QUIMICA BIÓLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

14 avenida 19-50 Condado El Naranjo
Ofibodegas San Sebastián, Bodega 23,
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



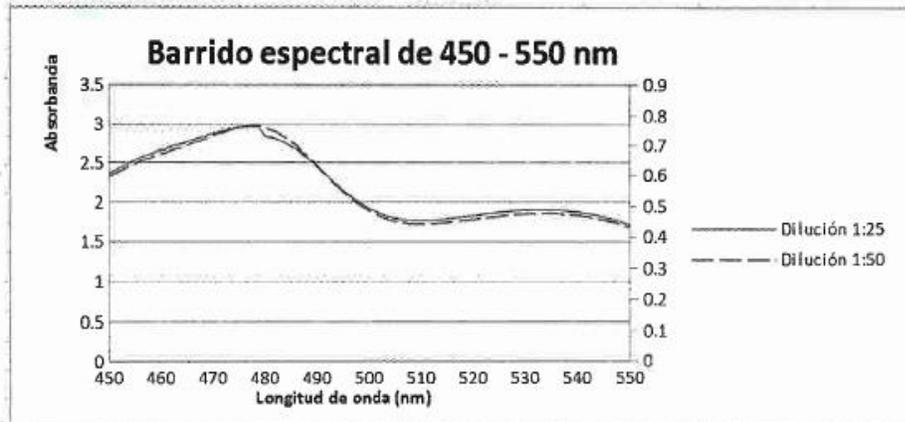
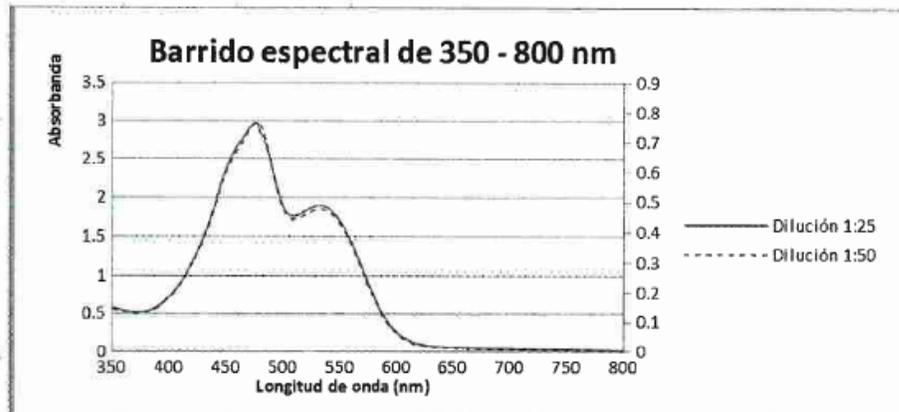
Lotificación El Relcarlo, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla
PBX: 7882-2428
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS

Cliente:	JONNATHAN SAENZ	Número de Orden:	105359
Dirección:	STA. AV 2-20 LOMAS DEL CAPITAN AMATITLAN	Código de muestra:	18.03.01.02.08
Persona Responsable:	JONNATHAN SAENZ	Fecha de ingreso:	01/03/2018
Referencia Cliente:	MUESTRA 3	Fecha del informe:	09/03/2018
		Asesor:	RECEPCION INDUSTRIALES

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo:	01/03/2018	Fecha inicio de Análisis:	01/03/2018
Hora de Muestreo:	NO INDICA	Hora de ingreso:	15:07:02
Recipiente:	VIDRIO	Temperatura de ingreso:	REFRIGERADA
Tipo de Muestra:	JUGO DE REMOLACHA	Temperatura de almacenaje:	REFRIGERADA
Localización:	UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	Responsable de muestreo:	CLIENTE



Nota:
Equipo HACH DR 3900
Tipo de celda 10 mm, vidrio

Licda. Elsa Jauregui Jirenez
QUIMICA BIOLOGA
COLEGIADA No. 1192

Revisado: _____
Gerente de Laboratorio

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.

ANEXO I

Resultados originales de pruebas realizadas



Report Number : GUAT18006635

Original Sample



ORIGINAL

CLIENTE : **Estudiante** Fecha de Recepción : 12 Mar 2018
5ta Av. 2-20 Lomasdel Capital, Amatitlan
,Amatitlan ,Guatemala City ,Guatemala Fecha de Emisión : 14 Mar 2018
ATENCIÓN : **Jonnathan Alexander Saenz Muñoz**

Descripción de la Muestra : Muestra de 30x30 cm de algodón teñido con colorante
Muestra 1 & Muestra 2
Comprador / Buyer / Marca : No proporcionado
Nombre de la Empresa / Vendor : Estudiante
Fabricante : No proporcionado
Color : (A)ROSADO MUESTRA 1, (B)VIOLETA MUESTRA 2
No. de Estilo : CUADRADOS DE 30x30 cm
No. de Lote : No proporcionado
No. de Orden de Compra : No Proporcionado
No. Orden de Trabajo : No proporcionado
Contenido de Fibra : 100% Algodón
Peso de Tela/Prenda : No proporcionado
Uso Final : No proporcionado
Categoría : No proporcionado

INSTRUCCIONES DE CUIDADO

Lavado a maquina con agua fría, secado normal no utilizar
cloro no planchar

Fecha de Confirmación de la Muestra : 12 Mar 2018

SUPERVISADO POR:



RUDY SEMRAU
GENERAL MANAGER

1. Any copying or replication of this report to or for any other person or entity, or use of our name or trademark, is permitted only with our prior written permission. 2. Our report includes all of the tests requested by you and the results thereof based upon the information that you provided to us. You have 60 days from the date of issuance of this report to notify us of any material error or omission caused by our negligence; provided, however, that such notice shall be in writing and shall specifically address the issue you wish to raise. A failure to raise such issue within the prescribed time shall constitute your unqualified acceptance of the completeness of this report, the tests conducted and the correctness of the report contents.

ORIGINAL

DICTAMEN :

	(A)	(B)
Apariencia Después de Lavado Casero	*	*
Solidez del Color al Frote	*	*
Solidez de Color a la Luz	*	*

Nota: P = Pasa F = Falla
N/A = No Aplica * = Informativo

ORIGINAL

PRUEBAS REALIZADAS

1. Apariencia Después de Lavado Casero

- AATCC/ASTM TS-008 : Machine wash at 80°F normal cycle, 1993 AATCC powder detergent, followed by tumble dry delicate cycle

Después de 3 Lavados

	(A)	(B)	<u>Requirement</u>
Cambio de color:	4		Data
Formación de mota:	4.5		
Observaciones:	No hay distorsión apreciable en la forma de la muestra lavada Apariencia de arrugas grado 4 La apariencia general de la muestra lavada es Satisfactoria		

Después de 3 Lavados

	(A)	(B)	<u>Requirement</u>
Cambio de color:	2.5		Data
Formación de mota:	4.5		
Observaciones:	No hay distorsión apreciable en la forma de la muestra lavada Apariencia de arrugas grado 4 La apariencia general de la muestra lavada es Insatisfactoria Apreciable cambio de color (Grado 2.5) en la muestra lavada		

2. Solidez del Color al Frote

- AATCC 8 - 2013 / AATCC 116 - 2013

	(A)	(B)	<u>Requirement</u>
Seco:	4.5	4	Data
Mojado:	4	2	

3. Solidez de Color a la Luz

- AATCC 16.3 - 2014, Option 3

Después de 20 Horas

	(A)	(B)	<u>Requirement</u>
Cambio de color:	2.5	2.5	Data

ORIGINAL

This report is made solely on the basis of your instructions and/or information and materials supplied by you. It is not intended to be a recommendation for any particular course of action. Intertek does not accept a duty of care or any other responsibility to any person other than the Addressee in respect of this report and only accepts liability to the Addressee insofar as is expressly contained in the terms and conditions governing Intertek's provision of services to you. Intertek makes no warranties or representations either express or implied with respect to this report save as provided for in those terms and conditions. We have aimed to conduct the Review on a diligent and careful basis and we do not accept any liability to you for any loss arising out of or in connection with this report, in contract, tort, by statute.