



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUÍMICA

**“EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE ENVEJECIMIENTO SOBRE EL
ÁREA DE RECUBRIMIENTO DE FIBRA VEGETAL CON
MAGNETITA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICO

AUTORA: TANIA CECILIA VALDIVIEZO ABARCA

DIRECTOR: Dr. JORGE EFREN SILVA YUMI, PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Tania Cecilia Valdiviezo Abarca

Se autoriza la reproducción parcial o total, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, TANIA CECILIA VALDIVIEZO ABARCA declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de febrero de 2022





Tania Cecilia Valdiviezo Abarca

060588559-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Trabajo Experimental, “**EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE ENVEJECIMIENTO SOBRE EL ÁREA DE RECUBRIMIENTO DE FIBRA VEGETAL CON MAGNETITA**”, realizado por la señorita: **TANIA CECILIA VALDIVIEZO ABARCA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos, MsC. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-08-11
Dr. Jorge Efrén Silva Yumi, Dr. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-08-11
Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez, PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-08-11

DEDICATORIA

A mi hermana Isabel, por haberme ayudado a reconstruir una vida con los pedazos que me quedaban. A la memoria de mi madre, aunque ya no pueda verte sé que estarías orgullosa de mí, gracias por haberme defendido, por enseñarme a defenderme y por seguir enseñándome a enfrentar la vida sin ti.

Tania

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme brindado la oportunidad de convertirme en una profesional de la ciencia, al grupo de Investigación en Materiales Avanzados (GIMA) por haber proporcionado todo el apoyo necesario para que esta investigación vea la luz, a mis maestros y mentores que han sido inspiración y ejemplo para seguir, en especial al Dr. Robert Cazar por fomentar mi espíritu científico y al Dr. Jorge Silva por su comprensión y paciencia. A mis hermanas Magali y Noemí por ser las mejores amigas que mi madre me ha dado, a mis alumnos que me han brindado la oportunidad de ejercer la docencia e impartir los conocimientos que he adquirido durante mi formación profesional y a cada persona que me ha brindado su apoyo tanto emocional como moral y económico.

Tania

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS:	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas.....	4
1.2.1. <i>Furcraea Andina</i>	4
1.2.2. <i>Magnetita</i>	5
1.2.2.1. <i>Propiedades Generales</i>	5
1.2.2.2. <i>Estructura en el espacio</i>	5
1.2.2.3. <i>Principales aplicaciones</i>	6
1.3. Bases conceptuales	7
1.3.1. <i>Tiempo de envejecimiento</i>	7
1.3.2. <i>Área de recubrimiento de fibra vegetal</i>	7

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	8
2.1. Área de estudio	8
2.2. Tipo y diseño de investigación.....	8
2.2.1. <i>Por el método de investigación (tipo de datos a analizar)</i>	8
2.2.2. <i>Según el objetivo (utilización del conocimiento)</i>	8
2.2.3. <i>Según el nivel de profundización en el objeto de estudio</i>	9
2.2.4. <i>Según la manipulación de variables (rigurosidad del método implementado)</i>	9
2.2.5. <i>Por la condición de estudio (por el lugar</i>	9
2.2.6. <i>Según el periodo temporal</i>	9

2.2.7.	<i>Según el tipo de inferencia:</i>	9
2.3.	Población de estudio	10
2.4.	Tamaño de la muestra	10
2.5.	Matriz de consistencia	11
2.6.	Técnicas y Metodologías	12
2.6.1.	<i>Extracción de fibra de Furcraea Andina</i>	12
2.6.2.	<i>Compósito Magnetita – Furcraea Andina</i>	13
2.6.3.	<i>Materiales y métodos (METODOLOGÍA)</i>	14
2.6.4.	<i>Procedimiento de obtención de compósito Magnetita – Furcraea Andina</i>	15
2.6.4.1.	<i>Obtención y caracterización de la fibra vegetal de Furcraea andina</i>	15
2.6.4.2.	<i>Preparación por el método de oxidación de una solución de Fe (II)</i>	16
2.7.	Diseño Experimental	17

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS	19
3.1.	Obtención de fibra vegetal de Furcraea andina	19
3.2.	Obtención de compósito Magnetita - Furcraea andina	19
3.3.	Resultados microscopía óptica.	20
3.4.	Resultados de Microscopía Electrónica de Barrido	21
3.5.	Análisis de espectroscopía IR	23
3.6.	Análisis de Espectroscopía de Energía Dispersiva de Rayos X (EDS)	26
3.7.	Análisis Estadístico	28
3.7.1.	<i>Análisis de Varianza</i>	28

	CONCLUSIONES	30
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	31
--	------------------------------	----

	BIBLIOGRAFÍA	32
--	---------------------------	----

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Propiedades generales del mineral magnetita	5
Tabla 1-2. Matriz de consistencia	11
Tabla 2-2. Presupuesto para la ejecución de la investigación	14
Tabla 3-2. Diseño experimental completamente al azar	18
Tabla 1-3. Diseño completamente al azar del área de recubrimiento en función del tiempo de envejecimiento.....	28
Tabla 2-3. Análisis de varianza (ANOVA).....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Estructura espacial de magnetita	6
Figura 1-2.	Ubicación del área de estudio.....	8
Figura 2-2.	Ejemplar adulto de <i>Furcraea andina</i>	12
Figura 3-2.	A. FA previo al secado. B. FA posterior al secado. C. Secciones de 1X1 cm ² de fibra de FA.....	15
Figura 4-2.	Montaje de equipo para síntesis de M sobre fibra vegetal	16
Figura 5-2.	A. Equipo para síntesis de M sobre fibra de FA. B. Control de temperatura y revoluciones.....	17
Figura 1-3.	A. Obtención de F. B. Caracterización de F bajo microscopía óptica.....	19
Figura 2-3.	A. Compósito M - FA. B. Residuo síntesis.....	20
Figura 3-3.	Comparación de fibra vegetal bajo microscopio óptico. A. Control. B. Muestra TE de 32horas.....	21
Figura 4-3.	Cristal de composición desconocida.	21
Figura 5-3.	Análisis SEM del compósito magnetita – <i>Furcraea andina</i> . Correspondiente a 8, 16, 32 y 64 horas.	22
Figura 6-3.	Micrografías ESEM de fibras de Hennequen durante el procedimiento.....	23
Figura 7-3.	EDS Cristal de composición desconocida.....	23
Figura 8-3.	Espectro IR de magnetita obtenida en la síntesis	24
Figura 9-3.	Espectro IR de fibra vegetal sin tratamiento	25
Figura 10-3.	Espectro IR de magnetita sintética comercial	25
Figura 11-3.	Espectros IR de compósitos en los tiempos de envejecimiento de: 8, 16, 32 y 64 h.....	26
Figura 12-3.	a) Superficie lisa de magnetita, b) Espectroscopía de rayos X de energía dispersiva de magnetita	27
Figura 13-3.	Análisis de Espectroscopía de rayos X de energía dispersiva de Compósito Magnetita – <i>Furcraea andina</i>	27
Figura 14-3.	Espectroscopía de rayos X de energía dispersiva Cristales de composición desconocida.	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3. Diagrama de dispersión del diseño completamente al azar del área de recubrimiento en μm^2 en función del tiempo de envejecimiento en horas.	29
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MICROSCOPIA ÓPTICA

ANEXO B: REPORTE URKUND

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

FA: Furcraea Andina

M: Magnetita

C: Compósito

ESPOCH: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

GIMA: Grupo de Investigación en Materiales Avanzados

μm^2 : Micrómetros cuadrados

SEM: Scanning Electron Microscope

EDS: Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy

FCC: Face Centered Cubic

RESUMEN

En el presente Trabajo de Integración Curricular se evaluó el área de recubrimiento de fibra vegetal en función del tiempo de envejecimiento de partículas magnéticas. La literatura utilizada menciona la posibilidad de soportar partículas magnéticas en fibras sintéticas y otras fibras vegetales del extranjero. En esta investigación se utilizó fibra de cabuya (*Furcraea andina*) proveniente de un ejemplar adulto la cual se obtuvo a través de un procedimiento netamente manual. Posteriormente se realizó la síntesis de magnetita por precipitación en presencia de la fibra procesada, para esto se utilizaron sales de hierro (II) y (III) en atmósfera inerte, además se controlaron los factores de temperatura y revoluciones como recomienda bibliografía. Al finalizar la síntesis se almacenaron las soluciones de acuerdo al tiempo de envejecimiento deseado (8, 16, 32 y 64 horas). Transcurrido el tiempo de envejecimiento se extrajo la fibra, se realizó un lavado y se almacenó en frascos de vidrio. Los principales resultados fueron cambios de color (de blanquecino a oscuro) y textura, se realizó la caracterización con técnicas espectroscópicas de infrarrojo y dispersión de rayos X, microscopía óptica y barrido electrónico. Mediante ellas se identificó la presencia de hierro en la superficie de la fibra y se cuantificó el área de recubrimiento de cada muestra. Con análisis de varianza se concluye que el área de recubrimiento se ve directamente afectada por el tiempo de envejecimiento, es decir, entre mayor sea el tiempo de envejecimiento mayor será la presencia de hierro en la superficie de la fibra, esto confirma la posibilidad de soportar magnetita en fibra vegetal. Al ser una investigación relativamente nueva se recomienda ampliar la caracterización y analizar otras propiedades con la finalidad de que a futuro el compuesto obtenido pueda ser utilizado en el tratamiento de aguas contaminadas.

Palabras clave: <FIBRA VEGETAL>, <MAGNETITA>, <COMPÓSITO>, <TIEMPO DE ENVEJECIMIENTO>, <CABUYA (*Furcraea andina*)>.



2343-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

In the present Curricular Integration Work, the area of plant fiber coating was evaluated according to the aging time of magnetic particles. The literature mentions the possibility of supporting magnetic particles in synthetic and other plant fibers from abroad. In this research, cabuya fiber (*Furcraea andina*) from an adult specimen was used, which was obtained through a purely manual procedure. Subsequently, magnetite was synthesized by precipitation in the presence of the processed fiber, for this iron (II) and (III) salts were used in an inert atmosphere, in addition, the temperature and revolution factors were controlled as recommended by literature. At the end of the synthesis, the solutions were stored according to the desired aging time (8, 16, 32, and 64 hours). After the aging time, the fiber was extracted, washed, and stored in glass jars. The main results were color changes (from whitish to dark) and texture, characterization was performed with infrared spectroscopic techniques and X – Ray scattering, optical microscopy, and electron scanning. They identified the presence of iron on the fiber's surface and quantified each sample's coating area. With analysis of variance it is concluded that the coating area is directly affected by the aging time, that is, the longer the aging time, the greater the presence of iron on the surface of the fiber, this confirms the possibility of supporting magnetite in vegetable fiber. As a relatively new research, it is recommended to expand the characterization and analyze other properties so that the compound obtained can be used in the treatment of contaminated water.

Keywords: <VEGETABLE FIBER>, <MAGNETITE>, <COMPOSITE>, <AGING TIME>, <CABUYA (*Furcraea andina*)>.



Lic. Edison Renato Ruiz López

CI: 060395704-4

INTRODUCCIÓN

Descrita como “el primer imán”, la magnetita es un mineral compuesto inicialmente de hierro (II y III) y de acuerdo con expertos en el tema, este mineral fue hallado en Asia, para más precisión en la ciudad de Magnesia, de ahí proviene su nombre, de hecho, se conoce que Tales de Mileto fue el primero en describir algunas de sus propiedades en el siglo VI antes de nuestra era, por satisfacción a su curiosidad, Tales había frotado un pedazo de hierro con el mineral y descubrió que el hierro adquiriría las mismas capacidades de atracción de metales que el mineral inicial, además una de sus primeras aplicaciones para el avance de la humanidad fue la imantación de barras metálicas que posteriormente se convertirían en brújulas que ayudarían a la navegación. (Magnetita. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC, [sf], parr.2).

Las fibras sintéticas están elaboradas a base de polímeros, sus orígenes se remontan a aquellos años cuyo estalló la segunda guerra mundial, en aquel tiempo era muy común ver a la gente eufórica por la aparición de las conocidas medias nylon, y qué decir de la creación de las fundas plásticas que llegaron a solucionar la vida de las personas cuyas ocupaciones estaba dirigidas a almacenar o empaquetar productos (Piñón Raquel, [sf], parr.4). Con el paso del tiempo las fibras sintéticas fueron tomando protagonismo en el campo tecnológico y social siendo hoy en día tan común encontrarlas a donde sea que se eche un vistazo, ropa, bolsas, artículos del hogar, etc. Son solo pocos cuyo de mencionar las aplicaciones de estas se trata. (Lafayette, 2017, parr.2).

Aunque las fibras sintéticas llegaron a mejorar (en cierto aspecto) la vida cotidiana de la humanidad, las fibras naturales pasaban al olvido. Una de las fibras más conocidas en nuestro país es la cabuya (*Furcraea Andina*) en cuyas pencas se almacenan cientos de pequeños hilos unidimensionales y largos que al pasar por un procedimiento riguroso se convertían en tejidos para crear cuerdas, saquillos, y una múltiple variedad de artículos domésticos. Esta fibra natural está compuesta principalmente de celulosa y lignina al igual que muchas especies de las cuales se obtienen fibras similares (Pruna et al., 2020: p.2).

Un compósito se define como la combinación de dos o más elementos con la finalidad de crear uno mejor con características superiores a los componentes iniciales, teniendo en cuenta esta definición realizada por (Hintze et al., 2021: p.1), se establece la posibilidad de crear compósitos de fibras vegetales con una mezcla de magnetita y ácidos grasos.

En la presente investigación se detalla la obtención de un compósito Magnetita – *Furcraea Andina* mediante el procedimiento de precipitación química libre de oxidación, tomando en cuenta la caracterización debida para comprobar que el material obtenido se rige a la descripción de un compósito.

Planteamiento del problema

Existen múltiples investigaciones en las que se trata el tema del soporte de partículas magnéticas sobre fibras sintéticas cuyos resultados han sido precursores del avance tecnológico en aprovechamiento de fibras, sin embargo, existe otro precedente que involucra el uso de fibras vegetales, más en particular, fibras naturales de origen ecuatoriano que podrían ser usadas con fines experimentales, ya que se conoce que la fibra sintética da un soporte ideal a las partículas magnéticas, y que al día de hoy la fibra vegetal se ha desprovisto de un aprovechamiento adecuado es menester proceder a probar el efecto de la síntesis de partículas magnéticas sobre fibras vegetales de origen nacional. De esta forma cabe la posibilidad de impulsar un nuevo tratamiento para aguas contaminadas. Para esto cabe preguntarse ¿El tiempo de envejecimiento en la generación del compósito magnetita- *Furcraea andina* tiene efecto en el tamaño del área de recubrimiento de la fibra vegetal?

Justificación

La importancia de esta investigación radica en la posible creación de un compósito que a largo plazo pueda tener aplicaciones en tratamiento de aguas contaminadas o en el campo tecnológico, lo cual beneficiaría a poblaciones cercanas a cuerpos de agua cuyo uso sea destinado para agricultura, ganadería o recreación. Para la realización de esta investigación se empleará el método de precipitación de sales de hierro en presencia de una solución básica, temperatura elevada y agitación constante. Dado que la *Furcraea andina* es un ejemplar que actualmente está en desuso y cuya presencia abunda en la región sierra del Ecuador, sería ideal aprovechar la fibra obtenida de la misma para los fines de esta investigación. La obtención de las películas de fibra vegetal, así como la elaboración del compósito en sí son completamente accesibles, ya que se pretende usar recursos obtenidos de la naturaleza y reactivos proporcionados por el Grupo de Investigación de Materiales Avanzados.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el efecto del tiempo de envejecimiento sobre el área de recubrimiento de fibras vegetales con partículas magnéticas para obtener un compósito.

Objetivos Específicos

- Sintetizar magnetita en presencia de una fibra vegetal mediante precipitación química para la obtención de un compósito.
- Analizar el compósito mediante técnicas microscópicas y espectroscópicas para determinar el tamaño de la superficie recubierta por las partículas magnéticas

Hipótesis

Hipótesis nula

H₀: El tiempo de envejecimiento en la generación del compósito magnetita- *Furcraea andina* tiene efecto en el tamaño de la superficie de recubrimiento de la fibra vegetal.

Hipótesis alternativa

H_A: El tiempo de envejecimiento en la generación del compósito magnetita- *Furcraea andina* no tiene efecto en el tamaño de la superficie de recubrimiento de la fibra vegetal.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

A partir de estudios realizados por Peña et al (2017: pp. 4–14) se logra obtener un excelente adhesión o creación de enlaces moleculares muy estables entre partículas magnéticas y la estructura de una resina de poliéster. Posterior a esto (Calvo, 2013: pp. 57–70) se desarrollan estudios de propiedades térmicas y magnéticas debido a la correcta formación de enlaces de magnetita con fibra de bambú a través de precipitación in – situ. A pesar de que el estudio realizado en 2017 es mucho más reciente, no debe descartarse la probabilidad de que las partículas electromagnéticas tengan afinidad por las estructuras moleculares de las fibras naturales.

Haciendo énfasis en la fibra natural a usar para la presente investigación se dice que *Furcraea andina* o conocida coloquialmente como cabuya es una planta de tipo fibrosa no leñosa (Aguilar y Malagón, 2016: pp. 92–93) cuyo uso ha brindado desde tiempos inmemoriales soporte en toda la extensión de la palabra, pues, se utilizaba para la elaboración de cuerdas, saquillos, y un sinnfín de materiales que en tiempos antiguos no podían faltar en las viviendas andinas, sin embargo, con el paso del tiempo y la aparición de fibras sintéticas como los plásticos, la fibra de *Furcraea andina* se ha desprovisto de uso (Coba et al., 1992, p.81). Esta es otra de las razones por las que existe la motivación suficiente para probar el enlazamiento entre partículas magnéticas y moléculas vegetales.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. *Furcraea Andina*

El ejemplar en cuestión obedece a múltiples nombres de acuerdo con la región en la que este se localice, en la sierra ecuatoriana específicamente en valles interandinos semi áridos se lo denomina como “cabuya” (Iannacone et al., 2013, p.234). Al ser una planta endémica, se le atribuyen propiedades medicinales, plaguicidas e incluso molusquicidas, además, durante años ha sido utilizada en innumerables actividades destinadas al ámbito comercial o simplemente en el hogar (Coba et al. 1992: pp. 79–81). De *Furcraea Andina* se ha obtenido múltiples instrumentos que van desde cuerdas hasta surfactantes utilizados como champú en épocas anteriores. Su composición química está basada en estructuras de celulosa y lignina como la mayoría de las plantas cuyo uso se dirige a la obtención de fibras naturales (Pino, 2006, p.158).

1.2.2. Magnetita

1.2.2.1. Propiedades Generales

En la naturaleza, la magnetita es un mineral formado generalmente por dos óxidos de hierro, es grisáceo oscuro, brillante y muy pesado, se caracteriza por su atracción magnética a metales como el hierro, el acero, etc.

Tabla 1- 1. Propiedades generales del mineral magnetita

Magnetita	
Fórmula Química	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$
Color	Gris Oscuro
Raya	Negra
Lustre	Metálico
Transparencia	Opaco
Sistema Cristalino	Isométrico (Hexaoctaédrica)
Hábito cristalino	Cristales octaédricos, dodecaédricos
Exfoliación	(111) Muy Buena
Fractura	Subconcoidea, irregular
Dureza	5,5 – 6,5 (Escala de Mohs)
Tenacidad	Quebradiza
Densidad	5,175g/cm ³
Índice de refracción	1,242
Fluorescencia	No Fluorescente
Magnetismo	Fuerte
Radioactividad	No radioactivo

Fuente: Cornell y Schwertmann. 2003.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

Existen dos momentos magnéticos para cada catión de hierro los cuales se acoplan por interacciones antiferromagnéticas de forma que en cada porción de estructura cristalina (celda unitaria) se genera un momento magnético descompensado, la suma de estos fuertemente acoplados entre sí son los responsables de que este mineral sea un potente imán (AsturnaturaDB, 2004).

1.2.2.2. Estructura en el espacio

La disposición en el espacio de la magnetita tiene mucho que ver con sus propiedades, en especial su forma cristalina, al ser un sistema cúbico centrado en las caras (FCC) con distribución de *espinela inversa* y simetría espacial $Fd\bar{3}m$ (Cornell y Schwertmann 2003: pp. 59–60). Según Noval (2016:

pp. 13–15) la celda unitaria de 56 átomos de los cuales 32 son de oxígeno y 24 de Fe^{2+} y Fe^{3+} la estructura en el espacio es la siguiente:

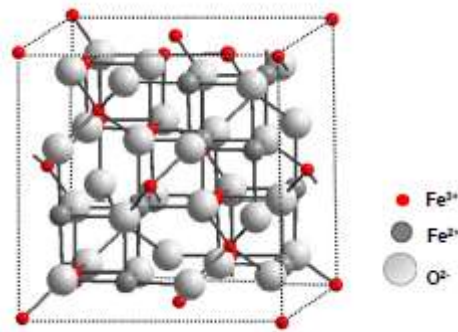


Figura1-1. Estructura espacial de magnetita.

Fuente: (Noval, 2016).

1.2.2.3. Principales aplicaciones

Gracias a su alto contenido en hierro (72%) tiene múltiples aplicaciones, entre ellas el agregado en la producción de hormigón como protector radiológico en la construcción de hogares, por su gran estabilidad a altas temperaturas se ha utilizado magnetita en calderos industriales, si bien, la magnetita puede oxidarse a bajas temperaturas, sucede lo contrario en temperaturas elevadas por lo que resulta beneficioso realizar tratamientos químicos en calderas industriales con el propósito formar capas continuas de magnetita en los interiores de las tuberías de estas (AsturnaturaDB, 2004). En el contexto de la química verde la magnetita se ha convertido en protagonista del desarrollo de procesos químicos eficientes y favorables, recientes investigaciones afirman que la magnetita puede ser útil como catalizador o como soporte catalítico en reacciones de catálisis asimétrica, ambiental, ácido – base, óxido – reducción de síntesis multicomponente y de acoplamiento C-C. Además de su uso en la industria y la tecnología, la magnetita tiene aplicaciones en el mundo de la naturaleza pues muchas especies de aves y moluscos dependen de esta directamente para orientarse en su camino, animales como las palomas poseen pequeños gránulos de magnetita en sus picos y esto ayuda a que se puedan orientar correctamente (Mora et al., 2004: pp. 509–510). En el mundo de los microorganismos la magnetita puede estar presente en forma de magnetosomas recubiertos de una membrana de fosfolípidos y ácidos grasos, estos magnetosomas ayudan a que las bacterias puedan transitar sin mayor problema en las líneas del campo magnético que las rodea (Blakemore, 1975: pp. 377–378).

1.3. Bases conceptuales

1.3.1. Tiempo de envejecimiento

Se define como el tiempo de envejecimiento al tiempo que tomará la formación de cristales y adhesión de estos a la fibra de *Furcraea andina*, de acuerdo con las investigaciones analizadas el tiempo más largo que se ha estudiado con relación al envejecimiento de magnetita es de nueve meses en los cuales se logró obtener excelente calidad de producto (Schwertmann y Cornel 2000: pp. 136–138).

1.3.2. Área de recubrimiento de fibra vegetal

Debido a la gran adhesión entre partículas magnéticas y moléculas de fibras artificiales como resinas de poliéster y de igual modo el eficiente soporte generado en fibras de bambú, se pretende comprobar la viabilidad del soporte de las partículas magnéticas en las fibras de *Furcraea andina*.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Área de estudio

El área de estudio se establece en el laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba – Ecuador.

La facultad de ciencias $1^{\circ}39'28.57''$ S, $78^{\circ}40'34.83''$ W



Figura 1-2. Ubicación del área de estudio

Realizado por: Tania Valdiviezo, 2022.

2.2. Tipo y diseño de investigación

2.2.1. Por el método de investigación (tipo de datos a analizar):

- Cuantitativa

Debido a que existe una sola variable que es el estudio del tiempo de envejecimiento en función del soporte que tendrá la fibra vegetal a las partículas magnéticas, con un proceso probatorio y la ventaja de que se tiene la predicción de que las partículas magnéticas tendrán excelente soporte sobre la fibra vegetal en base a estudios bibliográficos previamente citados

2.2.2. Según el objetivo (utilización del conocimiento):

- Aplicada

Se busca la obtención de un nuevo conocimiento o producto que pueda ser aplicado a futuro para

solucionar múltiples problemas que estén relacionados con partículas contaminantes atraídas por el magnetismo y que de dar un resultado favorable pueda ser patentado a futuro.

2.2.3. Según el nivel de profundización en el objeto de estudio:

- Descriptiva

Se posee un control absoluto de la variable a analizar, es decir, no se puede ejercer control sobre el tiempo que la fibra vegetal tomará en soportar la síntesis de las partículas magnéticas, además, se hará uso de un análisis estadístico para probar alcanzar el objetivo de este proyecto.

2.2.4. Según la manipulación de variables (rigurosidad del método implementado):

- Experimental /experimental

Del procedimiento experimental dependerá todos los resultados obtenidos, así como las conclusiones que se redacten a futuro

2.2.5. Por la condición de estudio (por el lugar):

- De laboratorio

Se ejerce control del tiempo en el cual se cubrirá la fibra vegetal con partículas de magnetita

2.2.6. Según el periodo temporal:

- Transversal

El tiempo es un factor importante en esta investigación por lo que al ser el protagonista se entiende que se puede manipular a conveniencia para detectar el tiempo de envejecimiento de las partículas magnéticas sobre la fibra vegetal.

2.2.7. Según el tipo de inferencia:

- Deductiva

Se elaborarán conclusiones en base a resultados netamente experimentales

2.3. Población de estudio

N= Fibra natural de *Furcraea Andina* de la provincia de Chimborazo

2.4. Tamaño de la muestra

Para cada tratamiento se tomarán 2 muestras de fibra de *Furcraea andina* en pequeñas secciones comprendidas de aproximadamente 1.0 cm x 1.0 cm

2.5. Matriz de consistencia

Tabla 1- 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>Problema general: ¿Puede la fibra natural recubrirse con partículas magnéticas?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigadores reportan el soporte ideal de partículas magnéticas sobre fibras sintéticas como resina de poliéster - Otros datos representan la forma en que las partículas magnéticas tienen un soporte eficiente sobre fibra natural tanto de bambú como de guadúa 	<p>Objetivo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar el efecto del tiempo de envejecimiento sobre el área de recubrimiento de fibras vegetales con partículas magnéticas para obtener un compósito. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sintetizar magnética en presencia de una fibra vegetal mediante precipitación química para la obtención de un compósito. - Analizar el compósito mediante técnicas microscópicas y espectroscópicas para determinar el tamaño de la superficie recubierta por las partículas magnéticas. 	<p>Hipótesis General:</p> <p>El tiempo de envejecimiento en la generación del compósito magnetita- <i>Furcraea andina</i> tiene efecto en el tamaño de la superficie de recubrimiento de la fibra vegetal.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Con el paso del tiempo el área de recubrimiento de la fibra vegetal va en aumento 	<p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Área de recubrimiento de fibra vegetal <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Microscopía - Espectroscopía <p>Variable independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de envejecimiento <p>Indicadores:</p> <p>Medición del tiempo.</p>

Realizado por: Tania Valdiviezo, 2022.

2.6. Técnicas y Metodologías

2.6.1. Extracción de fibra de *Furcraea Andina*

Para la elaboración del compósito se la fibra vegetal, en este caso la fibra de *Furcraea andina* fue obtenida de un ejemplar de aproximadamente 1.5 m de alto en etapa adulta, este ejemplar se encuentra localizado en la serranía ecuatoriana, en la provincia de Chimborazo específicamente en la comunidad Pacaicagua perteneciente a la parroquia San Gerardo situada a 2 km de la ciudad de Riobamba, se adjuntan coordenadas para facilitar la búsqueda 1°38'22.4"S 78°37'36.8"W. Cabe mencionar que en la actualidad esta fibra está desprovista de uso y además se debe tomar en cuenta que su auge fue en tiempos antiguos cuando la población de la sierra ecuatoriana no tenía acceso del todo a materiales de uso cotidiano fabricados a partir de fibras sintéticas, con esta investigación se le atribuye un nuevo uso a la fibra de cabuya.



Figura 2- 2. Ejemplar adulto de *Furcraea andina*

Fuente: Guanulema 2019.

Para extraer la fibra vegetal es necesario:

- Una cuchilla muy delgada
- Estufa de secado
- Papel aluminio
- Ejemplares de pencas de *Furcraea Andina*

2.6.2. Compósito Magnetita – *Furcraea Andina*

De acuerdo con la bibliografía citada se conoce que los compósitos creados a partir de partículas magnéticas y fibras tanto sintéticas como vegetales obedecen a propiedades singulares que para cada caso de investigación tienen una utilidad sobresaliente. Para el caso de la creación del compósito Magnetita – *Furcraea andina* se requiere lo siguiente.

- Fibra vegetal
- Nitrato de potasio
- Hidróxido de potasio
- Sulfato de hierro heptahidratado
- Agua desionizada
- Nitrógeno
- 6 vasos de precipitación de 100ml
- Un vaso de precipitación de 1000ml
- Mangueras
- Un embudo de separación de 50ml
- Una pipeta graduada de 10ml
- Un termómetro
- Un agitador magnético
- Una pinza de crisol
- Un soporte universal
- Un aro metálico
- Una propipeta

2.6.3. Materiales y métodos (METODOLOGÍA)

Tabla 2- 2. Presupuesto para la ejecución de la investigación

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	RUBRO
Equipos		
Estufas de secado	5	62.50
Espectroscopio IR	2	82.60
Desionizador de agua	20L	9.58
Microscopio óptico	1	200.00
Computador	1	600.00
Agitador magnético	4	78.00
Centrífuga	4	45.70
Materiales		
Estilete	1	0.50
Balanza Digital	1	6.00
Pencas de cabuya	3	-
Papel aluminio	1	1.00
Agua de garrafón	20L	2.00
Embudo de separación	1	32.00
Vaso de precipitación de 500ml	1	9.60
Vaso de precipitación de 100ml	4	21.60
Termómetro	1	62.00
Soporte universal	1	13.00
Aro de hierro	1	17.00
Nitrógeno	2L	20.00
Reactivos		
Sulfato de hierro heptahidratado	10g	4.00
Hidróxido de Potasio	10g	8.00
Nitrato de Potasio	10g	7.00

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

2.6.4. Procedimiento de obtención de compuesto Magnetita – *Furcraea Andina*

2.6.4.1. Obtención y caracterización de la fibra vegetal de *Furcraea andina*

Después de recolectar las pencas de *Furcraea andina* se selecciona aquella que tenga la edad apropiada, es decir, ni muy joven, ni muy adulta, hasta el momento no se ha encontrado evidencia que exponga que la edad de la fibra tenga influencia sobre el crecimiento de partículas magnéticas y tampoco es un tema para tratar en esta investigación en honor al tiempo. Una vez que se ha seleccionado la penca adecuada se procede a los siguientes pasos.

- 1.- Limpiar todo tipo de impurezas y polvo con un paño. No se recomienda someter la penca a lavado pues absorbería más agua y no es lo que se busca
- 2.- Cortar la penca en secciones manejables
- 3.- Tomar cada sección y realizar cortes transversales lo más delgados posibles hasta obtener láminas
- 4.- colocar las láminas sobre un recipiente y llevar a la estufa a secar durante 24 h a 45 °C
- 5.- tomar las láminas secas y recortar en medidas de 1X1 cm²



Figura 3-2. A. FA previo al secado. B. FA posterior al secado. C. Secciones de fibra de FA.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

2.6.4.2. Preparación por el método de oxidación de una solución de Fe (II)

Para la obtención del compósito se ha tomado en cuenta el procedimiento descrito por (Schwertmann y Cornel 2000: pp. 135–136), el autor lo denomina oxidación de una solución salina de Fe (II), a este método se le han realizado algunas modificaciones para los fines respectivos.

- 1.- Montar el equipo para la síntesis incorporando el soporte universal junto al agitador magnético.
- 2.- Colocar el vaso de 1000ml con agua para hacer baño María.
- 3.- Colocar el aro metálico y en este el embudo de separación.
- 4.- Pesar 2.5g de sulfato de hierro heptahidratado y disolver con 16.8ml de agua desionizada previamente burbujeada con nitrógeno
- 5.- Adjuntar la fibra vegetal junto con la barra magnética dentro del vaso.
- 6.- Cerrar el vaso con papel aluminio e introducir la punta del embudo, el termómetro y la manguera del nitrógeno de manera que se realice tres perforaciones en el papel
- 7.- Encender el agitador magnético y colocar las revoluciones por minuto en el nivel 1
- 8.- Controlar que la tempera no supere los 80°C y las revoluciones del agitador no deben superar la primera velocidad.
- 9.- Dejar caer gota a gota 7.2ml de una solución que contenga 0.1938g de nitrato de potasio y 1.35g de hidróxido de potasio.
- 10.- Dejar en agitación y controlando la temperatura por aproximadamente diez minutos más
- 11.- Retirar el vaso del baño María, sacar la barra magnética con ayuda de una pinza de crisol y sellar el vaso con otra capa de papel aluminio, dejar el vaso sellado durante el tiempo de envejecimiento requerido.

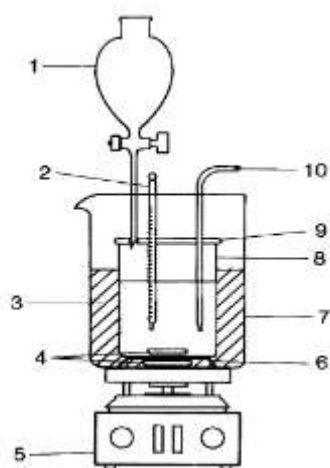


Figura 4-2. Equipo para síntesis de M sobre fibra vegetal

Fuente: (Schwertmann y Cornel 2000).



Figura 5-2. A. Equipo para síntesis de M sobre fibra de FA. B. Control de temperatura y revoluciones.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

2.7. Diseño Experimental

Para la siguiente investigación se ha optado por un diseño experimental completamente al azar (DCA), se tomarán en cuenta dos variables y se presentan los cálculos correspondientes para determinar cuál es el efecto que ejerce el tiempo de envejecimiento en el área de recubrimiento de la fibra vegetal, como se ha mencionado al inicio, se utilizará dos porciones de fibra vegetal de aproximadamente $1 \times 1 \text{ cm}^2$ en cada tratamiento por lo que se considera como dos réplicas, de este modo, se evaluará con mayor precisión la superficie de recubrimiento de cada fibra en cada tratamiento, además cabe recalcar que la variable de respuesta en este estudio es el área de recubrimiento de la fibra vegetal en micrómetros cuadrados.

Tabla 3- 2. Diseño Experimental Completamente al Azar

Tratamiento	Tiempo de envejecimiento (h)	Área de recubrimiento (μm^2)	
		Réplicas	
		I	II
1	8		
2	16		
3	32		
4	64		

Realizado por: Tania Valdiviezo, 2022.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

3.1. Obtención de fibra vegetal de *Furcraea andina*

Después de procesar la fibra vegetal se obtiene pequeñas fracciones de aspecto blanquecino y frágil. La caracterización se realizó en microscopía óptica con la cual se observa la constitución o la agrupación de delicados hilos entrelazados, en algunas regiones con coloración verde, debido a la precisión de los cortes ya que fueron realizados manualmente.



Figura 1-3. A. Obtención de F. B. Caracterización de F bajo microscopía óptica.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

3.2. Obtención de compuesto Magnetita - *Furcraea andina*

A primera vista los resultados obtenidos posterior a la síntesis destacan su apariencia, color y textura. Tal como se muestra en la imagen el compuesto obtenido posee una coloración oscura – parda y un recubrimiento superficial similar a la escarcha, su textura se asemeja a un tejido de terciopelo suave y flexible, además de propiedades de magnetismo, puesto que al contacto con un imán son atraídas con poca facilidad (Hintze et al. 2021, p.2). En este trabajo de investigación las

propiedades físicas y electromagnéticas no serán profundizadas pues excedería el objetivo de la investigación.

De la síntesis se obtuvo un sobrante de fibra vegetal en mezcla con lo que se asume que son partículas magnéticas, como se muestra en las imágenes.



Figura 2-3. A. Compósito M - FA. B. Residuo síntesis

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

3.3. Resultados microscopía óptica

Para los siguientes análisis se han establecido cinco muestras, la primera es la muestra de control la cual consiste en una pequeña área de fibra vegetal sin haberse sometido a tratamiento alguno, las muestras restantes corresponden a los tratamientos bajo el tiempo de envejecimiento establecido de ocho, dieciséis, treinta y dos y sesenta y cuatro horas. Los resultados muestran pequeñas partículas de color pardo oscuro impregnadas en los hilos de fibra vegetal. A parte de estas partículas también se puede observar la presencia de cristales en la superficie de la fibra, estos cristales son transparentes y visibles a simple vista y dificultan un poco el magnetismo de la fibra con los imanes. Debido al principio básico de uso de fotones para transcribir la imagen por medio de lentes ópticos, resulta un tanto complicado analizar a fondo la presencia de magnetita en la fibra vegetal, por esta razón se adjunta la imagen más clara y precisa que se pudo obtener.

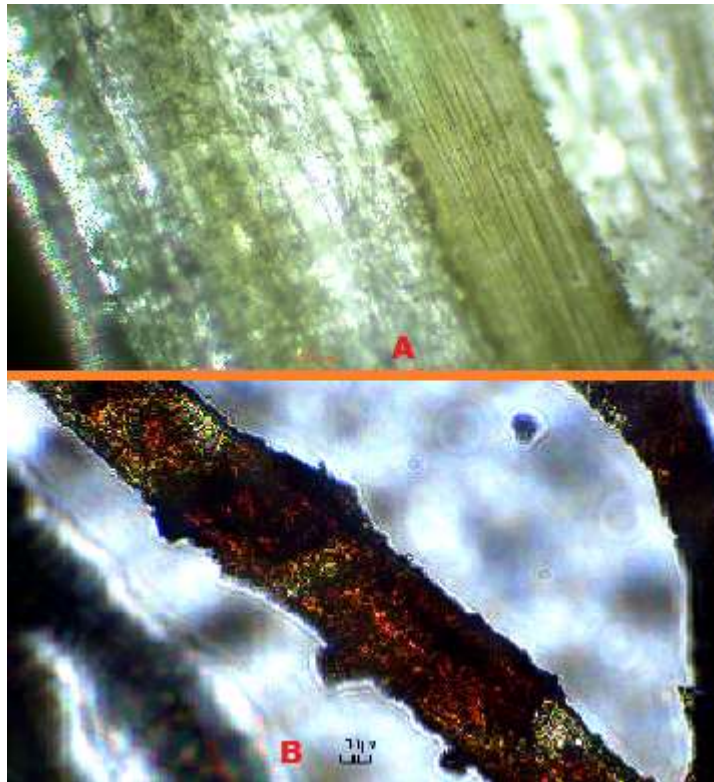


Figura 3-3. Comparación de fibra vegetal bajo microscopio óptico. A. Control. B. Muestra TE de 32horas.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

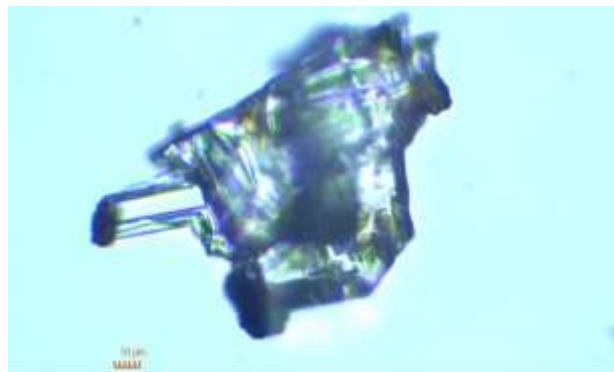


Figura 4-3. Cristal de composición desconocida.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

3.4. Resultados de Microscopía Electrónica de Barrido

Para este análisis la muestra de control no fue contemplada, a razón de que el microscopio de barrido electrónico (SEM) usa un haz de electrones en un lugar de un haz de luz (como en la microscopía óptica) para formar imágenes, este haz de luz interactúa con la electronegatividad del objeto a analizar y así se obtiene una imagen con gran profundidad de campo (Ipohorski y Bozzano, 2013: pp.46–47). A razón de que la fibra vegetal por sí sola no es un conductor de

electricidad resulta imposible obtener una imagen de calidad que pueda representar a la muestra de control. Por esta razón se analizaron ocho muestras, dos por cada tiempo de envejecimiento.

De acuerdo con los resultados que se visualizan bajo una escala de diez micrómetros, se observan pequeños montículos que se puede afirmar que son conductores de electricidad porque se observan con excelente definición bajo el SEM tomando en cuenta la definición establecida en el párrafo anterior. Las imágenes obtenidas por SEM se comparan con bibliografía (Hintze et al. 2021, pp.2-4). En la Figura 6-3 se observa que, a medida que avanzan los experimentos aparecen pequeños destellos escarchados que Hintze relaciona con la presencia de hierro del ferrofluido del cual obtuvo sus partículas magnéticas. En esta investigación también se pudo apreciar la existencia de pequeños destellos similares a la escarcha, estos fueron analizados por el SEM y se obtuvo una imagen de poca calidad ya que al parecer no se trataba de un elemento conductor de electricidad, estos cristales fueron analizados por espectroscopía de Rayos X y sus resultados se detallan más adelante. A medida que se avanza en el tiempo de envejecimiento se observan mejores estructuras en la superficie de la fibra, es decir en el tiempo de ocho horas se observan pequeños montículos como ya se había mencionado, en el tiempo de dieciséis horas se aprecia una superficie más plana y oscura, posteriormente, en el tiempo de treinta y dos horas dejan de aparecer los pequeños cristales blancos y en el tiempo de sesenta y cuatro horas la superficie de recubrimiento es aún mayor y dejan de observarse espacios entre estos.

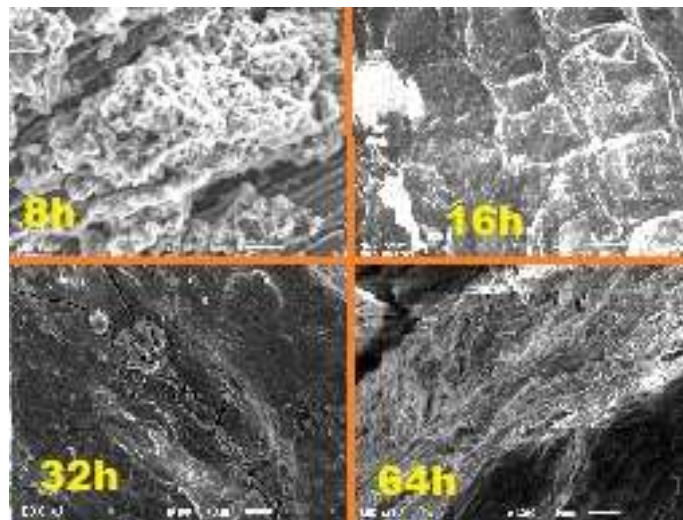


Figura 5-3. Análisis SEM del compuesto magnetita – FA.
Correspondiente a 8, 16, 32 y 64 horas.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

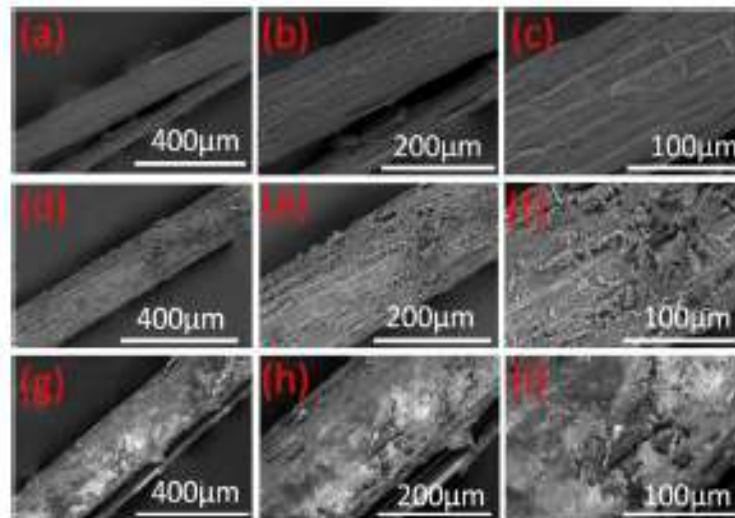


Figura 6-3. Micrografías ESEM de fibras de Hennequen durante el procedimiento.

Fuente: (Hintze et al. 2021)

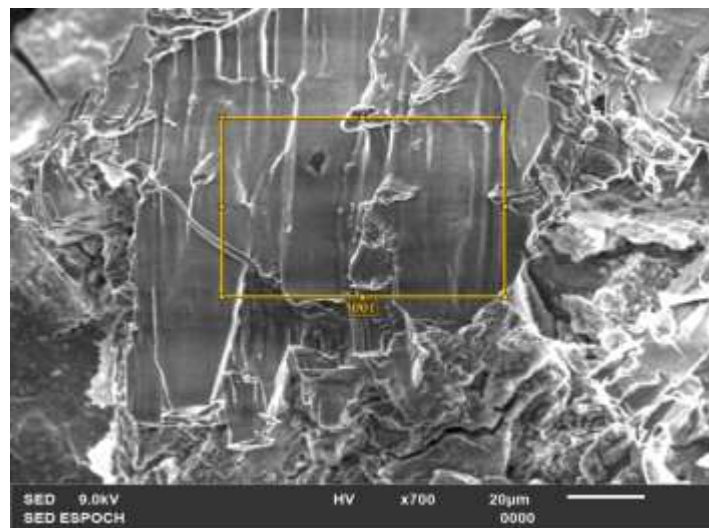


Figura 7-3. EDS Cristal de composición desconocida

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

3.5. Análisis de espectroscopía IR

La técnica de espectroscopía de infrarrojo permite conocer el efecto de la vibración de los enlaces de una molécula cuyo esta es atravesada por un haz de luz (Mondragón, 2017, p.17). Para este trabajo se obtuvieron espectros infrarrojos de una sola muestra por cada experimento, no se consideró necesario someter ambas réplicas al análisis ya que ambas provienen del mismo tratamiento, además del análisis espectroscópico a la muestra de control, es decir la fibra vegetal sin tratamiento alguno, en el espectrograma de la fibra vegetal de control se aprecian un grupo de

bandas de vibración de tensión pero ninguna de ellas correspondiente al número de onda de estiramiento asimétrico con lo cual se demuestra la ausencia de magnetita en el control. Para la respectiva comparación bibliográfica se ha tomado como referencia el espectrograma IR obtenido por (Noval, 2016, pp.49–51), según la autora este espectrograma pertenece al mineral sintético magnetita de tipo comercial, las más prominentes vienen escritas en el gráfico. Debido a que se analizaron cuatro muestras se utilizó el programa Origin pro para juntar los cuatro espectrogramas y así resaltar la similitud entre ellos. Las bandas más prominentes en este caso se colocaron orden creciente, es decir las bandas de aproximadamente 547.685cm^{-1} en 8h, 551.542cm^{-1} en 16h, 563.112cm^{-1} en 32h y 543.828cm^{-1} en 64h son características de las vibraciones de estiramiento asimétrico de enlaces Fe – O. Por otra parte, las bandas 1542.77cm^{-1} en 8h, 1592.91cm^{-1} en 16h, 1646.91cm^{-1} en 32h y 1646.91cm^{-1} en 64h hacen referencia a las vibraciones de tensión de enlaces O – H proveniente de la molécula de celulosa según un estudio a profundidad del acetato de celulosa realizado por (Vega-Baudrit et al., 2014: p.47) y por último las bandas 3355.53cm^{-1} en 8h, 3378.67cm^{-1} en 16h, 3386.39cm^{-1} en 32h y 3343.96cm^{-1} en 64h que aluden a vibraciones de tensión y deformación de enlaces O – H probablemente originarios del agua con la que se realizó la síntesis (Noval, 2016, p.51) (Shurvell, 2002, p.9).

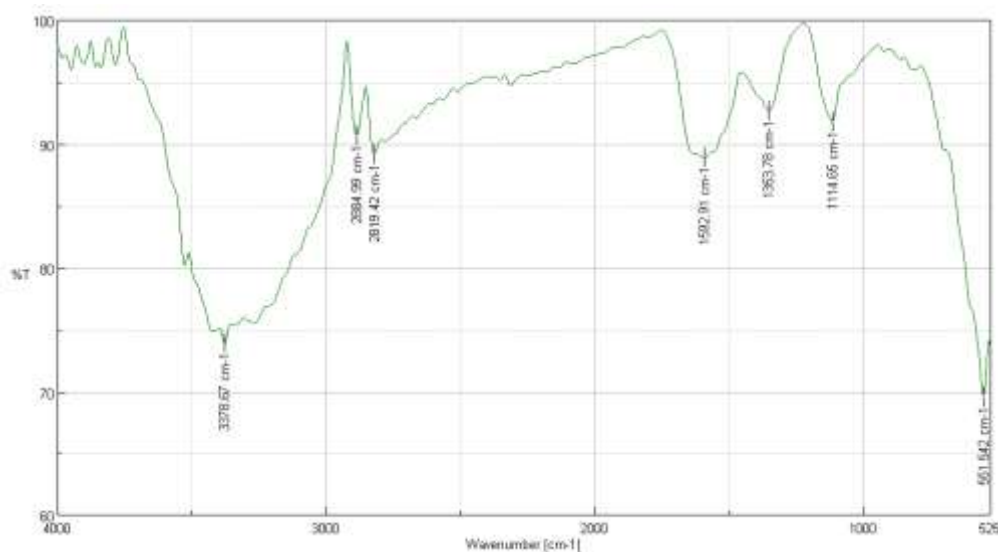


Figura 8-3. Espectro IR de magnetita obtenida en la síntesis

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

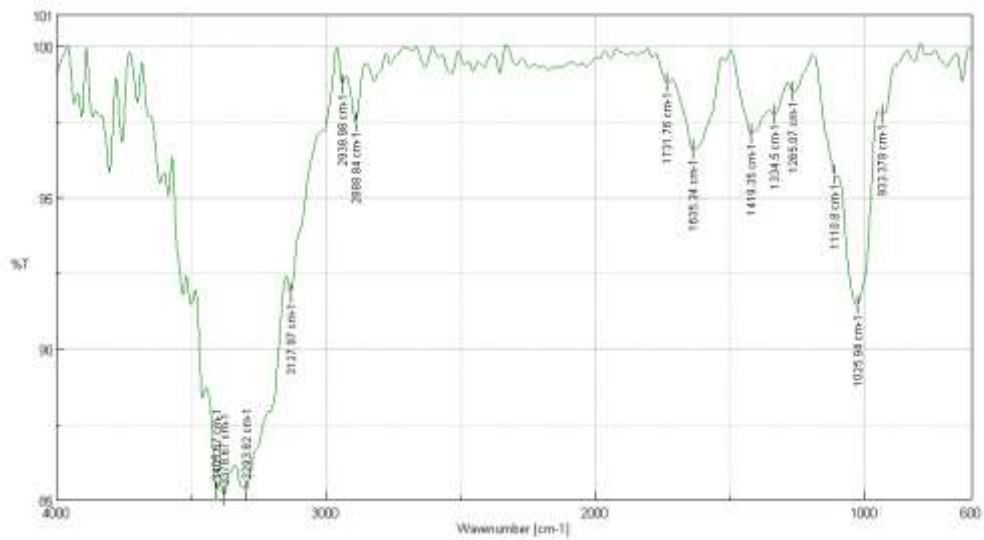


Figura 9-3. Espectro IR de fibra vegetal sin tratamiento

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

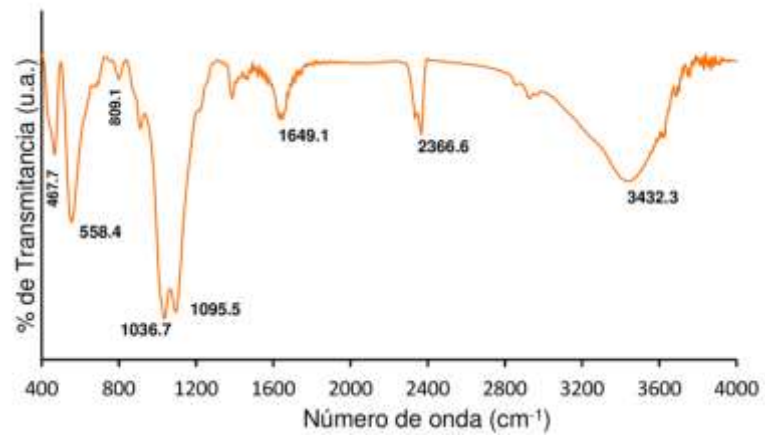


Figura 10-3. Espectro IR de magnetita sintética comercial

Fuente: (Noval, 2016)

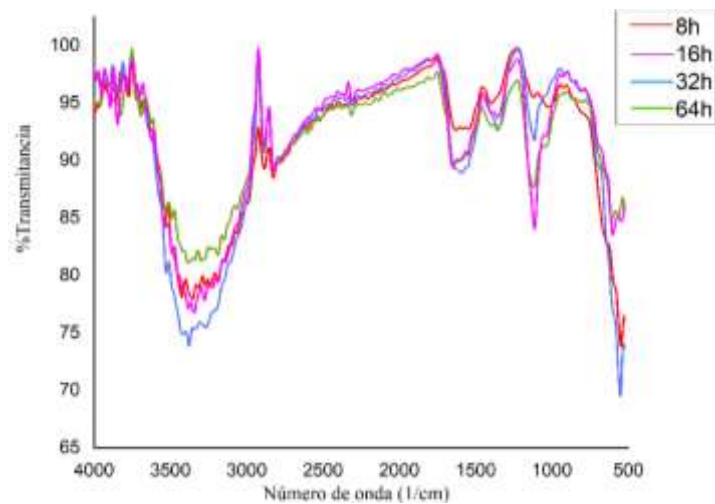


Figura 11-3. Espectros IR de compósitos en los tiempos de envejecimiento de: 8, 16, 32 y 64 h.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

3.6. Análisis de Espectroscopía de Energía Dispersiva de Rayos X (EDS)

Este análisis es una herramienta que viene incorporada al equipo de SEM y el propósito de su uso es definir la composición química de un material. Para este estudio se toma en cuenta la misma metodología que en el análisis SEM y de igual forma se hace una comparación con un espectrograma obtenido de bibliografía. En el análisis EDS de magnetita únicamente debe haber presencia de Fe y O (Vanegas et al. 2017, pp. 49-50). Con relación a esto todos los compósitos analizados se observa la existencia de Fe y O, pero además se observan otros elementos como azufre o silicio, se debe tener en cuenta que esta síntesis no obedece a los pasos de la original ya que se tuvieron que realizar variaciones para que la fibra vegetal tuviera protagonismo, de cualquier forma, los análisis EDS muestran un alto contenido de Fe y O lo cual es crucial a la hora de realizar un análisis posterior al procedimiento de síntesis. En el tratamiento de 8 h el porcentaje de hierro es aproximadamente 4% y oxígeno 20%, tratamiento 16 h: contenido de Fe aproximadamente de 11% y O = 30%, tratamiento 32 h: contenido aproximado de Fe = 6% y O = 20%, tratamiento 64 h: contenido aproximado de Fe = 8% y O = 36%.

Con este método se puede comprobar la composición química de aquellos cristales de composición desconocida de los que se viene tratando desde el inicio de este capítulo, bajo el análisis los resultados preliminares se afirma que se trata de cristales de C, O, S, y K probablemente se trate de sulfato de potasio o algún óxido subproducto de la síntesis resultante de un lavado incompleto, no hay que olvidar que los reactivos utilizados en esta síntesis están compuestos de los elementos ya mencionados así como el carbono puede provenir la estructura de la fibra vegetal.

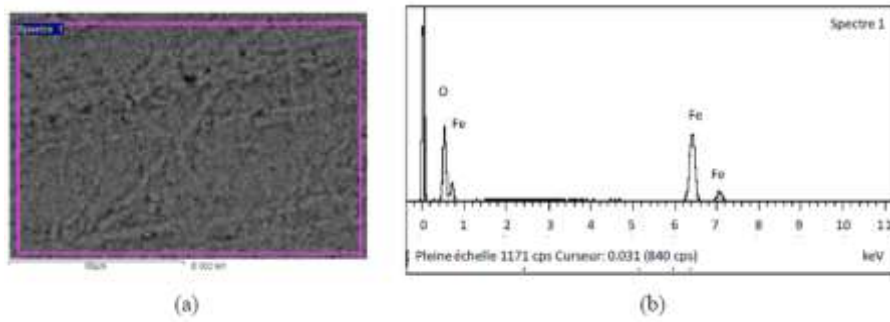


Figura 12-3. a) Superficie lisa de magnetita, b) Espectroscopía de rayos X de energía dispersiva de magnetita

Fuente: (Vanegas et al. 2017)

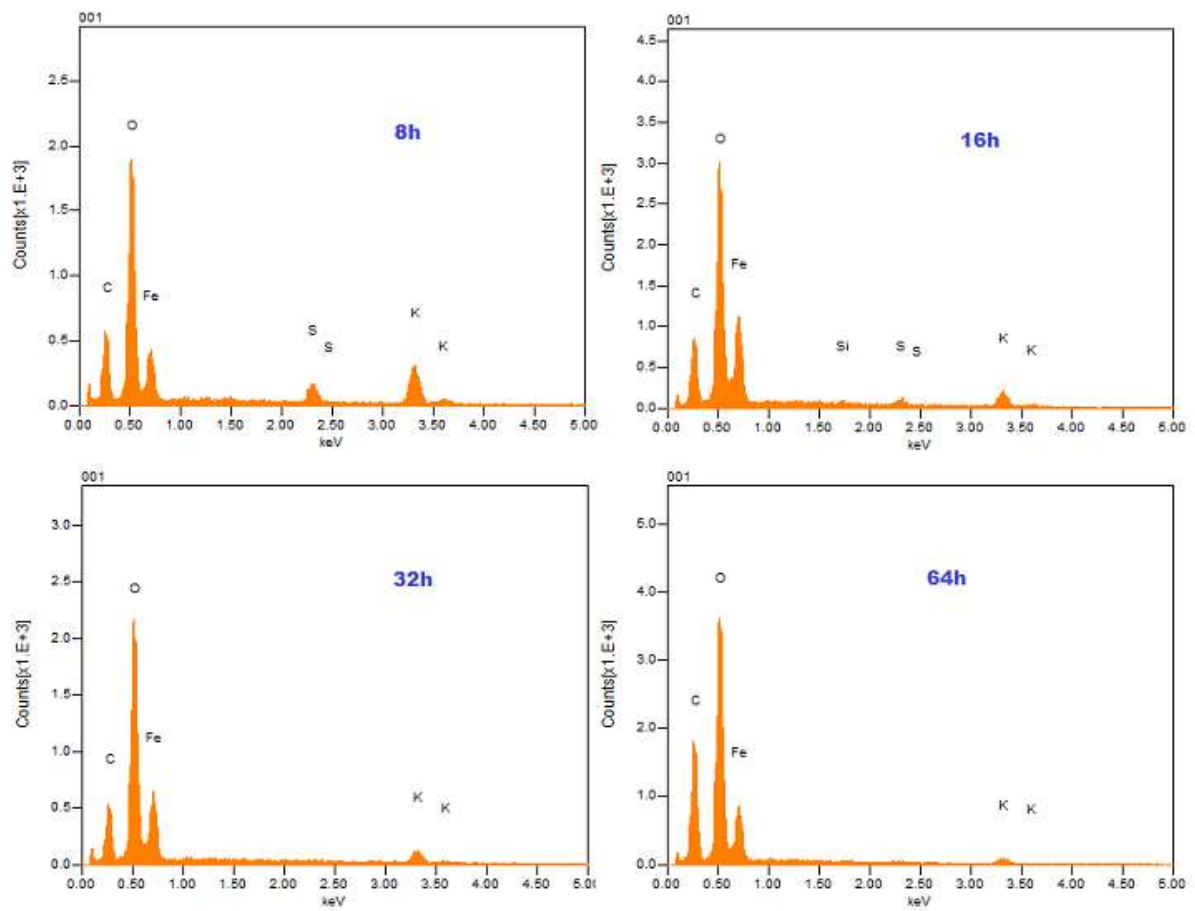


Figura 13-3. Análisis de Espectroscopía de rayos X de energía dispersiva de Compósito Magnetita – *Furcraea andina*.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

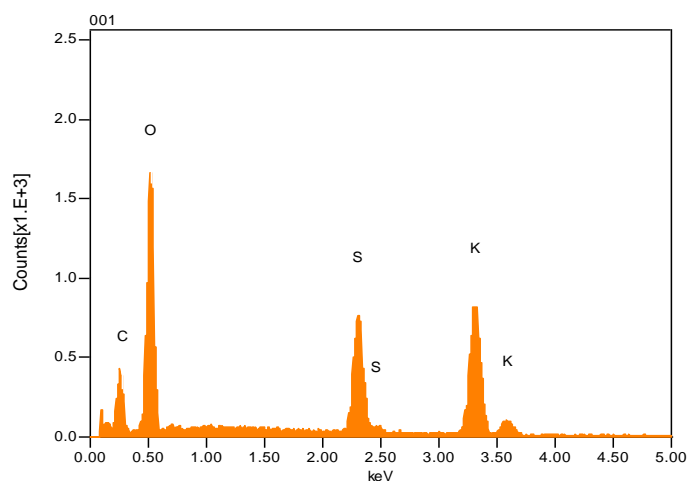


Figura 14-3. EDS Cristales de composición desconocida.

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

3.7. Análisis Estadístico

Se ha aplicado un Diseño Completamente al azar, se realizaron las mediciones necesarias para determinar el área de recubrimiento de la fibra vegetal haciendo uso de la herramienta Image-J que con aplicar la escala apropiada resulta sencillo hacer las mediciones respectivas. Por lo tanto, la tabla de medidas es la siguiente.

Tabla 1- 3. Diseño completamente al azar del área de recubrimiento en función del tiempo de envejecimiento.

Tratamiento	Tiempo de envejecimiento (h)	Área de recubrimiento (μm^2)	
		Réplicas	
		I	II
1	8	40,653	43,341
2	16	40,254	180,43
3	32	601,664	750,435
4	64	883,457	1057,733

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

3.7.1. Análisis de Varianza

Para el análisis de varianza se ha usado el software estadístico STATGRAPHICS escogiendo las herramientas de DCA y se han obtenido los siguientes resultados.

Tabla 2- 3. Análisis de Varianza (ANOVA)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,2079E6	3	402634,	44,64	0,0016
Within groups	36080,7	4	9020,18		
Total (Corr.)	1,24398E6	7			

Realizado por: Valdiviezo, Tania, 2022.

La tabla ANOVA descompone la varianza del área de recubrimiento (μm^2) en dos componentes: un componente entre grupos y otro componente dentro de grupos. El valor F, que en este caso es igual a 44, 637, es un valor resultante de la estimación de grupos dividido para la estimación dentro de grupos. Debido a que el valor “p” de la prueba F es inferior a 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del Área de recubrimiento de un nivel de tiempo de envejecimiento a otro con un nivel de confianza del 95,0%. Por esta razón se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, lo cual confirma que el tiempo de envejecimiento es un factor importante en el crecimiento de las partículas magnéticas sobre la fibra de *Furcraea andina*.

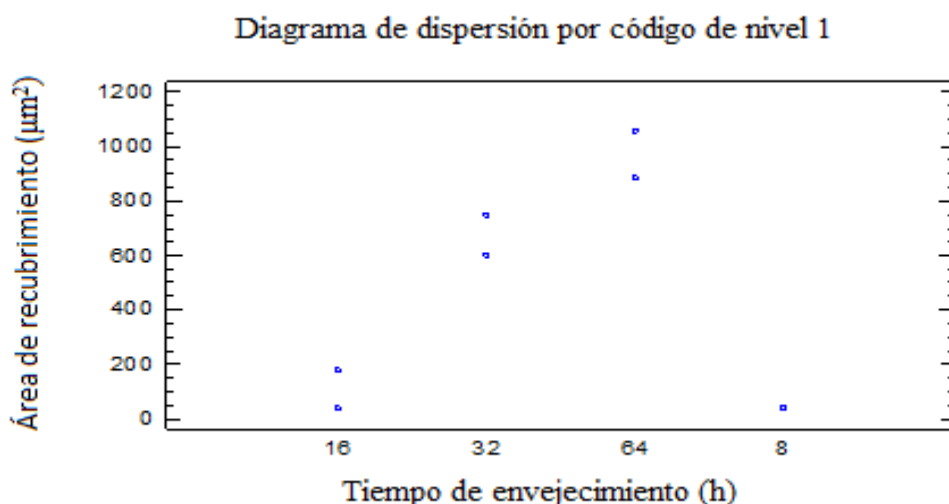


Gráfico 1-3. Diagrama de dispersión del área de recubrimiento en μm^2 en función del tiempo de envejecimiento en horas.

Realizado por: Valdiviezo. Tania, 2022.

El diagrama de dispersión muestra la distribución de los datos analizados, si los puntos de la imagen están muy dispersos y no forman ningún patrón significa que las variables no tienen relación entre sí y por el contrario si estas se relacionan los puntos se juntarán y formarán un patrón, con esta Figura también se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa o lo que es igual decir que existe evidencia suficiente para afirmar que el tiempo de envejecimiento tiene influencia sobre el crecimiento de las partículas magnéticas sobre la fibra vegetal.

CONCLUSIONES

El tiempo de envejecimiento es un factor importante a la hora de realizar el procedimiento de síntesis de partículas magnéticas sobre fibra de *Furcraea andina*, los análisis estadísticos mostraron que entre mayor sea el tiempo de envejecimiento se incrementará la cobertura de la superficie de la fibra vegetal, en el tiempo de envejecimiento de ocho horas se observó un crecimiento ligero y un área no mayor a los $500\mu\text{m}^2$ a diferencia del tratamiento de sesenta y cuatro horas de envejecimiento que alcanzó alrededor de $1000\mu\text{m}^2$.

La síntesis por precipitación química requiere del uso de reactivos en controladas cantidades dependiendo de la superficie de fibra que se piense someter al tratamiento además de un equipo ideal y eficiente, el compuesto obtenido presentó características diferentes de las iniciales como cambio de color, textura y forma además de pequeños cristales destellantes impregnados en su superficie.

Las técnicas microscópicas tanto óptica como SEM mostraron cambios notables, aunque con la técnica óptica no se pudo obtener mayor resultado al menos se pudo apreciar un cambio físico notable, para el análisis del cambio químico el SEM es el equipo ideal en esos casos porque no solo nos ayuda con una caracterización física más profunda sino también con la medición del área de recubrimiento la cual también se vio apoyada de otro software para la recolección de datos posteriormente analizados en un software estadístico. Con todas estas técnicas se llega a la conclusión de que el producto obtenido es el que se esperaba, un compuesto de fibra vegetal cubierta de partículas magnéticas que crecen en función del tiempo.

RECOMENDACIONES

A quien sienta un profundo deseo de continuar con esta investigación se recomienda:

Conseguir un envase hermético para almacenar los productos obtenidos durante el tiempo de envejecimiento pues la interacción con partículas del exterior puede afectar la fórmula del compósito como ya lo hemos visto.

Sería ideal realizar análisis de propiedades tanto químicas como electromagnéticas e incorporar más variables de investigación para que en un futuro se pueda conocer más de este nuevo material.

Se debería buscar también una posible aplicación en el tratamiento de aguas contaminada.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, S. y MALAGON, O. “Extracción de fibras no leñosas: Cabuya (*furcraea andina* trel.) y banano (*musa paradisiaca* L.) Para estandarizar un proceso tecnológico destinado a la elaboración de pulpa y papel”. *Revista Iberoamericana de Polímeros* [en línea], 2016, (Ecuador) 8(2), pp. 92-93. [Consulta: 7 enero 2022]. DOI 10.13140/RG.2.1.4177.5120. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/291330159>.

Magnetita. Información y datos del mineral [blog]. [Consulta: 30 enero 2022]. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/mineral/magnetita/883.html>.

BLAKEMORE, R. “Magnetotactic Bacteria”. *Science*, 190, 1 (1975), (United States of America) 190, pp. 377-379.

CALVO, E. Recubrimiento de fibras naturales con partículas magnéticas para la inmovilización de enzimas (Trabajo de titulación).(Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Manizales, Colombia. 2013. pp. 57-70.

COBA, C., ECHEVERRÍA, J., GUERRA, P., JARAMILLO, H. y VALDOSPINOS, M. “El trabajo con fibra de cabuya en la provincia de Imbabura”. *Sarance*, no. 16 (1992), (Ecuador), pp. 65-67.

CORNELL, R.M. y SCHWERTMANN, Udo. *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences, and uses*. 2ª ed. Weinheim-Deutschland: Wiley-VCH ,2003. ISBN 3527302743. pp. 59-60.

GUANULEMA, K. *Flora de la Mitad del Mundo* [blog]. Quito-Ecuador: 2019 [Consulta: 15 junio 2022]. Disponible en: <https://floradelamitaddelmundo.wordpress.com/2019/08/24/00720-cabuya-blanca-furcraea-andina/>.

HINTZE, K., TAPIA, J.I., ALVARADO-GÓMEZ, E. y ENCINAS, A. “Natural henequen fibers functionalized with a magnetic fatty acid mixture”. *Materials Letters*, vol. 291 (2021), (Mexico) pp. 2-4.

IANNACONE, J., LA TORRE, M., ALVARIÑO, L., CEPEDA, C., AYALA, H. y ARGOTA, G. “Toxicity of the biopesticides agave americana, furcraea andina (asparagaceae) and sapindus saponaria (sapindaceae) on invader snail melanoidea tuberculata (thiaridae)”. *Asociación Peruana de Helminología e Invertebrados Afines (APHIA)*, vol. 7, no. 2 (2013), (Perú) pp. 232-234.

IPOHORSKI, M. y BOZZANO, P.B., “Microscopía electrónica de barrido”. *Ciencia e Investigación*, vol. 63, no. 3 (2013), (Argentina) pp. 46-47. *Fibras sintéticas vs. naturales: los dos extremos del hilo*. [blog]. 2017. [Consulta: 14 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.lafayette.com/fibras-sinteticas-vs-naturales-los-dos-extremos-del-hilo/>. *Magnetita* [blog]. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. [Consulta: 14 febrero 2022]. Disponible en: <https://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/magnetita.htm>.

MONDRAGÓN, P. *Espectroscopia de infrarrojo para todos ...y 51 espectros de alimentos consumidos en México*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado, Jalisco-México: Ciatej, 2017. ISBN 978-607-97548-4-6.

MORA, C., DAVIDSON, M., WILD, M. y WALKER, M. “Magnetoreception and its trigeminal mediation in the homing pigeon”. *Nature*, vol. 432, n°. 7016 (2004), (New Zealand) pp. 505-508.

NOVAL, V. *Sistemas magnéticos estructurados tipo core-shell Fe₃O₄-TiO₂*. (Trabajo de titulación).(Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Bogotá Colombia. 2016. pp. 49-51

PEÑA, G., RIVERA, P., GONZÁLEZ, C., PARRA, C., GARZÓN, A., LANDÍNEZ, D. y ROA, J. “Efecto de la concentración de magnetita en la estructura, propiedades eléctricas y magnéticas de un material compuesto a base de resina de poliéster”. *Tecno Lógicas*, vol. 21, n°. 41 (2017), (Colombia) pp. 13-27.

PINO, G. “Estado actual de las Suculentas en el Perú” *Zonas Áridas*, n°. 10 (2006), (Perú) pp. 156-157.

PIÑÓN, R. *Fibras Sintéticas y Especiales* [blog]. [Consulta: 14 febrero 2022]. Disponible en: <https://fibrassinteticasyespecialesraquel.wordpress.com/1-1-1-historia/>.

PRUNA, L., VELASCO, F., CHACHAPOYA, F. y PAREDES, C. “Elaboración de la fibra de cabuya en tejido plano como matriz de refuerzo para la construcción de un retrovisor”, *Ingenius*, no. 24 (2020), (Ecuador) pp. 81-86.

SCHWERTMANN, U. y CORNEL, R. *Iron Oxides in the Laboratory*. 2ª ed. Weinheim-Deutschland: WILEY-VCH, 2000. ISBN 3-527-29669-7, pp. 135-138.

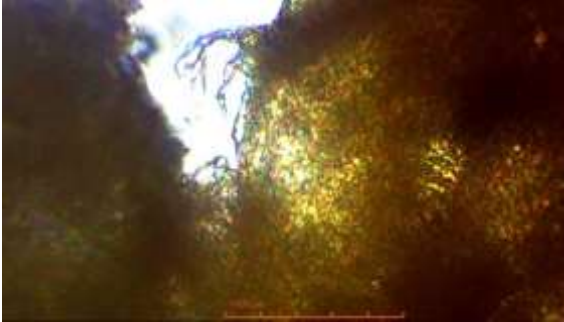

SHURVELL, H.F. *Spectra-Structure Correlations in the Mid-and Far-infrared*. Ontario-Canadá, 2002, p. 9.

VANEGAS, M., VÁSQUEZ, V., MOSCOSO, D. y CRUZAR, C. “Síntesis y caracterización de nanopartículas magnéticas del tipo Fe₃O₄/TiO₂, efecto del pH en la dispersión y estabilización en soluciones acuosas”. *Maskana*, vol. 5, no. 1 (2017), (Ecuador) pp. 49-50.

VEGA-BAUDRIT, J., SIBAJA B., M., NIKOLAEVA N., S. y RIVERA A., A. “Síntesis y caracterización de celulosa amorfa a partir de triacetato de celulosa”. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 80, no. 1 (2014), (Perú) pp. 45-50.

ANEXOS

ANEXO A: MICROSCOPIA ÓPTICA DE RESULTADOS

	
A.1 Réplica I 8h.	A.2 Cristal de composición desconocida.

ANEXO B: REPORTE URKUND



Document Information

Analyzed document	TANIA CECILIA VALDIVIEZO ABARCA.pdf (D140659857)
Submitted	2022-06-17 22:55:00
Submitted by	Jorge Silva Yumi
Submitter email	jorge.silvay@esPOCH.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	jorge.silvay.esPOCH@analysis.arkund.com



JORGE EFREN
SILVA YUMI

Sources included in the report

SA	ensayo Derwin.docx Document ensayo Derwin.docx (D30528766)
----	---



1

Entire Document

INTRODUCCIÓN Descrita como "el primer imán", la magnetita es un mineral compuesto inicialmente de hierro (II y III) y de acuerdo con expertos en el tema, este mineral fue hallado en Asia, para más precisión en la ciudad de Magnesia, de ahí proviene su nombre, de hecho, se conoce que Tales de Mileto fue el primero en describir algunas de sus propiedades en el siglo VI antes de nuestra era, por satisfacción a su curiosidad, Tales había frotado un pedazo de hierro con el mineral y descubrió que el hierro adquiría las mismas capacidades de atracción de metales que el mineral inicial, además una de sus primeras aplicaciones para el avance de la humanidad fue la imantación de barras metálicas que posteriormente se convertirían en brújulas que ayudarían a la navegación. (Magnetita. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC [nd]). Las fibras sintéticas están elaboradas a base de polímeros, sus orígenes se remontan a aquellos años cuando estalló la segunda guerra mundial, en aquel tiempo era muy común ver a la gente eufórica por la aparición de las conocidas medias nylon, y qué decir de la creación de las fundas plásticas que llegaron a solucionar la vida de las personas cuyas ocupaciones estaba dirigidas a almacenar o empaquetar productos (Piñón Raquel [nd]). Con el paso del tiempo las fibras sintéticas fueron tomando protagonismo en el campo tecnológico y social siendo hoy en día tan común encontrarlas a donde sea que se eche un vistazo, ropa, bolsas, artículos del hogar, etc. Son solo pocos cuando de mencionar las aplicaciones de estas se trata. (Lafayette 2017). Aunque las fibras sintéticas llegaron a mejorar (en cierto aspecto) la vida cotidiana de la humanidad, las fibras naturales pasaban al olvido. Una de las fibras más conocidas en nuestro país es la cabuya (Furcraea Andina) en cuyas pencas se almacenan cientos de pequeños hilos unidimensionales y largos que al pasar por un procedimiento riguroso se convierten en tejidos para crear cuerdas, saquillos, y una múltiple variedad de artículos domésticos. Esta fibra natural está compuesta principalmente de celulosa y lignina al igual que muchas especies de las cuales se obtienen fibras similares (Pruna et al. 2020 p-2). Un compuesto se define como la combinación de dos o más elementos con la finalidad de crear uno mejor con características superiores a los componentes iniciales, teniendo en cuenta esta definición realizada por (Hintze et al. 2021 p-1), se establece la posibilidad de crear compósitos de fibras vegetales con una mezcla de magnetita y ácidos grasos.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 03 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Tania Cecilia Valdiviezo Abarca
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Química
Título a optar: Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.

X

2343-DBRA-UTP-2022