



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

**EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS COMO COLORANTES
ECOLÓGICOS EXTRAÍDOS DEL GRANO PIGMENTADO DEL MAÍZ
APLICADO EN EL DISEÑO PUBLICITARIO POR EL MÉTODO DE
SERIGRAFÍA.**

Tesis Profesional para la obtención del Título de Ingeniero en Diseño

Presenta:

Deniss Reyes Córdoba

Con la Asesoría de:

Ricardo Acevedo Gómez

LOMA BONITA, OAXACA, DICIEMBRE 2014



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN INGENIERÍA EN DISEÑO

LA PRESENTE TESIS TITULADA "EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS COMO COLORANTES ECOLÓGICOS EXTRAÍDOS DEL GRANO PIGMENTADO DEL MAÍZ APLICADO EN EL DISEÑO PUBLICITARIO POR EL MÉTODO DE SERIGRAFÍA", PRESENTADA POR LA PASANTE DENISS REYES CORDOBA, BAJO LA ASESORIA DEL MC RICARDO ACEVEDO GÓMEZ, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN INGENIERÍA EN DISEÑO.

JURADO EXAMINADOR

MC. RICARDO ACEVEDO GÓMEZ

ASESOR

DR. AXEL VILLAVICENCIO TORRES
REVISOR

MBA. ENRIQUE VALDES PLIEGO
REVISOR

Laura Patricia Rivas Vázquez
DRA. LAURA PATRICIA RIVAS VÁZQUEZ
REVISOR

DR. ROBERTO SUÁREZ ORDUÑA
REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, DICIEMBRE 2014.

DEDICATORIA

A DIOS

Por cuidar de mi vida y llenarme de bendiciones para poder realizar y emprender mis sueños en medida de sus tiempos, por ser mi guía y darme sabiduría necesaria para poder enfrentar retos, por su gran amor inmerecido que me da todos los días, por la oportunidad y fuerzas que me dio de llegar hasta aquí y concluir un paso más de mi propósito en la tierra.

A MIS PADRES

Por todo el apoyo moral y económico que me dieron durante el transcurso de mi carrera, por todos sus sacrificios y luchas para que yo pudiera estudiar, por ser maravillosos, por siempre estar conmigo e impulsarme a seguir luchando a pesar de todos los obstáculos que atravesamos, por los desvelos que vivieron a mi lado, por ser los más amorosos y dedicados al papel que Dios les dio como mis padres. Los Amo con todo mi corazón.

A MI BEBE Y ESOSO

Por llegar en el tiempo perfecto para ser motivos de la búsqueda de un triunfo más en el nivel profesional y los futuros, por la insistencia llena de amor que me dan para poder realizarme y hacer valer la pena de mis esfuerzos durante los 5 años de estudio, por ser luz y motor en mi vida durante esta nueva etapa de madre y esposa, por ser mi pequeña familia que tanto amo, por ser los seres que me dan vida tan solo con existir en mí.

A MI HERMANA ANAHI Y FELIPE

A mi hermana Anahí por ser la mejor amiga de mi vida y mi niña, por ser motivo de poder ser su ejemplo, por su apoyo tan solo con su existencia, por vivir cada experiencia durante mi carrera al lado de su hombro y con su sonrisa, a mi hermano Felipe porque siempre fue un motivo de orgullo para mí y me impulso a lograr grandes propósitos profesionales en lo que mi capacidad podía desempeñar por el apoyo que me brindo para que pudiera escalar en mi etapa de estudiante, por siempre apoyarme.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD

Por la contribución de recursos que aportó a mi educación, a todo su personal que siempre fue atento y accesible, por ser una institución de grandes metas para su alumnado.

A MI ASESOR DE TESIS

A mi asesor de tesis Dr. Ricardo Acevedo Gómez (UNPA), por apoyarme constantemente con sus conocimientos, tiempo y experiencia profesional, por esa confianza que tuvo en mí al creer que podría lograrlo, por sus invaluable consejos, por su amistad llena de respeto, por ser un ejemplo de fortaleza, paciencia y perseverancia.

A LA JEFA DE CARRERA

Por ser parte fundamental en mi formación académica, por su accesibilidad para nuestro desempeño en distintas áreas, por siempre buscar nuestro beneficio y dedicar tiempo a nuestras necesidades en el entorno estudiantil, por ser una gran persona que siempre me inspiró por su capacidad y conocimientos.

A MIS PROFESORES

Por todo el conocimiento y esfuerzo que aportaron en cada clase, por las experiencias en aulas de trabajo, por implementar buenas estrategias de aprendizaje para la formación académica que adquirí durante todo mi recorrido universitario. Por la preparación diaria que tomaron para poder plasmarla en los pizarrones

INDICE

INDICE DE FIGURAS.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
2.1 CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE MAÍZ.....	2
2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ.....	4
2.3 USOS DEL MAÍZ.....	4
2.4 COLORACIÓN.....	5
2.5 EL COLOR.....	5
2.6 COLORANTES NATURALES.....	8
2.7 COLORANTES ARTIFICIALES.....	9
2.8 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS COLORANTES.....	11
2.9 LA SERIGRAFIA.....	11
2.9.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS TINTAS SERIGRAFICAS.....	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 Objetivo general.....	16
3.2 Objetivos específicos.....	16
3.3 Hipótesis.....	17
3.4 Justificación.....	17
4. MATERIALES Y METODOS.....	18
4.1. ETAPA I.....	18
4.1.1. Adquisición del material.....	18
4.1.2. Extracción.....	19
4.2. ETAPA II.....	20
4.2.1. Concentración del colorante.....	20
4.3. ETAPA III.....	21
4.3.1. Preparación de la pasta Madre.....	21
4.3.2. Revelado de mallas.....	21
4.4. ETAPA IV.....	22

4.4.1. Determinación del pH.....	22
4.5. ETAPA V.....	22
4.5.1. Capacidad de fijación.	22
4.5.1.1 Determinación de la fijación de la prueba al frote.....	22
4.5.1.2 Determinación de la fijación de la prueba al sangrado por microscopio.	23
4.5.2. Capacidad de degradación.....	23
4.5.2.1. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba a la luz...	23
4.5.2.2 Modelo Matemático.....	23
4.5.2.3. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba al lavado domestico	23
4.5.2.4. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba al agua ..	24
RESULTADOS.....	24
5.1. ETAPA I.....	24
5.1.1. Adquisición del material	24
5.1.2. Extracción.....	25
5.2. ETAPA II.....	26
5.2.1. Concentración del colorante.....	26
5.3. ETAPA III	30
5.3.1. Preparación de la pasta Madre	30
5.3.2. Revelado de mallas	31
5.4. ETAPA IV.....	33
5.4.1. Determinación del pH.....	33
5.5. ETAPA V.....	35
5.5.1. Capacidad de fijación.....	35
5.5.1.1 Determinación de la fijación de la prueba al frote.....	36
5.5.1.2 Determinación de la fijación de la prueba al sangrado por microscopio	37
5.5.2. Capacidad de degradación.....	38
5.5.2.1. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba a la luz...	38
5.5.2.2 Modelo Matemático.....	46
5.5.2.3. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba al lavado domestico	48

5.5.2.4. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba al agua ..	49
CONCLUSIONES.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51
ANEXO 1	54
ANEXO 2	55
ANEXO 3	56
ANEXO 4	57
ANEXO 5	58
ANEXO 6	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Estructuras que constituyen al grano de maíz (Enciclopedia Britanica, 2006).....	3
Figura 2. Partes del Ojo Humano.....	6
Figura 3. La Retina.....	7
Figura 4. Espectro de color visible por el ojo humano.....	7
Figura 5.- Molienda del maíz a extraer. Molino pulvex	18
Figura 6.- Peso y excitación de las moléculas del maíz	19
Figura 7.- Proceso de concentración del colorante extraído y elaboración de curvas de regresión lineal.....	20
Figura 8.- Potenciometro hanna instruments pH209.	22
Figura 9.- Mapa de la República Mexicana indicando el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca.....	24
Figura 10.- Mapa del estado de Oaxaca, indicando la ciudad de Loma Bonita.....	25
Figura 11.- Deshidratación del color extraído de ambas tonalidades de maíz negro y morado	27
Figura 12.- Gráfica que muestra el comportamiento de la absorbancia en la extracción del maíz morado.	28
Figura 13.- Gráfica que muestra el comportamiento de la absorbancia en la extracción del maíz negro.	29
Figura 14.- Preparación de la pasta madre.....	30
Figura 15.- Impresión y aplicación de la pasta madre con el colorante extraído sobre las mallas reveladas.....	32
Figura 16.- Medición del pH de las 2 tonalidades de colorante extraído de maíz negro y morado.....	34
Figura 17. Prueba de sangrado sobre el resultado de la impresión de los colorantes extraídos del maíz negro y morado en papel y textil.....	35
Figura 18. Prueba al frote sobre papel de acuerdo a la norma mexicana NMX-A-074-INNTEX-1995.....	36

Figura 19. Prueba al sangrado vista desde el microscopio <i>Westover scientific</i> a X4 aumentos sobre papel y textil.....	37
Figura 20.- Proceso degradación del colorante en focos de 75,60 y 25 watts en un transcurso de 42 horas.....	39
Figura 21.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz morado en foco de 75 watts por un tiempo de 42 horas.	40
Figura 22.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz negro en foco de 75 watts por un tiempo de 42 horas.	41
Figura 23.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz morado en foco de 60 watts por un tiempo de 42 horas.	42
Figura 24.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz negro en foco de 60 watts por un tiempo de horas.	43
Figura 25.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz morado en foco de 25 watts por un tiempo de 42 horas.	44
Figura 26.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz negro en foco de 25 watts por un tiempo de 42 horas.	45
Figura 27.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación, demostrando el modelo matemático de la ley de crecimiento y decaimiento, en comparación con la práctica.....	47
Figura 28. Prueba al lavado domestico sobre textil de acuerdo a la norma mexicana NMX-A-073-INNTEX-1995.....	48
Figura 29. Prueba al agua sobre textil de acuerdo a la norma mexicana NMX-A-070-INNTEX-1999.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Colorantes flavonoides.....	11
Tabla 2.- Colorantes carotenoides	11
Tabla 3.- Colorantes del tipo quinona.....	11
Tabla 4.- Origen y pigmentación de variedades de maíz	18
Tabla 5.- Origen y pigmentación de variedades de maíz	25
Tabla 6.- Medidas de absorbancia a 610 nm para la obtención de la regresión lineal de la extracción del maíz morado.	28
Tabla 7.- Medidas de absorbancia a 610 nm para la obtención de la regresión lineal de la extracción del maíz negro.	29
Tabla 8.- Ph del colorante extraído en el maíz morado y maíz negro.	33
tabla 9.- Degradación de la extracción del maíz morado en foco de 75 watts por un tiempo de 42 horas.....	40
Tabla 10.- Degradación de la extracción del maíz negro en foco de 75 watts por un tiempo de 42 horas.....	41
Tabla 11.- Degradación de la extracción del maíz morado en foco de 60 watts por un tiempo de 42 horas.....	42
Tabla 12.- Degradación de la extracción del maíz negro en foco de 60 watts por un tiempo de 42 horas.....	43
Tabla 13.- Degradación de la extracción del maíz morado en foco de 25 watts por un tiempo de 42 horas.....	44
Tabla 14.- Degradación de la extracción del maíz negro en foco de 25 watts por un tiempo de 42 horas.....	45

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue obtener colorante de dos tipos de granos de maíz pigmentado, negro y morado por medio de una extracción sólida-líquida. Este colorante extraído se mezcló con la pasta madre hecha con fécula de maíz que se preparó previamente, y que se emplea en el método de serigrafía, obteniendo una mezcla consistente colorida para la impresión de publicidad en textil y papel, estableciendo las condiciones óptimas adecuadas para su obtención.

En la primera etapa se realizó la extracción del colorante de las dos variedades de maíz mexicano por medio de una solución extractora en medio acuoso con base en etanol y una solución ácida en 4 repeticiones, los extractos del grano morado arrojaron un tono rosa, y del grano negro un tono rojo demostraron ser efectivos en su concentración de compuestos fenólicos.

En la segunda etapa se realizaron las pruebas de concentración del colorante utilizando el método de evaporación, deshidratando todo el extracto líquido del colorante obtenido de las dos variedades de maíz, y se obtuvo un líquido viscoso. Se midieron diferentes concentraciones en mililitros de este concentrado para realizar la curva de calibración (regresión lineal) y así obtener la ecuación lineal.

En la tercera etapa se desarrolló la pasta madre utilizando un polímero natural con base en fécula de maíz, urea y carbonatos para formar una mezcla consistente. Se realizó el proceso de revelado de mallas con un marco de 40X60 cm y un malla de 90 orificios por pulgada cuadrada para tela de algodón 100% y marco de 40X60 cm y una malla 120 orificios por pulgada cuadrada para papel, utilizando una película con base a fotoemulsión adicionada con dicromato de potasio como sensibilizador en el cuarto oscuro del taller de serigrafía de la UNPA campus Loma Bonita.

En la cuarta etapa se determinó el Potencial de Hidrógeno (pH) de las 2 tonalidades del colorante extraído del *zea maíz* y de la pasta madre; el colorante tenía un pH ácido entre 2 Y 3, la pasta madre se realizó con carbonatos y se encontraba con un pH alcalino entre 8 y 9, entonces al realizar la mezcla entre ambos para la preparación de la tintura local el pH se neutralizó tendiendo a un tono grisáceo, para modificar esta tonalidad en la mezcla se debió modificar el pH

llevándolo a un pH ácido, aplicando 2 ml de HCl a 0.1N, así obteniendo de esta manera su tono inicial.

En la quinta etapa se determinó la capacidad de fijación y degradación del colorante impreso y en estado líquido, la capacidad de fijación se realizó sobre papel y textil, la prueba al frote en la impresión en papel se desprendía el polímero seco de la tintura local pero el colorante permanecía fijo en tonalidad más clara en el papel. La prueba del sangrado en papel y textil con el microscopio se vio que la tintura local es muy viscosa y algunas fibras celulósicas no fueron impresas pero tenían un poder de cubrimiento amplio sobre las fibras. En textil se determinó también que al realizar la prueba al lavado doméstico la tintura local en la impresión no se desprendió en su totalidad, finalmente se midió la fotosintetisidad del colorante con un colorímetro. Se sometieron las muestras del colorante con 3 diferentes tipos de fuentes luminosas, las muestras se realizaron por duplicado durante 42 horas calculando la absorbancia del colorante extraído y así mismo demostrar el tiempo en que el colorante se degrada a la luz, comparándolo con el modelo matemático de la ley decrecimiento y decaimiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to obtain dye from two types of grains of pigmented corn, black and purple, by means of extraction solid-liquid. This dye extracted was blend with the mother paste from corn starch which was previously prepared, and used in the printing method, obtaining a blend consistent in color for print on textiles and cellulose in advertising by method of silk-screen printing, and establishing the adequate optimum conditions for its obtainment.

In the first stage, color was extracted from the two varieties of Mexican corn through an extraction solution in aqueous medium based on ethanol and an acidic solution in 4 repetitions, the extracts from purple grain cast a pink tone, and from the black grain a red tone, proving to be effective in their concentration of phenolic compounds.

In the second stage, concentration of dye using method of evaporation, dehydrating all colored liquid extract obtained from the two varieties of corn and viscous liquid was obtained. Different concentrations were measured in milliliters of this concentrate for make the calibration curve (linear regression) and thus obtain the linear equation.

In the third stage, the mother paste was developed using a natural polymer, based on corn starch, urea and carbonates to form a mixture consistent. The developing process was performed with a mesh frame 40X60 cm and a mesh size of 90 holes per square inch, for 100% cotton fabric and frame 40X60 cm and a mesh size of 120 holes per square inch for paper, using a film based to photoemulsion added with potassium dichromate as a sensitizer in the darkroom silk-screen workshop UNPA campus of Loma Bonita.

In the fourth stage, Potential Hydrogen (pH) was determined of the 2 tones of extracted dye of zea maize and mother paste; the dye had an acid pH between 2 and 3, mother paste made with carbonates and it was with an alkaline pH between 8 and 9, then when mixing between for preparing dye local Ph was neutralized tending to a grayish tone, to modify this tonality in the mixture was due modify pH taking it to an acid pH, applying 2 ml of 0.1N HCl, thus obtaining initial tone.

In the fifth stage was determined fixing capacity and degradation of the printed dye and liquid state, capacity fixing was performed on paper and textil, the rub test in printing paper is removed the dry polymer local tincture but the dye remained fixed in lighter shade on paper. The Bleeding test in paper and textil under the microscope was observed that local tincture is very viscous and some cellulosic fibers were not printed but they had a power of extensive coverage on the fibers. In textile was also determined that when testing the domestic washing local printing dye not removed in its entirety, finally dye fotosintetisidad was measured with a colorimeter. The color samples were exposed to 3 different types of light sources, the samples were taken twice for each type of light source after a period of 42 hours in order to calculate the absorbance of the extracted color and thus show the time in which color is degraded by light, making a comparison and with the mathematical model of the law of decline and decay.

1. INTRODUCCION

Durante el paso del tiempo las investigaciones del efecto en la aplicación de los colorantes sobre textiles, celulosa y papel han tenido una evolución favorable para el desarrollo económico de países industrializados y no industrializados, sin embargo, su aplicación desmesurada ha producido un deterioro en el medio ambiente causando contaminación en efluentes superficiales y en el manto freático. Los colorantes textiles tienen gran persistencia en el ambiente, y los métodos de eliminación clásicos no son útiles debido a que oxidaciones o reducciones parciales pueden generar productos secundarios altamente tóxicos. Una gran proporción de los colorantes no son directamente tóxicos para los organismos vivos; sin embargo, la fuerte coloración que imparten a los medios de descarga puede llegar a suprimir los procesos fotosintéticos en los cursos de agua, por lo que su presencia debe ser controlada.

Dentro de los procesos textiles existe una operación que produce una característica tan acusada como lo es el cambio de coloración para enriquecer el valor económico y artístico. Desde los tiempos más remotos se convirtió en objeto de una particular atención por todos los que directa o indirectamente intervienen en el desarrollo de sus procedimientos o en la consecución de efectos determinados sobre las fibras (Cegarra J *et al.*, 1980).

Acevedo-Gómez y Velarde-Galván (2010) implementaron la utilización de la grana carmín como colorante biodegradable sobre fibras celulósicas, y de esta forma contribuyeron a la mejora del medio ambiente donde evaluaron la afinidad tintórea y sus condiciones en el proceso de teñido con mordente y sin mordente sobre fibras extraídas de la corona de la piña.

En este trabajo se plantea la extracción de los compuestos fenólicos como colorantes biodegradables para el desarrollo de un nuevo material natural sustentable que se utilizó en el diseño publicitario impreso por el método de serigrafía, del mismo modo contribuyendo a la disposición de la mejora del medio ambiente, evitando la problemática de contaminación.

2. ANTECEDENTES

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE MAÍZ

La planta del maíz pertenece a la familia de las gramíneas, tribu *maideas*; entre las especies de esta tribu sólo *Zea mays* tiene interés desde el punto de vista agrícola y económico. Se estima que actualmente existen cerca de 800 productos que son derivados del maíz o que lo incluyen en su composición (FAO, 2005).

El fruto del maíz es una cariósida o grano producido en la mazorca. En un desarrollo apropiado se producen aproximadamente unos 800 granos por mazorca, que se encuentran unidos a la mazorca por el pedicelo. El pedicelo se rompe cuando el grano es removido de la mazorca dejando un final dentado, y la estructura crónica que permanece unida al grano es llamada capa terminal (Watson y Ramstad, 1991). El grano de maíz es el más grande de todos los cereales; un grano de maíz maduro tiene un peso promedio de 250 a 300 mg, los granos varían considerablemente en tamaño y forma entre los diferentes tipos de maíz e incluso en la misma mazorca, sus colores varían desde blanco, amarillo, naranja, rojo, rojo oscuro, café, púrpura, negro, azul y otros (Lástity, 1984).

Como otros granos de cereales, el grano de maíz tiene cuatro partes morfológicas principales: el pericarpio, el endospermo, el germen o embrión y la capa terminal (figura 1).

El pericarpio tiene como función proteger la semilla; es una membrana hialina delgada que otorga características semipermeables al grano, representa del 5 al 6% de peso del grano; su principal componente es la hemicelulosa, que ocupa el 41 al 46%. Se encuentra formado por la epidermis, células cruzadas y células tubulares que lo unen al pedicelo o capa terminal. Después de estas capas se encuentra una membrana cerosa delgada conocida como “cáscara de la semilla” y finalmente se encuentra un tejido de células gruesas cocidas como “capas de células de aleurona y del mesocarpio” (Watson y Ramstad, 1991).

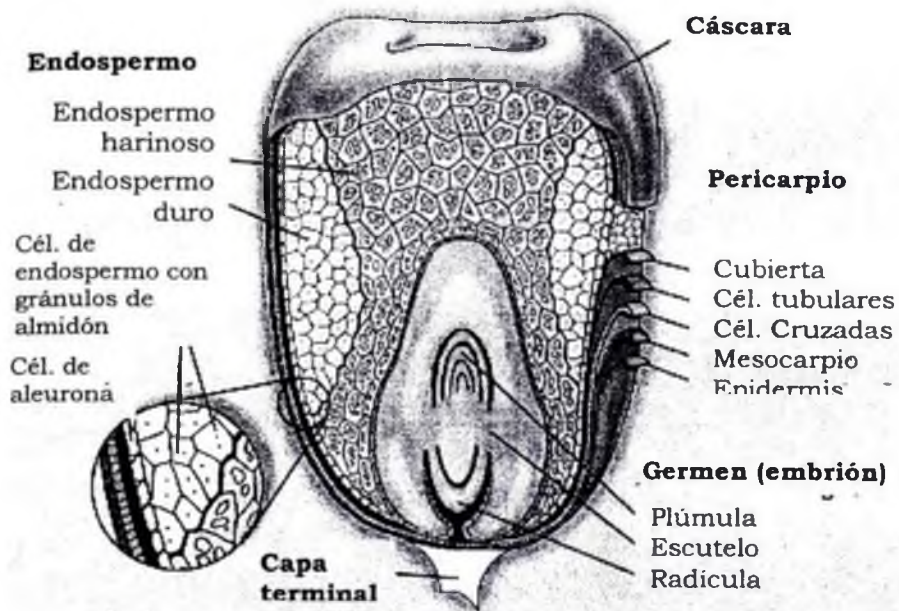


Figura 1. Estructuras que constituyen al grano de maíz (enciclopedia Británica, 2006).

El endospermo es la reserva de la que se alimenta la nueva planta hasta que esta pueda sintetizar los nutrientes por si misma; ocupa del 82 al 84% del peso del grano seco y constituye la mayor proporción del grano. Existen dos tipos de endospermo: el vítreo y el harinoso, el vítreo está presente cerca de la capa de la aleurona, está formado por células muy pequeñas empaquetadas en una red celular densa, con alto porcentaje de gluteína, por matrices proteicas que envuelven a los gránulos de almidón, los cuales son más pequeños y variables en tamaño y forma. Su apariencia translúcida es debida a los espacios intergranulares cubiertos por cuerpos de zeína, es más duro y contiene altos niveles de proteína, se localiza a los lados del grano. El harinoso posee una apariencia opaca quebradiza, los gránulos de almidón son de forma esférica y suelta con paredes celulares delgadas, llenan la parte superior del grano y se extiende alrededor del germen (Lástity, 1984, Watson y Ramstad, 1991).

El germen o embrión se encuentra formado por un eje embrionario; que a su vez está integrado por la plúmula o brote, la radícula y el escutelo o cotiledón (Jugenheimer, 1998). Su función es como material de reserva para la semilla y la plántula en las primeras etapas de su desarrollo, ya que almacena nutrientes y hormonas que son movilizadas para la elaboración de enzimas durante los estadios iniciales de la germinación. El germen ocupa del 10 al 12% del peso seco del grano (Watson y Ramstad, 1991).

La capa terminal está constituida por el residuo del pedicelo que une al grano de elote, representa el 0.8% al 1% del peso seco del grano.

Está compuesto de ases vasculares que terminan en porción basal del pericarpio, consta de una capa exterior de abscisión, con la función de sellar la punta del grano maduro. A esta capa le sigue una serie de células parenquimatosas en forma de estrellas unidas en sus puntas formando una estructura frágil y porosa, conectadas con la capa de células cruzadas del pericarpio (Jugenheimer, 1998).

2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ

Los principios componentes del maíz son: almidón, proteínas y lípidos, aunque contiene también en menores cantidades fibra cruda, azúcares, minerales, y otras sustancias orgánicas como vitaminas, carotenoides y pigmentos. Sin embargo, la composición de los granos de maíz varía de acuerdo a las condiciones climatológicas y edafológicas del lugar donde sea cultivado y también entre los distintos tipos de maíz (Paredes- López y Saharópulos-Paredes, 1983; Pérez-Ilzarbe, 1995).

2.3 USOS DEL MAÍZ

En México, la mayor parte de los agricultores que cultivan el grano del maíz lo destinan para el autoconsumo, y gran parte de esta producción la generan los agricultores que utilizan variedades locales y ellos mismos se encargan de producir su semilla (Morris-Morris, 1999). Debido a esto, es todavía posible obtener variedades llamadas criollas de maíz y evaluar su potencial de comercialización e industrialización. En este sentido, los mercados han aumentado

la demanda de maíces pigmentados para la elaboración de tortillas y otros productos, y para otros usos como alimento para pollos, que permite la pigmentación de la carne y del huevo, y la potencial obtención de pigmentos que puedan sustituir a los pigmentos artificiales para el consumo humano.

2.4 COLORACIÓN

El color del maíz varía desde negro, azul, rojo, morado, pinto, naranja, amarillo hasta blanco. En el caso de los maíces coloreados, los pigmentos se pueden encontrar en el pericarpio y la capa de la aleurona, en algunos casos puede encontrarse también dispersos por el endospermo (Dickerson, 1996). Es sabido que estos pigmentos se deben principalmente a la presencia de los compuestos fenólicos del tipo de antocianinas, como glucósidos de cianidina, peonidina y pelargonidinas (Wang *et al.*, 1997) que son compuestos que actúan como agentes protectores del grano contra ataques microbianos, y también es conocido que poseen un alto potencial como agentes nutracéuticos, por lo que se les ha considerado como una fuente importante de antioxidantes dietarios. Se han comprobado las propiedades antioxidantes de compuestos fenólicos contra radicales peróxido, (Harbone, 1995) así como el hecho que pueden tener mecanismos de acción que incluyen la modulación de enzimas de detoxificación que tienen la capacidad de disminuir el riesgo de ciertos tipos de cáncer, (Talalay y De Long, 1998; Armes *et al.*, 1993 y Talalay, 2000) el estimulo del sistema inmunológico (Setchell y Aedin, 1999), la reducción de agregación plaquetaria, la modulación de la síntesis del colesterol y del metabolismo hormonal (Tsuda *et al.*, 2003), la reducción de la presión sanguínea, (Oki *et al.*, 2002) así como efectos antibacterianos, antivirales y antioxidantes (Rondinni *et al.*, 2002; Tsuda *et al.*, 2003)

2.5 EL COLOR

El color como tal no existe, no es una característica del objeto, es una apreciación del ser humano para poder conceptualizar los colores. Por tanto, podemos definirlo como, una sensación que se produce en respuesta a la estimulación del

ojo y de sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes de onda (ver figura 2).

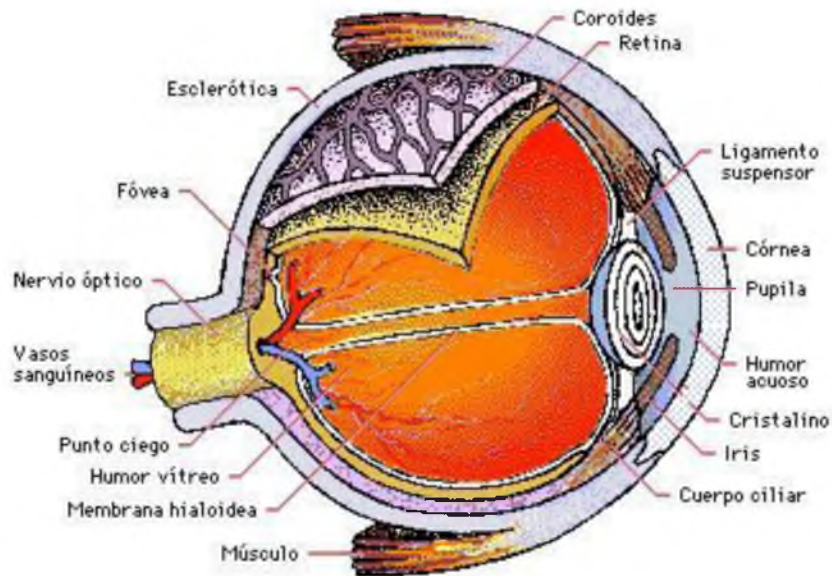


Figura 2. Partes del Ojo Humano

El color es el resultado de las diferencias de percepciones del ojo a distintas longitudes de onda que componen lo que se denomina el "espectro" de luz blanca reflejada en una hoja de papel. Estas ondas visibles son aquellas cuya longitud está comprendida entre los 400 y los 700 nanómetros; más allá de estos límites siguen existiendo radiaciones, pero ya no son percibidos por nuestra vista.

Lo que ocurre cuando percibimos un objeto de un determinado color, es que la superficie de ese objeto refleja una parte del espectro de luz blanca que recibe y absorbe las demás. La luz blanca está formada por tres colores básicos: rojo intenso, verde y azul violeta. Por ejemplo, en el caso de objeto de color rojo, éste absorbe el verde y el azul, y refleja el resto de la luz que es interpretado por nuestra retina como color rojo.

En las artes gráficas tenemos dos grandes categorías con respecto al color, imagen en color e imagen en blanco y negro, en éstas últimas podemos diferenciar: - imágenes a pluma. - imágenes tramadas: mediante diferentes tipos de gris. Asimismo, las imágenes en color se pueden dividir en dos categorías: - colores planos: manchas uniformes de color. - degradados, también tramadas. El color es un elemento básico para elaborar un mensaje visual. Muchas veces, el color no es un simple atributo que recubre la forma de las cosas en busca de la fidelidad reproducida. A pesar de que, sin el color la forma permanece, con frecuencia el Mensajes es, precisamente, el Color, o lo que sólo puede expresarse por el mismo. Más allá de la mera identificación o asociación, el color también se puede emplear para crear experiencias. El publicista representa el producto en su anuncio mediante la forma, pero añade las cualidades del color. El color puede llegar a ser la traducción visual de nuestros sentidos, o despertar éstos mediante la gama de colores utilizados. Podremos dar sensación de frío, de apetecible, de rugoso, de limpio, etc. El color está presente en todos los aspectos de la identidad empresarial y de marca. En la identidad, las empresas pueden hacer que el color sea el principal elemento de su identidad utilizando un único color o una paleta de colores como parte de su identidad visual (C/Clapissa, 19-12580)

2.6 COLORANTES NATURALES

Los colorantes naturales se pueden agrupar en diferentes formas: por tipo de teñido, composición química, características físicas, etc.

La mayor parte de los colorantes naturales (palo de Campeche, cochinilla, azafrán, etc.) actúan como pigmentos, es decir, se fijan sólidamente sobre las fibras sin penetrar en su interior.

Los grupos de colorantes que definimos a continuación son todos colorantes naturales:

- A. Colorantes directos: Son los grupos de colorantes de antocianina, carotinoide, derivados de la calcona. Los colorantes son obtenidos de una solución acuosa y esta extracción se usa directamente para teñir o pintar en frío o en caliente. A veces se usa sustancias auxiliares como ácidos o sales.

Como ejemplo tenemos la flor de cártamo, cúrcuma, azafrán, cempoalxóchitl, etc.

- B. Mordentados: Este tipo de colorantes no tienen por sí mismo el poder de colorear, solo es un tratamiento especial de sales metálicas solubles que reaccionan sobre la fibra. Esta técnica se aplica a la mayoría de las plantas que dan color como la gardenia, campoalxóchitl, rubia, cochinilla, palo de Campeche y Brasil, entre otras.
- C. Tipo de Reducción: Derivados del Indol, estas materias colorantes se encuentran en el interior de los cuerpos vegetales o animales, pero son insolubles. Para darles solubilidad, se les aplica hidrosulfito de sodio como sustancia reductora, obteniéndose una solución incolora que se aplica a la fibra y después, mediante una oxidación aparece el color, como ejemplo está el añil.
- D. Pigmentos: Polvos de materiales minerales, son insolubles que no tienen poder de entintar, por lo cual solo pueden utilizarse mezclándose con otro cuerpo, como el engrudo, cola, resina, caseína, clara de huevo, etc., con lo que forman una pasta colorida. (Shirata Yoshiko, 1996.)

2.7 COLORANTES ARTIFICIALES

Los colorantes artificiales llamados adjetivos requieren una preparación preliminar de las fibras que las haga penetrables por el colorante.

Los colorantes artificiales sustantivos penetran profundamente en el interior de las fibras sin ayuda de ningún otro agente, pero con poca solidez al lavado.

A continuación se definen los grupos de colorantes artificiales:

Colorantes directos o sustantivos. Tiñen todas las fibras celulósicas, con la ayuda de sales alcalinas como el sulfato de sodio que se incorporan al baño de teñido.

La solidez de estos colorantes al lavado es baja, sin embargo, es alta a la radiación solar y rayos ultravioleta.

Colorantes básicos. Tiñen las fibras proteicas producto de las vellosidades de los animales y una fibra sintética el Poliacrilonitrilo (Acrílico), no obstante, las fibras celulósicas muy lignificadas, como el cáñamo y el yute, se tiñen bien.

Colorantes con mordiente. Exigen un baño de preparación a base de sales metálicas, y según sea el mordiente empleado y la materia que se tiñe, pueden dar colores diferentes y de diversa solidez. Los mordientes más usados son las sales de aluminio y las de cromo.

Colorantes sulfurosos. Se aplican directo en fibras celulósicas y para fibras animales actúan con la ayuda de un mordente. Son insolubles en agua, pero solubles en una solución de sulfuro de sodio (esta materia se altera fácilmente en contacto con el aire). A la salida del baño, las fibras continúan sin color o quedan coloreadas muy débilmente pero expuestas al aire, el colorante se oxida sobre las fibras, coloreándolas. Si el aire es caliente, el color obtenido es más vivo y sólido.

Colorantes a la tina o Indantrenos. Los colorantes tina o indantrenos dan colores muy sólidos, principalmente sobre fibras celulósicas. Toman el nombre de colorantes a la tina o de colorantes tina por reminiscencia de las grandes tinajas que antiguamente se empleaban para su reducción, que es su principal característica dentro del baño de teñido aplicando hidrosulfito de sodio como sal alcalina, obteniéndose una solución de color diferente al tinte resultante sobre las fibras, posteriormente se oxidan al contacto con el aire o se acelera el tratamiento con peróxido de hidrogeno en el baño de lavado, para quedar nuevamente insoluble ya depositado sobre la fibra. Estos colorantes comprenden el grupo de indigoides y algunos de alizarina.

Colorantes por oxidación. Tiñen directamente las fibras celulósicas. El baño de tintura es incoloro, el color lo toman las fibras al momento de la oxidación en estufas de aire caliente. Por ejemplo el naftol, secado sobre las fibras da un color rojo vivo en un baño de periantranilina; la primulina colora de amarillo por diazotación con ácido nítrico; y el negro diazo colorea directamente en baño alcalino y al aire libre.

2.8 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS COLORANTES

A. Colorantes flavonoides. Son cuatro grupos principales:

GRUPO	COLOR	PROCEDENCIA
Flavonol	Amarillo	Bidens
Flavonona	Crema Amarillo	Perejil
Calcona	Rojo y Amarillo	Cártamo
Antocianina	Rojo y Violeta	Tinantía

Tabla 1. Colorantes Flavonoides

B. Colorantes carotenoides: Son dos grupos principales:

GRUPO	COLOR	PROCEDENCIA
Caroteno	Anaranjado	Zanahoria
Xentofila	Amarillo	Achiote

Tabla 2. Colorantes Carotenoides

C. Colorantes tipo quinona: Son dos grupos:

GRUPO	COLOR	PROCEDENCIA
Antroquina	Rojo	Rubia Cochinilla
Naftoquinona	Violeta	Henna

Tabla 3. Colorantes del tipo quinona

D. Derivados de Indol: color azul proveniente del añil

E. Derivados de Delfinidina: color azul proveniente de la hierba de pollo

F. Derivados del Dihipopilano: color rojo y violeta proveniente del palo de Brasil

G. Grupo Betaleina: Color rojo proveniente del betabel

H. Grupo Xantonas: Color amarillo proveniente de algunos líquenes

I. Grupo Tanino-Pirogallo y Catecol: color café proveniente del castaño

E. Grupo Clorofila: color verde proveniente de las plantas verdes.

(Shirata Yoshiko, 1996.)

2.9 LA SERIGRAFIA

Dentro de la historia de la imprenta, el proceso de serigrafía es relativamente nuevo. Sólo en los últimos 30 años ha evolucionado, y ha pasado de ser un

trabajo puramente manual, a convertirse en un proceso industrial completamente desarrollado con ramificaciones que abarcan campos tan dispares como de impresión de circuitos eléctricos y la transferencia de dibujos a botellas de cristal. La serigrafía es un procedimiento de estarcido cuya historia tiene dos fases. Algunas culturas han dejado restos arqueológicos que evidencian la aplicación de plantillas desde hace más de mil años; los antiguos egipcios, romanos, chinos y japoneses las usaban para decorar paredes, suelos, techos, cerámicas y tejidos, pero su combinación con tejidos tensados para imprimir, en la forma en que se usan hoy, data de principios del siglo XX. El mayor inconveniente que han presentado siempre las plantillas es el de encontrar la forma de vincular las áreas aisladas, dentro del dibujo principal, con él. Este problema se resuelve tradicionalmente practicando puentes que unen ambas partes de la plantilla, procedimiento muy poco dedicado y nada idóneo, y en consecuencia sólo apto para diseños de cierta calidad. Se necesitaba un método que permitiera transferir diseños con zonas aisladas sin que los puentes quedaran reflejados en el producto final. Se atribuye a los japoneses el descubrimiento de la mejor solución para el problema. Cortaban dos papeles exactamente iguales para cada diseño que deseaban copiar, encolaban una trama de cabello humano sobre uno de ellos, de forma que mantuviese todas sus partes en la posición correcta, y el segundo papel recortado se encolaba sobre el primero por el lado contrario al del cabello. De esta forma transferían complejos diseños a telas y vestidos, haciendo pasar el colorante a través de las zonas abiertas de la plantilla sobre cualquier superficie. Hasta mediados del siglo XIX no se aplicaron las plantillas a una malla de seda, y el primer equipo de serigrafía, parecido a lo que ahora entendemos por tal, nos llegó a finales del siglo XIX que fue testigo del despertar de un gran interés en Europa por la cultura japonesa. Pero hasta 1907 no se registró la primera patente basada en este procedimiento de impresión, como ahora lo concebimos, es decir, con un marco tensado y una rasqueta. Durante la primera guerra mundial la serigrafía se utilizó para imprimir a mano banderas y estandartes. La serigrafía floreció rápidamente en Norteamérica gracias a su aceptación entre los inmigrantes, que no podían comprar maquinaria, pero que estaban decididos a

usar y desarrollar cualquier procedimiento en el que encontrasen utilidad. El primer reporte fotográfico se realizó en U.S.A. en 1915.

Desde aquel momento la serigrafía entró en una nueva etapa. La industria textil, en particular, adoptó el nuevo invento, y en los decenios de 1920 y 1930 los diseñadores empezaron a utilizar películas para reporte fotográfico, creando una nueva gama de tejido que se ajustaba a los gustos de la época.

Se visualizaba entonces la serigrafía como una etapa de transición entre el mercado y los procedimientos textiles industriales. Se les encargó a diseñadores y artistas la realización de diseños para tejidos de alta calidad, que no se producían en masa pero sí en cantidades comerciales. Estos artistas aprovecharon la capacidad de las películas de trazado, para reproducir perfectamente sus diseños, y de esta forma se produjeron de una calidad única en su tiempo. La adaptabilidad de la serigrafía a las innovaciones y a la experimentación aseguró su supervivencia en la industria textil, pues hoy es un procedimiento industrial muy específico, que utiliza prensas rotativas especialmente creadas para este campo. Mientras la industria textil aprovechaba, por su parte, las ventajas de la serigrafía en los años treinta, ésta veía aparecer en su campo específico más máquinas automáticas de impresión del papel por millares. Desde esta década, la serigrafía se ha desarrollado rápidamente en todas las direcciones hasta convertirse en un procedimiento tan útil para el taller familiar como para el impresor que desee competir con la producción litográfica. Los primeros impresores usaban pinturas para realizar sus trabajos, pero pronto los fabricantes de tintas se interesaron en el proceso y empezaron a fabricar las cantidades adecuadas. Así mismo, a principio los impresores se dirigían a los fabricantes de tela en rollos para proveerse de tejidos. Estos fabricantes producían tejidos de seda de diversa finura para cerner la harina y, al descubrir la nueva demanda, fomentaron la investigación y desarrollo de tejidos, lo que ha tenido gran importancia para que la serigrafía alcanzase el nivel que ahora cumple. La investigación realizada por estos fabricantes condujo al desarrollo de los tejidos de nylon y poliéster, lo cual permitió a la serigrafía introducirse en campos donde la exigencia de la calidad era elevada. Por lo que se refiere a los

artistas, hay que decir que muchos usaron este procedimiento desde el principio de su introducción, en los decenios de 1930 y 1940. Los primeros impresos serigráficos evidencian una acusada dependencia de las técnicas de dibujo y pintura, pues apenas aportan innovaciones específicas. Este tipo de trabajo adoptó el nombre de serigrafía (dibujo sobre seda) para distinguirlo del proceso del estarcido industrial, si bien en castellano el término serigrafía ha llegado a designar todo tipo de impresión a través de pantalla, con independencia del material de ésta y de la técnica utilizada. Todavía hoy la serigrafía se usa mucho en el campo artesanal. La incorporación de nuevos artistas durante los años cincuenta a este procedimiento de impresión, atraídos por su inmediatez, colorido y vivacidad, contribuyó en buena medida a la difusión del mismo. La culminación de este proceso ocurrió en los primeros años del decenio de 1960, cuando la adecuación del aspecto fotográfico de la serigrafía al tipo de *collages* que practicaban artistas como Paolozzi, Warhol, Rauschenberg, Hamilton, Kitaj y Tilson les hizo interesarse en el procedimiento y comenzaron a incorporarlo en gran medida al trabajo, tanto sobre lienzo como en papel, realizando imágenes que tienen vigencia incluso hoy día. La serigrafía está presente en muchos campos; plantada en escuelas y universidades, forma parte de muchos procesos de diseño y creación, y los artistas siguen impulsándola en todas las direcciones, realizando imágenes que varían desde las nuevas pinceladas a las selecciones de color.

Por sencilla deducción lógica, el aprendizaje y estudio de la serigrafía se clasifica en tres etapas elementales: Teoría, Técnica, y aplicación práctica. Estas etapas, a su vez, se dividen en: Inicial, Intermedio, y Avanzado. Como cualquier otra actividad, la impresión por serigrafía presenta sus dificultades, posibles de superar dentro de un proceso inicial de tres meses que, según los expertos, pueden encontrarse estudiando con verdadero interés. Lo principal es conocer los materiales y herramientas utilitarias, tales como tintas, adhesivos, emulsiones, limpiadores, elaboración de marcos y pantallas, conocimiento de las telas, el comportamiento de la luz, en todos los implementos y procesos necesarios para desarrollar un trabajo profesional de impresión serigráfica.

Cubierto el período de iniciación, el interesado deja de hacer trabajos artesanales para entrar en la segunda etapa, donde entra al conocimiento de la maquinaria industrial y los métodos especiales para imprimir serigrafía artística y comercial. En la segunda etapa, la información técnica es más objetiva y requiere de mayor atención por parte del serigrafista en formación. El segundo peldaño puede dominarse en un plazo de seis a nueve meses sin desviarse de los objetivos. Después de este tiempo el serigrafista intermedio ya adquirió soltura y dinamismo, para desarrollar procesos de impresión serigráfica con pulpos de 4, 6 y 8 colores. Su pericia es bastante aceptable. El peldaño de los avanzados incluye la fase de la especialización. El vocabulario técnico es más amplio y más preciso en los métodos de impresión utilizados. Los términos micro registro simple y rápido del ángulo de pantalla, "claro sobre oscuro", energía IR y UV (infrarroja y ultravioleta) extremos del espectro de radiación lumínica. El desarrollo personal del serigrafista profesional, en este nivel, le permite enfocar sus conocimientos y estudios hacia una especialización dentro de la impresión serigráfica. Si cuenta con los recursos económicos suficientes podrá convertirse en impresor serigráfico y tal vez se abocará a la administración del recurso de calidad computarizada y automatización, relacionado todo con su profesión serigráfica. Las áreas de dominio del serigrafista profesional pueden tener variaciones en: tintas plastisol, tintas de base agua, tintas especiales, adhesivos para pantalla, impresión en relieve, el bordado, estampado sobre telas, cerámica, cristal, metales preciosos, las variables en los procesos de cuatricromías, la tampografía, la migración, la aplicación del flash, técnicas eléctricas y computarizadas para la serigrafía, la ingeniería mecánica aplicada a las máquinas utilizadas en ella, por mencionar algunas de ellas. Los expertos en serigrafía, verdaderos maestros en el estampado, no se conforman con los tres peldaños básicos; ellos siguen estudiando las novedades por el resto de su vida. Saben que la técnica no tiene fin. (Wolfgang Hainke., 1995).

2.9.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS TINTAS SERIGRAFICAS

Sus características están condicionadas al tipo de sistema especial de impresión que es la serigrafía. La tinta utilizada tiene que tener la viscosidad idónea como

para que pase a través de la malla soporte cuando la racleta presiona sobre ella. Dependiendo del soporte a imprimir, así se pueden utilizar unas tintas u otras ya que permite gran versatilidad tanto de soportes de tintas. En esencia, lo que distingue una tinta serigráfica de otra no es el pigmento si no los demás componentes que permitan su adhesión a los distintos soportes (plásticos, textiles, metálicos, etc). En estas tintas tienen mucho más cubriente que las demás tintas de impresión, debido a que tienen también mayor cantidad de pigmento. Los espesores alcanzados por la tinta en los soportes serigráficos son mucho mayores que en los demás sistemas de impresión (hasta 30 micras en serigrafía de capa gruesa; mientras que en offset llegan a 2 micras). (Joan Francesc Ivars Llopis, 1998).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Establecer las condiciones adecuadas para obtener extractos etanólicos de diversos granos de maíz pigmentado.
- Desarrollar un nuevo material natural ecológico sustentable aplicado en el área del diseño para la técnica de serigrafía.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer las condiciones adecuadas para obtener los extractos de compuestos fenólicos de los granos *zea mays*.
- Realizar las pruebas de concentración de colorante requeridas por medio de rectas de regresión lineal.
- Establecer la metodología para la preparación de la pasta madre y desarrollar el revelado de mallas para la aplicación de los colorantes obtenidos sobre fibras celulósicas.
- Determinar el (pH) para la optimización del colorante obtenido.
- Evaluar la capacidad de fijación y degradación de los colorantes de origen fenólico.

3.3 Hipótesis

Las antocianinas extraídas del grano de maíz negro y morado utilizadas como colorantes naturales y agregadas al polímero natural con base de fécula de maíz llamado pasta madre tendrán poder de fijación colorida sobre sustratos de textil y papel empleando el método de serigrafía a la Lyonesa.

3.4 Justificación

A través del tiempo los colorantes naturales han sido la principal materia prima de los artesanos para el desarrollo de trabajos artísticos sobre textiles, papel, y algunos otros sustratos naturales transformados por ellos mismos en diseños excepcionales, aportando ventajas en beneficio para el medio ambiente.

En el diseño publicitario se utilizan distintos métodos de serigrafía con el fin de exponer ideas que beneficien a organizaciones o personas con el deseo de transmitir mensajes, este proyecto parte de la idea de reducir el uso de agentes contaminantes en especial los colorantes sintéticos, e implementar una nueva técnica de impresión para el diseño publicitario con colorante natural extraído del grano de maíz negro y morado.

En una probabilidad de hechos que se utilice la publicidad impresa para obtener la información en ella descrita, y esta es desechada en la mayoría de sus casos en tiempo inmediato, entonces es donde entra la propuesta de implementar un colorante biodegradable sustentable y reducir la problemática de contaminación que provocan los colorantes sintéticos al ser desarrollados y plasmados en esta publicidad.

Debido a la situación de escases de alimento, este proyecto se utilizará en producción única con fines artísticos y publicidad expuesta en tiempo no trascendente, no utilizable en métodos semi-industrializados o industrializados.

La pasta madre también se preparó con productos biodegradables con base en un biopolímero de harina de trigo, esta pasta tiene una consistencia homogénea con características óptimas para el uso de la serigrafía ya que es un método manual y adecuado para la impresión en textil, papel y celulosa.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. ETAPA I.

Establecer las condiciones adecuadas para obtener los extractos de compuestos fenólicos de diversos granos de maíz pigmentado para ser aplicados sobre fibra celulósica.

4.1.1. Adquisición del material.

Se utilizaron dos variedades de maíz adquiridas en mercados de Tuxtepec Oaxaca, como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Origen y pigmentación de variedades de maíz

Variedad	Origen de compra	Pigmentación
Negro	Mercado local Tuxtepec, Oax.	Rojo
Morado	Mercado local Tuxtepec, Oax.	Rosa

Se seleccionó el grano de maíz de tamaño uniforme sin daños mecánicos visibles ni presencia de hongos para ser molidos en un equipo PULVEX y ser tamizada en una malla de 60 hoyos por pulgada cuadrada (Hoyos/pulg²) para obtener una harina homogénea.

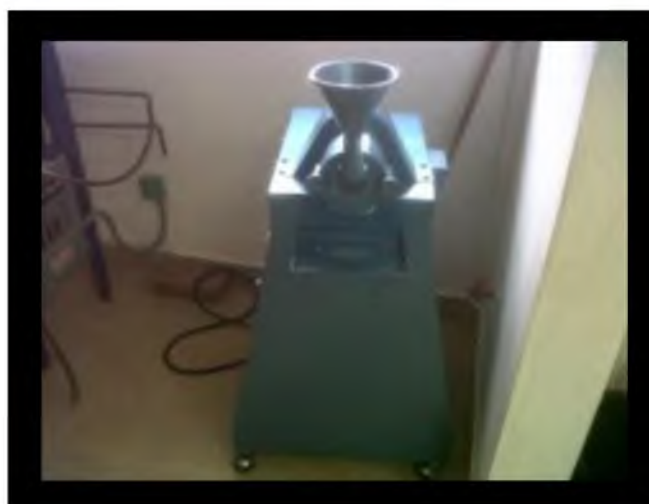


Figura 5. Molienda del maíz. Molino Pulvex

4.1.2. Extracción

Se pesaron 10 g de maíz para cada extracción utilizando una balanza electrónica *Citizen scale, USA, CX220 serie número 135524/05*, se agregó solución extractora en medio acuoso con base en etanol y una solución ácida. El medio acuoso está compuesto por 60 ml de etanol 95% etanol y 100ml agua, y el medio ácido está compuesto por ácido clorhídrico a 2N, agregando 20 ml de esta solución ácida, se agitó en un *vortex-Genie 2 cat. No. 3030A serie no. 2.416943* por 5 minutos, se colocó en el *sonicador modelo Branson 2510, modelo 2510R-MT, S/N: RLA 090732349E* a 50 minutos para la excitación y separación de partículas de los compuestos fenólicos de los carbohidratos del maíz, finalmente se pasó por una centrifuga *Thermo Scientific* a 5000 rpm para obtener el sobrenadante y pasarlo a los tubos de ensayo (esta operación se repitió dos veces).

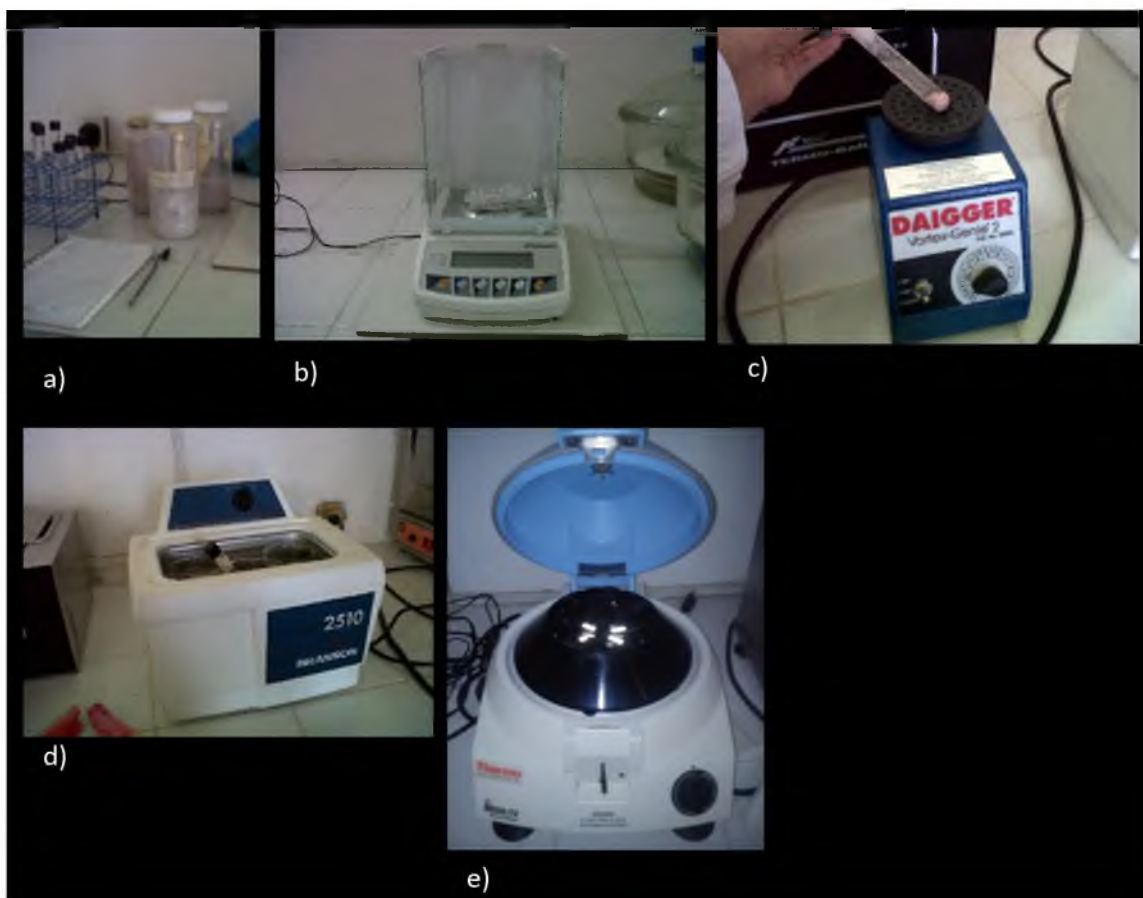


Figura 6. Peso y excitación de las moléculas del maíz

- a) Maíz molido y control de cantidades de maíz
- b) Balanza electrónica *Citizen scale, USA, CX220 serie número 135524/05*
- c) *Agitador vortex-Genie 2 cat. No. 3030A serie no. 2.416943*
- d) *Sonicador modelo Branson 2510, modelo 2510R-MT, S/N: RLA 090732349E)*
- e) *Centrifuga Thermo Scientific*

4.2. ETAPA II.

4.2.1. Concentración del colorante

Realizar las pruebas de concentración del colorante requeridas por medio de rectas de regresión lineal.

El colorante extraído del sobrenadante de la etapa anterior se evaporó en un termo-agitador a 80 grados centígrados durante 24 horas a baño maría para aumentar la concentración de color: Se realizaron las curvas de regresión lineal para la cuantificación de las dos variedades de maíz, con el apoyo de un *spectrophotometer HACH DR/890 colorimeter ABS.*

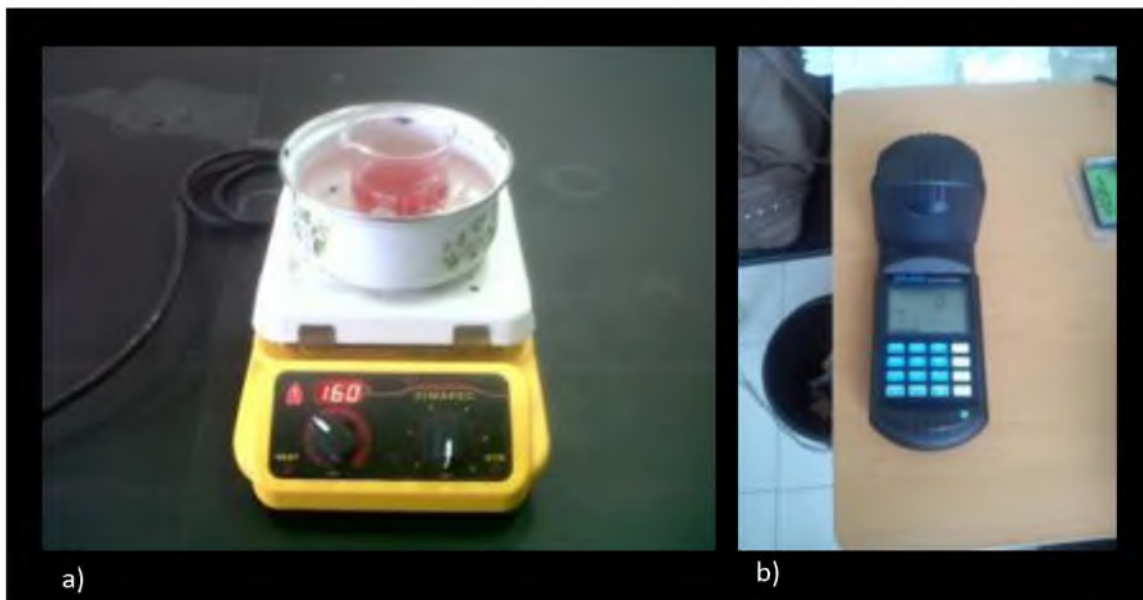


Figura 7. Proceso de concentración del colorante extraído y elaboración de curvas de regresión lineal.

- a) Termoagitador de temperatura
- b) *Spectrophotometer HACH DR/890 colorimeter ABS.*

4.3. ETAPA III

Establecer la metodología para la preparación de la pasta madre y desarrollar el revelado de mallas para la aplicación de los colorantes obtenidos sobre fibras celulósicas y papel.

4.3.1. Preparación de la pasta Madre

La obtención de la pasta madre se llevó a cabo a partir de elegir varios polímeros naturales entre lo que se consideraron la papa, trigo, yuca y maíz, sin embargo se tomó el óptimo, que fue la fécula de maíz; se aplicó la formulación estándar para serigrafía sustituyendo el polímero sintético por el polímero natural elegido. Se realizó la mezcla obtenida de la pasta madre con el extracto de colorante, y se imprimió en tela de algodón 100%, utilizando la malla previamente revelada.

4.3.2. Revelado de mallas

Se utilizó un marco con malla de 90, se utilizó el diseño de la alumna Deniss Reyes Córdoba (UNPA), logo representativo del H. Ayuntamiento Constitucional de Loma Bonita, Oaxaca 2011-2013, se elaboró un negativo sobre un acetato transparente positivo que se utilizó para exponer y bloquear el paso de la luz, el tejido de la malla se emulsionó con un material fotosensible aplicado por contacto el fotolito con el diseño del logo y exponiéndose a la luz insolar. La luz endureció la zona emulsionada libre de imagen y la parte no expuesta a la luz se diluyó por contacto con agua, quedando zonas libres de emulsión a través de las cuales se pasó la tinta.

Del mismo modo con este procedimiento se realizó la impresión sobre papel con una malla de 120.

4.4. ETAPA IV

4.4.1. Determinación del pH

Se determinó el Potencial de Hidrógeno (pH) de las 2 tonalidades del colorante extraído del *zea maíz* y de la pasta madre, así como de la mezcla entre ambos, con un potenciómetro de la marca *Hanna Instruments pH209*, para poder conocer la coloración real que nos brindan las antocianinas contenidas en los dos diferentes tipos de granos.



Figura 8. Potenciómetro Hanna Instruments pH209.

4.5. ETAPA V.

Evaluar la capacidad de fijación y degradación de los colorantes de origen fenólico.

4.5.1. Capacidad de fijación.

Se determinó la fijación de los colorantes, utilizando como base las normas mexicanas establecidas que corresponden a la prueba al frote y al sangrado, con la ayuda de un microscopio marca *Westover scientific*.

4.5.1.1 Determinación de la fijación de la prueba al frote.

Esta prueba se realizó con base a la norma NMX-A-074-INNTEX-1995 en el laboratorio de química de la universidad del Papaloapan, se hizo sobre la impresión de ambas tonalidades del colorante obtenido del grano de maíz negro y morado aplicado sobre papel y textil.

4.5.1.2 Determinación de la fijación de la prueba al sangrado por microscopio.

Esta prueba se realizó con un microscopio marca *Westover scientific* en el laboratorio de química de la universidad del Papaloapan, observando la viscosidad de la mezcla de la pasta madre con el colorante para aplicar la tintura local, estas pruebas se realizaron con la impresión de ambas tonalidades de colorantes aplicados sobre papel y textil.

4.5.2. Capacidad de degradación

Se midió la fotosintetisidad de los colorantes con un *spectrophotometer HACH DR/890 colorimeter* y la degradación del colorante expuesto a focos de 25,60 y 75 watts a través del tiempo medido en horas comparado con el modelo matemático de la ley de crecimiento y decaimiento, se determinó la degradación de la tintura local utilizando solo agua y finalmente se realizó la prueba al lavado doméstico, correspondientes a normas mexicanas establecidas.

4.5.2.1. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba a la luz

Se realizaron pruebas por duplicado para obtener la degradación del colorante a través del tiempo por medio de una variedad de muestras expuestas a la luz.

Estas pruebas de la degradación del colorante se hicieron con el equipo *spectrophotometer HACH DR/890 colorimeter ABS*.

4.5.2.2 Modelo Matemático

Para corroborar los resultados experimentales se comparó con el modelo matemático de la ley de crecimiento y decaimiento.

$$y = ce^{kt}$$

4.5.2.3. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba al lavado domestico

Esta prueba se realizó con base a la norma NMX-A-073-INNTEX-1995 en el laboratorio de química de la universidad del Papaloapan, se hizo sobre la

impresión de ambas tonalidades del colorante obtenido del grano de maíz negro y morado aplicado sobre papel y textil.

4.5.2.4. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba al agua

Esta prueba se realizó con base a la norma NMX-A-070-INNTEX-1999 en el laboratorio de química de la universidad del Papaloapan, se hizo sobre la impresión de ambas tonalidades del colorante obtenido del grano de maíz negro y morado aplicado sobre papel y textil.

RESULTADOS

5.1. ETAPA I

Se establecieron las condiciones adecuadas para la obtención de los extractos de compuestos fenólicos de los diversos granos de maíz pigmentado para ser aplicados sobre fibra celulósica y papel.

5.1.1. Adquisición del material

La adquisición del material se realizó en el mercado localizado en San Juan Bautista Tuxtepec que se ubica en el estado de Oaxaca con las coordenadas geográficas latitud 18.086111 y longitud -96.123889 a una mediana altura de 20 metros sobre el nivel del mar (msnm).



Figura 9. Mapa de la República Mexicana indicando el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca.

Se utilizaron dos variedades de maíz adquiridas, como lo muestra la tabla 5.

Tabla 5. Origen y pigmentación de variedades de maíz

Variedad	Origen de compra	Pigmentación
Negro	Mercado local Tuxtepec, Oax.	Rojo
Morado	Mercado local Tuxtepec, Oax.	Rosa

Se seleccionó el grano de maíz de tamaño uniforme sin daños mecánicos visibles ni presencia de hongos. La molienda se realizó a 1600 rpm obteniendo tamaños de partícula de 10 μ para obtener una harina homogénea.

5.1.2. Extracción

La extracción se realizó en el laboratorio químico biológico de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, ubicado a los 18° 01'19" N y 95° 51' 33" O a 26 msnm, ubicado en el estado de Oaxaca como lo muestra la figura 7.

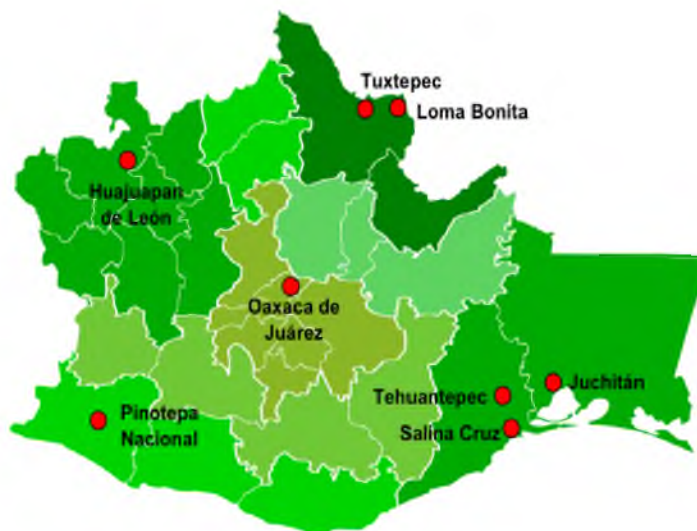


Figura 10. Mapa del estado de Oaxaca, indicando la Ciudad de Loma Bonita.

El proceso de extracción se realizó por el método de agitación, sonicación y centrifugación. Se propusieron 10 g de maíz para cada extracción, se agregó solución extractora en medio acuoso con base en etanol y una solución acida a 2N con una relación 5:1. El medio acuoso está compuesto por 60 ml de etanol al 95%

y 100 ml agua destilada, y el medio ácido está compuesto por ácido clorhídrico a 2 N. Agregando 20 ml de esta solución acuosa, se agitó en un vortex durante 5 minutos hasta tener una mezcla homogénea, posteriormente se colocó en el sonicador durante 50 minutos separando parcialmente los compuestos fenólicos así como las antocianinas, finalmente se centrifugo a 5000 rpm por 10 minutos y el colorante extraído se pasó a un tubo de ensayo (esta operación se repitió dos veces).

5.2. ETAPA II

5.2.1. Concentración del colorante

Las pruebas de concentración del colorante se realizaron por medio de rectas de regresión lineal. Para la deshidratación del colorante extraído se expuso a 80 grados centígrados durante 24 horas. Al desarrollar las distintas fases para obtener el colorante extraído en su totalidad de gramos resultó que en 10 g maíz obtenemos 0.6 g de colorante en polvo.

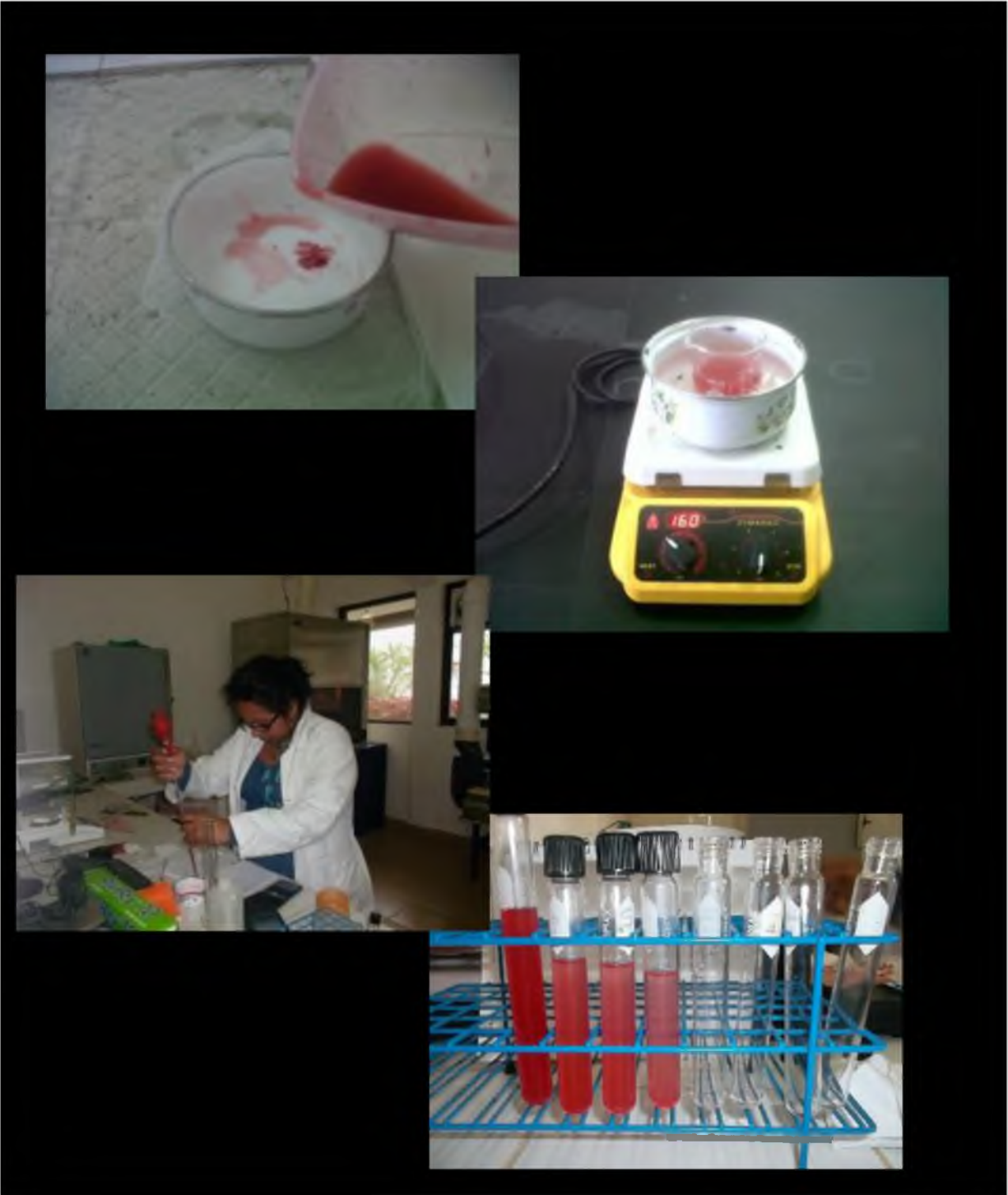


Figura 11. Deshidratación del colorante extraído de ambas tonalidades de maíz negro y morado.

Tabla 6. Medidas de Absorbancia a 610 nm para la obtención de la regresión lineal de la extracción del maíz morado.

Gramos de colorante	Absorbancia	nm
0.0019	0.087	610
0.005	0.24	610
0.008	0.351	610
0.01	0.464	610
0.05	1.836	610
0.08	2.449	610
0.1	2.959	610

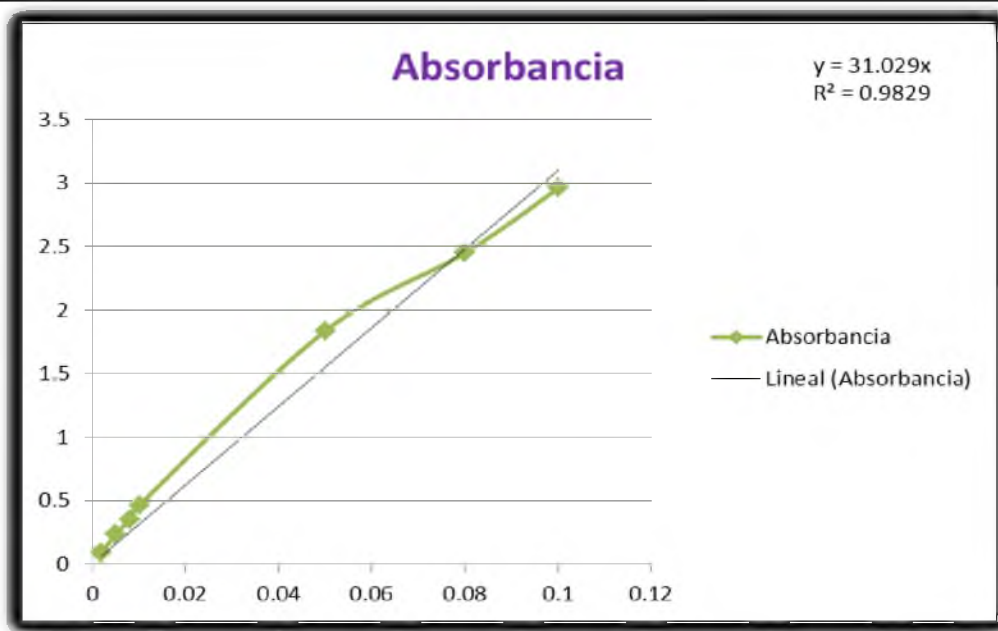


Figura 12. Gráfica que muestra el comportamiento de la absorbancia en la extracción del maíz morado.

Tabla 7. Medidas de Absorbancia a 610 nm para la obtención de la regresión lineal de la extracción del maíz negro.

Gramos de colorante	Absorbancia	nm
0.0355	3.87	610
0.01775	1.8413	610
0.008875	0.815	610
0.0044375	0.366	610
0.00221875	0.16	610
0.001109375	0.069	610
0.000554688	0.023	610
0.000277344	0.005	610

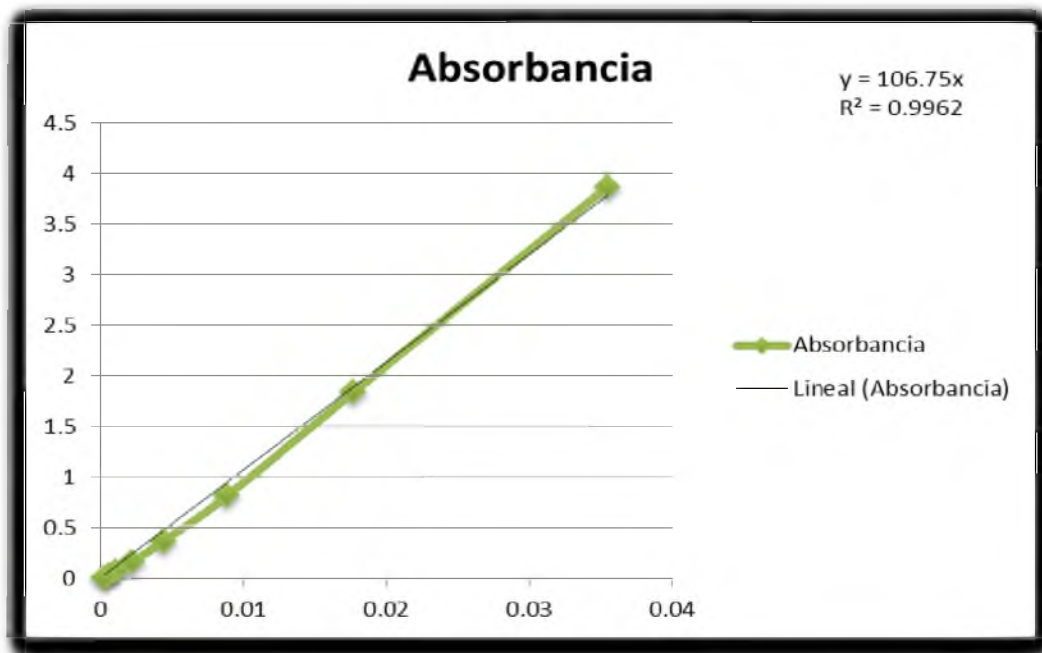


Figura 13. Gráfica que muestra el comportamiento de la absorbancia en la extracción del maíz negro.

5.3. ETAPA III

5.3.1. Preparación de la pasta Madre

Al realizar distintas muestras de la pasta madre se obtuvo finalmente la mezcla que cumplió con las características deseadas para la impresión en tela, papel y celulosa. (Acevedo, 2009).

Fécula de maíz (Almidón)	56 g	23.52%
Agua (40° c)	75 ml	31.52%
Urea (se disuelve con el agua caliente)	38 g	15.96%
Carbonato de Sodio	4 g	1.68%
Colorante	65 ml	27.32%
Total	238 g	100 %



Figura 14. Preparación de la pasta madre.

5.3.2. Revelado de mallas

El revelado de la malla consistió en aplicar una mezcla fotosensible al marco para serigrafía, para después aplicarle luz y destapar la parte del diseño que se imprimió. Esta impresión se realizó en el cuarto oscuro del taller de serigrafía de la UNPA para evitar que la mezcla fotosensible se endureciera antes de tiempo.

Se mezcló una porción de bicromato de potasio por nueve de emulsión hasta conseguir una mezcla verde, pues la emulsión es azul y el bicromato amarillo. Cuya ayuda del rasero aplicaremos la emulsión verde sobre el marco en posición inclinado, por dentro y por fuera hasta que la mezcla cubrió una buena parte de la malla y se vea homogéneo por ambos lados. Después se dejó secar el marco al aire por 30 minutos. También se puede acelerar el secado por medio de ventiladores o secadoras eléctricas, sin exponerlo a la luz solar ni a otro tipo de luz. Ya seco, se colocó el acetato con el diseño del logo (positivo) sobre la malla en el lado exterior del marco invertido para que al imprimir quedara en la posición correcta. Después se colocó un vidrio encima del marco, de manera que el positivo quede entre la malla y el vidrio de la mesa de revelado, se encendió la lámpara y se dejó por durante 3 minutos. Después de exponerlo a la luz se reveló el marco con agua fría mojando suavemente por unos minutos, y después con el agua a presión hasta que se destape la zona de la malla que fue cubierta por nuestro diseño.

Se aplicó la tinte local con la pasta madre sobre textil, papel y celulosa.



Figura 15. Impresión y aplicación de la pasta madre con el colorante extraído sobre las mallas reveladas.

5.4. ETAPA IV

5.4.1. Determinación del pH

Se determinó el (pH) para la optimización del colorante obtenido con un potenciómetro. Los resultados muestran (tabla 8) una solución bastante ácida debido a que la solución extractora contiene ácido clorhídrico a 2N. La pasta madre tuvo una reacción de cambio de coloración debido a un aumento del pH, originado al agregarle el carbonato de sodio, en este contexto se ajustó la formulación y se bajó nuevamente el pH con 3 gotas de ácido clorhídrico a 2N y se probó con 6 gotas de limón dando buenos resultados.

Tabla 8. pH del colorante extraído en el maíz morado y maíz negro.

MAIZ NEGRO		MAIZ MORADO	
M	pH	M	pH
1	3.04	1	2.67
2	2.98	2	2.59



Figura 16. Medición del pH de las 2 tonalidades del colorante extraído de maíz negro y morado.

5.5. ETAPA V

5.5.1. Capacidad de fijación

Con la impresión en papel y textil de ambas tonalidades de colorante obtenidas del grano de maíz negro y morado se determinó la fijación de los colorantes obteniendo resultados puntuales, correspondientes a normas mexicanas establecidas, realizando la prueba de sangrado con un microscopio marca *Westover scientific*.

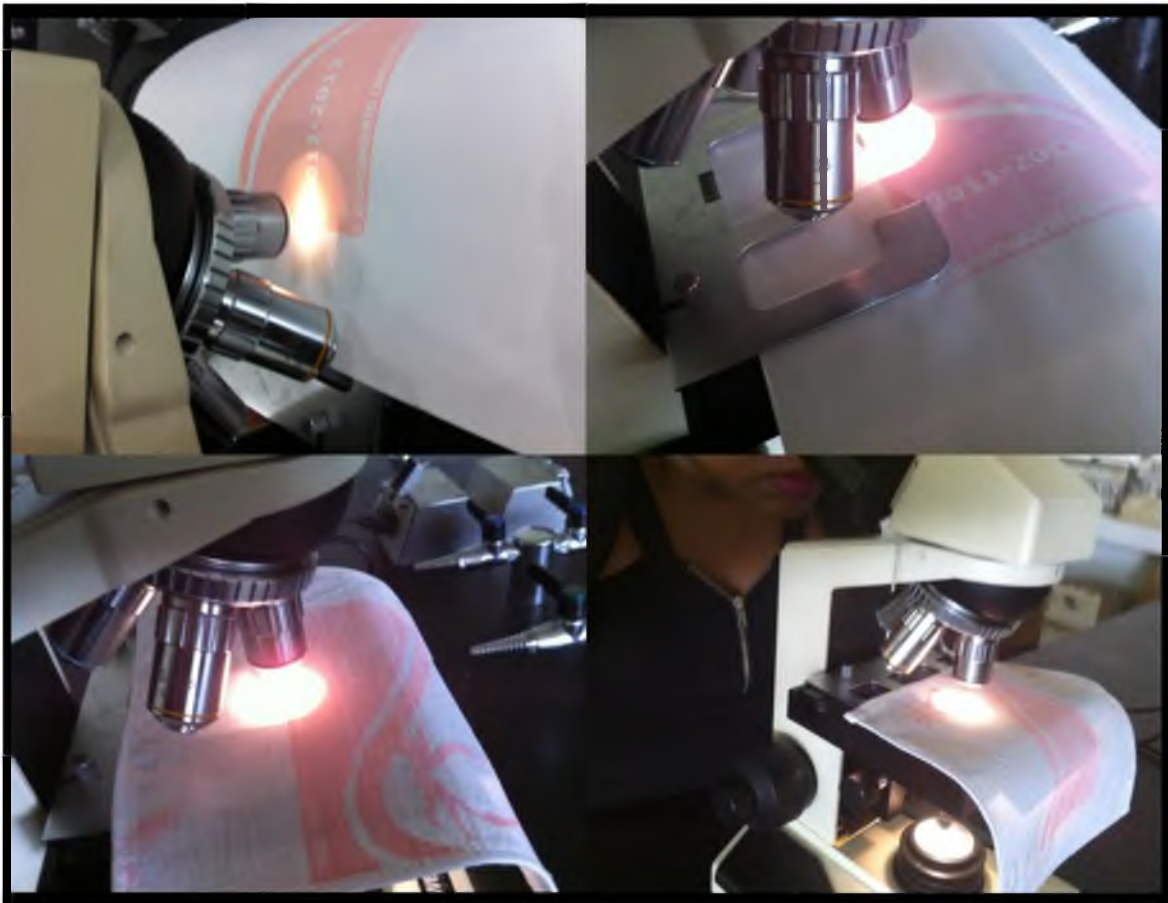


Figura 17. Prueba de sangrado sobre el resultado de la impresión de los colorantes extraídos del maíz negro y morado en papel y textil, con el microscopio marca *Westover scientific*.

5.5.1.1 Determinación de la fijación de la prueba al frote

De acuerdo con la norma NMX-A-074-INNTEX-1995 Industria textil- determinación de la solidez del color al frote, se pudo notar que se desprende color al tener frote con otro material pero el color no se va en su totalidad, en niveles del 0 al 5 según la norma estandarizada tiene una reacción 2.

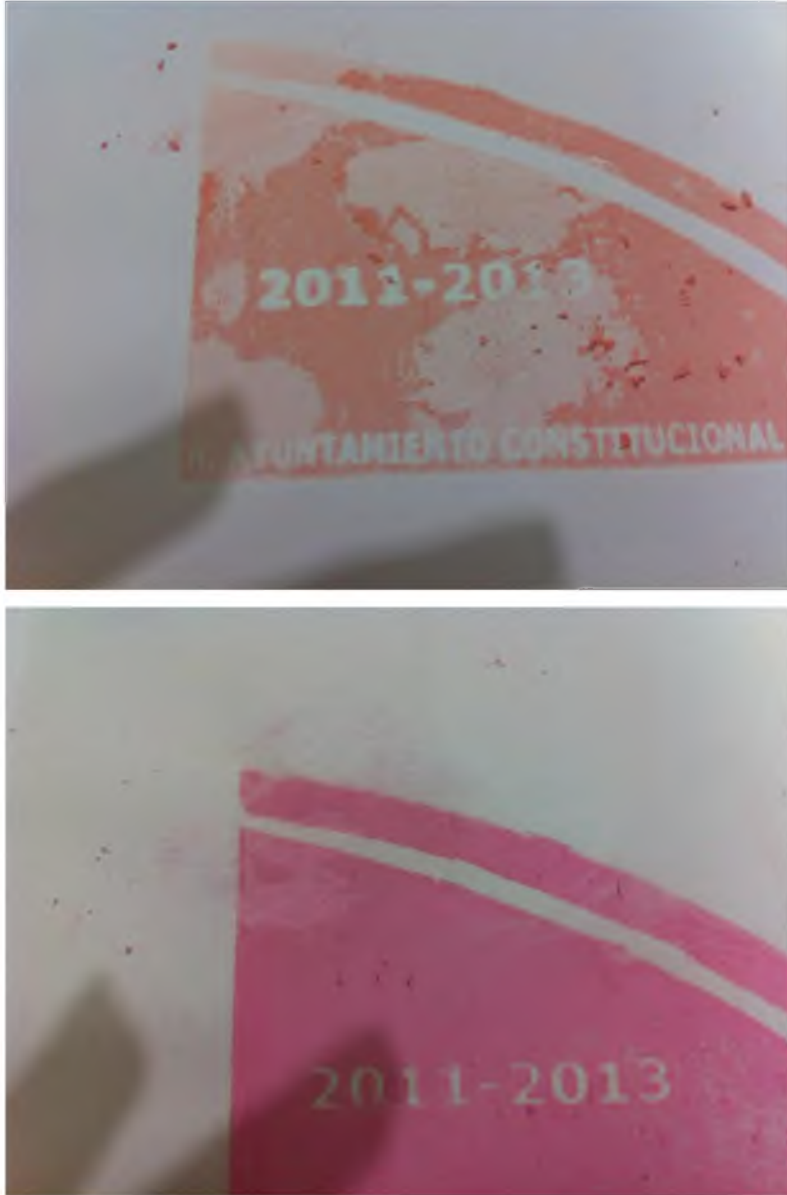


Figura 18. Prueba al frote sobre papel de acuerdo a la norma mexicana NMX-A-074-INNTEX-1995.

5.5.1.2 Determinación de la fijación de la prueba al sangrado por microscopio

Con el microscopio marca *Westover scientific* a X4 aumentos se observó de forma definida que en los bordes la tintura local en el textil y papel se ve demasiada viscosidad esto es debido a los orificios de la malla son muy abiertos, viendo que algunas partes de la fibras celulósicas eran teñidas y otras no, incluso se puede observar el tejido de la malla en la impresión en el textil. Determinando que el peso, la fuerza y la posición del brazo influyen para que algunas partes de la impresión estén si cubrimiento de colorante.

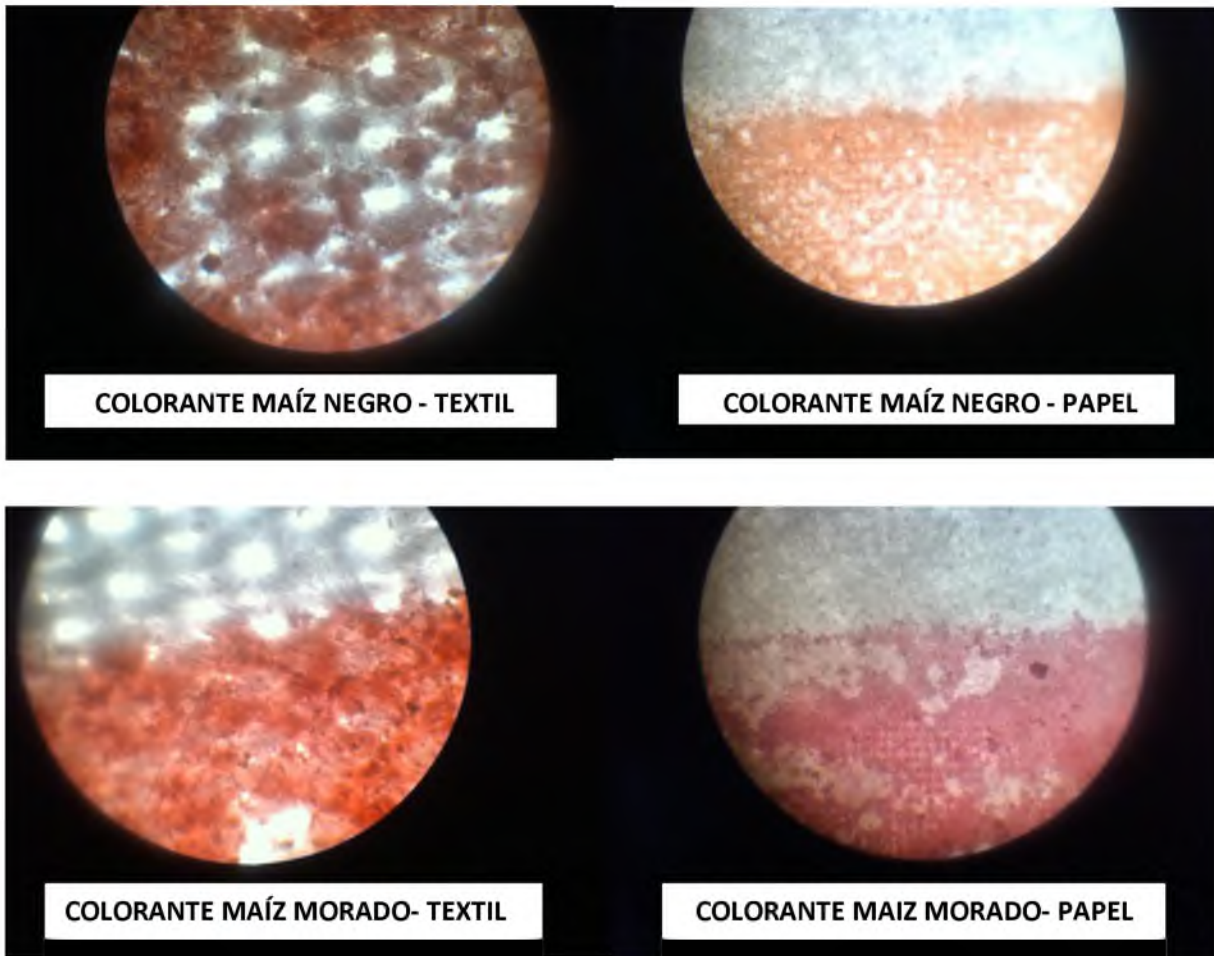


Figura 19. Prueba al sangrado vista desde el microscopio *Westover scientific* a X4 aumentos sobre papel y textil.

5.5.2. Capacidad de degradación

Se observó a través del tiempo la degradación del colorante expuesto a focos de 25,60 y 75 watts teniendo como resultado promedio comparado con el modelo matemático de la ley de crecimiento y decaimiento, determinando la degradación de la tintura local realizando la pruebas correspondientes al agua y al lavado domestico a normas mexicanas establecidas, teniendo resultados en niveles del 0 al 5.

5.5.2.1. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba a la luz.

La evaluación de la degradación del color, se pudo observar mediante la exposición del mismo en vasos de precipitados con 100 ml de agua más 10 ml de colorante extraído, a diferentes concentraciones de luz utilizando focos, de 75, 60 y 25 watts.



Figura 20. Proceso degradación del colorante en focos de 75,60 y 25 Watts en un transcurso de 42 horas.

FOCO 75 WATTS (muestra extracción maíz morado)

Tabla 9. Degradación de la extracción del maíz morado en foco de 75 watts por un tiempo de 42 horas.

Tiempo en horas	mg de colorante
0	4.18266979
8	2.44964871
12	1.9765808
18	0.67915691
26	0.46838407
34	0.37470726
42	0.14519906

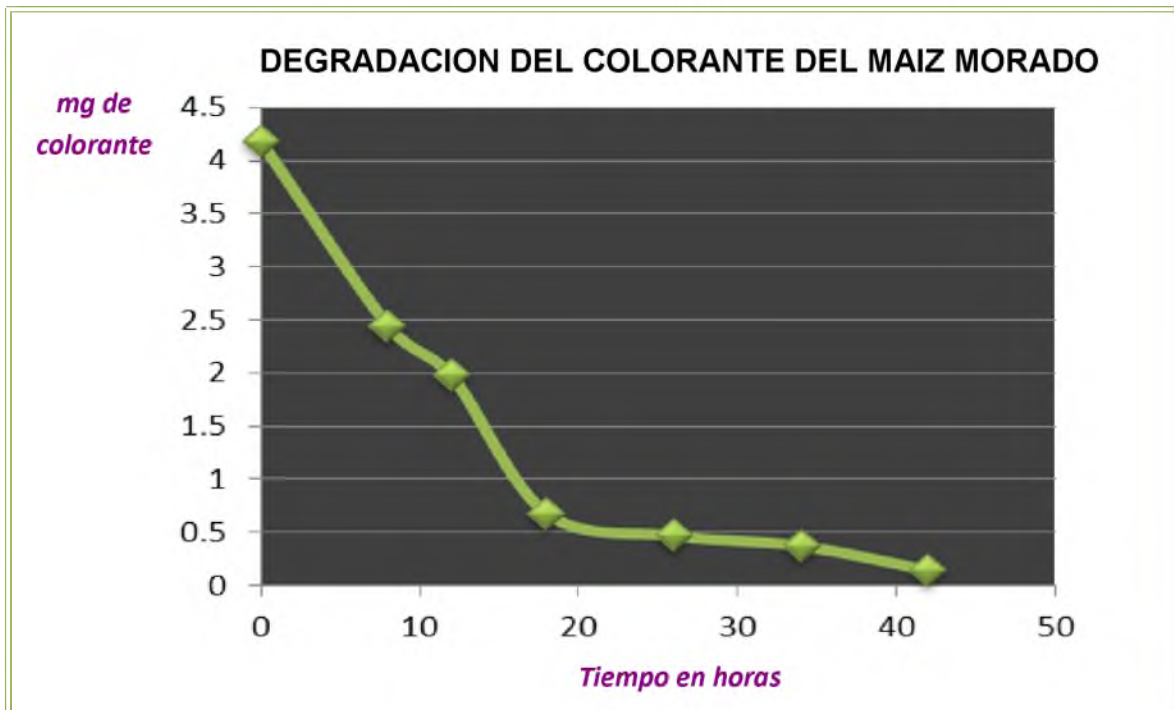


Figura 21.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz morado en foco de 75 watts por un tiempo de 42 horas.

FOCO 75 WATTS (muestra extracción maíz negro)

Tabla 10. Degradación de la extracción del maíz negro en foco de 75 watts por un tiempo de 42 horas.

Tiempo en horas	mg de colorante
0	5.75644028
8	4.26229508
12	3.27868852
18	0.77751756
26	0.4028103
34	0.26697892
42	0.22014052

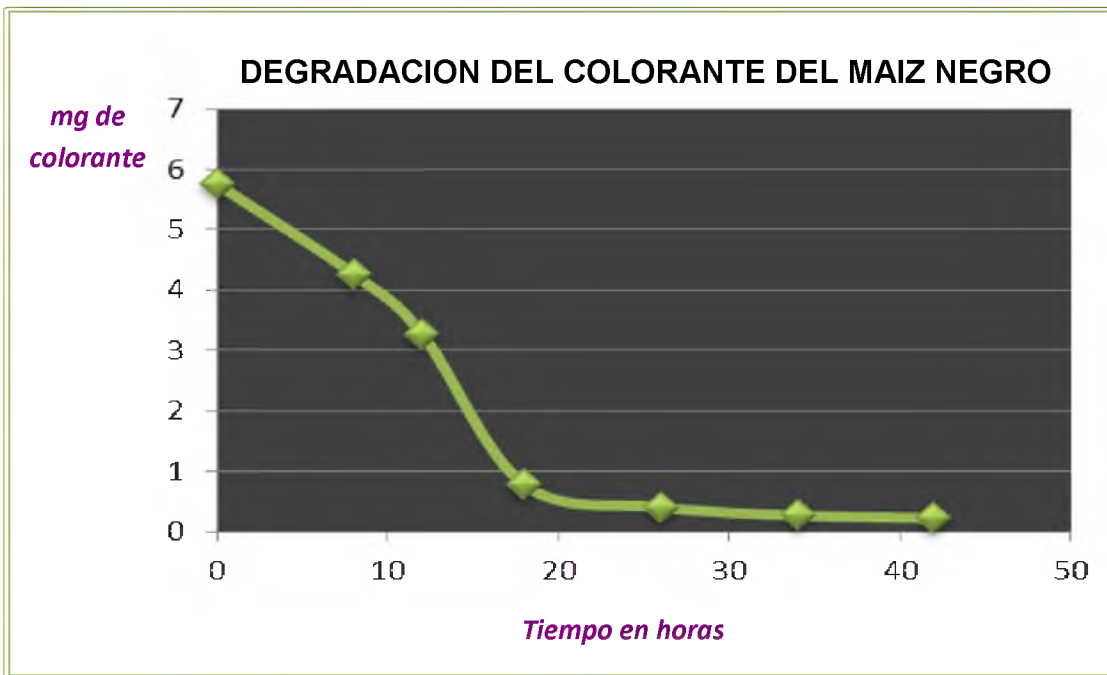


Figura 22.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz negro en foco de 75 watts por un tiempo de 42 horas.

FOCO 60 WATTS (muestra extracción maíz morado)

Tabla 11. Degradación de la extracción del maíz morado en foco de 60 watts por un tiempo de 42 horas.

Tiempo en horas	mg de colorante
0	4.3372
8	3.0585
12	2.5199
18	2.1827
26	1.0820
34	0.8712
42	0.5199

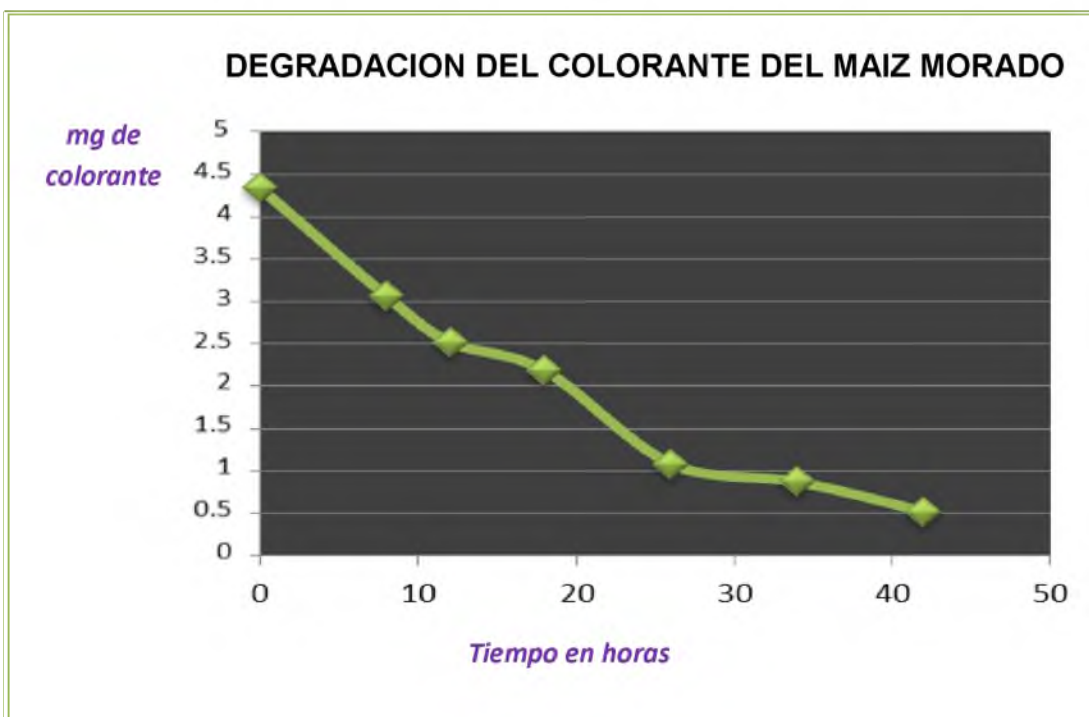


Figura 23.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz morado en foco de 60 watts por un tiempo de 42 horas.

FOCO 60 WATTS (muestra extracción maíz negro)

Tabla 12. Degradación de la extracción del maíz negro en foco de 60 watts por un tiempo de 42 horas.

Tiempo en horas	mg de colorante
0	5.3162
8	3.5597
12	3.1288
18	2.9274
26	2.7635
34	1.7049
42	1.0070

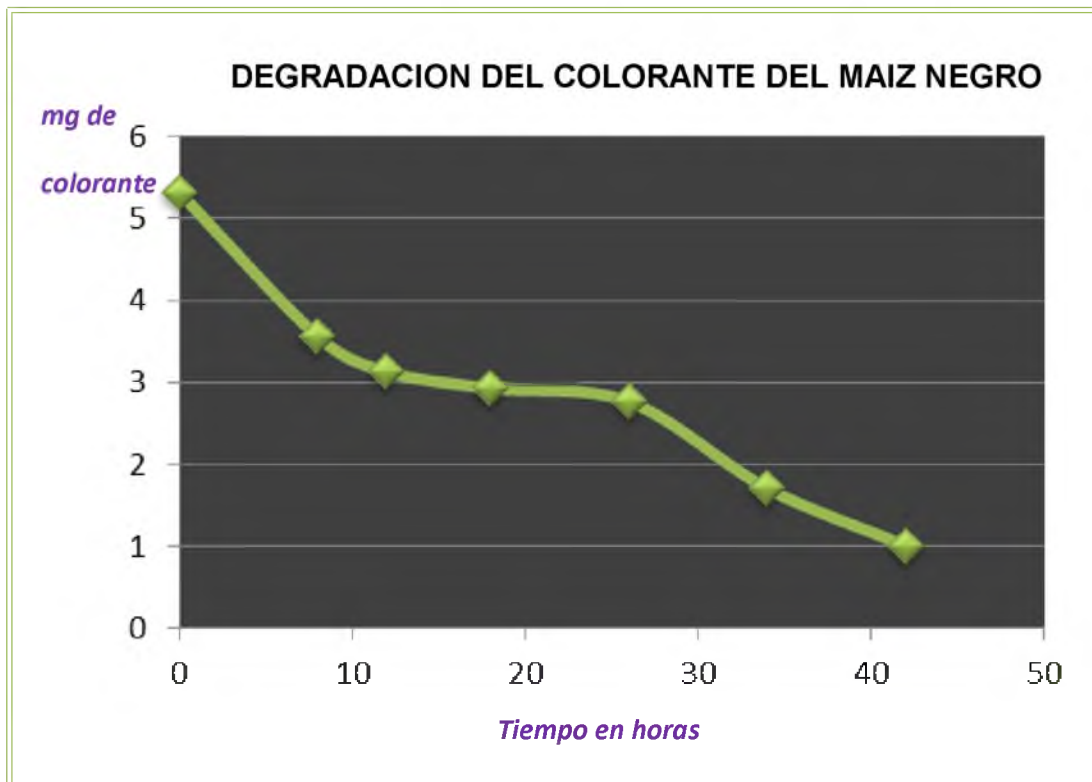


Figura 24.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz negro en foco de 60 watts por un tiempo de 42 horas.

FOCO 25 WATTS (muestra extracción maíz morado)

Tabla 13. Degradación de la extracción del maíz morado en foco de 25 watts por un tiempo de 42 horas.

Tiempo en horas	mg de colorante
0	5.3629977
8	4.2576112
12	3.0632319
18	2.1920375
26	1.4941452
34	1.2318501
42	0.6042155

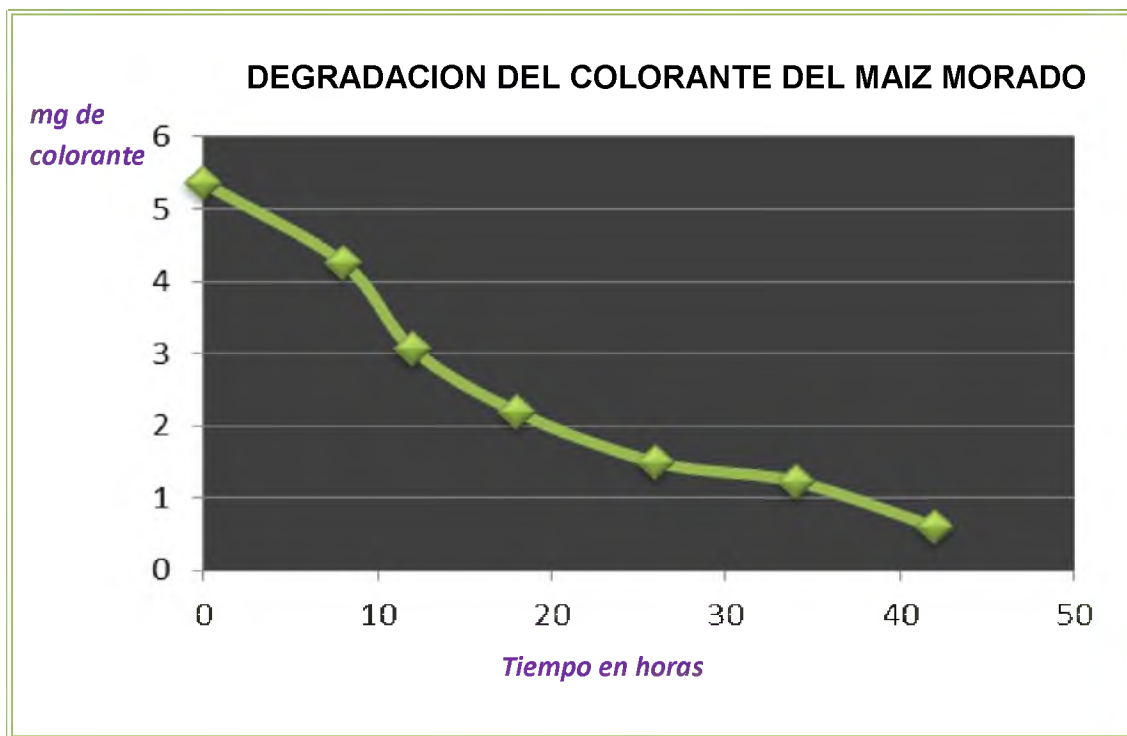


Figura 25.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz morado en foco de 25 watts por un tiempo de 42 horas.

FOCO 25 WATTS (muestra extracción maíz negro)

Tabla 14. Degradación de la extracción del maíz negro en foco de 25 watts por un tiempo de 42 horas.

Tiempo en horas	mg de colorante
0	6.2763466
8	5.3255269
12	3.7470726
18	2.9274005
26	2.4215457
34	1.8782201
42	0.7447307

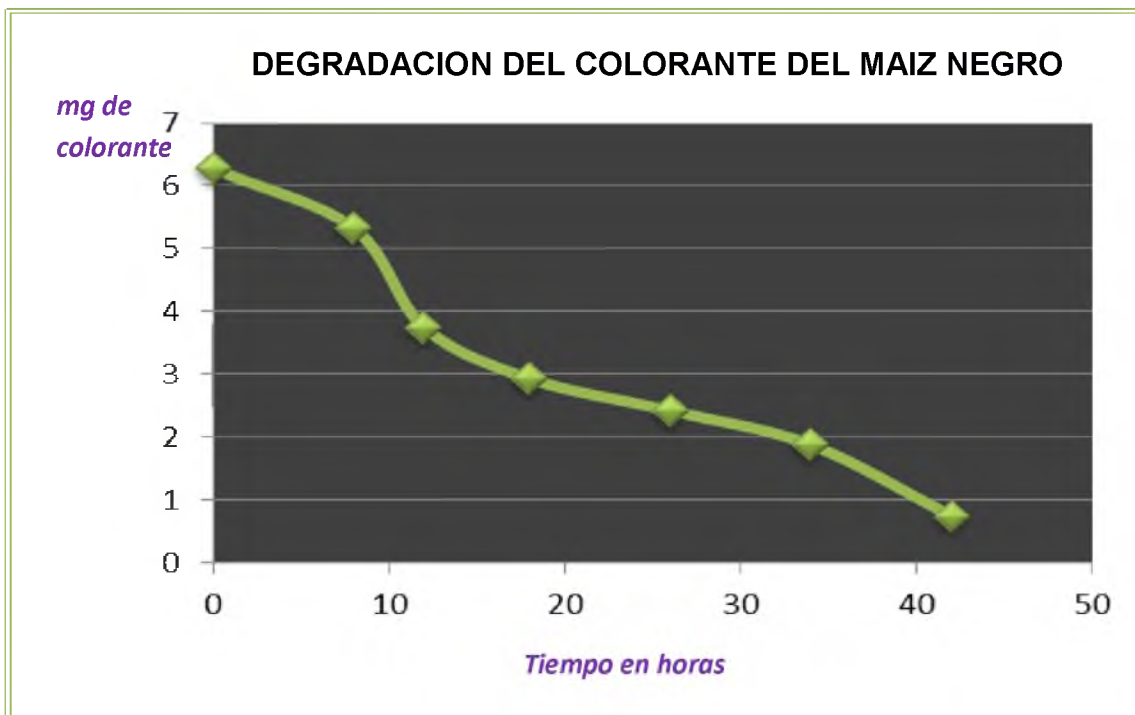


Figura 26.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación del colorante de la extracción del maíz negro en foco de 25 watts por un tiempo de 42 horas.

5.5.2.2 Modelo Matemático

Se observa que la degradación del colorante se dio a las 42 horas, viendo este resultado se realizó la comparación utilizando como herramienta el modelo matemático de la ley de crecimiento y decaimiento para comprobar la practica en el siguiente modelo.

- El colorante del grano de maíz se degrada a una razón proporcional a la cantidad presente. Si inicialmente hay 13.8 mg de colorante al cabo de 8 horas se observa que llega a 3.7 mg
- a) La cantidad de colorante en cualquier tiempo
- b) El tiempo total de la eliminación del colorante.

Datos: $y_0 = 13.8mg$

$$t_0 = 0$$

$$t_2 = 8h$$

$$y_1 = 3.7mg$$

$$\frac{dy}{dt} = ky$$

$$\int \frac{dy}{y} = \int k dt$$

$$\ln y = kt + c$$

$$y = ce^{kt}$$

$$13.8 = ce^{k(0)}$$

$$c = 13.8$$

$$k = \ln\left(\frac{y_0 - y_1}{c}\right)$$

$$k = \ln\left(\frac{13.8 - 3.7}{13.8}\right)$$

$$k = -0.312$$

$$y = 13.8e^{-0.312t}$$

Corroborando a 8 hrs.

$$y = 13.8e^{(-0.312)(8)}$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{0.0001}{13.8}\right)}{0.312}$$

$$t = 37.93hrs$$

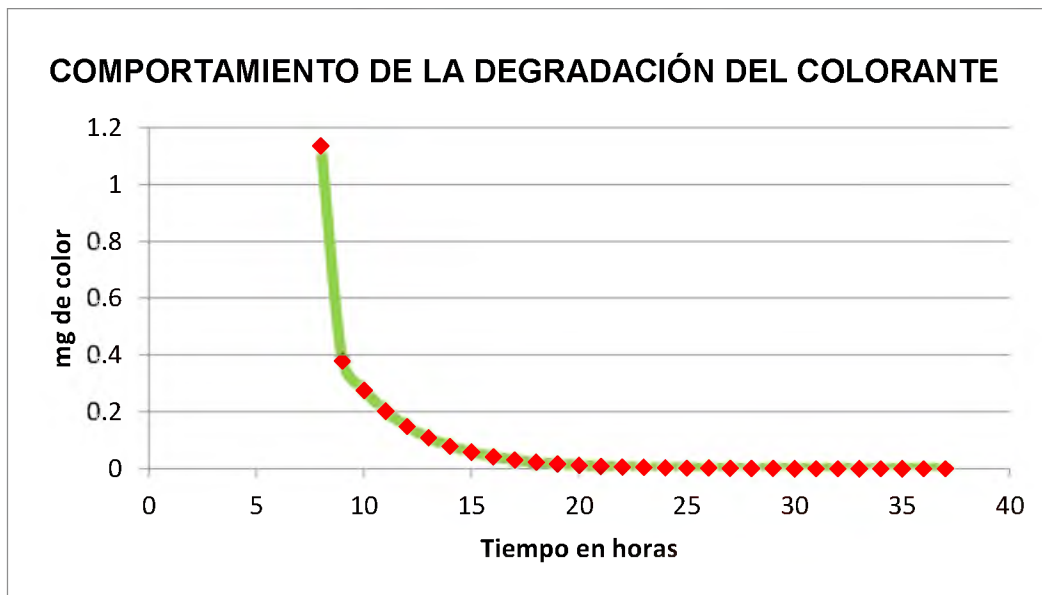


Figura 27.- Gráfica que muestra el comportamiento de la degradación, demostrando el modelo matemático de la ley de crecimiento y decaimiento, en comparación con la práctica.

5.5.2.3. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba al lavado domestico

De acuerdo con la norma NMX-A-073-INNTEX-1995 Industria textil- determinación de la solidez del color al lavado doméstico e industrial, se pudo notar que no se desprende tanto color al tener frote con manos y agua, en niveles del 0 al 5 según la norma estandarizada tiene una reacción 3.



Figura 28. Prueba al lavado domestico sobre textil de acuerdo a la norma mexicana NMX-A-073-INNTEX-1995.

5.5.2.4. Determinación de la fijación del colorante por medio de la prueba al agua

De acuerdo con la norma NMX-A-070-INNTEX-1999 Industria textil- determinación de la solidez del color al agua-método de prueba, se pudo notar que no se desprende tanto color al tener contacto con el agua, en niveles del 0 al 5 según la norma estandarizada tiene una reacción 4.



Figura 29. Prueba agua sobre textil de acuerdo a la norma mexicana NMX-A-070-INNTEX-1999.

CONCLUSIONES

Las condiciones físicas de los granos de maíz fueron óptimas en el proceso de molienda obteniendo tamaños de partícula de $10\ \mu$ produciendo una harina homogénea.

Se realizaron varias pruebas para obtener resultados favorables en la extracción del colorante, se extrajo la totalidad de antocianinas en dos tratamientos de 10 g de maíz morado y negro respectivamente.

El grano de maíz morado reaccionó favorablemente en el proceso de extracción y se observó que arrojó un tono rojo y el grano de maíz negro también se observó que arrojó un tono rosa.

Se deshidrataron las muestras y se re suspendieron para realizarse las curvas de regresión lineal a 610 nm de absorbancia de las dos variedades de maíz, con el fin de determinar la concentración del colorante contenido en ambas variedades, el resultado por muestra de 10 g de maíz fue de 0.6 g de colorante en polvo.

En la pasta madre se encontró que tiene una reacción oxidante, por tal motivo se bajó el pH a 4.5 con HCL a 0.02 N, al bajar el pH se obtuvo una pasta consistente receptora del colorante que se adhirió en su totalidad a las muestras de celulosa, papel y textil. El colorante extraído se expuso a diferentes concentraciones de luz utilizando focos, de 75, 60 y 25 watts y se observó que existe una degradación en tiempo constante a un total aproximado de 42 horas, degrada a una razón proporcional en ambas variedades de maíz, este resultado determinó que es viable utilizar el colorante por el método de serigrafía para el diseño publicitario ya que los fotones de la luz solar son comparables con los watts en tiempo. Se corroboraron estos resultados utilizando como herramienta el modelo matemático de la ley de crecimiento o decaimiento realizando una simulación matemática y el resultado de la degradación del colorante fue de 37 horas en su totalidad, esto arroja un aproximado favorable con la condición práctica realizada experimentalmente. El colorante extraído tiene buena fijación a la prueba del lavado, sin embargo al exponerse a la luz la degradación es mala.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Apuntes de la materia de estampados y procesos textiles ESIT, IPN, 2009. MEXICO.
- 2.- C/Clapissa, 19-12580 – Benicarló (Castellón- España). Nociones básicas de diseño. Teoría del color. <http://repositorial.cuaed.unam.mx>.
- 3.-Curso.,<http://www.elpinerodelacuena.com.mx/epc/index.php/loma-bonita/47736-ayuntamiento-organiza-cursos-de-ecotecnia-y-extraccion-de-compuestos-fenolicos-como-colorantes-ecologicos-aplicados-a-la-serigrafia>.En línea.
- 4.- Dickerson W.G 1996. Blue corn production and marketing in New México pp. 1.
- 5.- Emongor V., Nkegbe E., Kealotswe B., Koorapetse I., Sankawa S. and Kei_kanetswe S. (2005). Pollution indicators in gaborone industrial effluent. J. Appl. Sci. 5(1):147-150.
- 6.- FAO (2005). Manual de capacitación: Prevención de pérdidas de alimentos pos cosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. (Colección FAO: Capacitación, N° 17/2) ISBN 92-5 302766-5: En línea.
- 7.- Harbone J.B. 1995. Characteritazion of flavonoids glycosides by acid and enzymic hydrolises. Phytochemistry, 4: 107-120.
8. - Harborne, J.B. y Williams, C.A. 2000 Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry, 55: 481-504.
- 9.- Instituto Nacional de estadística y geografía e informática (INEGI 2010).

- 10.- José Cegarra, José Valdeperas y Publio Puente, 1980. Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles. Universidad Politécnica de Catalunya. España.
- 11.- Jugenheimer R.W. 1998. Maíz, variedades mejoradas, Métodos de cultivo y producción. Ed. Limusa. México: pp. 243-253.
12. - Lástity R. 1984. The chemistry of cereal proteins. CRC. Press Boca Raton, Fla. p.p 22-23.
13. - Morris D.F. and Morris C.T. 1999. Glycogen in the seed of Zea Mays (Variety Golden batam). *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 130: 535-544.
14. - Oki T., Masuda M., Kobayashi M., Nishiba Y., Furuta S. and Suda I. 2002. Polymeric Procyanidic acid as radical-scavenging components in redhulled rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 7524-7529.
- 15.- Paredes-López O. and Saharopoulos-Paredes M.E. 1983. Maize: A review of tortilla production technology. *Baker Digest*, 27: 16-25.
- 16.- Ricardo Acevedo-Gómez y Alejandra Valarde-Gálvan., 2010. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE TEÑIDO SOBRE FIBRAS DE LA CORONA DE LA PIÑA CON GRANA CARMÍN. Oaxaca México.
17. - Rondinni L., Peyrat-Maillard M.N., Marsset-Baglieri A. and Berset C. 2002. Sulfated ferulic acid is the main in vivo metabolite found after short-term ingestion of free ferulic acid in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3037-3041.
18. - Setchell K.D. and Aedin C. 1999. Dietary flavonoids biological effects and relevance to human health. *Journal of Nutrition*, 129: 7585-7675.

- 19.- Shirata Yoshiko, 1996. Colorantes naturales., Capitulo 4. Biblioteca Nacional de Antropologia e Historia (INAH), México 1996.
- 20.- Tintas y Barnices para Artes Gráficas. 1998. Barcelona. Joan Francesc Ivars Llopis. Fundation Indústries Grafiques: En línea.
21. - Talalay and de Long M. 1988. Identification of a Common Chemical Signal to Regulating the Induction of Enzymes that Protect Against Chemical Carcinogenesis. Proceedings of the National Academy of Sciences 5: 8261-8265.
22. - Talalay p. 2000. Chemoprotection Against Cáncer by Induction of Phase 2 Enzyme. BioFactors, 12: 5-11.
- 23.-Tsuda T., Horio F.,Uchida K., Auki, H. and Osawa T. 2003. Dietary Cyanidin 3-O-B-D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice. Nutri-Gene Interactions, 23: 3135-3140.
24. - Watson S.A and Ramstad P.E. 1991. Corn: Chemistry and Technology. 2nd edition. American association of cereal chemist, Inc. St. Paul, Minnesota, EUA. P.p. 32-41.
25. - Wang G., Cao p. and prior L. R 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. Journal of agriculture and. Food chemistry, 45: 304-309.
26. - Wolfgang Hainke., 1995. Revista Contemporanea. No. 69, Septiembre. Pags. 3, 4. Serigrafía: técnica, práctica, historia: En línea.

ANEXO 1



1.- Resultado impreso en papel, por el método de serigrafía, con la tintura local de la extracción del colorante del maíz morado.

ANEXO 2



2.- Resultado impreso en papel, por el método de serigrafía, con la tintura local de la extracción del colorante del maíz negro.

ANEXO 3



3.- Resultado impreso en algodón 100%, por el método de serigrafía, con la tintura local de la extracción del colorante del maíz morado.

ANEXO 4



4.- Resultado impreso en algodón 100%, por el método de serigrafía, con la tintura local de la extracción del colorante del maíz negro.

ANEXO 5



COLEGIO MEXICANO DE INGENIEROS BIOQUÍMICOS, A.C.

EXTIENDE LA PRESENTE AD5475DEN20120131

Constancia

A:

Deniss Reyes Córdoba; Ricardo Acevedo Gómez

POR SU VALIOSA PARTICIPACIÓN EN LA EXPOSICIÓN DEL TRABAJO LIBRE
Extracción de compuestos fenólicos como colorantes ecológicos extraídos del grano pigmentado del maíz aplicado en el diseño publicitario por el método de serigrafía.

VII CONGRESO INTERNACIONAL **XVIII CONGRESO NACIONAL** **DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**
INTERNATIONAL CONGRESS **NATIONAL CONGRESS** **OF BIOCHEMICAL ENGINEERING**

X JORNADAS CIENTÍFICAS DE BIOMEDICINA Y BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR
BIOMEDICINE AND MOLECULAR BIOTECHNOLOGY SCIENTIFIC MEETING

IXTAPA ZIHUATANEJO,
GUERRERO, MEXICO
28. 29 Y 30 de MARZO 2012

 IBQ. R. Alejandro Bello Méxía Gutiérrez Presidente del C.M.I.B.Q., A.C.	 Dra. Elsa Irma Quiñones Ramírez Presidenta del Comité Científico del Congreso	 M en C. Ricardo Monterrubio López Organizador General del Congreso
---	---	--

5.- Constancia congreso Internacional Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero México.

Tema: Extracción de compuestos fenólicos como colorantes ecológicos extraídos del grano pigmentado del maíz aplicado en el diseño Publicitario por el método de serigrafía.

ANEXO 6



6. Curso “Extracción de compuestos fenólicos como colorantes ecológicos extraídos de maíz, aplicados en el diseño publicitario por el método de serigrafía” impartido en Loma Bonita Oaxaca en coordinación con la Secretaria de Desarrollo Social de Gobierno del Estado (HABITAT) y el H. Ayuntamiento Constitucional de Loma Bonita Oaxaca.