



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas del  
Perú y su aprovechamiento en la industria textil, revisión  
bibliográfica**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTORAS:**

Alarcon Silvera, Gabriela Evelyn (ORCID: 0000-0003-4227-0386)

Lucas Osorio, Joela (ORCID: 0000-0002-6632-9605)

**ASESOR:**

Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio Gilberto (ORCID: 0000-0002-8200-4640)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirnos cumplir con uno de nuestros objetivos planteados. Este informe de investigación se lo dedicamos a las personas más especiales que siempre nos brindaron el apoyo incondicional para seguir adelante, a nuestros padres y hermanas por aconsejarnos y orientarnos el día a día gracias a ustedes por su amor, paciencia y apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

Mediante el presente trabajo de investigación quiero agradecer a Dios que ha encaminado toda mi vida, y me ha ayudado a concluir mi profesión, como también a mis queridos padres, hermanas.

A la universidad César Vallejo, a los profesores y a todas las personas que me apoyaron para poder culminar este proyecto, también agradecer de manera especial al Ing. Lorgio Valdiviezo mi asesor de tesis, por el tiempo, su valioso apoyo y perseverancia motivación brindada para la elaboración de esta tesis.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
DEDICATORIA.....	ii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de abreviaturas.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. MÉTODO.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística.....	26
3.3. Escenario de estudio.....	28
3.4. Participantes.....	28
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.6. Procedimientos.....	29
3.7. Rigor científico.....	29
3.8. Método de análisis de información.....	30
3.9. Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Identificación de las plantas tintóreas endémicas en Perú que puedan ser usadas en la industria textil.....	32
4.2. Identificación de los métodos utilizados para la extracción de colorantes naturales.....	35
4.3. Caracterización de los tejidos tintados con colorantes naturales extraídos de plantas tintóreas del Perú.....	39
V. CONCLUSIONES.....	42

VI. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	55
Anexo 1: Géneros de plantas endémicas del Perú.....	55
Anexo 2: Plantas endémicas tintóreas del Perú.....	56
Anexo 3: Características de solidez de los tejidos tintados.....	58
Anexo 4: Especies tintoreras del Perú.....	60
Anexo 5: Ficha de recolección de datos.....	65

## Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de colorantes naturales según su naturaleza química .....	20
Tabla 2. Matriz de categorización apriorística .....	26
Tabla 3. Resumen de criterios de búsqueda.....	29
Tabla 4. Parte de la planta endémica usada para extraer el colorante.....	33
Tabla 5. Colores extraídos de las plantas endémicas .....	34
Tabla 6. Resumen de los métodos utilizados para la extracción de colorantes naturales de plantas tintóreas. ....	36
Tabla 7. Características de los tejidos .....	39
Tabla 8. Significado de los valores de solidez.....	40
Tabla 9. Lista de géneros endémicos reconocidos en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú .....	55
Tabla 10. Resumen de las características de las plantas endémicas tintóreas del Perú ..	56
Tabla 11. Resumen de las características de los tejidos tintados con colorantes naturales extraídos de las plantas tintóreas.....	58
Tabla 12. Resumen de las características de las plantas tintóreas (no endémicas) del Perú .....	60

## Índice de figuras

Figura 1. clasificación de colorantes Fuente: elaboración propia .....	18
Figura 2. Clasificación de los colorantes según su afinidad por la fibra.....	19
Figura 3. Órgano de la planta utilizado como tintóreo .....	21
Figura 4: Métodos de extracción.....	21

## Índice de abreviaturas

AM	= Amazonas
AN	= Ancash
AP	= Apurímac
AR	= Arequipa
AY	= Ayacucho
CA	= Cajamarca
CU	= Cusco
HU	= Huánuco
HV	= Huancavelica
IC	= Ica
JU	= Junín
LA	= Lambayeque
LI	= Lima
LL	= La Libertad
MO	= Moquegua
PI	= Piura
PU	= Puno
SM	= San Martín



## Resumen

La investigación tuvo como objetivo analizar la extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas del Perú para su aprovechamiento en la industria textil; desarrollando para ello, una identificación de las plantas tintóreas endémicas peruanas, los métodos de extracción de colorantes naturales y la caracterización de los tejidos tintados con estos colorantes. Se siguió una investigación de tipo básica, con diseño narrativo de tópicos, cuyas fuentes de información fueron artículos en español e inglés de revistas indizadas. Se utilizó la técnica del análisis documental y como instrumento una ficha de datos. La información se analizó con el método de grupos de categorías. Se han distinguido siete especies endémicas peruanas con potencial tintóreo textil: 1) *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff (Asteraceae); 2) *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b (Berberidaceae); 3) *Daphnopsis weberbaueri* Domke (Thymelaeaceae); 4) *Dicliptera hookeriana* Nees (Acanthaceae); 5) *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels (Proteaceae); 6) *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze; y 7) *Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav., estas dos últimas de la familia Fabaceae. Los métodos de extracción tradicionales de remojo y Soxhlet son de uso frecuente, pero su uso a escala es limitado, frente a ello, los métodos modernos tales como extracción supercríticos y los de radiación (gamma, de plasma, microondas y ultrasónica), además de proporcionar efectivo rendimiento del color, modifican la superficie de la tela para potenciar la intensidad de la coloración, con bajo impacto ambiental. La caracterización de los tejidos se realiza mediante pruebas de control del color y de solidez, especialmente al lavado.

**Palabras clave:** colorante natural, extracción, textil, planta endémica

## Abstract

The objective of the research was to analyze the extraction of natural dyes from endemic plants in Peru for their use in the textile industry; Experiments for this, an identification of the endemic Peruvian dye plants, the methods of extraction of natural dyes and the characterization of the tissues stained with these dyes. A basic research was carried out, with narrative design of topics, our sources of information were articles in Spanish and English from indexed journals. The documentary analysis technique was analyzed and, as an instrument, a data sheet. The information was analyzed using the category group method. Seven endemic Peruvian species with textile dye potential have been distinguished: 1) *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff (Asteraceae); 2) *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b (Berberidaceae); 3) *Daphnopsis weberbaueri* Domke (Thymelaeaceae); 4) *Dicliptera hookeriana* Nees (Acanthaceae); 5) *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels (Proteaceae); 6) *Caelsapinia spinosa* (Molina) Kuntze; y 7) *Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav., these last two of the Fabaceae family. The traditional extraction methods of soaking and Soxhlet are often used, but their use at scale is limited, compared to this, modern methods such as supercritical extraction and radiation (gamma, plasma, microwave and ultrasonic), in addition to provide effective color rendering, modify the surface of the fabric to enhance the intensity of the coloration, with low environmental impact. The characterization of the fabrics is carried out by means of color and solidity control tests, especially when washing.

**Keywords:** natural dye, extraction, endemic plant, textile

## I. INTRODUCCIÓN

Desde los albores de la humanidad, el hombre ha utilizado gran variedad de productos naturales, siendo las plantas un elemento primordial para satisfacer estas necesidades (Prieto et al., 2004, p. 19). Entre toda esa gama de posibilidades se encuentra el uso de colorantes o sus mezclas en el teñido de telas, dibujos sobre cerámicas o escritura en papiros; sin embargo, a partir del siglo XIX, aparecieron los tintes sintéticos ofreciendo una variedad ilimitada de colores, por lo que el ser humano giró su mirada hacia éstos dado que presentan mayor estabilidad, un poder de teñido más alto y costos más bajos; reduciéndose así, el empleo de tintes naturales ancestrales aun cuando es evidente que los sintéticos son tóxicos (Valenzuela, 2017, p. 17), no solo para la salud, sino también para el medio ambiente, pues contamina un producto vital para la vida: el agua.

El uso de tintes sintéticos en la industria textil para teñir prendas, en especial de algodón, provoca en el proceso, eliminación de elementos no celulósicos de algodón, aceites, impurezas, restos de los colorantes, lubricantes y otra diversidad de elementos químicos usados en sus procesos productivos, que dan lugar a una alteración en la calidad del agua pues muchas de las textilerías no cuentan con un tratamiento adecuado de sus efluentes (Orcón et al., 2019, p. 2; Gilpavas et al., 2018, p.158). En el caso de los efluentes de la industria textil, éstos son de alto color, pH, sólidos en suspensión, demanda química y bioquímica de oxígeno (Yaseen y Scholz, 2018, p.1197). Asimismo, las sales como NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que provienen del proceso de teñido; también agentes surfactantes como fenoles, metales pesados y aniones tóxicos de los colorantes sintéticos como el sulfuro (Cortazar et al., 2014, párr. 4).

Frente a ello, la tendencia y mentalidad contemporánea está incluyendo un acercamiento ecoamigable con el medio ambiente, usando en el teñido de materiales, colorantes naturales adquiridos de plantas o sus partes; pues, son éstos una solución razonable, haciendo imperativo el estudio de técnicas o métodos, y desarrollo de tecnología para la extracción de éstos colorantes para su aplicabilidad en la industria textil (Arora, Agarwal y Gupta, 2017, p. 35).

Así, hace una década la cantidad de colorantes reconocidos para su uso en la industria en todo el mundo que podrían caracterizarse como naturales no eran muchos y sólo un par eran de importancia desde el punto de vista industrial, como la cochinilla y el carbón vegetal (Galarza, 2013, p. 1). Sin embargo, en estos últimos años un gran número de recursos vegetales y animales han sido identificados para la extracción de tintes naturales para uso en teñido textil (Marwa et al., 2018, p. 5).

En el Perú se cuenta con uno de los centros más grandes de domesticación de plantas a nivel mundial y ha sido escenario de civilizaciones (como la Paracas, pionera en textiles) que desarrollaron técnicas para teñir con colorantes naturales que eran extraídas de plantas nativas, que solo en algunas partes del país y grupos limitados de personas siguen utilizando a la fecha (Rodríguez, 2017, párr. 2). La biodiversidad peruana, sin embargo, no ha sido estudiada a profundidad ni divulgada adecuadamente.

Las plantas son un potencial fitogenético de las cuales puede usarse las cortezas, hojas, flores, frutos o toda la planta como colorantes y mordientes naturales. Revalorar su uso puede re direccionar la mirada a éstos como base de colorantes para la industria textil y así, repercutir en una mejora no solo ambiental, sino también socioeconómica. Existen empresas que trabajan con tintes ecológicos sostenibles provenientes de plantas como el índigo, el molle, la raíz de ratania, el nogal, y más, para teñidos y estampados en fibras de alpaca o algodón; integrándose en un sistema de comercio justo y producción orgánica sin químicos peligrosos para la salud (Valenzuela, 2017, p. 19).

Y es que es importante reflexionar en las prendas no solo como producto terminado, sino de todo el proceso directo e indirecto por el que pasa su confección; aprovechando que se vive una realidad de protección medioambiental que está cambiando la conducta empresarial en diferentes industrias como la farmacéutica, cosmética, alimentaria y la textil, ésta última de interés para la investigación.

En base a lo descrito anteriormente se formula el problema general de la investigación: ¿Cuáles son los principales aspectos en la extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas del Perú para su aprovechamiento en la industria textil? Asimismo, los problemas específicos planteados son los siguientes:

PE1: ¿Cuáles son las plantas tintóreas endémicas en Perú, que pueden ser usadas en la industria textil?; PE2: ¿Cuáles son los métodos utilizados para la extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas?; y PE3: ¿Qué características presentan los tejidos tintados con colorantes naturales extraídos de plantas endémicas del Perú?

El objetivo general en ese sentido es: Analizar la extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas del Perú para su aprovechamiento en la industria textil. Ello se logrará apoyándose en objetivos específicos como:

OE1: Identificar las plantas tintóreas endémicas en Perú que puedan ser usadas en la industria textil; OE2: Identificar los métodos utilizados para la extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas del Perú; y OE3: Caracterizar los tejidos tintados con colorantes naturales extraídos de plantas endémicas del Perú.

El desarrollo del presente estudio se justifica ya que la información bibliográfica es general, dispersa y escasa sobre plantas tintóreas y las técnicas de extracción y tintura (Arora, Agarwal y Gupta, 2017, p. 35), más aún de la extracción de colorantes naturales a raíz de plantas endémicas, por lo que es importante su estudio antes de que éstos recursos se pierdan, constituyéndose a la par, en una forma de rescate de un rico acervo cultural, pues el conocimiento popular de estas especies inclusive, se están perdiendo (Junsongduang et al., 2017, p. 3) y otras necesitan planes de conservación urgente (Rodríguez, 2017, párr. 4).

Igualmente, los resultados permitirán contribuir a un conocimiento consensado y resumido sobre las plantas endémicas de las cuales se puede extraer pigmentos naturales provechosos para la industria textil, brindar información relevante y científica sobre los métodos utilizados para la extracción y su forma de uso en base a una diversidad de artículos tanto nacionales como de nivel internacional con un alcance de estudio relativo a éste.

## II. MARCO TEÓRICO

Una especie endémica lo es, por ser específica de una región del mundo y crecer, por tanto, solo en él. Así, respecto de las especies endémicas del Perú, se hace referencia a aquellas que son y crecen únicamente en territorio nacional. El Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú publicado en 2007 constituye a la actualidad, de las más grandes recopilaciones de especies de la flora peruana, misma que reconoce un total de 36 géneros endémicos (Anexo 1) distribuidos en 13 ecorregiones (párr. 7), pero dada la actualización del territorio existe ahora una propuesta de 15 ecorregiones (Britto, 2017, párr. 1).

Los antecedentes investigados se vinculan a estudios y revisiones científicas relacionadas con los pigmentos provenientes de plantas endémicas y el uso de éstos, así como sus formas de extracción.

El colorante de madera natural fue investigado para la extracción simultánea y teñido de algodón (fibra natural) y nylon (fibra sintética), encontrándose que las condiciones de extracción de colorantes óptimas son 80°C, 60 min, y fermentación durante 24 horas con agua como disolvente a 1:6 con alcohol etílico. Fue interesante que la cristalización simple puede dar lugar a una mejor intensidad de color y factor de protección ultravioleta (Haijuan, et al., 2019, p. 54). Se ha registrado también la aplicación de residuos vegetales tales como hojas caídas de membrillo (*Cydonia oblonga*) como colorante natural obtenido por extracción acuosa para teñido de fibras de lana mediante un proceso de tinción por agotamiento con y sin sales metálicas utilizando el método de post-mordentado. Los resultados indicaron que los extractos de colorante a partir de hojas de membrillo caídas pueden ser utilizado con éxito para el teñido de materiales de lana con una amplia gama de tonos de color beige claro a café rojizo, marrón (Cerempei et al., 2016, p. 216).

Las investigaciones en el ámbito nacional rescatan el teñido de algodón, pelos de camélidos y lana desde la antigüedad, con colorantes naturales extraídos de plantas andinas como la Ayapira, Kolle, Salliwa, Sunila y Queñua (Tito et al., 2019, p.65). Una exploración de plantas de color en Ancash, Loreto y Cusco contabilizó 39 especies dispersas en 25 familias naturales y 35 géneros; de éstos, los árboles y arbustos eran las estructuras orgánicas predominantes y las principales familias la

*Asteraceae* en Ancash, *Calceolariaceae* en Cusco y *Zingiberaceae* en Loreto. Realizaron Herborización de los ejemplares botánicos y el método convencional para coleccionar, prensar y secar el material. Lo interesante fue el no uso de mordientes minerales en los procedimientos, ya que sólo se utilizaron productos orgánicos de cítricos para crear un medio ácido sin producir una variedad significativa de sombreado (Espinoza, 2016, p. 1-3).

En comunidades andinas y amazónicas del Perú se ha documentado el uso tradicional de 50-51 especies de plantas tintóreas pertenecientes a 27 diferentes familias, siendo *Asteraceae*, *Fabaceae* y *Rubiaceae*, las de mayor concurrencia (Rojas et al., 2016, p. 142; Albán et al., 2018, p. 85), que producen colores en tonalidades variados de verde, amarillo y marrón. Son pocas las plantas que dan como resultado el color rojo, como Airampo (*Tunilla soehrensii*), Bixa (*Bixa Orellana*), Chapi (*Calceolaria leptantha*), Pampa Chapi (*Galium hypocarpium*) y Pucapanga (*Friedericia chica*); y las que producen el color azul son el Huito (*Genipa americana*) y el Añil (*Indigofera sulfruticosa*). Utilizaron el método convencional de herborización y para la ampliación de los colores mordientes como el alumbre, sulfato de cobre, sulfato de hierro y collpas, o el limón como modificador del pH (Rojas et al., 2016, p. 142).

En otra revisión de material de herbario contrastado con las especies registradas en estudios oficiales de la biodiversidad de la flora peruana, con el objetivo de documentar las especies nativas con capacidad para tinturar, sus formas de uso y estado en el que se encontraban preservadas en la región La Libertad, dio a conocer 26 especies de vegetales tintóreos, de ellas, 19 angiospermas, 7 líquenes y 4 especies endémicas de Perú (*Dicliptera hookeriana* Nees. (color azulinas), *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff. (amarillo verdoso), *Berberis buceronis* J. F. Macbr. (Color amarillo)., *Daphnopsis weberbaueri* Domke) (amarillo y marrón claro). empleadas por el poblador andino para el teñido en diferentes tonalidades, de su vestimenta y enseres de su cotidianeidad (Rodríguez et al., 2017, párr. 1).

También existen estudios que han establecido condiciones para extraer oleorresina de flores de Lantana Cámara que permitiese el teñido de fibras de algodón a nivel de planta piloto, donde la muestra fue 185 gramos de flores deshidratadas en un

lapso de 36 horas, a una humedad de 78.85% y rendimiento de secado de 21.14%. La extracción se realizó bajo el método Soxhlet y como solvente alcohol etanol de 96°. Se llevó a cabo el teñido con la oleoresina a diversas concentraciones, tiempo y temperaturas. La prueba de solidez al lavado presenta una coloración beige oscuro, en la prueba de solidez al roce no se visualiza ningún desgaste del color y durante la prueba de solidez a la luz solar obtuvo una acogida regular (Quispe, 2016, p. 42).

Partiendo de la literatura revisada, se expone en lo siguiente, el conocimiento teórico respecto al tema en dos ramas principalmente: las plantas endémicas tintoreras del Perú y los pigmentos textiles.

Las regiones donde se hallan concentraciones mayores de taxones endémicos son las mismas con territorio en vertientes andinas, con rangos elevados de altura y amplia ecología, siendo los Parques Nacionales los lugares que albergan la mayoría, seguido por los Santuarios y las Reservas Nacionales (León, Pitman y Roque, 2006, p. 9). Es preciso recalcar que el uso de las plantas tintóreas es diverso como para pinturas murales, vasijas, figurillas y textiles, por lo que no toda planta tintórea aporta colorantes para la industria textil porque su concentración de colorante puede ser mínima y no es viable una extracción rápida y económica (Moldovan, 2016, p. 6); y otras en cambio, como la *Alnus glutinosa* (aliso) presentan cambios de color inaceptables en las fibras textiles (Palacios y Ullari, 2010, p. 59) y por tal, no tienen importancia comercial.

Dentro de la variedad de especies tintoreras en el Perú (Anexo 2), el foco de estudio se dirige a las especies endémicas peruanas tintoreras de fibras textiles, entre éstas se encuentran: *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff, *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b, *Daphnopsis weberbaueri* Domke, *Dicliptera hookeriana* Nees, *Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav, *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels. (Rodríguez, 2017, párr. 1; Mostacero, 2017, pp. 5-7).

La *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff – ASTERACEAE: Con nombres Vulgares: "pull", "pagua", "pana", "panan"; es una especie endémica de Preocupación Menor que habita en pastizales, laderas rocosas, matorrales de 2500 a 2800 m. en Amazonas, Ancash y La Libertad, en los valles del Marañón y Santa. Es un arbusto



que propaga su crecimiento por semilla y se extrae colorante negro y amarillo de hojas, flores y tallo (Beltrán et al., 2006, p. 82).

Asimismo, la *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b-BERBERIDACEAE: es conocida solo del occidente de la cuenca de los ríos Chicama (Contumazá, Cajamarca) y Moche (Otuzco, La Libertad), entre los 2000 y 3000 m. Se le categoriza como Preocupación Menor. Con nombres vulgares: "palo amarillo", "chulgán". Se trata de un arbusto espinoso de una altura de hasta 2m. propagada por semilla. Los pobladores andinos utilizan la corteza, la madera, la raíz y su fruta para extraer un colorante amarillo para teñir telas, lanas, hilos y enseres (Ulloa, Sagástegui y Sánchez, 2006, p. 171).

En el caso de la *Daphnopsis weberbaueri* Domke: especie categorizada En Peligro endémica a Cajamarca (Contumazá) y La Libertad (Gran Chimú), de nombre vulgar: "cholino"; sus hojas y corteza son usadas para extraer colorante amarillo hasta marrón claro para teñir lanas y tejidos (Rodríguez, 2017, párr. 75-77). La *Dicliptera hookeriana* Nees: Planta endémica que crece a 1650 m., de la cual se corta en trozos y hierve junto con otras especies nativas tintóreas para una coloración amarillenta que al enfriarse da tonalidades azulinas. Estos colorantes combinados con las hojas de *Piper asperifolium*, resulta en un colorante verde (Rodríguez, 2017, párr. 16-17).

*Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav. – FABACEAE: De nombre vulgar "pay-pay", "carpe", "chara", "chorán", "pai-pai", "tanquis". Es un arbusto endémico de hasta 5m. de altura. Crece en valles secos y laderas rocosas hasta 800 m. en Piura. Su crecimiento se propaga por semilla y se extrae colorante negro de su fruto (Baldeón, Flores y Roque, 2006, p. 305); y la *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels. – PROTEACEAE: De nombre vulgar "andanga", "chotabal", "andanca", "andagara", "gaco", "raral", "shiapash". Es un arbusto de hasta 3m. de altura que crece en bosques nubosos de 2500 a 3000 m. en Cajamarca, Lambayeque y Piura. Su crecimiento se propaga por semilla y se extrae colorante marrón de su tallo y hojas (Mostacero, 2017, p. 7).

Los colorantes se pueden clasificar según su origen: existen dos tipos (Véase la Figura 1): i) orgánicos, provenientes de vegetales (raíces, corteza, hojas, flores y frutos) y animales; ii) e inorgánicos, de minerales.

En el caso de los colorantes naturales cuya fuente son las plantas, éstos son producidos por su misma actividad fisiológica o por transformaciones artificiales de sustancias provenientes de algún vegetal. El colorante se halla concentrado en las vacuolas de las células vegetales, a las cuales se asocian aceites, resinas, entre otros (Moldovan, 2016, p. 6).

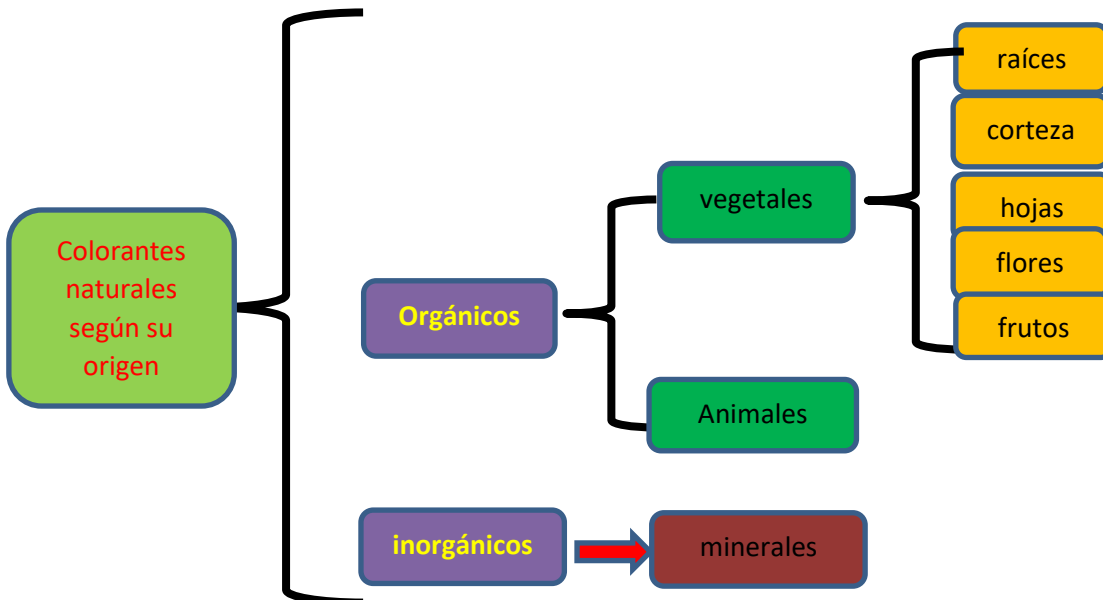


Figura 1. clasificación de colorantes

Fuente: elaboración propia

Así mismo se clasifican por su afinidad con la fibra, de los cuales existen: i) colorantes sustantivos directos, aquellos que tintan sin necesitar aditivo alguno pero son escasos en la naturaleza; y, ii) colorantes adjetivos con mordiente, subdivididos en monomagnéticos (el color no depende del mordiente) y poligenéticos (el color varía según el mordiente); siendo éste un fijador del colorante a la fibra que proporciona brillo e intensidad al color, aumenta la solidez a la luz, el lavado y el rango de colores de una sola planta, y pueden usarse antes, durante y después de la tintura. Según su estructura química, se agrupan en polienos, tetrapirroles, quinonas, alcaloides, flavonoides, primidinas, etc. (Moldovan, 2016, pp. 7-15). A continuación, se ilustra con la siguiente figura 2.

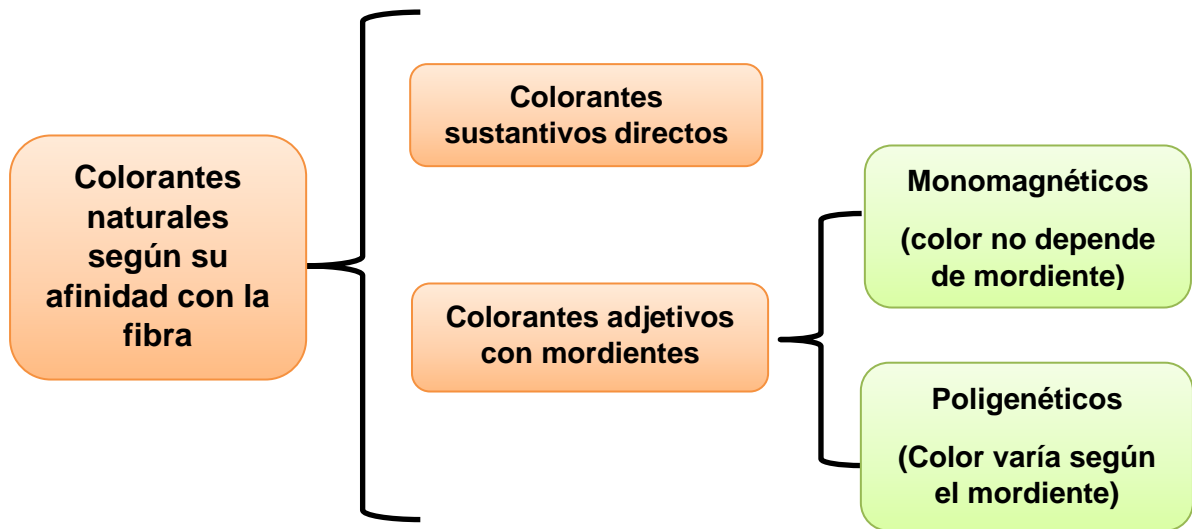


Figura 2. Clasificación de los colorantes según su afinidad por la fibra.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, por su naturaleza química: está representada por grupos funcionales, dentro de los cuales existen subgrupos, que están planteados de la siguiente manera: colorantes: I) flavonoides que tiene cuatro grupos principales i) flavonol: color amarillo. ii) flavona: color crema amarillo iii) calcona: color rojo y amarillo iv) antocianinas: color rojo y violeta. II) Carotenoide que tiene dos grupos principales: i) Carotenos: color anaranjado ii) Xentófila: color amarillo. III) Quinona se subdivide en dos grupos: i) Antraquinona: color rojo. ii) Naftoquinona: color violeta. IV) Derivados del indol: color azul. V) Derivados de delfinidina: color azul. VI) Derivados del dihidropilano: color rojo y violeta. VII) Grupo Betalaina: color rojo. VIII) Grupos Xantonas: color amarillo. IX) Grupo tanito – pirogallo y catecol: Color café. X) Grupo clorofila: Color verde (Huaman. 2014, p.4-6), como se detalla en la figura 3.

Y es que las cualidades de cada planta son únicas y a ello se debe que no haya un pigmento igual, de cada planta se deriva uno diferente y el color final incluso variará dependiendo de la fibra utilizada en el proceso de teñido (Valenzuela, 2017, p.17).

Tabla 1.

Clasificación de colorantes naturales según su naturaleza química

Naturaleza química	Grupo funcional	Color predominante	nm
<b>Tetrapirroles (lineales y cíclicos)</b>	Ficobilinas	Azul-verde	610-650 (fitocianinas)
		Amarillo-rojo	540-570 (Ficoeritrinas)
	Clorofilas	Verde	640-660
<b>Carotenoides (tetraterpenoides)</b>	Carotenoides	Amarillo- anaranjado	400-500
<b>flanoides</b>	Flavonas	Blanco –crema	310-350
	Flavonoles	Amarillo – blanco	330-360
	Chalcones	Amarillo	340-390
	Auronas	Amarillo	380-430
	Antocianinas	Rojo-azul	480-550
<b>xantonas</b>	Xantonas	amarillo	340-400
<b>quinonas</b>	Naftoquinonas	Rojo-azul-verde	420-460
	Antraquinonas	Rojo-purpura	
<b>Deroivados indigoides e indoles</b>	Indigo	Azul-rosado	470-485 (betaxantinas)
	Betalainas	Amarillo-rojo	530-554 (betacianinas)
<b>Pirimidinas sustituidas</b>	Pterinas	Blanco-amarillo	
	Flavinas	Amarillo	
	Fenoxazinas	Amarillo-rojo	
	fenazinas	Amarillo-purpura	

Fuente: Huamán (2014, p.4)

Aunque usar plantas tintóreas es de conocimiento amplio y un componente cultural enraizado en comunidades andinas y amazónicas peruanas; su uso actual ha sido apreciado solo a nivel de las mujeres artesanas y se indican las especies utilizadas en la actualidad en el proceso de tinción con el detalle del órgano de la planta empleado y tipo de fibra utilizada. La parte de la planta con mayor registro de uso son las hojas (42.2%) seguida son los tallos (17.6%), planta entera (11.8%), frutos (8.8%), corteza (4.4%), raíz (4.4%), flores (4.4%), rizoma (1.5%), brácteas (1.5%),

ritidoma (1.5%), semillas (1.5%) (Albán et al. 2018, p.90), como se aprecia en la figura 2.

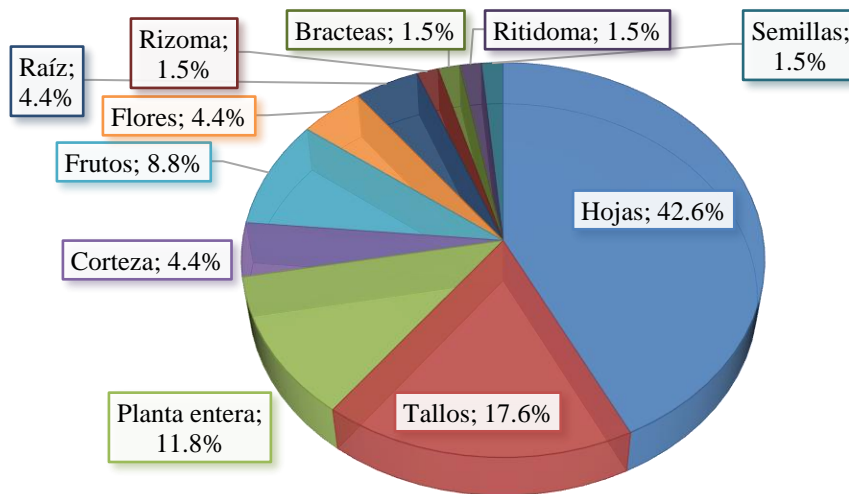


Figura 3. Órgano de la planta utilizado como tintóreo  
Fuente: Albán et al. (2018, p.90)

Para el proceso de extracción de colorantes a continuación se mencionan las principales técnicas agrupadas como métodos convencionales y métodos modernos, así como se resume en la Figura 4:

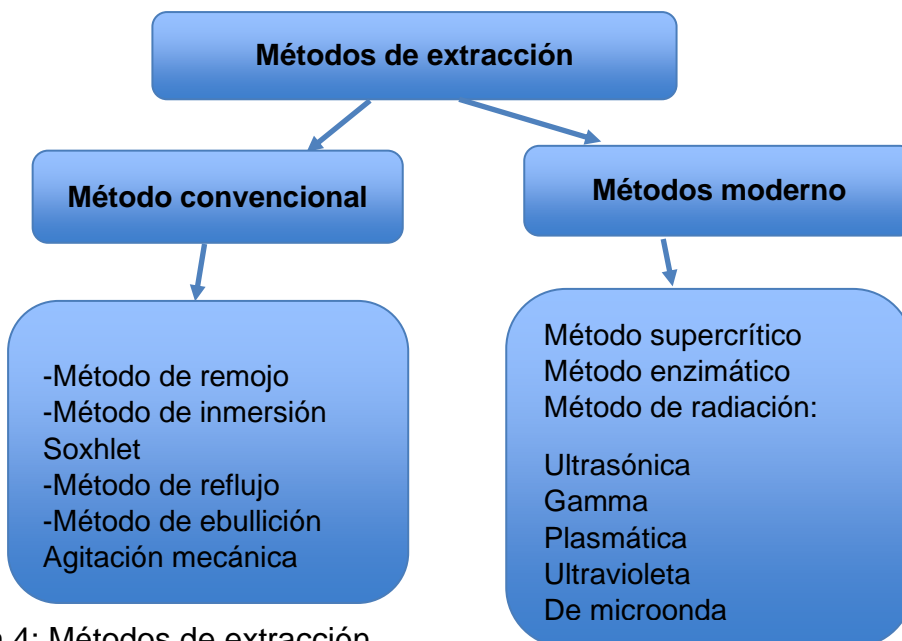


Figura 4: Métodos de extracción  
Fuente: Elaboración propia

En el método de remojo o extracción por maceración se coloca una cantidad equivalente de muestra del material de la planta molida o triturada, y solvente,

dejándose macerar 24 h a temperatura ambiente y protegida de la luz y luego pasa al proceso de tintóreo por cocción (Badami, et al., 2018, p.63).

El método de inmersión ha sido estudiado, por ejemplo, para extraer colorante del maracuyá. Este proceso implica 5,0g de muestra macerada con 30mL de etanol al 90%, acidificado con ácido cítrico al 0,03% (en relación 1:6). La inmersión se realiza por 2 horas en un agitador a 500RPM y en ausencia de luz a temperatura de 29°C. También, con el método de extracción soxhelt se ensambla el montaje soxhlet con un balón de 250mL. sobre una plancha de calentamiento y en la parte superior del montaje se usa agua de enfriamiento a 18°C. (Tarazona et al., 2020, p.3).

Método de reflujo: 1 g de muestra seca de ramas y tallos, lo cuales son molidos y colocados en 100 ml de etanol al 100%. Para este método se utiliza un equipo de extracción por reflujo que se calienta a ebullición por una hora como mínimo. Cumplido el tiempo de extracción se filtra (Badami, et al., 2018, p.63).

En el método de ebullición se extrae el colorante sometiendo al material vegetal a ebullición en agua en un recipiente de acero inoxidable por tiempo de 1 hora, utilizando 100g de vegetal por 1 litro de agua (ensayos con 200 g de vegetal intensifican los tonos) y después la solución se filtra con un colador (Palacios y Ullauri, 2020, pp. 52-59).

Por otro lado, en el Método moderno la extracción con base tecnológica ayuda a reducir el consumo de agua y la contaminación del ambiente, extrayendo el colorante de forma más efectiva. Está conformado por: i) Método de fluido supercrítico: el fluido supercrítico es cualquier sustancia llevada a temperaturas y presión por encima de su punto crítico termodinámico tiene la propiedad de difundirse a través de un sólido como un gas y disolver los materiales como un líquido, la ventaja que presenta esta extracción es que es de rápida y eficaz extracción, la posible utilización de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y NH<sub>3</sub> como disolventes hace que sea amigable con el ambiente, no contaminantes y de fácil eliminación (López, 2012, parr.1). ii) Método enzimático: el propósito principal de este método es el uso de enzimas hidrofílicas o hidrolazas, con el propósito de alterar la estructura de la pared celular y con ello mejorar el rendimiento de extracción, liberando como consecuencia componentes fenólicos, antocianinas y entre otros (Flores, 2017, parr.1

a 3); Se utiliza para materiales vegetales duros como la corteza y las raíces, siendo las enzimas disponibles comercialmente: la celulasa, la amilasa y la pectinasa (Saxena y Raja, 2014, p.40).

y iii) Método de radiación, la cual se subdivide en ultrasónica, gamma, plasmática, ultravioleta y de microonda. Todos estos métodos son sostenibles de extracción y tintura, mejora la capacidad del tinte proporcionando un alto rendimiento productivo (Adeel et al., 2019, p. 399; Moldován, 2016, p. 17).

i) radiación ultrasónica: consiste en el fenómeno de la cavitación que se da porque se forma, crece y colapsan burbujas de vapor o gas originados por el campo ultrasonoro al interior de un líquido, La imposición de la burbuja de cavitación genera microturbulencias de alta velocidad y perturbaciones en partículas microporosas de la biomasa, acelerando la difusión interna. Este método hace uso de ondas de una frecuencia determinada que ayuda a extraer los compuestos bioactivos de un material vegetal (Rodríguez, 2014, p. 140).

ii) asistida con microondas: la aplicación de energía de microondas ocasiona un calentamiento selectivo de la matriz sobre el extractante. El aumento de la temperatura y la presión, altamente localizado, ocasiona un calentamiento selectivo de la matriz, ocasionando la migración selectiva de los compuestos en estudio (Hernández, 2013, párr. 6). Siendo este método de alternativa potencial, debido a su menor consumo de energía, solvente y tiempo de procesamiento, además proporciona un alto rendimiento de color debido a su efecto de calentamiento generado por la rotación bipolar (Adeel et al., 2019, p 401).

iii) Asistida radiación gama: esta extracción tiene un efecto prometedor, por que modifica la superficie del tejido volviéndolo altamente hidrofílico para mejorar su capacidad de tinte y mejorar su capacidad de tinte y proporcionar un alto rendimiento productivo (Bhatti, et al., 2019, p. 50 - 54).

iv) técnica de plasma: los gases ionizados por plasma consisten en iones, electrones neutros, moléculas excitadas y fotones. El plasma frio y plasma a temperatura a presión atmosférica, utiliza oxígeno, nitrógeno, aire, argón, helio o flúor como fuente de gas. Esta técnica tiene la capacidad de modificar la superficie de la tela sin

afectar su estructura interior y causar aspereza superficial, grabado, recubrimiento, limpieza, oxidación y activación de superficie (Ren, et al., 2016, pp. 1571 - 1579).

v) Radiación ultravioleta: es una radiación electromagnética cuya longitud de onda varía de 100 a 280 nm. Estos rayos también fomentan la generación del grupo polar (ácido carboxílico) en la estructura de la tela que hace que la tela sea hidrofílica y mejora la interacción entre la molécula de tinte y la tela. Estos rayos mejoran el agotamiento del tinte que deja el componente menos colorante en el agua residual y actúa como una fuente ecológica para promover el teñido natural (Adeel et al., 2019, p 402). Véase la figura 5.

Los métodos de extracción, sin embargo, no son fijos, éstos deben ser optimizados con diversas variantes por factores de Tiempo de proceso, Concentración de mordiente y Cantidad de planta tintórea y no con un procedimiento común de extracción de colorante y teñido con las plantas, según la planta y el color que se busca obtener (Tito et al., 2019, p. 65)

Entre las propiedades del colorante se encuentra la solidez, definida como su capacidad de permanencia sobre un sustrato (cuero, tejido, papel, etc.) tras ser usado, es decir, debe poder ser lavado o usado sin desteñirse, retener su matiz original. Ahora bien, la mayoría de los colorantes naturales presentan baja estabilidad frente a la acción de la luz, en una escala del 1-8 donde 1 es el grado más bajo y 8 el más alto, la estabilidad es entre 1-2 para colorantes amarillos; mejores solidez presentan los colores rojos (entre 3-4), índigo (3-4 o 5-6 según el mordiente) y el negro (entre 4-5 o 6-7 según mordiente usado); en comparación con los tintes sintéticos. La solidez al lavado por otra parte, es moderada en la mayoría de tintes naturales, variando por una ligera alcalinidad en los baños de lavado y el detergente empleado (resistencia valorada en una escala de 1 a 5, de escasa a excelente resistencia). Finalmente, en cuanto a su solidez al frote, la mayoría tiene resultados buenos en seco y húmedo, sin requerir de tratamiento adicional (Moldován, 2016, p. 23; Gutiérrez y Puelles, 2012, p. 22).

Respecto del efecto de la temperatura en la estabilidad del color, bajas temperaturas de lavado a 25°C, tienen mejores resultados por degradaciones apenas perceptibles y descargas de color buenas (p. 54). En cuanto al efecto del pH en la estabilidad del



color, el pH es una medida con escala propia de  $\text{pH}=0$  a  $\text{pH}=14$ , que evalúa la acidez ( $\text{pH}<7$ ) o alcalinidad ( $\text{pH}>7$ ) de una solución; su variación influye en la tonalidad y fijación del tinte, así por ejemplo, pH ácidos elevados en teñido de fibras animales originan mejores coloraciones que en fibras vegetales puesto que los ácidos pueden dañarlas (y viceversa con los alcalinos), pero es importante que el pH se mantenga arriba de 5 durante el teñido para luego neutralizarlo, pues pH menores a 3 afectan el proceso y en el extremo, baños alcalinos fuertes también hará que las fibras pierdan su brillo natural y resistencia (Gutiérrez y Puelles, 2012, p. 20-21).

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo básica, la cual refiere a una investigación sustantiva cuyo interés es el descubrimiento de nuevo conocimiento. Su motivación es la curiosidad y sirve como base para las investigaciones aplicadas (Nieto, 2018, párr. 1). En este caso, porque se orienta a la formación de conocimiento consensuado de resultados de estudios que han aplicado las teorías de extracción de colorantes de fuentes naturales, para dar respuesta a una problemática social específica, como lo es, la identificación de plantas endémicas del Perú con colorantes de utilidad para la industria textil.

Asimismo, se sigue un diseño narrativo de tópicos, el cual se enfoca en una temática, fenómeno o suceso en específico, para su descripción y análisis de un grupo que ya las han vivido y que crean un sentido de verdades (Salgado, 2007, párr.18). En este caso, la temática enfocada corresponde a los colorantes naturales de plantas endémicas del Perú con potencial de uso en la industria textil.

#### 3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

La categorización del estudio se ha realizado en función de los objetivos específicos de la investigación, pues de cada uno se desprende una categoría de estudio para el orden de presentación de los resultados. Asimismo, cada categoría presenta subdivisiones para facilitar la explicación de los datos. A continuación, se muestra la Tabla 2 que resume la matriz de categorización apriorística a seguir en la investigación:

Tabla 2.

Matriz de categorización apriorística

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Problemas específicos</b>	<b>Categoría</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Unidad de análisis</b>
OE1: Identificar las plantas tintóreas	PE1: ¿Cuáles son las plantas tintóreas	Fuentes tintóreas	Plantas tintóreas peruanas	Rodríguez et al. (2017); Rojas et al., (2020);

endémicas en Perú que puedan ser usadas en la industria textil	endémicas en Perú, que pueden ser usadas en la industria textil?		Plantas tintóreas endémicas	Cauper (2018); Riveros y Castillo (2014); Gonzalo (2019); Grados y Peláez (2014); Mostacero et al. (2017); Espinoza (2016); Albán et al. (2018); Gutiérrez y Puelles (2012)
OE2: Identificar los métodos utilizados para la extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas del Perú	PE2: ¿Cuáles son los métodos utilizados para la extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas?	Métodos de extracción	Método convencional	Orcón (2019); Arora et al. (2020); Haijuan Du et al. (2019); Arora, Agarwal y Gupta (2017); Marín y Mejía (2012); Baliarsingh et al. (2012); Loayza (2016); Ramos (2020); Leitner et al. (2012); Me Borges et al (2011); Gora y Was Gubala (2019)
			Métodos modernos	Adeel et al. (2017a); Chirila et al. (2017); Haji et al. (2016); Haji (2017); Adeel et al. (2018); Patil y Akamanchi (2017); Goula et al. (2017); Chen et al. (2018); Arlene et al. (2015)
OE3: Caracterizar los tejidos tintados con colorantes naturales extraídos de plantas	PE3: ¿Qué características presentan los tejidos tintados con colorantes naturales extraídos de	Características de teñido	Control de color	Gonzalo (2019) Haar y Doty (2017)
			Solidez a la luz	Gutiérrez y Puelles (2012)

endémicas del Perú	plantas endémicas del Perú?		Solidez al lavado	Palacios y Ullauri (2020) Mellizo (2018) Tito et al. (2019)
			Solidez al frote	Rojas et al. (2020) Hinojosa (2017)

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Escenario de estudio

El principal escenario de estudio **es el territorio peruano**, las ecorregiones en las que se encuentra todo su acervo de biodiversidad, su flora en específico. El ambiente social y humano compete a las comunidades andinas y amazónicas del Perú por su conocimiento ancestral de las plantas y sus métodos de extracción de colorantes y proceso de teñido en fibras.

### 3.4. Participantes

Las fuentes de información de esta investigación son primarios, es decir, provienen no de un contacto directo, sino de publicaciones ya realizadas con sus propios resultados. Estas fuentes son artículos principalmente, en el idioma español e inglés, de revistas indizadas como de Scielo.org, Redalyc.org, Elsevier, researchgate.net, Springer; también, informes etnobotánicos del Perú como el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú.

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos será el análisis documental, con su instrumento guía de análisis documental o ficha de datos (Ver Anexo 5), el cual permitirá recabar de cada artículo revisado, información específica necesaria, según los objetivos de la investigación. Ello con el fin de sintetizar y ordenar la gama de información y a posterior, poder entablar un análisis interpretativo con mayor facilidad (Barbosa, Barbosa y Rodríguez, 2013, párr. 18).

### 3.6. Procedimientos

Considerando las fuentes mencionadas en el punto 3.4 Participantes, la búsqueda se ha realizara con palabras clave en español e inglés, en el buscador Google Académico. Asimismo, se delimita la búsqueda a un intervalo de tiempo de los últimos 5 años, esto es, desde el 2016 en adelante. Otros criterios de búsqueda son los mencionados en la tabla siguiente:

Tabla 3

*Resumen de criterios de búsqueda*

Tipo de documento	Documentos referidos a	Palabras clave de búsqueda	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículo científico	Extracción de colorantes naturales Colorantes textiles Plantas endémicas del Perú	Extracción Colorante Natural Textil Planta endémica Perú Extraction Colorant natural Textile Endemic plant	Periodo 2016-2020 Idioma español – inglés Colorantes naturales	Periodo anterior al 2016 Colorantes sintéticos

### 3.7. Rigor científico

Esta investigación cualitativa cumplirá con los siguientes criterios de rigor científico:

- i) Dependencia: la cual es equivalente a la confiabilidad de las investigaciones cuantitativa, se refiere a la equivalencia de resultados extraídos a partir de datos y análisis similares en los diversos estudios

analizados esto es, resultados consistentes (Parra y Briceño, 2013, p.120).

- ii) Credibilidad: equivale a la validez y se refiere a la capacidad para comunicar los puntos de vista de los participantes, de un modo vinculante con el problema de investigación (Parra y Briceño, 2013, p.120).
- iii) Transferencia: el lector podrá realizar traslado del conocimiento aquí plasmado, a su contexto, pues se ofrecerá información amplia y clara del problema analizado (Parra y Briceño, 2013, p.120).
- iv) Fundamentación: pues el estudio se basa en un marco teórico sólido producto de una revisión literaria del tema de referencias actuales y validadas (Parra y Briceño, 2013, p.120).
- v) Autenticidad: pues los resultados no han de ser manipulados a conveniencia o intereses particulares, serán expresados tal como los artículos y demás informes hayan obtenido sus datos, y con capacidad de autocrítica (Parra y Briceño, 2013, p.120).

### **3.8. Método de análisis de información**

La información ha sido analizada por medio del método de grupos de categorías, los cuales son tres, cada uno por objetivo específico como se muestra en la tabla 2. Estas categorías se delimitan por descripciones con criterios similares, como, por ejemplo, un grupo de artículos referidos a las fuentes tintóreas endémicas del Perú; otro grupo de artículos referido a los métodos de extracción de pigmentos naturales, mismo que será evaluado por sub categorías que competen a la tipología de los métodos (convencional y modernos). También, un tercer grupo en cuya información se haya analizado las características de teñido de los colorantes naturales, en específico, de plantas endémicas.

### **3.9. Aspectos éticos**

A fin de garantizar la calidad ética de la investigación se han considerado los aspectos éticos de: i) Respeto al autor, esto es, que la información citada está debidamente referenciada según las normas ISO; ii) Cumplimiento de la normativa vigente de la Universidad César Vallejo respecto de la investigación; iii) Valor social

científico, ya que los resultados de este estudio se direccionan a producir conocimiento en el campo de extracción de colorantes naturales, en específico de plantas endémicas peruanas, para su aprovechamiento en la industria textil, como alternativa eco amigable a los colorantes sintéticos; y iv) Evaluación independiente, ya que para reducir los sesgos de juicio e intereses, la investigación es revisada por expertos en el tema que no tienen autoría en la misma, pero que tienen la autoridad suficiente como para realizar las correcciones pertinentes, dar su aprobación o de ser el caso, la suspensión del estudio (González, 2002, pp.98-101).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Identificación de las plantas tintóreas endémicas en Perú que puedan ser usadas en la industria textil

Luego de revisar 10 artículos referidos específicamente a plantas tintóreas peruanas, los resultados respecto a las plantas endémicas del Perú con potencial tintóreo textil se encuentran reunidos en la Tabla 10 (Anexo 2), donde se ha podido distinguir siete especies:

- a) *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff;
- b) *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b;
- c) *Daphnopsis weberbaueri* Domke;
- d) *Dicliptera hookeriana* Nees;
- e) *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels
- f) *Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav;
- g) *Caelsapinia spinosa* (Molina) Kuntze;

Las cinco primeras especies pertenecen a una familia distinta (*Asteraceae*, *Berberidaceae*, *Thymelaeaceae*, *Acanthaceae* y *Proteaceae*), y las dos últimas son parte de una misma familia: *Fabaceae*.

Cabe precisar que estas siete especies expuestas no han de ser las únicas especies endémicas existentes con capacidad tintórea, pues el número de investigaciones en torno a ellas es aún escaso y las actuales publicaciones se han centrado más en la zona norte, como las investigaciones de Rodríguez et al. (2017, párr.1) en La Libertad y el inventario fitogeográfico y etnobotánico de Mostacero et al. (2017) que agrupó 32 especies de plantas tintóreas en el norte peruano. También se tienen investigaciones en comunidades de la Amazonía peruana en el caso de Albán et al. (2017).

Caracterizando a estas plantas endémicas, los resultados de la tabla 4 indican que se trata de arbustos de los cuales se extrae el colorante principalmente de las hojas (57%), en el caso de cuatro de éstas: *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff;



*Daphnopsis weberbaueri* Domke; *Caelsapinia spinosa* (Molina) Kuntze y *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels.

Seguido a ello, en el 43% de las siete especies se puede extraer color de la corteza (de la *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b; *Daphnopsis weberbaueri* Domke y *Caelsapinia spinosa* (Molina) Kuntze); y del fruto, en las especies *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b; *Caelsapinia spinosa* (Molina) Kuntze; y la *Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav (de esta última solo su fruto tiene capacidad tintórea).

Asimismo, en tres de las especies endémicas se puede extraer tinte de su tallo (43%), de coloración amarillenta en las especies *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff y la sp. *Caelsapinia spinosa* (Molina) Kuntze; mientras que del tallo de la *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels un colorante marrón.

Por otro lado, solo en la especie *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b es posible la extracción de colorante de su madera y raíz (14%); y de la *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff de su flor (14%). Finalmente, de la trituración de toda la planta de la especie *Dicliptera hookeriana* Nees es posible la extracción del colorante amarillo y tonos azules.

Tabla 4. Parte de la planta endémica usada para extraer el colorante

Parte	# de especies	Frecuencia %
Hojas	4	57%
Corteza	3	43%
Fruto	3	43%
Tallo	3	43%
Flor	1	14%
Madera y raíz	1	14%
Toda la planta	1	14%

Fuente: artículos revisados

Asimismo, en referencia a la frecuencia de los colores que son posibles extraer de las plantas endémicas tintóreas del Perú, la Tabla 6 muestra seis diferentes

tonalidades, siendo el color amarillo el de mayor frecuencia (en el 71% de las especies). Le siguen los colores negro y marrón con una frecuencia del 29% cada uno y los tonos azules, gris oscuro a beige y verde en el 14% de especies, respectivamente.

Tabla 5

*Colores extraídos de las plantas endémicas*

<b>Color</b>	<b># de especies</b>	<b>Frecuencia %</b>
Amarillo	5	71%
Negro	2	29%
Marrón claro	2	29%
Tonos azules	1	14%
Gris oscuro a beige	1	14%
Verde	1	14%

Fuente: artículos revisados

Para la identificación de los métodos de extracción y las características de los tejidos tinturados con colorantes naturales extraídos de plantas endémicas del Perú, cabe aclarar que se presentan resultados considerando artículos no solo en específico de las plantas tintóreas endémicas del Perú, ya que las investigaciones que refieren a éstas en el país, destacan su potencial tintóreo a través del método tradicional y no han realizado evaluaciones más profundas de su capacidad sobre los textiles (como su solidez a la luz, al lavado y al frote).

A futuro, con trabajo experimental, los parámetros obviamente se ajustarían a las cualidades de las plantas endémicas peruanas.

#### **4.2. Identificación de los métodos utilizados para la extracción de colorantes naturales**

Los 23 artículos revisados para este objetivo presentan información sobre los diferentes procesos de extracción de tintes naturales, entre ellos presentamos a los métodos incluidos en el método convencional y método moderno, tal cual se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Resumen de los métodos utilizados para la extracción de colorantes naturales de plantas tintóreas.

Métodos		Procedimiento		Fuente
CONVENCIONAL	De Remojo	El material vegetal es secado y molido  Solvente: Etanol  Solvente: agua destilada	Tiempo de fermentación (24h);  Temperatura de extracción: 80°C  Tiempo de extracción 60 min  15g. de polvo de flor triturada + 500 ml. de agua destilada por 30 min	Haijuan Du et al. (2019)  Arora, Agarwal y Gupta (2017)
	Soxhlet	Equipo Soxhlet  Material vegetal seco y molido puestos en cartuchos  Solvente: etanol  Metanol	Temperatura hasta alcanzar el punto de ebullición del solvente.  El Proceso se repite 10 veces o hasta que se complete la extracción de los analitos.  Temperatura del refrigerante (2-6°C)  2500ml de solución acuosa al 10% metanol a 80°C por 16 horas	Marín y Mejía (2012)  Baliarsingh et al. (2012)
	Reflujo	Balón de destilación con condensador  Sustrato a extraer  Solvente: etanol o agua  Hidróxido de sodio	Temperatura hasta alcanzar el punto de ebullición del solvente.  Actúa 1 hora sobre el material a extraer  Se filtra la solución extraída para finalmente eliminar el solvente mediante la evaporación	Loayza (2016)  Ramos (2020)
	Acuosa	Materia vegetal seco y pulverizado  Solvente: agua destilada	Relación de baño 1:10  Tiempo de extracción 60 min  Temperatura de extracción 95°C en un vaso de precipitado de acero inoxidable abierta	Leitner et al. (2012)

			Agitación manual lo suficiente como para distribuir el material de la planta en el líquido.		
MODERNO	Supercrítico	Equipo Extractor de líquidos a presión  Material vegetal seco y molido  Solvente: metanol	Tiempo de extracción 240min en 1g de material vegetal y 2g de arena de mar (para dispersar la muestra)  Presión de extracción (150 y 300 bar)  Temperatura de 40°C	Me Borges et al (2011)	
	Enzimático	Pétalos secos  Enzima celulasa	Reacción a temperatura de 55°C en baño maría con agitación constante y pH 4,5  Calentamiento a ebullición por 15 min.	Gora y Was Gubala (2019)	
	Radiación	Gamma	Polvo seco de pétalos  Irradiador gamma Cs-137	Tanto el polvo como el algodón se exponen a dosis absorbidas de 10, 15, 20, 25 y 30 kGy	Adeel et al. (2017a)  Chirila et al. (2017)
		De plasma	Equipo de plasma de baja presión que trabaja en radiofrecuencia (13.56 MHz)	El aire dentro de la cámara de tratamiento de plasma se bombea para alcanzar la presión de 100 mTor. Se introduce oxígeno en la cámara con un caudal constante de 100 sccm (centímetros cúbicos estándar por minuto)  Las muestras se secan a 80 ° C durante 30 min	Haji et al. (2016)  Haji (2017)
		De microondas	Horno de orientación de 50 Hz  Material vegetal seco y molido	el polvo, los extractos y las telas se irradiaron durante 1–6 min a alta potencia de 700 W en el horno	Adeel et al. (2018)  Patil y Akamanchi (2017)
		De ultrasonica	Dos métodos: directo a la muestra e indirecto (a la pared del recipiente que	Temperatura de extracción: 20-60°C por 60 min  Solvente: aceite de girasol y aceite de soya	Goula et al. (2017)  Chen et al. (2018)

			contiene la muestra)  Procesador ultrasónico de 40 kHz	Temperatura de extracción (30–70 ° C), tiempo (10–50 min), potencia ultrasónica (120–360 W) y agua en relación de 10-30 ml / g de material	Arlene et al. (2015)
--	--	--	--	--	----------------------

Para la extracción de los colorantes naturales de las plantas, hay muchos factores que condicionan dicha extracción. En las investigaciones documentadas con plantas peruanas, comúnmente la extracción se realiza utilizando el método tradicional por trituración, que luego es colocado en agua para su remojo (por horas o días) y luego ser calentado a ebullición hasta que el color se haya transferido al agua. En algunos casos la extracción es directa (solo con el material orgánico), pero en otros casos requiere de la mezcla con otras sustancias.

En general, dentro de los métodos convencionales se encuentra el método de remojo donde se utiliza solventes polares ya que actúan de mejor manera por el uso de fuerzas iónicas y la separación del residuo se realizará por filtración a través de elementos filtrantes para la posterior precipitación del colorante (Domanico, et al 2013, p.6).

Así mismo, en el Método extracción Soxhlet, en este proceso después del destilado pasa por un proceso en el cual se condensa mediante vacío para obtener una solución colorante concentrada. El equipo de Soxhlet es uno de los más utilizados ya que se aplican analitos que no se pueden separar por volatilización (en fase gas) pero si son extraíbles con la ampliación de un adecuado solvente. Su gran ventaja y eficacia es el proceso de remojo en la fase solida (Marín y Mejía, 2012 p. 17).

El método tradicional sea por remojo o por Soxhlet, es de uso frecuente debido a sus características de fácil puesta en práctica y replicación. Sin embargo, a escala industrial es método se complica por la alta demanda de colorantes. Ante ello algunos autores manifiestan que los métodos convencionales ya mencionados y descritos líneas arriba no proporcionan un efectivo rendimiento del color extraído a diferencia de los métodos modernos (Adeel, 2019, p. 400); que también modifican la superficie de la tela para potenciar la intensidad de la coloración, siendo, además, una alternativa viable con bajo impacto ambiental ya que su consumo de agua es mínimo (Arlene et al. 2015; Grande et al. 2017).

Los métodos avanzados incluyen microextracción en fase sólida, gas comprimido, extracción de fluidos supercríticos, extracción de líquido a presión y tecnología de radiación. Además, se menciona que la aplicación del gas comprimido en la extracción del colorante carotenoide que es abundante en algunas plantas tintóreas proporciona un alto rendimiento (Kulkarni et al, 2011). El método de fluidos supercríticos contiene gas CO<sub>2</sub> comprimido, en este método el material se disuelve con el gas y se convierte en colorante disuelto que posteriormente es absorbido por la tela de manera efectiva, donde el gas se recupera después del proceso de tinción, por lo cual actúa como un método de extracción y teñido sostenible (López et al, 2012). Así mismo cabe a mencionar que el papel de extracción y teñido inducidos por la radiación está ganando popularidad debido a su eficiencia rápida.

#### 4.3. Caracterización de los tejidos tintados con colorantes naturales extraídos de plantas tintóreas del Perú.



Las muestras teñidas deben de tener su matriz original y deben poder lavarse o utilizarse sin desteñirse. Estas pasan por un proceso de caracterización de acuerdo al método estándar que es usado por los fabricantes textiles en Europa y América latina.

A continuación, se muestra la tabla 7 los equipos con los cuales se lleva a cabo este proceso de evaluación de control del color y de su solidez (al lavado, al frote y a la luz).

Tabla 7

*Características de los tejidos*

Características evaluadas	ISOS	EQUIPOS	FUENTE
Control de color	Coordenadas CIElab <ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 105-J01</li> </ul>	 Datacolor DC 650	Gonzalo (2019) Haar y Doty (2017)

Solidez	Del color al lavado	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 105-C06</li> </ul>	 <p>Gyrowash</p>	Hinojosa (2017) Palacios y Ullauri (2020) Mellizo (2018)
	Del color al frotamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 105-X12</li> </ul>	<p>Crockmeter</p> 	Hinojosa (2017) Palacios y Ullauri (2020)
	Del color a la luz	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 105-B02</li> </ul>	Equipos de envejecimiento acelerado	Palacios y Ullauri (2020) Mellizo (2018)

Las coordenadas cromáticas de los tejidos tintados con colorantes naturales son determinadas con el DATACOLOR DC 650, de acuerdo al método estándar ISO 105-J01. Donde las coordenadas CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ , donde  $L^*$  define ligereza;  $a^*$  denota el valor rojo / verde,  $b^*$  el valor amarillo / azul;  $C^*$  denota el valor de saturación y  $h^*$  es la tonalidad). Este equipo calcula a partir de los datos de reflectancia con un ángulo de  $10^\circ$  de observador y D65 iluminante. Las medidas se realizan para el control de calidad del color (Haddar et al, 2013 p. 3).

Los resultados de las pruebas de solidez del color se valoran en función de patrones de valoración de la degradación del color denominada escala de grises cuyo contraste está definido por cambios de color, según se muestra en la Tabla 8:

Tabla 8

*Significado de los valores de solidez*

5	EXELENTE
4-5	MUY BUENA
4	BUENA
3-4	REGULAR BUENA
3	REGULAR



2-3	MEDIANA
2	BAJA
1-2	DEFICIENTE - MALA
1	MUY DEFICIENTE

\* Prueba de solidez según Norma NTP 231.004:2014 TEXTILES. Escala de grises para transferencia de color.

En las investigaciones analizadas se ha podido apreciar que la prueba principal o comúnmente realizada es la de solidez al lavado (en el 90% de los estudios), seguido de la prueba de solidez a la luz (50%) y la de solidez o resistencia al frote (25%). Cabe indicar que existen otras pruebas de solidez como la del color al planchado bajo normativa UNE-EN ISO 105-X11 y del color a la transpiración según normativa UNE-EN ISO 105-E04 (Hinojoza, 2017, p. 47); sin embargo, estas últimas solo se hallaron consideradas en una investigación.

Como resultados de las pruebas de control de solidez del color a la luz, al lavado manual y al frote, los textiles tintados demostraron resultados satisfactorios en su mayoría (casi el 100%), independientemente del tipo de fibra utilizado (lana, seda, algodón, fibra de alpaca, entre otros); exceptuando la Alnus glutinosa (aliso) que presentó cambios de color inaceptables sobre tejidos de alpaca, con valores de 2-3 en las tres pruebas de solidez (Palacios y Ullauri, 2020, p. 55).

También es preciso indicar que, para la caracterización de los tejidos en cuanto a la prueba de solidez al frote, ésta se evalúa en dos sentidos: con el tejido húmedo y en seco, siendo la humedad un factor que tiende a reducir el valor de solidez (Haar y Doty, 2017, p.7).

## V. CONCLUSIONES

Se han distinguido siete especies endémicas peruanas con potencial tintóreo textil: 1) *Coreopsis senaria* S. F. Blake & Sherff; 2) *Berberis buceronis* J. F. Macbr. – b; 3) *Daphnopsis weberbaueri* Domke; 4) *Dicliptera hookeriana* Nees; 5) *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels; 6) *Caelsapinia spinosa* (Molina) Kuntze; y 7) *Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav. Las cinco primeras pertenecen a una familia distinta cada una (Asteraceae, Berberidaceae, Thymelaeaceae, Acanthaceae y Proteaceae), y las dos últimas son parte de una misma familia: Fabaceae.

En cuanto a los métodos de extracción, los métodos tradicionales por remojo o por Soxhlet son de uso frecuente debido a su fácil puesta en práctica y replicación; sin embargo, su uso a escala se dificulta por la alta demanda que la industria textil requiere de colorantes. Frente a ello, los métodos modernos son una buena alternativa de extracción que además proporcionan un efectivo rendimiento del color y modifican la superficie de la tela para potenciar la intensidad de la coloración, con bajo impacto ambiental; siendo los métodos de extracción por radiación los que en los últimos años han ganado popularidad debido a su eficiencia.

La caracterización de los tejidos se realiza mediante pruebas de control del color y de solidez, especialmente al lavado, siguiendo normas como la ISO 105-J01 e ISO 105-C06, respectivamente.

## VI. RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista práctico se recomienda el aprovechamiento de los colorantes naturales de plantas en la industria textil dada la existencia de métodos eficientes para su extracción a escala, que, a su vez, permiten potenciar la intensidad del color en el tejido.

Desde el punto de vista científico, se recomienda la ampliación de investigaciones en lo siguiente:

1. Estudios de reconocimiento de otras plantas tintóreas endémicas del Perú para ampliar y actualizar el bagaje cultural de la biodiversidad peruana, ya que las actuales investigaciones no aseguran que las siete plantas endémicas identificadas sean las únicas con potencial tintóreo; además porque su rango de acción se ha delimitado a zonas del norte peruano y ciertas comunidades andinas y de la Amazonía.
2. Estudios experimentales con las plantas endémicas peruanas identificadas que utilicen los métodos de extracción modernos para comparar rendimientos de color e intensidad, así como su capacidad tintórea sobre diferentes tipos de fibras textiles, evaluando sus indicadores de solidez al lavado, a la luz y al frote.
3. Profundizar en las características fitogenéticas de las plantas que provocan su coloración y su alta o baja concentración de colorante, así como de los mordientes y las fibras utilizadas para la variación de las tonalidades del color.
4. Evaluar la injerencia de los colorantes textiles naturales sobre el cuerpo humano (con la transpiración, por ejemplo, según normativa UNE-EN ISO 105-E04) y sobre la calidad del agua (residuos del colorante).

## REFERENCIAS

1. ACTUALIDAD de la Medicina Tradicional Herbolaria por Sylvia Pietro-González [et al.]. CENIC [en línea], 35 (1): pp.19-36, 2004. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181226086004.pdf>
2. ALTERNATIVAS de pretratamiento textil: método integrado de descruceblanqueo y blanqueo químico-enzimático, evaluación y comparación con el método clásico por Beatriz Orcón Basilio [et al.]. Revista de la Sociedad Química del Perú [en línea]. Abril 2019. [Fecha de consulta: 22 Marzo de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000200006&script=sci_arttext)  
ISSN 1810-634X
3. ALVAREZ Jesús y ARROYO Gabriel. Teñido de fibras naturales con colorantes naturales. Jóvenes en la ciencia [en línea]. Disponible en: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1933/1433>
4. APPRAISAL of marigold flower based lutein as natural clourant for textile dyeing under the influence of gamma radiations por Shahid Adeel [et al.]. Radiation Physics and Chemistry [en línea]. 130, enero 2017. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X16302195>
5. APROVECHAMIENTO del fruto de la melina (*gmelina arbórea roxb*) como colorante natural y antimicrobiano. Agronomía Costarricense [en línea], 44 (1), junio 2020. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242020000100105&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242020000100105&script=sci_arttext&tlng=en)
6. ARORA Jyoti, AGARWAL Prerna y GUPTA Gunjan. Rainbow of natural dyes on textiles using plants extracts: sustainable and eco-friendly processes. Green and Sustainable Chemistry [en línea]. 2017, 7: pp. 35-47. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: [https://www.scirp.org/pdf/GSC\\_2017022416223585.pdf](https://www.scirp.org/pdf/GSC_2017022416223585.pdf)  
ISSN 2160-696X
7. ARROYO-Figueroa G, Álvarez-Canelo JG, Medina-Saavedra T, Dzul-Cauih J. Evaluación de la estabilidad del color en el teñido de lana y algodón con extracto de cebolla morada (*Allium cepa*). Revista de Sistemas Experimentales. 2017; 19 (4): 1-6

8. A screening for natural colorants in the Zongo Valley with probable antioxidant and/or photo-protector activities por Kelly E. Loayza Afonso [et al]. *Investigación y Desarrollo* [en línea]. 1 (16), 2016. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312016000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312016000100002&script=sci_arttext)
  
9. ASTERACEAE endémicas del Perú por Hamilton Beltrán [et al]. *Revista peruana de biología* [en línea]. 13 (2), Diciembre 2006: 64s-164s. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/v13n2/pdf/a16.pdf>  
ISSN 1727-9933
  
10. BARBOSA Jorge, BARBOSA Juan y RODRÍGUEZ Margarita. Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas. *Science Direct* [en línea]. 27 (61), setiembre-diciembre, 2013: 83-105. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187358X13725553>
  
11. BHATTI IA., [et al]. *The Impact and Prospects of Green Chemistry for Textile Technology* [en línea]. 2019, [Fecha de consulta: 15 Mayo de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=VQI2DwAAQBAJ&pg=PA49&lpg=PA49&dq=5.+Khan+AA,+Iqbal+N,+Adeel+S,+Azeem+M,+Batool+F,+Bhatti+IA+\(2014\)&source=bl&ots=A8plkYuMHo&sig=ACfU3U2HI8U6DtoFTXlqjIBJ\\_zGmg\\_nFUBw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjOhYL07LnpAhWvGbkGHY42BdUQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q=5.%20Khan%20AA%2C%20Iqbal%20N%2C%20Adeel%20S%2C%20Azeem%20M%2C%20Batool%20F%2C%20Bhatti%20IA%20\(2014\)&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=VQI2DwAAQBAJ&pg=PA49&lpg=PA49&dq=5.+Khan+AA,+Iqbal+N,+Adeel+S,+Azeem+M,+Batool+F,+Bhatti+IA+(2014)&source=bl&ots=A8plkYuMHo&sig=ACfU3U2HI8U6DtoFTXlqjIBJ_zGmg_nFUBw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjOhYL07LnpAhWvGbkGHY42BdUQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q=5.%20Khan%20AA%2C%20Iqbal%20N%2C%20Adeel%20S%2C%20Azeem%20M%2C%20Batool%20F%2C%20Bhatti%20IA%20(2014)&f=false)  
ISBN: 978-0-08-102491-1
  
12. CONTAMINACION generada por colorantes de la industria textil. Por Cortazar Martínez [et al.]. [en línea].5 (1), 2014. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: [https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html?fbclid=IwAR0AmP\\_W3hGQKZLEaq7P6ZmjWFOEo-DjNfpnVXBcUwJCVQnFLiALG-Pm4ekc](https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html?fbclid=IwAR0AmP_W3hGQKZLEaq7P6ZmjWFOEo-DjNfpnVXBcUwJCVQnFLiALG-Pm4ekc)  
ISSN 2007- 1905
  
13. BALDEÓN Severo, FLORES Mercedes y ROQUE José. Fabaceae endémicas del Perú [en línea]. 13 (2), Diciembre 2006: 302s-337s. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/v13n2/pdf/a55.pdf>  
ISSN 1727-9933

14. BRITTO Berni. Actualización de las ecorregiones terrestres de Perú propuestas en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú. Gayana. Botánica [en línea]. 74 (1), 2017. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-66432017000100015&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-66432017000100015&script=sci_arttext)  
ISSN 0717-6643
15. DYEING and antibacterial properties of aqueous extracts from quince (*Cydonia oblonga*) leaves por Angela Cerempei [et al]. Industrial crops and products [en línea]. 94, 2016: 216-225. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/307532994\\_Dyeing\\_and\\_antibacterial\\_properties\\_of\\_aqueous\\_extract\\_from\\_quince\\_Cydonia\\_oblonga\\_leaves](https://www.researchgate.net/publication/307532994_Dyeing_and_antibacterial_properties_of_aqueous_extract_from_quince_Cydonia_oblonga_leaves)
16. DIVERSITY and Traditional Knowledge of Textile Dyeing Plants in Northeastern Thailand por Auemporn Junsongduang [et al.]. Economic Botany [en línea]. 2017, vol XX, X. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: <https://sci-hub.tw/https://link.springer.com/article/10.1007/s12231-017-9390-2>
17. EL color en la memoria: tintes vegetales usados en la tradición de las comunidades andinas y amazónicas peruanas por Joaquina Albán-Castillo [et al]. Ecología aplicada, 17 (1), 85-96, 2018. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v17n1/a10v17n1.pdf>  
ISSN 1993-9507
18. EMPLEO de la radiación ultrasónica para la extracción de compuestos bioactivos provenientes de fuentes naturales. Estado actual y perspectivas. La Habana, Cuba, por Zalua Rodríguez-Riera [et al.]. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas. Vol. 45, pp. 139-147, 2014. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/270273043\\_Empleo\\_de\\_la\\_radiacion\\_ultrasonica\\_para\\_la\\_extraccion\\_de\\_compuestos\\_bioactivos\\_provenientes\\_de\\_fuentes\\_naturales\\_estado\\_actual\\_y\\_perspectivas?fbclid=IwAR0GMxLWr3Vrqxij\\_4i0Nq2UT9Yzm8SAfGOEYv0EHxaPLha5OKZpfwvjvSf0](https://www.researchgate.net/publication/270273043_Empleo_de_la_radiacion_ultrasonica_para_la_extraccion_de_compuestos_bioactivos_provenientes_de_fuentes_naturales_estado_actual_y_perspectivas?fbclid=IwAR0GMxLWr3Vrqxij_4i0Nq2UT9Yzm8SAfGOEYv0EHxaPLha5OKZpfwvjvSf0)
19. ENVIRONMENTALLY friendly plant-based natural dyes: Extraction methodology and applications por Shahid Adeel [et al.]. Plant and Human Health [en línea]. 2, 2019. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03344-6\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03344-6_17)
20. ESPINOZA, Geraldine. Tintes vegetales de la sierra y selva del Perú: un estudio etnobotánico en los departamentos de Ancash, Loreto y Cusco. Tesis

(Licenciatura en Biología). Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2016. Disponible en: [http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/723/Tintes\\_EspinozaYa\\_Uri\\_Geraldine.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/723/Tintes_EspinozaYa_Uri_Geraldine.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

21. EXPLORING sustainable technique on natural dye extraction from native plants for textile: identification of colourants, colourimetric analysis of dyed yarns and their antimicrobial evaluation por Sasmita Baliarsingh [et al]. Journal of cleaner production [en línea]. 37, diciembre 2012. Disponible en: <https://scihub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652612003605>
22. EXTRACCIÓN asistida por microondas y limpieza en fase sólida como método de análisis para la determinación de plaguicidas organofosforados en *Ambystoma mexicanum.*, Hernández – Manuel [et al.]. Mexico: Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México, 2013. Disponible en : [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992013000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000200005)  
ISSN: 0188-4999
23. EXTRACCIÓN con fluidos supercríticos., López- Lorena [et al.]. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, 2014. Disponible en: <file:///C:/Users/Gabriela/Downloads/1210-1451-1-PB.pdf>  
ISSN: 1989-5003
24. EXTRACCIÓN de Antioxidantes de las Bayas del Sauco (*Sambucus nigra* L. subsp. peruviana) con Ultrasonido, Microondas, Enzimas y Maceración para la obtención de Zumos Funcionales., Flores – Edilberto. Arequipa: Universidad de Santa María, Facultad de ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas, 2017. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000100012&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000100012&script=sci_arttext&tlng=en)  
ISSN: 0718 – 0764
25. FERNÁNDEZ Wendy y SAAVEDRA Dalia. Obtención y caracterización de colorante natural a partir de la *Baccharis Salicifolia* (Chilca blanca) para uso textil. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Química). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/3998>
26. GONZÁLEZ Manuel. Aspectos éticos de la investigación cualitativa. Revista Iberoamericana de Educación [en línea]. 29, 2002. Disponible en: <http://files.formacionintegral.webnode.es/200000047->

[db9aadd8e7/ASPECTOS%20%20C3%89TICOS%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20CUALITATIVA.%20GONZALEZ.PDF](http://db9aadd8e7/ASPECTOS%20%20C3%89TICOS%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20CUALITATIVA.%20GONZALEZ.PDF)

27. GONZALO Christian. Determinación del rendimiento del colorante obtenido del fruto Huito (Genipa americana) durante el periodo de un año en la región de Ucayali – Perú. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial). Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, 2019. Disponible en: [http://181.176.160.68/bitstream/handle/UNU/4190/UNU\\_AGROINDUSTRIA\\_2020\\_T\\_CHRISTIAN%20GONZALO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://181.176.160.68/bitstream/handle/UNU/4190/UNU_AGROINDUSTRIA_2020_T_CHRISTIAN%20GONZALO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
28. GÓRA, Paulina; WĄS-GUBAŁA, Jolanta. Enzymatic extraction of dyes for differentiation of red cotton fibres by TLC coupled with VSC. *Science & Justice*, 2019, vol. 59, no 4, p. 425-432.
29. GREEN ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils por Athanasia M. Goula [et al]. *Ultrasonics Sonochemistry* [en línea]. 24, enero 2017. Disponible en: <https://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350417716302619>
30. GUTIÉRREZ Yorka y PUELLES Louella. Etnobotánica y fitoquímica de plantas tintóreas en las comunidades de Rumira, Chaullacocha y Chupani: Provincia de Urubamba – Cusco. Tesis (Licenciatura en Ciencias Biológicas). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2012. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1106/253T20120008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 31.
32. HAAR Sherry y DOTY Kelsie. Pounded plants on cotton: Methods, outcomes, and colorfastness of post-treatments. Peer reviewed Proceedings Paper [en línea]. 2017, Oaxaca, MX, Luximon A. (Ed.), 59-66. Berkeley, CA: World Shiori Network. Disponible en: [https://10thiss.files.wordpress.com/2016/03/10iss-press-kit\\_proceedings.pdf](https://10thiss.files.wordpress.com/2016/03/10iss-press-kit_proceedings.pdf)  
ISBN: 978-1-5323-3312-5.
33. Haji A, Mehrizi MK, Sharifzadeh J. 2016. Dyeing of wool with aqueous extract of cotton pods improved by plasma treatment and chitosan: optimization using response surface methodology. *Fibers Polym.* 17:1480–1488
34. Haji A (2017) Improved natural dyeing of cotton by plasma treatment and chitosan coating. Optimization by response surface methodology. *Cellul Chem Technol* 51(9–10):975–982



35. HINOJOSA Belén. Estudio técnico y económico de un proceso de tintura, respetuoso con el medio ambiente ECOFINISH, sobre productos textiles confeccionados. Tesis de maestría (Master universitario en Ingeniería textil). 2017. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94895/HINOJOSA%20-%20Estudio%20t%C3%A9cnico%20y%20econ%C3%B3mico%20de%20un%20proceso%20de%20tintura%20c%20respetuoso%20con%20el%20medioambiente%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
36. HURTADO Evelim y ARROYO Gabriela. Teñido de fibras naturales con colorantes naturales. Jóvenes en la ciencia [en línea]. 2019. Disponible en: <http://148.214.50.9/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1189>
37. LEE, Hye Bin, et al. The Development of Enzymatic Mordanting Using Laccase for Phenolic Natural Dye. Fashion & Textile Research Journal, 2018, vol. 20, no 3, p. 323-330.
38. LEÓN Blanca, PITMAN Nigel y ROQUE José. Introducción a las plantas endémicas del Perú. Revista peruana de biología, 13 (2), 2006: 9s-22s. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/v13n2/pdf/a04.pdf>  
ISSN 1561-0837
39. MALAGASY dye plant species: a promising source of novel natural colorants with potential applications – A review por Pascal Danthu Mahery Andriamanantena [et al.]. Chemistry & Biodiversity [en línea]. Octubre 2019. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: <https://scihub.tw/https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cbdv.201900442>
40. MARÍN Silvia y MEJÍA Claudia. Extracción de colorante a partir de la flor de Jamaica. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Química). Managua, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en: <http://ribuni.uni.edu.ni/619/1/37975.pdf>
41. MELLIZO Carolina. Teñido de textiles de algodón con tinte vegetal de cúrcuma. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Disponible en: <file:///C:/Users/Ronald%20Asus/Downloads/Te%C3%B1ido%20de%20textiles%20de%20algod%C3%B3n%20con%20tinte%20vegetal%20de%20c%C3%BArcuma.pdf>

42. MENDOZA Celia. Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad del color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) con aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.). Tesis (Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2581/TESIS-2018-ING-AGROINDUSTRIAL-MENDOZA%20HUAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
43. MERCEDES Erica. extracción del pigmento natural del hongo *pycnoporus sanguineus* como colorante orgánico para teñido en fibras de algodón. Tesis (obtención del título de ingeniero químico) universidad central del ecuador, quito 2016. Disponible en: [http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7187/1/T-UCE-0017-0033-2016.pdf?fbclid=IwAR1uDSjbLr\\_j1mx0JrgogZ9\\_UwNjFK1jLt1kVmLVrmGIHU\\_ZdGncHb0bv-Ec](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7187/1/T-UCE-0017-0033-2016.pdf?fbclid=IwAR1uDSjbLr_j1mx0JrgogZ9_UwNjFK1jLt1kVmLVrmGIHU_ZdGncHb0bv-Ec)
44. MICROWAVE -assisted extraction and dyeing of chemical and bio-mordanted cotton fabric using harmal seeds as a source of natural dye por Shahid Adeel [et al]. Environmental Science and Pollution Research [en línea]. 25, 2018. Disponible en: <https://sci-hub.tw/https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-018-1301-2>
45. MOLDOVAN Simona. Investigación del proceso de tintura sobre tejidos de algodón con colorantes naturales extraídos de micro y macro algas: *Arthrospira platensis*, *Synechococcus* sp., *Ulva* sp. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia, 2016. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73893/MOLDOVAN%20-%20COLORANTES%20NATURALES%20PARA%20FIBRAS%20TEXTILES%20A%20PARTIR%20DE%20ALGAS.pdf?sequence=1>
46. NATURAL dyes extraction from cochineal (*Dactylopius coccus*). New extraction methods por M.E. Borges [et al]. Food Chemistry [en línea]. 132 (4), junio 2012. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814611017730>
47. NIETO Nicomedes. Tipos de investigación. Universidad Santo Domingo de Guzmán. 2018. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
48. NINA Yeselia. Obtención y caracterización del colorante natural a partir de inflorescencia de Colli (*Buddleja coriácea*) para su aplicación en teñido de fibra

de alpaca. Puno: Tesis de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8369>

49. PALACIOS, C. y ULLAURI, N. Revalorización de métodos ancestrales de tinturado en las provincias de Loja y Azuay del sur de Ecuador. Siembra [en línea]. 7 (1), 2020. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: <http://200.12.169.32/index.php/SIEMBRA/article/view/1914>  
ISSN: 2477-8850
50. PARRA Matrha y Briceño Isías. Aspectos éticos en la investigación cualitativa. Enfoque neurológico [en línea]. 12 (3), 2013. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/enfneu/ene-2013/ene133b.pdf>
51. PATIL Dhiraj y AKAMANCHI Krishnacharya. Microwave assisted process intensification and kinetic modelling: extraction of camptothecin from Nothapodytes nimmoniana plant. Industrial Crops and Products [en línea]. 98, abril 2017. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669017300237>
52. PLANTAS andinas como colorantes en el teñido de lana por Juan Manuel Tito Humpiri [et al.]. Ñawparisun [en línea]. 2 (1), 2019. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: <http://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/74/49>
53. PLANTAS tintóreas peruanas por Rosario Rojas [et al.]. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia [en línea]. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: [https://issuu.com/jerimo77/docs/plantas\\_tint\\_reas\\_peruanas](https://issuu.com/jerimo77/docs/plantas_tint_reas_peruanas)
54. PRESERVING traditional botanical knowledge: the importance of phytogeographic and ethnobotanical inventory of peruvian dye plants por José Mostacero León [et al.]. Plants [en línea]. 6 (63), 2017. Disponible en; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5750639/>
55. PRODUCTION of a concentrates natural dye from Canadian Goldenrod (*Solidago Canadensis*) extracts por Peter Leitner [et al.]. Elsevier [en línea]. 93 (1), abril-junio 2012. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143720811002889>
56. PATIL Dhiraj y AKAMANCHI Krishnacharya. Microwave assisted process intensification and kinetic modelling: extraction of camptothecin from

Nothapodytes nimmoniana plant. Industrial Crops and Products [en línea]. 98, abril 2017. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669017300237>

57. Propiedades de teñido, solidez y protección UV de tejidos de seda y lana teñidos con extracto de hojas de eucalipto por agotamiento proceso Mongkholrattanasit R. [et al]. Texto de fibras East Eur [en línea] 19 (3) 2011.
58. QUISPE, Roxana. Uso del extracto de Lantana camara en el teñido de lana y algodón. Lima: Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016. Disponible en: [file:///C:/Users/pc/Downloads/Quispe\\_cr%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/Quispe_cr%20(2).pdf)
59. RAMOS Brenda. Obtención de colorante natural a partir de la remolacha forrajera (*Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris var crassa*) para teñido de fibra de ovino. Puno: Tesis de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13309/Ramos\\_Zapana\\_Brenda.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13309/Ramos_Zapana_Brenda.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
60. REN Yu, [et al.]. *Influence of DBD plasma pretreatment on the deposition of chitosan onto UHMWPE fiber surfaces for improvement of adhesion and dyeing properties* [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 15 Mayo de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2016.11.215>
61. *REVIEW of Utilization Plant-Based Coagulants as Alternatives to Textile Wastewater Treatment* por Thabata Karoliny Formicoli Souza Freitas [et al]. Detox Fashion [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 22 Marzo de 2020]. Disponible en: [https://sci-hub.tw/https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-4780-0\\_2](https://sci-hub.tw/https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-4780-0_2)
62. SALGADO Ana. Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos [en línea]. 13 (13), 2007. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272007000100009&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272007000100009&script=sci_arttext&tlng=en)
63. SAXENA Sujata y RAJA A.S.M. Natural dyes: Sources, chemistry, application and sustainability Issues [en línea]. Junio 2014. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-287-065-0\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-287-065-0_2)

64. SIMPLE crystallization approach for enhancing function of plant-based madder dye and performance of dyed fabric por Haijuan Du [et al]. ScienDirect [en línea]. 5 (8), Agosto 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584401935892X>
  
65. THE effect of dyeing properties of fixing agent and plasma treatment on silk fabric dyed with natural dye extract obtained from Sambucus ebulus L. plant. Por Dayioglu H. [et al]. Procedia Soc Behav Sci [en línea]. 195:1609–1617, 2015
  
66. THE influence of gamma irradiation on natural dyeing properties of cotton and flax fabrics por Chirila [et al]. Radiat Phys Chem. [en línea] 145:97–103, 2017.
  
67. THE preliminary study of the eztraction from the avocado seed using Ultrasonic assisted extraction por Ariesta Arlene [et al]. ScienceDirect [en línea]. 16, 2015.
  
68. TRATAMIENTO de aguas residuales de la industria textil mediante coagulación química acoplada a procesos fentón intensificados con untrasonido de baja frecuencia por Edison Gilpavas [et al]. Rev. Int. Contaminación Ambiente [en línea]. 34, junio 2018. [Fecha de consulta: 22 marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v34n1/0188-4999-rica-34-01-157.pdf>
  
69. UDAY, Usai. *Bioremediation and detoxification technology for treatment of dye(s) from textile effluent, textile wastewater treatment*. In: Kumbasar EA (ed) [en línea], InTech 2016. [Fecha de consulta: 22 marzo de 2020]. Disponible en: doi:10.5772/62309
  
70. ULLOA Carmen, SAGÁSTEGUI Abundio y SÁNCHEZ Isidoro. Berberidaceae endémicas del Perú [en línea]. 13 (2), Diciembre 2006: 171s-173s. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/v13n2/pdf/a18.pdf> ISSN 1727-9933
  
71. Ultrasonic assisted improved extraction and dyeing of mordanted silk fabric using neem bark as source of natural colourant por Shahid Adeel [et al]. Natural product research [en línea]. 2018. Disponible en: <https://sci-hub.tw/https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786419.2018.1484466>
  
72. ULTRASONIC extraction, structural characterization, physicochemical properties and antioxidant activities of polysaccharides from bamboo shoots

(*Chimonobambusa quadrangularis*) processing by-products por Guangjing Chen [et al]. International Journal of biological Macromolecules [en línea]. 112, junio 2018. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014181301735016X>

73. VALENZUELA, Claudia. El proceso textil: Identidad detrás de la prenda. PUCP [en línea]. 6, 2017. [Fecha de consulta: 01 mayo de 2020]. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/memoriagrafica/article/view/19506/19616>
74. VANKAR, P.S. Handbook on natural dyes for industrial applications: Extraction of dyestuff from flowers, leaves, vegetables, 2nd Ed. New Delhi, India: NIIR Project Consultancy Services. 2016.
75. VARIACIÓN de la claridad de escala de gris con las direcciones de irradiación y observación por Berta Bernard [et al]. Digital.CSIC [en línea]. 2016. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/155072/1/Variaci%c3%b3n0001.pdf>
76. VEGETALES tintóreos promisorios más utilizados en la región La Libertad, Perú por Eric F. Rodríguez Rodríguez [et al.]. Arnaldoa [en línea]. 24 (1), 2017. [Fecha de consulta: 01 Mayo de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992017000100014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992017000100014&script=sci_arttext)
77. YASEEN, D. y SCHOLZ, M. Textile dye wastewater characteristics and constituents of synthetic effluents: a critical review. International Journal of Environmental Science and Technology [en línea]. 16, Noviembre 2018: 1193-1226. [Fecha de consulta: 22 Marzo de 2020]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-018-2130-z>
78. ZEA Bernabé. un método de obtención de colorantes naturales en polvo, los colorantes así obtenidos y sus aplicaciones [en línea] 2013. Disponible en: [https://patentimages.storage.googleapis.com/d4/8c/03/ba40548ceb7b5f/ES2396531B1.pdf?fbclid=IwAR1uDSjbLr\\_j1mx0JrgogZ9\\_UwNjFK1jLt1kVmLVrmGIHUZdGncHb0bv-Ec](https://patentimages.storage.googleapis.com/d4/8c/03/ba40548ceb7b5f/ES2396531B1.pdf?fbclid=IwAR1uDSjbLr_j1mx0JrgogZ9_UwNjFK1jLt1kVmLVrmGIHUZdGncHb0bv-Ec)

## ANEXOS

### Anexo 1: Géneros de plantas endémicas del Perú

Tabla 9. Lista de géneros endémicos reconocidos en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú

Género	Familia	# de especies	Hábito de crecimiento	Ecorregión	Actualización
<i>Pseudonoseris</i>	Asteraceae	3	Hierba/ Subarbusto	MA	-
<i>Pygmaeocereus</i>	Cactaceae	3	Cactus	DST	DST; MDE-BS
<i>Rauhia</i>	Amaryllidaceae	4	Hierba	MDE; BS	BS
<i>Schistonema</i>	Asclepiadaceae	1	Liana	MA	MDE-BS
<i>Schizotrichia</i>	Asteraceae	1	Hierba/ Subarbusto	PAR; BMHM	MA; JA; BMHM
<i>Stilpnophyllum</i>	Rubiaceae	1	Arbusto	BHA	-
<i>Syncretocarpus</i>	Asteraceae	3	Hierba/ Subarbusto	MDE; MA	MDE-BS
<i>Trichiora</i>	Amaryllidaceae	4	Hierba	MA; PSH	MA; PSH
<i>Trichosanchezia</i>	Acanthaceae	1	Hierba/ Subarbusto	BHA	BHA; BMHP
<i>Ulleophytum</i>	Asteraceae	1	Liana	BMHP	BMHP
<i>Weberbauerella</i>	Fabaceae	2	Hierba	DST	-
<i>Weberbauerocereus</i>	Cactaceae	8	Cactus	-	-

Fuente: Britto (2017)

## Anexo 2: Plantas endémicas tintóreas del Perú

Tabla 10

Resumen de las características de las plantas endémicas tintóreas del Perú

Especie	Familia	Nombre común	Parte de la planta usada	Colorante extraído	Tipo de planta	Departamento de ubicación	Fuente
<i>Coreopsis senaria</i> S. F. Blake & Sherff	Asteraceae	Pagua pana	Hojas Flor Tallo	Negro Amarillo	Arbusto	Amazonas Cajamarca La Libertad	Rodríguez et al. (2017) Mostacero (2017)
<i>Berberis buceronis</i> J. F. Macbr. – b	Berberidaceae	Palo amarillo chullgan	Corteza Madera Raíz Fruto	Amarillo	Arbusto hasta los 2m de altura	La Libertad	Rodríguez et al. (2017) Mostacero (2017)
<i>Daphnopsis weberbaueri</i> Domke	Thymelaeaceae	cholito	Hojas Corteza	Amarillo Marrón claro	Arbusto	Cajamarca, La Libertad	Rodríguez et al. (2017)
<i>Dicliptera hookeriana</i> Nees	Acanthaceae	-	Planta triturada	Amarillo y tonos azules	Arbusto con flor	Cajamarca, La Libertad, Lima, Lambayeque	
<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	Proteaceae	Andaga chotabal gaco	Tallo Hojas	Marrón	Arbusto hasta los 5m de alto	Piura	Mostacero (2017)



		rara shiapash					
<i>Caesalpinia paipai</i> Ruiz & Pav	Fabaceae	Pay-pay chara chorán tanquis	Fruto	Negro	Arbusto de 3 a 10 metros de alto	Amazonas, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Ica, Junín, Lima, Huánuco, Huancavelica Moquegua, Pasco, Piura	
<i>Caelsapinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Fabaceae	tara algarroba	Fruta triturada Fruta fresca Corteza Tallos Hojas	Gris oscuro a beige (plomo aceituno)  Con mordiente y fijador: amarillo y verde	Arbusto de hasta 3m de altura	Cajamarca Lambayeque Piura	Gutiérrez y Puelles (2012)  Mostacero (2017)  Albán et al. (2018)

### Anexo 3: Características de solidez de los tejidos tintados

Tabla 11

Resumen de las características de los tejidos tintados con colorantes naturales extraídos de las plantas tintóreas

Planta	Concentración de mordiente	Solidez*	Tejido	Fuente
Ayapira Kolle Salliwa Sunila Queñua	10 gr/lit de NaCl en forma de sal industrial sin tratar	Solidez al lavado: 3.5 3.0 4.0 4.5 4.0	Lana criolla	Tito et al. (2019)
<i>Chillca blanca</i>	alumbre (KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>12</sub> •H <sub>2</sub> O)	Solidez al lavado: 4 Solidez a la luz (exposición durante 10 días): 4	Lana	Fernández y Saavedra (2018)
<i>Inflorescencia de colli</i>	Ácido cítrico	Solidez a la luz: 3-4 Solidez al lavado: 4-5 Temperatura de agotamiento 84°C	Fibra de alpaca	Nina (2018)
<i>Acacia lebeck</i>	Hidróxido de sodio	- de 3-4 en colorantes extraídos de hojas - de 4-5 en colorantes extraídos de corteza	Seda	Baliarsingh et al. (2012)
<i>Nimbo de la india (Azadirachta indica)</i>	Bio-mordientes (plantas medicinales como la cúrcuma)	Excelente solidez de fuerza y color frente a tintes químicos	Seda	Adeel et al. (2018)
<i>Remolacha forrajera</i>	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O + limón CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O + NaCl Eucalipto + limón + NaCl	Resistencia solar con decoloración mínima luego de exposición al sol por 8 días	Fibra de ovino	Ramos (2020)
<i>Flor de caléndula</i>	7% de ácido tánico (TA) como pre-	Buena intensidad del color y resistencia aceptable	Algodón gris crudo	Adeel et al. (2017a)

	mordiente y 5% de Cu como postmordante	(radiación UV)		
<i>Chillca</i> <i>Kolle</i> <i>Korocho</i> <i>Tara</i> <i>Kakasunca</i> <i>Llagac ñucchu</i> <i>Awaypilli</i> <i>Mullaca</i>	Orina  Chicha  Kollpa	Solidez a la luz: Resistencia muy buena  Resistencia variable al lavado con detergente	Lana de oveja  Fibra de alpaca	Gutiérrez y Puelles (2012)

\*Prueba de solidez según Norma NTP 231.004:2014 TEXTILES. Escala de grises para transferencia de color.

## Anexo 4: Especies tintoreras del Perú

Tabla 12

Resumen de las características de las plantas tintóreas (no endémicas) del Perú

Especie	Familia	Nombre común	Departamento de ubicación	Parte de la planta usada	Colorante extraído	Fuente
<i>Sambucus peruviana</i> Kunth	Adoxaceae	Rayan	Ancash	Hojas	Verde claro	Albán (2018) Espinoza (2016)
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	Molle	Cusco	Hojas	Verde	
<i>Tapirira guianensis</i> Aublet		Huira caspi	Loreto	Frutos, hojas	Marrón	
<i>Guatteria flabellata</i> Erkens & Maas	Annonaceae	-	Loreto	Hojas	Granate	
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Arecaceae	Huasaí (Nombre shipibo: Panan)	Loreto	Frutos	Guinda	Albán (2018) Espinoza (2016) Cauper (2018)
<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.		Pijuayo (Nombre shipibo: Huanin)				Cauper (2018)
<i>Aristeguietia discolor</i> (DC) King & H. Rob	Asteraceae	Quillua	Ancash	Ramas Hojas	Verde Marrón	Albán (2018) Espinoza (2016)
<i>Bidens pilosa</i> L.		Amor seco	Ancash	Hojas Planta entera	Verde Amarillo	
<i>Ophryosporus chilca</i> (Kunth) Hieron		Shequia	Cusco	Planta entera	Verde, amarillo	
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lamark) Persoon		Kimsa kuchu Kocho	Amazonas, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, La libertad, Lima, Loreto, Moquegua, Pasco, Piura, Puno, San Martín	Planta entera	Verde	Gutiérrez y Puelles (2012) Espinoza (2016) Albán (2018)
<i>Baccharis latifolia</i> (R& P.) Persoon		Chilca	Amazonas, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La libertad, Lima, Pasco, Piura, Puno, Tacna	Hojas	Verde	

<i>Baccharis odorata</i> Kunt		Tayanca	Apurímac, Cusco, Cajamarca, Ayacucho	Hojas	Verde	Gutiérrez y Puelles (2012)
<i>Bidens triplinervia</i> Kunt		Kiko	Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La Libertad, Pasco, Puno, Tacna	Flores	Amarillo	
<i>Senecio rhizomatus</i> Rusby		Ticllayhuarmi	Cusco, La Libertad, Lima, Cusco	Hojas	Verde	
<i>Senecio rudbeckiifolius</i> Meyen & Walp		Maycha	Arequipa, Cusco, Huancavelica, Junín, Puno, Tacna	Hojas	Verde	
<i>Mutisia acuminata</i> Ruiz & Pav.		Chinchircuma	Cusco	Flores	Amarillo	
<i>Ophryosporus peruvianus</i> R.M. King & H. Rob.		Sayanco	Ancash	Ramas	Verde	Alban (2018)
<i>Begonia clarkei</i> Hook. F <i>Bwegonia veitchii</i> Hook. F	Begoniaceae	Achancaray	Cusco, Apurímac	Raíz	Rosado	Gutiérrez y Puelles (2012)
<i>Berberis lutea</i> Lechler <i>Berberis lutea</i> var. <i>conferta</i> DC.	Berberidaceae	Checche sp1	Apurímac, Ayacucho, Cusco	Corteza Raíz	Amarillo Verde	
<i>Berberis carinata</i> Lechler		Checche sp2	Cusco, Puno	Corteza Raíz	Amarillo Verde	
<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	Pucapanga	Loreto	Hojas	Rojo	Albán (2018) Espinoza (2016)
<i>Bixa Orellana</i> L.	Bixaceae	Achote, achiote (Nombre shipibo: Mashe)	Loreto	Semillas	Anaranjado, Rojo	Albán (2018) Cauper (2018) Espinoza (2016) Riveros y Castillo (2014)
<i>Nasturtium</i> R.Br.	Brassicaceae	Berros	Cusco	Planta entera	Verde	Albán (2018) Espinoza (2016)
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.)	Bromeliaceae	Salvajina, Kacasunka, barba del cerro	Cusco	Planta entera	Verde, amarillo	Albán (2018)
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull.Arg.	Euphorbiaceae	Zancudo caspi	Cusco	Tallos, hojas, corteza	Negro	Espinoza (2016) Albán (2018)
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Fabaceae	Añil, jango	Loreto	Hojas	Marrón, azul	
<i>Lupinus lindleyanus</i> J. Agardh		Taya	Loreto, Ancash	Hojas	Marrón canela	
<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S, Irwin & Barneby		Retama	Loreto	Hojas	Verde	
<i>Lupinus paniculatus</i> Desr.		Kera	Cajamarca, Cusco, La Libertad	Flor	Verde	

<i>Senna birostris</i> (Vogel) H.S, Irwin & Barneby		Mutuy	Ancash, Arequipa, Cusco, Huánuco, Pasco, Tacna	Tallos Hojas Flores	Verde Amarillo	Albán (2018) Gutiérrez y Puelles (2012)
<i>Senna versicolor</i> (Vogel) H.S, Irwin & Barneby		Wiahllac	Ancash	Tallos, Hojas	Verde claro	Albán (2018)
<i>Geranium filipes</i> Killio	Geraniaceae	-	Cusco	Planta entera	Rojizo	
<i>Pelargonium x hortorum</i> L.H. Bailey		-	Cusco	Planta entera	Plomo claro	
<i>Gentianella</i> spp	Gentianaceae	Pallcha	Cusco	Planta entera	Verde	Gutiérrez y Puelles (2012)
<i>Salvia dombeyi</i> Epling	Lamiaceae	Llagac ñucchu, Ñucchu real	Cusco, Madre de Dios	Flores	Rojo suave	
<i>Buddleja coriácea</i> var. <i>beta</i> Weed	Loganiaceae	Kolle	Ancash, Apurímac, Ayacucho, cusco, Huancavelica, Junín, Puno	Flores	Amarillo opaco	Gutiérrez y Puelles (2012) Tito et al. (2016)
<i>Buddleja coriácea</i> Remy		Quisguar	Cusco	Tallos Hojas	Marrón oscuro Verde	Albán (2018) Espinoza (2016)
<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav		Colle	Ancash	Flores Ramas	Amarillo Verde	
<i>Byrsonima stipulina</i> J.F. Macbr.	Malpigiaceae	-	Cusco	Flores	Amarillo mostaza	Gutiérrez y Puelles (2012)
<i>Bellucia pentámera</i> Naudín	Melastomataceae	Sacha nispero	Loreto	Hojas	Marrón canela	
<i>Miconia aff. Prasiva</i> (Sw.) DC.		Rifari	Loreto	Hojas	Marrón rojizo	
<i>Brachyotum naudinii</i> Triana		Tiri	Amazonas, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Piura	Hojas	Amarillo	Gutiérrez y Puelles (2012)
<i>Malva assurgentiflora</i> (Kellogg) M.F. Ray	Malvaceae	Malva	Cusco	Hojas	Marrón canela	Albán (2018)
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Myrsinaceae	Mote mote	Cusco	Frutos	Rojo guinda	Albán (2018) Espinoza (2016)
<i>Neea macrophylla</i> Poepp. & Endl.	Nyctaginaceae	Tupamaqui	Loreto	Corteza, ramas Frutos	Marrón Púrpura	
<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & Bouché	Phytolacaceae	Airambo	Loreto	Toda la planta	Rosado	
<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	Picramniaceae	Sani Panga, Awaypilli	Amazonas, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San	Hojas	Violeta / morado	Gutiérrez y Puelles (2012) Espinoza (2016)

			Martín, Ucayali, Cusco			Albán (2018)
<i>Muehlenbeckia vulcánica</i> (Benth.) Endl.	Polygonaceae	Mullaca	Apurímac, Cusco	Tallos Raíces	Marrón Rosado	
<i>Prunus serótina</i> subsp. <i>Capulí</i> (Cav. Ex Spreng.)	Rosaceae	Capulí	Cusco	Hojas y tallos	Amarillo	Albán (2018)
<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav		Quinual, Yahual	Ancash	Ritidoma Hojas	Marrón rojizo Abano, verde	
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. Ex Griseb.	Rubiaceae	Pampa chapi	Cusco	Raíz	Rojo	Espinoza (2016) Albán (2018)
<i>Warszewiczia coccinea</i> (M. Vahl.) Klotzsch.		Bandera caspi	Loreto	Brácteas	Rojo	
<i>Coutarea hexandra</i> (Jaquin) Schumann		Guacamayo caspi (Shahuan Jihui)				Cauper (2018)
<i>Genipa americana</i> L.		Huito	Loreto	Frutos verdes Semillas y endocarpo	Negro, azul oscuro	Albán (2018) Espinoza (2016) Gonzalo (2019)
<i>Calceolaria flexuosa</i> subsp. <i>chrysocalyx</i> (Pennell) Molau	Scrophulariaceae	Chapi amarillo	Cusco	Tallos	Amarillo	Albán (2018) Espinoza (2016)
<i>Calceolaria leptantha</i> Pennell.		Chapi	Cusco	Corteza interna	Rojo	
<i>Simlax domingensis</i> Willd.	Smilacaceae	Zarzaparrilla	Cusco	Raíz	Rojo	
<i>Solanum nitidum</i> Ruiz & Pav.	Solanaceae	Nununga, nunuma, ñuñumia	AncaSH, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huánuco, Junín, La Libertad, Lima, Moquegua, Pasco, Puno, Tacna	Hojas	Verde oscuro	Gutiérrez y Puelles (2012) Albán (2018)
<i>Usnea</i> sp	Usneaceae	Kakasunca	Cusco	Tallo	Anaranjado	
<i>Thamnolia vermicularis</i> (Sw.) Schaer.		Papel papel	Cusco	Tallo	Amarillo	
<i>Citharexylum argutedentatum</i> Moldenke <i>Citharexylum dentatum</i> Moldenke	Verbenaceae	Korocho	Amazonas, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, La Libertad, Lambayeque, Lima, Pasco, Puno	Frutos	Amarillo	Gutiérrez y Puelles (2012)
<i>Urtica flabellata</i> Kunth	Urticaceae	Ortiga	Cusco	Toda la panta	Verde	
<i>Curcuma longa</i> L.	Zingiberaceae	Guisador, palillo	Loreto	Rizomas	Amarillo	Espinoza (2016) Albán (2018)
<i>Renealmia thyrsoides</i> (Ruiz & Pav.) Poepp. & Endl.		Mishquipanga	Loreto	Frutos	Morado	

<i>Renealmia alpinia</i> (Rottb.) Maas.		Mishquipanga (Nombre shipibo: Rao jhui)	Loreto	Frutos	Morado	Albán (2018) Espinoza (2016) Couper (2018)
<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	Aliso	Ancash Bagua grande	Hojas	Marrón oscuro	Albán (2018) Espinoza (2016)
<i>Juglans neotropica</i>	Juglandaceae	Nogal	Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Huánuco, Cusco, Lima	Hojas (con ramas)	Marrón	Grados y Peláez (2014) Gutiérrez y Puelles (2012)
<i>Cuphea ciliata</i>	Lythraceae	Hierba del toro	Bagua grande, Amazonas			Grados y Peláez (2014)
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Huayaba		Hojas, corteza	Amarillo, café claro	
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill		Eucalipto	Cajamarca, cusco, La Libertad	Hojas	Gris	Rojas, Mavila y Rojas (2011) Gutiérrez y Puelles (2012)



## Anexo 5: Ficha de recolección de datos

### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

**Objetivo:** Analizar la extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas del Perú para su aprovechamiento en la industria textil.

Ficha N°	Autor (es):			Año		
<b>2. Tipo de fuente:</b>	Artículo español	x	<b>3. Categoría</b>	Fuentes tintóreas	Plantas tintóreas peruanas	
	Artículo inglés	x			Plantas tintóreas endémicas	
	Tesis	x		Métodos de extracción	Método convencional	
	Informe				Métodos modernos	
	Libro	x		Características de teñido	Solidez a la luz	
	Otro: _____				Solidez al lavado	
		Solidez al frote				
<b>Tipo de indexación</b>						
<b>Palabras clave:</b>						
<b><u>Información importante:</u></b>						
_____ Método de extracción						
Método de aplicación						
_____						
_____						
_____						
_____						