

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADÉMICO		1 (79)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ANDRES DAVID TRESPALACIOS GARZON CRISTIAN FABIAN LARA LOPEZ		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	EIMER AMAYA AMAYA		
TÍTULO DE LA TESIS	CONTROL DEL BUCHON DE AGUA (EICHHORNIA CRASSIPES) A PARTIR DE LA FABRICACION DE PAPEL ECOLOGICO		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL BUCHON O JACINTO DE AGUA, ES UNA PLANTA ACUATICA ORIGINARIA DE LA CUENCA AMAZONICA, INCLUIDA DENTRO DE LAS 100 ESPECIES INVASORAS MAS PELIGROSAS DEL MUNDO; EN COLOMBIA, ESTA CATEGORIZADA COMO ESPECIE DE ALTO RIESGO. SE ENCUENTRA AMPLIAMENTE DISTRIBUIDA FORMANDO EXTENSOS TAPETES FLOTANTES, DE IGUAL FORMA FACILITA LA GENERACION DE GASES VENENOSOS TALES COMO EL AMONIACO Y SULFURO DE HIDROGENO, AFECTANDO EL EQUILIBRIO DEL ECOSISTEMA DONDE ESTE SE DESARROLLA.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PAGINAS: 79	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

CONTROL DEL BUCHÓN DE AGUA (EICHHORNIA CRASSIPES) A PARTIR DE LA
FABRICACIÓN DE PAPEL ECOLÓGICO

AUTORES

ANDRES DAVID TRESPALACIOS GARZON

CRISTIAN FABIAN LARA LOPEZ

Trabajo de grado para optar el título de ingeniero ambiental

DIRECTOR

Esp. EIMER AMAYA AMAYA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIO INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Mayo de 2021

Agradecimientos

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de esta investigación, sin embargo merecen reconocimiento especial el Esp . EIMER AMAYA AMAYA, director del trabajo de grado, a los jurados quienes nos guiaron y orientaron en el proceso.

Asimismo, agradecemos infinitamente al Laboratorio de pruebas y ensayos del Centro para la industria de la Comunicación gráfica del Servicios Nacional de Aprendizaje SENA.

A la Fundación Manatí y al valioso cuerpo de docentes y administrativos que integran la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, quienes nos han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy nos podemos sentir dichoso y contentos de la labor realizada.

Dedicatoria

Quisiera hacer un agradecimiento especial a Dios, quién hace que todo sea posible y también a las personas que siempre estuvieron a mi lado, apoyándome y sobre todo motivándome cuando quise renunciar a este sueño, nuestro sueño, porque sin ellos creo que esto ni hubiese sido posible, muchas gracias Papá (Mortirmer Lara), Mamá (Marta López), muchas gracias Mi Reina (Martha Rosado).

Cristian Fabián Lara López

Primero que todo darle gracias a Dios quien ha sido mi guía, apoyo y fortaleza en mis momentos de fragilidad, quien con su amor y fidelidad tomo mi mano dándome el triunfo y la victoria, haciendo en mi lo que hoy día soy graduarme como Ingeniero Ambiental.

A mi madre Ramona Garzón Estrada, por su apoyo invaluable, incondicional por haber estado allí en todo mi proceso, sin ella no habría sido posible ese logro esta meta, testigo de su lucha diaria para sacarme adelante más que ella se merece todos los elogios, ya que con sus oraciones encomendarme a Dios me ha llevado al camino del bien, mamita como ofrenda te mereces mi tesis grado, gracias por tu dedicación, paciencia, comprensión y amor madre mía te amo.

A mi padre Gustavo Trespacios palomino, por su apoyo en este proceso, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temerle a las adversidades de la vida.

A mi primo Gelbert Mauricio Garzón por su apoyo incondicional, con sus consejos que escuche muy atentamente, porque todos los días recuerdo su frase loca siempre para adelante porque para atrás asustan.

A toda mi familia en especial a mi tía Aley por su apoyo incondicional y sus buenos consejos, y a mis tíos Virginia, Rosalba y Luis Garzón, porque de una u otra manera aportaron en mí su granito de arena para hacer de mí lo que hoy día soy un profesional, contribuyeron en mis ejemplos de responsabilidad y honestidad.

A mi compañero y amigo de tesis de grado Cristian Fabián Lara López, por crear en mí desde el comienzo con este maravilloso proyecto, en los momentos más difíciles nos dimos la mano deseándonos muchos éxitos para poner en conocimiento todo lo aprendido de nuestra profesión como ingenieros Ambiental.

A todos mis compañeros y amigos que me ayudaron a salir a delante de una u otra manera les deseo muchos y éxitos para todos.

Andrés David Trespalacios Garzón

Índice

Capítulo 1. Control del buchón de agua (Eichhornia crassipes) a partir de la fabricación de papel ecológico.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Específicos.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Delimitaciones.....	4
1.5.1 Geográfica.....	4
1.5.2 Temporal.....	4
1.5.3 Conceptual.....	4
1.5.4 Operativa.....	5
Capítulo 2. Marco referencial.....	6
2.1 Marco histórico.....	6
2.1.1 Antecedentes del buchón de agua a nivel internacional.....	6
2.1.2 Antecedentes del buchón de agua a nivel nacional.....	8
2.1.3 Antecedentes del buchón de agua a nivel local.....	10
2.2 Marco contextual.....	11
2.3 Marco conceptual.....	12
2.4 Marco teórico.....	14
2.5 Marco legal.....	18
Capítulo 3. Diseño metodológico.....	20
3.1 Tipo de investigación.....	20
3.2 Población.....	20
3.3 Muestra.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	20
3.5 Análisis de la información.....	21
Capítulo 4. Presentación de resultados.....	22
4.1 Análisis el estado actual del lago 1 de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña forma segura de sacar el buchón.....	22
4.2 Elaboración del papel ecológico mediante el buchón de agua.....	25
4.3 Evaluación de la calidad del papel que se elabora a partir del buchón de agua (Eichhornia crassipes).....	49
Capítulo 5. Conclusiones.....	53
Capítulo 6. Recomendaciones.....	54
Referencias.....	55
Apéndices.....	58

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Composición química de la Taruya (Eichhomia Crassipes)</i>	23
Tabla 2 <i>Parámetro fisicoquímico realizado a la muestra del lago de la UPFSO</i>	23
Tabla 3 <i>Criterios permisibles según el Decreto 703 del 2018</i>	23

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Proceso de sacar el buchón de agua.....	28
<i>Figura 2.</i> Proceso de sacar el buchón de agua.....	29
<i>Figura 3.</i> Picado del buchón.....	30
<i>Figura 4.</i> Cocción del buchón	31
<i>Figura 5.</i> Licuado del buchón.....	33
<i>Figura 6.</i> Vertido de la materia prima en el cernidor	34
<i>Figura 7.</i> Presan para el papel	35
<i>Figura 8.</i> Secado.....	36

Lista de apéndices

Apéndice A. Carta de solicitud	71
Apéndice B. Recuento fotográfico.....	72

Resumen

El buchón o jacinto de agua, es una planta acuática originaria de la cuenca amazónica, incluida dentro de las 100 especies invasoras más peligrosas del mundo; en Colombia, está categorizada como especie de alto riesgo. Se encuentra ampliamente distribuida formando extensos tapetes flotantes, de igual forma facilita la generación de gases venenosos tales como el amoníaco y sulfuro de hidrógeno, afectando el equilibrio del ecosistema donde este se desarrolla (Corporación Autónoma Regional de Boyacá, 2020).

De otra parte, teniendo en cuenta la información recolectada sobre el buchón de agua se vio la necesidad de extraerlo de uno de los lagos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña como materia prima para producir un producto ecológico y de consumo diario.

Para lo anterior se realizó un análisis del estado actual del lago 1 de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por medio de un estudio de agua contando con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, para el mismo, arrojando resultados favorables, de igual forma se elaboró el papel ecológico mediante el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), como producto final, siendo este evaluado en su calidad y mostrando en la investigación los resultados.

Introducción

Según Yusti, (2015), Las especies invasoras se han constituido en grandes amenazas para los ecosistemas, el Buchón de Agua (*Eichhornia crassipes*) es tal vez la mejor documentada debido al efecto que tiene en todos los niveles tróficos del ecosistema afectado. Sin embargo, observaciones preliminares muestran que dicha planta puede proveer recursos a algunas aves.

El presente estudio tuvo como objetivo la fabricación del papel ecológico a través del buchón (*Eichhornia Crassipes*), en el (Lago 1) de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, para lo cual se presentó un primer capítulo donde se muestra el problema, justificación, objetivos específicos y delimitaciones de la investigación.

En el segundo capítulo se muestra los antecedentes históricos a nivel internacional, nacional y local, como también las teorías, conceptos, contexto y leyes relacionadas con el tema de investigación, de igual forma en el tercer aparte se contempla el tipo de investigación, población, muestra, técnicas de recolección de información y procesamiento de la misma.

Por último, se expone el cuarto capítulo que muestra el desarrollo de los objetivos específicos en donde se hizo un análisis del estado actual del lago 1 de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se elaboró el papel ecológico mediante el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) y se evaluó la calidad del papel que se elabora a partir del buchón de agua, dando origen lo anterior a conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Capítulo 1. Control del buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) a partir de la fabricación de papel ecológico

1.1 Planteamiento del problema

Según Muñoz (2012) los humedales lenticos son algunos de los hábitats más amenazados a nivel mundial como resultado del daño ambiental generado por la expansión de la frontera agrícola, la urbanización, la contaminación y la introducción de especies.

Las especies invasoras se han constituido en grandes amenazas para los ecosistemas, el Buchón de Agua (*Eichhornia crassipes*) es tal vez la mejor documentada debido al efecto que tiene en todos los niveles tróficos del ecosistema afectado.

El “buchón de agua”, también conocido como “Jacinto o lirio de agua” por su flor de vistosos colores, es una especie de difícil erradicación que se multiplica fácilmente en aguas quietas como lagos y embalses. A nivel mundial se han realizado grandes esfuerzos técnicos y económicos para erradicar las macrófitas exóticas (plantas acuáticas grandes) de las cuencas de origen. En Colombia, después de evaluar los efectos perjudiciales del buchón de agua sobre los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad nativa, fue considerada como la especie de mayor potencial invasor (Empresa de Servicios Públicos de Medellín, 2011).

Este es considerado como una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, según el listado elaborado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI),

perteneciente a la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Su rápida proliferación ocasiona la pérdida de oxígeno en los cuerpos de agua y en consecuencia la muerte de los peces y demás especies acuáticas que viven en los afluentes.

"Crece a ritmo muy rápido, tapa los espejos de agua y los colmata totalmente. Al impedir que la luz entre al agua, el oxígeno que hay allí se acaba y la vida acuática sucumbe", indicó Emmanuel Escobar, director de la Fundación Humedales Bogotá, quien explicó que existen varias especies de buchones y que se diferencian esencialmente por sus tamaños (Revista semana, 2019).

1.2 Formulación del problema

¿Se está llevando a cabo en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña un adecuado control para el manejo y tratamiento del buchón de agua en el lago 1?

1.3 Objetivos

1.3.1 General. Fabricar el papel ecológico a través del buchón (*Eichhornia Crassipes*), en el (Lago 1) de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

1.3.2 Específicos. Conocer mediante un análisis físico químico los efectos causados por el buchón de agua en el lago 1 de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Elaborar el papel ecológico utilizando como materia prima el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), producido en el lago I de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Evaluar la calidad del papel que se elabora a partir del buchón de agua (*Eichhornia crassipes*).

1.4 Justificación

Según Muñoz (2012) El buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta invasora que ha ocasionado deterioro en los cuerpos de agua ubicados en las zonas tropicales y subtropicales debido al alto contenido de nutrientes, que por sus componentes genera una rápida propagación y por ende la eutrofización del cuerpo de agua que provocan la pérdida del espejo de agua de los humedales.

El profundo impacto del buchón en diferentes magnitudes, hace primordial que esta planta sea eliminada por completo, para poder recuperar los ecosistemas afectados. Pero, también no se debe dejar a un lado el hecho de que esta vegetación flotante propicia protección y hábitat para la fauna, permitiendo su reproducción y alimentación (Muñoz, 2012, p 34)

La importancia radica en formular una estrategia de aprovechamiento del buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), las cuales, si se aplican, puedan generar un ambiente ideal en el ecosistema del lago 1 de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, ya que esta es una

planta invasora de rápida propagación que limita el desarrollo de la vida acuática, en los cuerpos de agua lenticos para preservar la diversidad de especies y ecosistemas.

Por lo tanto, se puede decir que el trabajo de los estudiantes y profesional responsables de la investigación es un aporte muy valioso a los procesos investigativos que lleva la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Buscando que este trabajo genere una utilización representativa de las prácticas de manejo utilizadas en la erradicación del buchón de agua, y que esta información y el análisis realizado sean de utilidad para la utilización productiva del buchón de agua, las cuales sea pertinente en la generación de estrategias de recuperación de los ecosistemas.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Geográfica. La recolección de la información requerida para la realización de dicho proyecto se llevó en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.5.2 Temporal. El tiempo estimado para la realización del presente proyecto fue de seis (6) meses, luego de la aprobación del anteproyecto.

1.5.3 Conceptual. El presente trabajo tiene objeto el diseño de papel ecológico en el lago 1, por lo que se citaron conceptos relacionados con el tema de investigación.

1.5.4 Operativa. El proyecto de grado se desarrolló con la participación del director ingeniero Eimer Amaya y los estudiantes responsables de la investigación, con la participación activa de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco histórico

2.1.1 Antecedentes del buchón de agua a nivel internacional. Brasil es el lugar de origen más probable del jacinto de agua *Eichhornia crassipes* (C. Martius) Solmn-Laubach, el que se extiende naturalmente a otras áreas del continente de América del Sur. La belleza de su flor llevó a la introducción de esta planta en otros países tropicales como una especie ornamental (Barret y Forno, 1982) y finalmente a su conversión a la categoría de maleza gracias al alto nivel de nutrientes de las aguas residuales urbanas, industriales y municipales (Martinez, 2018).

La experiencia internacional (Harley, 1990; Gutiérrez et al., 1994) muestra que la capacidad reproductiva de la planta, su adaptabilidad, los requerimientos nutricionales y la resistencia a ambientes adversos la convierten en una especie imposible de erradicar y de control sumamente difícil.

Después pueden ser usados otros métodos, entre otros el control biológico que aplicado en tiempo adecuado podrá suplementar otros métodos de control del jacinto de agua, asegurando un manejo sostenible de la maleza. El uso de un manejo integrado del jacinto de agua -ejecutado en tiempo oportuno y con técnicas adecuadas- y el establecimiento de un programa de mantenimiento del control, asegurará la reducción de los niveles de infestación. Este capítulo describe los progresos más destacados hechos en el control de esta maleza (Martinez, 2018, p 24).

A nivel mundial se han propuesto muchas soluciones para controlar el crecimiento exagerado de esta planta en los sistemas acuáticos. Entre las diversas recomendaciones que se han planteado además del control químico y biológico, está su utilización como fuente de proteína para la industria de raciones alimenticias para animales y en la preparación de concentrados proteícos foliares.

Los humedales lénticos como lo es la laguna de Fúquene son algunos de los hábitats más amenazados a nivel mundial como resultado del daño ambiental generado por la expansión de la frontera agrícola, la urbanización, la contaminación, y la introducción de especies. Las especies invasoras se han constituido en grandes amenazas para los ecosistemas, y tal vez la mejor documentada es la del Buchón de Agua (*Eichhornia crassipes*) debido al efecto que tiene en todos los niveles tróficos del ecosistema afectado (López, 2001, p 8)

Durante este proyecto buscamos disminuir la cantidad de buchón de agua presente en la laguna de Fuquene, ubicada entre Ubaté y Chiquinquirá, pues esta especie ha generado grandes impactos medioambientales. Por medio de un uso sostenible, para controlar la población en este caso la producción de papel biodegradable a partir de esta especie, es nuestra solución al problema; pues la materia prima es extraída del ecosistema, dejando así no solo ganancias monetarias sino medio ambientales; que mejoran la calidad de vida de los habitantes aledaños y genera impactos positivos en el ecosistema (Castro, 2016).

2.1.2 Antecedentes del buchón de agua a nivel nacional. De los impactos ambientales que dejó la contingencia de Hidroituango desde abril de 2018, la presencia del llamado buchón de agua en el río Cauca comenzó a ser notoria apenas en el mes de diciembre.

Pero cuando en abril pasado la cobertura de esta planta, también conocida como lirio o Jacinto de agua, alcanzó 126 hectáreas del espejo de agua, las alertas se encendieron y hasta la Fiscalía General de la Nación sumó el fenómeno a los motivos para investigar a EPM por delitos ambientales (Restrepo, 2019).

Sin embargo, la presencia de la planta no resultó ser ninguna novedad para las empresas públicas de Medellín, que ya ha tenido que lidiar con ella en los embalses Peñol-Guatapé y Porce II, razón por la cual en la formulación del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto hidroeléctrico de Ituango ya se había estimado su presencia potencial y el tratamiento había sido incluido dentro del Plan de Manejo Ambiental, según un documento entregado a El Mundo por la entidad (Restrepo, 2019).

De otra parte, Abadía (2019), dice que el buchón de agua o Jacinto de agua es una macrofita acuática, formadora de suelo que produce oxígeno útil a la piscicultura y reduce con sus raíces la erosión en las orillas de los lagos, estanques y ríos.

Además, presenta la capacidad de absorber el agua de diversos tipos de contaminantes, en especial metales pesados como el cadmio, mercurio, plomo, cromo, etc., ayudando en esta forma al proceso de purificación de las aguas.

A pesar de las ventajas mencionadas anteriormente, la facilidad de propagación del buchón de agua, lo convierte en una maleza difícil de erradicar, que incrementa la evapotranspiración e impide la penetración de la luz y el intercambio de oxígeno lo cual conlleva a una disminución de la calidad del agua, a un fomento en la proliferación de insectos y a una reducción en la superficie del espejo de agua (Abadía, 2019).

En el municipio de Sibaté y veredas aledañas al embalse del Muña las madres cabeza de familia fabrican papeles de colores gracias al molino que transforma el buchón de agua en pulpa papelera para la fabricación de cartón y papel artesanal, proyecto ambiental y social liderado por Emgesa, la Empresa de Energía de Bogotá y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá como parte del programa de recuperación ambiental del embalse y que responde a la política de Ciudad Región del Plan de Desarrollo de Bogotá (Abadía, 2019).

El proyecto contribuye al desarrollo de la gestión social en la zona de influencia del embalse por el mejoramiento ambiental a través de la diaria remoción del buchón de agua, materia prima de la pulpa papelera, por el manejo ecológico de los procesos de producción limpia, compatibles con los ecosistemas y la diversidad natural y cultural de la región y al generar empleos directos a mujeres cabeza de familia.

Luego de semanas de capacitación en 50 laboratorios y decenas de talleres, estas diez mujeres cabeza de hogar merecen un reconocimiento especial, no sólo por su aprendizaje sino por lo que les significó asumir el reto de ser pioneras de un proyecto que dará más oportunidades de trabajo a sus vecinas en la región (Abadía, 2019).

En Sibate el embalse del Muña parece tener vida propia e invaden con un fuerte olor todo a su paso. Este imponente embalse alberga diferentes formas de vida a pesar de la pesadumbre que pueda despertar sus aguas.

Entre esas especies, a orillas y circundando el Muña; hay material vegetal como el Junco y el Buchón, especies de flora que pueden ser invasoras, y que crecen de manera uniforme y hasta descontrolada. De ese maravilloso y antagónico lugar de esa providencia, llegó hace más de 10 años María del Carmen Romero Villalba, una mujer que vive en Sibaté y que fundó la empresa Molinos de Papel, dedicada a recoger ese material sobrante del embalse y transformarlo en papel, agendas, esferos, y toda clase de artículos derivados del tallo y las hojas de estas especies.

Consciente del valor de su trabajo María asegura: “Molino de Papel es un proyecto que vio la problemática del embalse con el exceso de buchón que aguardaba sancudos y contaminación, pues eran coladero también de las basuras que mal llegan allí, por eso decidimos recoger esa planta y hacer papel reciclado junto con productos ecológicos que no le hacen daño al medio ambiente” (Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca, 2019).

2.1.3 Antecedentes del buchón de agua a nivel local. La tierra está en crisis, los bosques y las selvas se reducen, los suelos se erosionan, la vida silvestre va extinguiéndose y los desiertos crecen. El hombre último eslabón de la creación está en peligro.

Si las generaciones presentes continúan el agotamiento paulatino y la violencia contra las aguas, los bosques, el suelo, el aire y la diversidad Biológica; entregaremos a nuestros hijos un mundo empobrecido donde se incrementa cada día la pobreza y cada día mueran millares de seres vivos de malnutrición (Ortiz, 2017).

El recurso humano presente en los municipios de Ocaña, Abrego y la Playa de Belén, mediante el aporte conceptual y práctico que permita construir seres propositivos que puedan realizar actividades de conservación y aprovechamiento racional de sus recursos naturales de acuerdo a las potencialidades ambientales presentes en nuestros municipios, en cuanto a la preservación del recurso hídrico tanto en calidad como en cantidad, la preservación y recuperación de los ecosistemas (flora – fauna), del aire entre otros, que garanticen un desarrollo humano sostenible (Ortiz, 2017).

2.2 Marco contextual

La Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente fue creada según Acuerdo 084 del 11 de septiembre de 1995, conformada por los departamentos de Ciencias Agrícolas y del Ambiente y el departamento Ciencias Pecuarias junto a los programas académicos de Tecnología Agropecuaria (Acuerdo N° 024 del 21 de agosto de 1980), Zootecnia (Acuerdo N° N°057 y 058 del 27 de junio de 2007), e Ingeniería Ambiental (Acuerdo 089 del 9 de octubre 1995 con resolución 10542 de 8-ago-2013 del MEN) (Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 2019).

2.3 Marco conceptual

Buchón de agua (*Eichhornia crassipes*). Es una especie acuática flotante de raíces sumergida su altura puede estar entre 45 cm y 1 m en condiciones tropicales propicios para su desarrollo, esta planta es apreciada como invasora puede dejar semillas a la hora de cumplir su ciclo de vida, posee aproximadamente entre 7000-12000 semillas, solo en su fruto posee 450 semillas lo que hace que sea una planta de propagación muy rápida (Guevara y Ramírez, 2015).

Macrófitas o hidrófitas son la base de la cadena alimenticia en los humedales, algunas plantas acuáticas herbáceas son extremadamente productivas y a diferencia de los sistemas terrestres, mucha de la materia orgánica producida no es consumida por herbívoros, si no que es convertida a detritus, que entra en la cadena alimenticia. Las plantas proveen hábitat estructural crítico para grupos taxonómicos como las bacterias epifitas, perifiton, macro-invertebrados y peces (Hernandez, 2010).

La vegetación influencia fuertemente la química del agua, ya que las plantas pueden actuar como fuente o como sumideros de nutrientes y también bombean los nutrientes de la columna del agua al sedimento (Martin y Quigley, 2003). Además, las plantas acuáticas poseen un tejido aerenquimal que les permite el transporte de oxígeno de las partes aéreas a las raíces, lo cual influencia el potencial redox que indica la disponibilidad de electrones en el sedimento.

Según Molina (2016), se han establecido controles para que esta planta no llegue a humedales naturales y ríos ya que puede causar alteración por ser una especie extremadamente

invasora en 21 días puede triplicar su biomasa, su propagación también se debe a las condiciones de temperatura esta especie se desarrolla a una temperatura de 25-35 °C.

Esta planta puede soportar temperaturas mayores, pero no soporta menores de 10 °C, en zonas de abundante sol cuenta con un rizoma ramificado que puede llegar a 30 cm con enredaderas cortas, realiza fitorremediación en aguas contaminadas.

De otra parte, se debe hablar del papel ecológico el cual se define como aquel en cuyo proceso de producción se han tenido en cuenta criterios de sostenibilidad y de respeto al medio ambiente, con el fin de minimizar el impacto ambiental que como todo proceso industrial tiene la fabricación del papel.

Es decir, el concepto de “ecológico” se refiere al seguimiento de unas buenas prácticas a lo largo de todos los procesos de producción, de forma similar a lo que ocurre en el caso de los alimentos ecológicos (Cevagraf, 2018).

Se define como papel ecológico aquel en cuyo proceso de producción se han tenido en cuenta criterios de sostenibilidad y de respeto al medio ambiente, con el fin de minimizar el impacto ambiental que, como todo proceso industrial, tiene la fabricación del papel (Cevagraf, 2019).

Así, por ejemplo, fijémonos en el proceso de blanqueamiento del papel: en el caso de un papel no ecológico se suele utilizar cloro gas, un elemento altamente contaminante; en cambio,

en la producción de un papel calificado como ecológico se utilizan otros blanqueantes, como el dióxido de cloro (papeles ECF: libres de cloro elemental) o el oxígeno, el ozono u otros (papeles TCF: totalmente libres de cloro).

Otros criterios que permiten calificar a un papel como más o menos ecológico son el nivel de emisiones al agua y a la atmósfera durante el proceso de producción, el consumo de energía eléctrica y térmica y el tratamiento de los residuos generados. Todos estos aspectos pueden ser certificados mediante sellos como la “Etiqueta Ecológica Europea” o el sello “Cisne Nórdico” (Cevagraf, 2019).

2.4 Marco teórico

Para empezar el proceso de investigación se debe tener en cuenta, la rizosfera es necesaria para establecer su importancia para definir y señalar los procedimientos utilizados en las fitotecnologías. Un tipo de contaminantes son los lixiviados, los cuales según Beltrán y Borrero (2012) se definen como todos aquellos líquidos que, junto con la lluvia, aguas superficiales, subsuperficiales y propias de las basuras, llevando consigo material sólido.

Partiendo de esto también Castillo (2005) mencionan que el proceso de la degradación en plantas o biotransformación de compuestos potencialmente tóxicos (xenobióticos o no xenobióticos) está basada en una serie de reacciones de óxido-reducción o hidrolíticas, cuyo objetivo es modificar dichos compuestos para su posterior eliminación mediante diferentes vías de secreción o excreción.

El buchón de agua es una planta originaria de las regiones tropicales y subtropicales de Sudamérica que se destaca por su capacidad de crecimiento, y acumulación de nutrientes. El crecimiento de esta planta se debe en gran medida a que el agua es rica en nutrientes, ya que tiene una carga en especial de nitrógeno, fósforo y potasio, además de estos elementos, toma calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, el aluminio, el boro, cobre y zinc, su habilidad es la de extraer los nutrientes y los metales pesados la cual puede ser implementada para tratar las aguas de alcantarillados (Porras, 2017, p 7).

El buchón de agua tiene su forma de reproducción asexual ya que se propaga por regeneración de órganos vegetativos como raíces y tallos o por semillas apomícticas. Estas son semillas con embriones donde el origen es totalmente materno y provienen de tejido diploide que rodea el saco embiónico.

Las características genéticas del buchón de agua, se describen a continuación:

Caracterización florística, morfológica, fisiológica y taxonómica del Buchón de Agua, con el propósito de conocer a detalle sus características.

Nombre científico: *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

Nombre común: Buchón de agua, Cucharilla, Camalote, Flor de Agua, Jacinto de agua, Lagunera, Lirio Acuático, Violeta de Agua o Ninfa.

Familia: Pontederiaceae (Pontederiáceas).

Origen: cursos de agua de la cuenca del Amazonas, en América de Sur.

Según Poveda (2017), “*es una planta acuática flotante de raíces sumergidas y complejas, con hojas y flores aéreas, que carece de tallo aparente, provista de un rizoma, muy particular,*

del que se abre un rosetón de hojas que tiene una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo, el cual le proporciona estabilidad y la ayuda a mantenerse en la superficie acuática” (p 18).

En cuanto a la capacidad de reproducción, el buchón es una macrófita de flotación libre que puede reproducirse por vía sexual produciendo hasta 12000 semillas por individuo, con una viabilidad de hasta veinte años, o por vía asexual, mediante la propagación de clones o estolones horizontales, probablemente el método de reproducción más efectivo debido a su relativa rapidez (Múñoz, 2018).

En una investigación realizada por el Diario el Tiempo (2017), se dice que en la actualidad el buchón de agua se reproduce principalmente se da en forma vegetativa por medio de la producción de estolones, no obstante, también se puede dar a través de semillas, con un bajo porcentaje de germinación. El crecimiento se ve favorecido por aguas ricas en nutrientes, especialmente por nitrógeno, fósforo y potasio (p 2).

Los ambientes lénticos son cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr, ni fluir. Comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua; es decir, aguas estancadas sin ningún flujo de corriente, como los lagos, las lagunas, los esteros y los pantanos.

Un ecosistema lótico es el ecosistema de un río, arroyo o manantial, en el cual el movimiento del agua es predominantemente en una dirección, siguiendo el curso que tenga el

cuerpo, afectado por factores físicos como: pendiente, caudal, profundidad, sinuosidad, entre otros (Cartón, 2020, p 7).

El proceso de Fitorremediación es realizado por las plantas acuáticas o macrófitas, las cuales tienen una importante incidencia en los ecosistemas de humedal. Tal y como lo menciona Rial (2013), el Jacinto de Agua o Buchón de Agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta acuática flotante perteneciente a la familia Pontederiaceae, descrita por primera vez en Brasil, en especial en las cuencas de la Amazonia brasileña.

En cuanto a la morfología de la planta, sus hojas son de color verde con peciolo elongados e inflados de aire lo cual le permite la flotabilidad en el agua, y con desarrollo ascendente, sus estolones llegan a tener hasta 35 cm de longitud desde la roseta hija y sus flores varían de color azul a morado presentando una mancha amarilla sobre el lóbulo superior (Muñoz, 2018).

Según Martero y Lara (2012) mencionan que el principal proceso para la remoción de contaminantes por parte de estas macrófitas está delimitado por tres mecanismos: agregado de nutrientes a la planta, sedimentación y filtración de sólidos, y finalmente la eliminación de materia orgánica por medio de microorganismos facultativos, expresado en simbiosis.

El éxito del crecimiento del Buchón de agua depende principalmente de la cantidad de nutrientes que contenga el cuerpo de agua, especialmente en Fósforo, Nitrógeno y Potasio. Además, es una fitotecnología que tiene un costo relativamente bajo, permitiendo ser

llevada a diferentes espacios, dando como resultado el tratamiento de aguas y suelos que no tienen al alcance la remoción de contaminantes y que sí puede ser posible en poco tiempo, por medio de la Fitorremediación (Martero y Lara, 2012).

2.5 Marco legal

En la constitución política de Colombia de 1991 se establece en los siguientes artículos:
Artículo 79. “Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”

Política Nacional de Biodiversidad de 1995, contempla los principios de conservación, uso y conocimiento de la biodiversidad, resaltando la necesidad de disminuir la sobreexplotación de los recursos, de vigilar el tráfico de fauna y flora, de caracterizar los componentes de la biodiversidad (aspecto que incluye la investigación en ecología, especies amenazadas y promisorias), para lo “El Ministerio del Medio Ambiente y Colciencias impulsarán la investigación en ecología, historia natural de especies amenazadas y promisorias de flora y en recursos genéticos” (García, 2010).

La Ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental), en los Artículo 5 en el numeral 2, se establece como función del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: “Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración, y recuperación de los recursos naturales, a fin de

impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural”.

Ley 165 de 1994, Colombia ratificó el Convenio Internacional sobre Diversidad Biológica; Su compromiso como país es fomentar la investigación para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica (Congreso de la República, 1994).

Decreto ley 216 de 2003, en el artículo 12, Son funciones de la Dirección de Ecosistemas, formular e implementar las políticas, planes, programas, proyectos y regulación con respecto a la conservación, manejo, restauración y uso sostenible de los ecosistemas forestales, terrestres, acuáticos continentales, costeros y marinos, y de la biodiversidad; regular las condiciones generales del uso sostenible, aprovechamiento, manejo, conservación y restauración de la diversidad biológica tendientes a prevenir, mitigar y controlar su pérdida y/o deterioro (Presidencia de la república, 2003).

Resolución Nª 0319 del 22 de septiembre de 2016, en el cual se le da el nombre de jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña (Carrascal, 2017).

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

En la investigación que versa sobre aspectos muy puntuales de la realidad, y que de los mismos se deduce una especie de conclusiones puntuales y enfáticas destinadas a exaltar las características del fenómeno, y no a ahondar más allá.

Además, este concepto añade otra clase de rasgos, cual es la utilización de métodos sistemáticos, o lo que es lo mismo, la estructuración de un orden acorde al cual se realizó el abordaje de la realidad y se hizo la respectiva captación de los elementos que conforman el fenómeno.

La metodología de este proyecto, cumple por definición con las características de una investigación aplicada, de tipo exploratoria y diseño descriptivo, debido a los procesos o actividades que se ejecutaron en campo.

3.2 Población y muestra

Para este proyecto, la población beneficiada es el ecosistema que habita y la comunidad aledaña el Lago I de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

La investigación se logró mediante la recopilación de información que permitió tener un contenido de forma organizada, relatar las observaciones e interpretar los resultados que se obtuvieron.

De igual forma, se utilizaron formatos en Microsoft Excel para la consignación de datos, con un sistema bien estructurado donde se garantizó el análisis e interpretación de la información.

3.4 Análisis de la información

En el análisis de la información se tuvieron en cuenta los procesos para la elaboración del papel ecológico con la materia prima llamada buchón de agua, que se produce en el Lago I de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

De igual forma se tuvieron en cuenta investigaciones similares a la presente, las cuales fueron punto de referencia para llegar a las conclusiones y comprobación de la viabilidad del proyecto.

Capítulo 4. Presentación de resultados

4.1 Análisis físico químico los efectos causados por el buchón de agua en el lago 1 de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Para el desarrollo de este primero objetivo se debe definir que un lago es una extensión de agua dulce que se encuentra separada del mar, y que no tiene conexión con él, por lo tanto, se diferencia de los ríos, en donde la gran cantidad de agua que posee se debe a las lluvias.

Para este punto se debe decir que un análisis de agua es una herramienta estadística que facilita la interpretación y toma de decisiones, en cuanto al estado actual del lago I, ubicado en la Universidad Francisco de Paula San, por lo que se utilizan técnicas de muestreo que ayudan a determinar las fuentes contaminantes ofreciendo un instrumento valioso y fiable para la gestión de los recursos hídricos.

De otra parte, se debe mencionar que el Ministerio del Medio Ambiente expidió el decreto 703 del 20 de abril de 2018, esta norma no agrega nuevos desarrollos, sino que corrige errores y ausencias del Decreto Único Ambiental, 1076 de 2015. Seguramente al transcribir tantos decretos ambientales se olvidaron partes. Al revisar el texto, se encuentran desarrollos que ya cambiaron (como vertimientos) y otros que requerirían una actualización pues los conceptos han variado con el tiempo.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se debe mencionar la composición física de la especie objeto de estudio como es la *Eichhomia Crassipes*, estando compuesta por celulosa, hemicelulosa

y Lignina. Por lo tanto, a continuación, se muestra en las tablas los resultados arrojados por el análisis del agua en el lago objeto de estudio.

Tabla 1

Composición química de la Taruya (Eichhomia Crassipes)

Composición	Cantidad existente en la planta
Hemicelulosa	28,0 ± 9,5% (base seca)
Celulosa	25,0 ± 6,2% (bs)
Lignina	11,5 ± 7,4% (bs)

Nota. Información sobre la composición química. Fuente. Fabián Vergel. UFPSO. 2019

Tabla 2

Parámetro fisicoquímico realizado a la muestra del lago de la UPFSO

Parámetro	Unidad	Resultado
pH	Ph	7.01
DQO	Mg/L O ₂	52
DBO ₅	Mg/L O ₂	3
Oxígeno disuelto	Mg/L O ₂	7.26
Alcalinidad	Mg/L	65
Dureza	Mg/L	112
Conductividad	Pc/cm	87.0

Nota. Parámetro fisicoquímico realizado a la muestra del lago de la UPFSO. Fuente. Fabián Vergel. UFPSO. 2019

Artículo 2.2.3.3.9.10. Transitorio. criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

<artículo corregido por el artículo 18 del decreto 703 de 2018. el nuevo texto es el siguiente:> los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas son los siguientes:

Tabla 3

Criterios permisibles según el Decreto 703 del 2018

REFERENCIA	EXPRESADO COMO	VALOR		
		Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y estuarina
Clorofenoles	Clorofenol	0,5	0,5	0,5
Difenil	Concentración de agente activo	0,00001	0,00001	0,00001
Oxígeno disuelto		5,0	4,0	4,0
pH	Unidades de pH	6,5 – 9,0	4,5 – 9,0	6,5 – 8,5

Nota. Criterios permisibles decreto 703 del 2018. Fuente Ministerio del Medio Ambiente

Al realizar los parámetros fisicoquímicos a la muestra proveniente del lago de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, expuestos en la tabla 1, se evidencia en términos generales que la calidad del agua es buena, ya que la normativa en aguas superficiales.

Según el decreto 703 del 2018 del Ministerio de Desarrollo Sostenible presenta niveles permisibles en los parámetros principalmente de pH que mide el estado ácido o básico del agua muestreada con un valor de 7.01 estando en el intervalo de 6.5 -9 y los niveles de oxígeno disuelto se encuentran por encima de 5 mg/L con valor de 7,26 mg/L, manteniendo un excelente nivel dando condiciones propicias para el desarrollo de la fauna y flora, sin presentar ningún tipo de alteración del ecosistema.

De otra parte, el resultado de DBO₅ de 3 mg/L y de DQO de 52 mg/L permite afirmar que la degradación de materia orgánica es baja y el oxígeno requerido para la misma es poca, por lo que se puede determinar que no existe una contaminación fuerte por materia orgánica; en cuanto a los valores de alcalinidad y dureza los cuales indican la capacidad de neutralizar sales y la presencia de carbonatos en el agua.

Por otra parte, los niveles de alcalinidad y dureza son bajos permitiendo afirmar que no genera una afectación negativa en la actividad acuática. De igual forma, la conductividad eléctrica se relaciona con la facilidad del agua para conducir corriente eléctrica, ante la presencia de iones en aumento, por otra parte, la conductividad también se relaciona con el análisis de sólidos en el agua, a mayor conductividad mayor presencia de sólidos, por lo que en el resultado

obtenido se afirma que el agua se encuentra en buena calidad y no es afectada por una saturación de sólidos.

Según lo mencionado anteriormente se define que el estado actual del lago ubicado en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, en cuanto calidad del agua superficial es permisible y no ha sido afectado en gran medida por la presencia del buchón de agua, permitiendo los procesos normales de desarrollo de fauna y flora, tal como se aprecia en el análisis anterior.

4.2 Elaboración del papel ecológico mediante el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*)

El papel ecológico se refiere a aquel que resulta de un proceso de fabricación en el que se han tomado medidas para reducir el impacto medioambiental.

Con dichas medidas se busca reducir el consumo de recursos naturales y de energía, como las emisiones al aire, agua y la producción de residuos tanto ruidos como olores.

Siendo tan importante la producción de papel ecológico, en los últimos años se ha incrementado la producción utilizando como materia prima la madera, donde a partir de fibras vegetales no recuperadas se realiza la elaboración del mismo.

Para la fabricación del papel ecológico a través del buchón (*Eichhornia Crassipes*), se utiliza un proceso netamente artesanal, con el cual se ha generado un gran impacto positivo

regional, especialmente en la comunidad que no tenía conocimiento del aprovechamiento que se le puede dar a dicha planta, ejemplo de esto es que los estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, pertenecientes a la facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, siempre han visto a esta especie como un problema para el lago, opacando la belleza del mismo.

Es por esto que cuando se inició con la propuesta de investigación en la Universidad, muchas personas quedaron impactadas desconociendo que una planta invasora como esta, puede llegar a generar un excelente producto que beneficia en gran medida al medio ambiente, como es el papel ecológico, contribuyendo de igual forma a erradicar esta planta del lago y teniendo la posibilidad de poner en práctica un poco del conocimiento adquirido en la formación profesional, demostrar el amor y pasión por la conservación del medio ambiente que es pilar fundamental de un Ingeniero Ambiental.

Además de lo anterior se debe resaltar el apoyo que ha brindado la Fundación Manatí que está ubicada en el corregimiento de Antequera, departamento del Cesar, jurisdicción del municipio de Tamalameque, dicha entidad cuenta con más de 30 familias, que trabajan en el cultivo del buchón de agua como materia prima utilizada en la elaboración de diferentes productos.

La planta Buchón de Agua o Eichhornia Crassipes está compuesta químicamente por sustancias orgánicas e inorgánicas, las cuales obtiene principalmente del medio acuático donde se reproducen (Gómez, 2015, p 23).

Está constituida básicamente de agua, ya que se determinó el porcentaje de humedad contenido, donde se obtuvo un resultado de un 90,4%, quedando sólo un 9,6% de materia seca. Según análisis realizados por la Comisión de Energía Atómica en el año 2002, la planta es rica en nutrientes, pero de igual manera contiene metales pesados en su composición (López, 2012).

En cuanto al método seguro de recolección se debe decir que es una actividad para los cultivadores de la especie, los cuales debe llevar métodos de control y extracción de esta planta eficientes y con pocos recursos humanos y energéticos.

Para el anterior proceso se pueden utilizar dos métodos, el primero es un método manual, donde los mismos trabajadores con ayuda de rastrillos hacen la extracción de la planta, esto siendo peligroso, agotador y poco efectivo debido a que la planta cubre una gran extensión, según ellos, con este método la extracción tarda alrededor de ocho horas, pero no se logra erradicar totalmente la planta.

El segundo método es la apertura de la compuerta, la cual funciona por medio de electricidad, donde se abre para que el buchón salga por medio de la corriente del agua, esta información es brindada por el personal, siendo un método que tarda alrededor de tres horas en la evacuación del buchón de la zona, el problema con este método, es que dirige río arriba el buchón, llevando este a otras zonas por donde pasa el río, aumentando y extendiendo el problema que este presenta para el ecosistema.

En el proceso de fabricación del papel se cuenta con una serie de pasos que se describen a continuación:

Proceso de sacar el buchón de agua. El proceso de extracción del buchón de agua, se realizó de forma manual, es decir, sin uso de elementos de protección personal, con la inmersión en los lagos de Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, en donde los trabajadores con ayuda de rastrillos realizan dicha actividad tardando alrededor de ocho horas, después de sacado este material a la orilla del lago fue tomado por los investigadores para el posterior proceso de fabricación del papel.



Figura 1. Proceso de sacar el buchón de agua. Fuente, Autores del proyecto

Secado del buchón de agua. Con el proceso de secado del buchón se cumplió con lo siguiente:

Se utilizó la intensidad lumínica del sol, con un tiempo de demorar de tres a siete días (dependiendo las condiciones climáticas y la intensidad del sol), posteriormente se esparció la materia sobre un plástico o zona limpia, con el objetivo de evitar la contaminación y el deterioro por parte de los animales o insectos, siendo este proceso muy importante, ya que la mayoría de las veces en el secado por la humedad tiene a contraer hongos. De otra parte, se debe aclarar que esta planta es verde antes de este proceso y al secarse debe tener un color marrón bastante fuerte o marcado.



Figura 2. Proceso de sacar el buchón de agua. Fuente, Autores del proyecto

Picado del buchón. Después de culminar el proceso de secado del buchón, se pica de forma manual con unas tijeras para que el proceso de cocción se haga de manera óptima y más rápida.

La materia prima al momento de sacarla del lago tuvo un peso de 95.82 kilos y después de secado presento un peso de 13.57 kilos.

Para el proceso de picado y acomodado para el secado se paga \$50.000.

Se paga un jornal de 50 mil pesos

Por lo tanto, se observa que la materia prima esta complementa, lo anterior se afirma ya que el peso y el color pasa de un color verde o un color marrón claro.



Figura 3. Picado del buchón. Fuente, Autores del proyecto

Cocción del buchón. Para este proceso se trabaja con la siguiente relación de ingredientes para la cocción del buchón para el papel.

La cocción para el buchón de esa tonelada y media nos vale \$100.000 que se lleva 2 pipetas de gas.

En la Luz para el licuado se gastan \$50.000. Esto se paga mensual este precio puede variar, pero al mes se pueden licuar alrededor de 10 toneladas

Para una cocción de 6 libras de buchón, se agrega lo siguiente:

10 litros de agua

6 libras de buchón de agua

45 minutos de cocción a fue medio (100°C)



Figura 4. Cocción del buchón. Fuente, Autores del proyecto

Licuadao del buchón. Este proceso se realiza después de que el papel este reposado de la cocción para llevarlo a la licuadora. Esas mismas 6 libras de buchón se licuan con 15 litros de agua más y aquí esto queda como una jalea, pulpa o pasta.

Este proceso se realiza después de que el papel este reposado de la cocción para llevarlo a la licuadora. Se mantiene en la licuadora al redor de unos 6 a 7 minutos a una velocidad alta

Además de la explicación del proceso para la elaboración del papel se mostró la rentabilidad del buchón de agua para elaborar papel en el cual se hizo el cálculo de una tonelada y media para que cuando se seque y se cocine quede al redor de una tonelada

Una tonelada y media de buchón de agua sacada nos cuesta \$300.000 y se puede sacar en 1 hora y 30 minutos.

Se hace el pago de 8 jornales a 8 personas en 1 hora y 30 minutos

Además, se hace el pago de la persona que va manejado el Johnson un pago de 30 mil pesos

Gasolina para la embarcación \$15.000

Pote de aceite para la gasolina \$15.000

Sumatoria

8 jornales a \$30.000 pesos = \$240.000

Un jornal para la embarcación a \$30.000 mil = \$30.000 mil

Gasolina \$15.000 mil = \$15.000mil

Aceite \$15.000mil = \$15.000mil

Total de \$300.000 pesos



Figura 5. Licuado del buchón. Fuente, Autores del proyecto

Vertido de la materia prima en el cernidor (molde). Este es uno de los últimos procesos y el más importante ya que acá el papel toma forma el molde se pone en un lugar completamente plano luego la pulpa que resulto del licuado es vaciada en tanque para luego con mucha calma servirla al molde de forma homogénea para que el papel no coja grumo y sea complementa mente uniforme y simétrico.



Figura 6. Vertido de la materia prima en el cernidor. Fuente, Autores del proyecto

Presan para el papel. Después de que la pulpa es vertida en el molde se pasa a una presa manual para que este no se recoja en secado y quede lo más liso y fino posible.

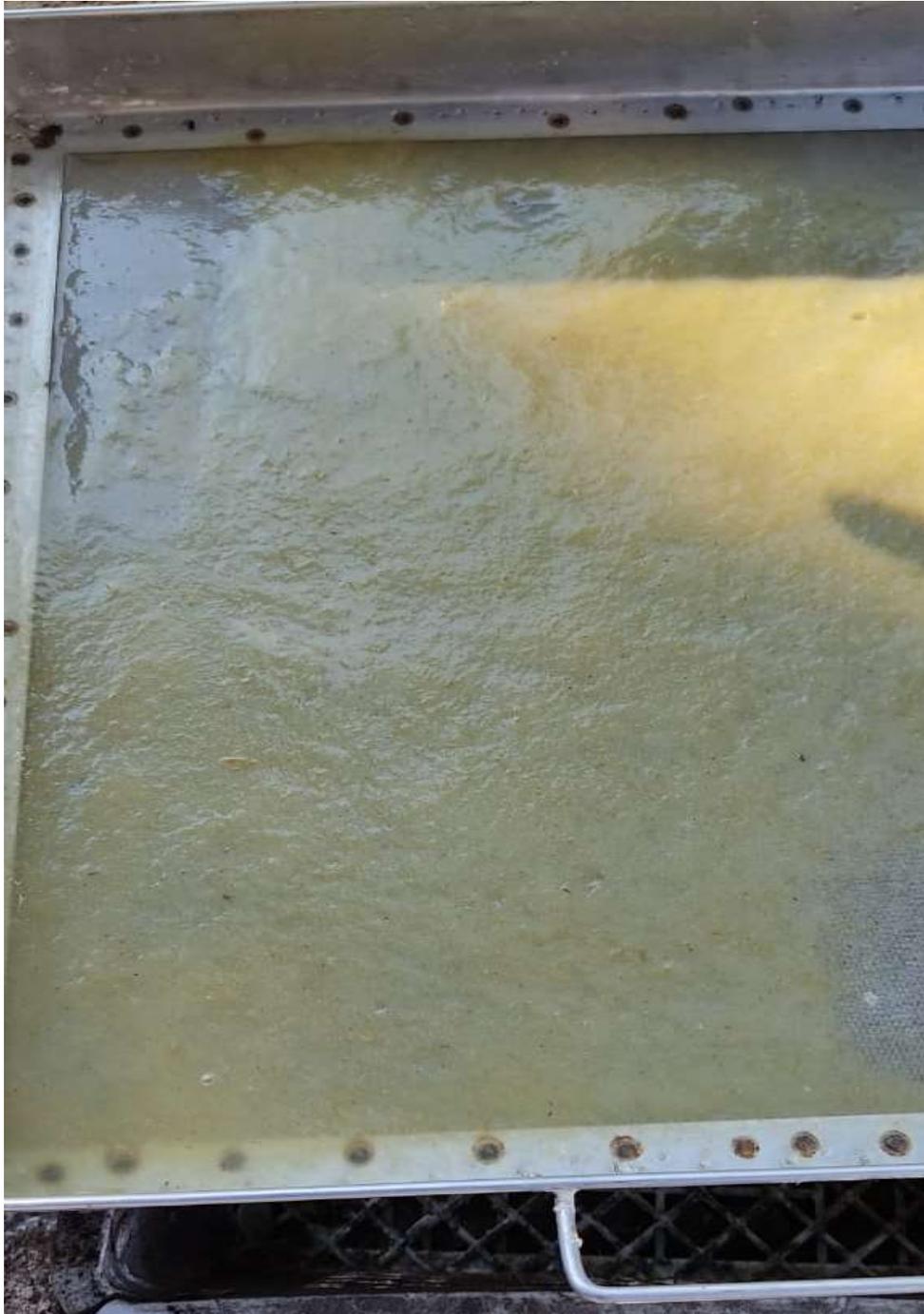


Figura 7. Presan para el papel. Fuente, Autores del proyecto

Secado. Este proceso de secado dura alrededor de 72 horas y se hace en la sombra porque si se seca bajo la luz del sol el papel se vuelve como cartón, muy duro y poco manejable.



Figura 8. Secado. Fuente, Autores del proyecto

Teniendo en cuenta lo anterior se debe resaltar que como este es un producto nuevo en el mercado, por la materia prima que se utiliza y por el proceso como hace, se deben implementar estrategias de comercialización y marketing bastante rigurosas porque a las personas les va a parecer un poco elevado el costo, pero esto será solamente al principio porque la idea es impactar en el mercado y ser pioneros para que las personas tomen conciencia y sean más amigables con el medio ambiente.

Con base en todo lo anterior se debe mencionar que sacar el buchón de agua y ya tenerlo listo para hacer el papel tiene un costo de \$500.000.

Esto se ve reflejado en:

Los jornales de recolección que son \$300.000

Las 2 pipetas de gas para la cocción \$100.000

Proceso de picado un jornal \$50.000

Otros insumos como la luz \$50.000

De otra parte, para la elaboración del papel con la tonelada debe medir 30x30

De una libra de buchón salen dos pliegos de papel de 30x30

Valor de ese par de pliegos de papel es de \$3.500

Ya haciendo la conversión de una tonelada podríamos sacar la suma de \$7'000.000

Si en vez de pliegos para papel se quiere hacer bolsas con el buchón de un tamaño de 20x20, de esa tonelada salen 7.000 bolsas de 20x20

Cada bolsa tiene un valor de \$500 por unidad y por docena queda a \$400 pesos

Las cuales tienen un valor que oscila entre \$2'800.000 y \$3.5000.000.

4.3 Evaluación de la calidad del papel que se elabora a partir del buchón de agua (Eichhornia crassipes)

La composición de la materia prima con la que se crean los distintos papeles determina en gran medida la calidad del mismo. Tanto la apariencia final como también más aún la fuerza y la resistencia del papel dependen en gran medida de la calidad de la materia prima utilizada.

 SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LFR-015			
		Versión: 02			
		Página 1 de 9			
		Vigente desde: 2020/05/			
INFORME FINAL No. 01-21 Informe de ensayos papel artesanal a base de Tarulla 2021-02-10		FECHA EMISIÓN INFORME			
EMPRESA SOLICITANTE: Universidad Francisco de Paula Santander DIRECCION: KDX 219-280 Barrio La Quinta Ocaña Nor Ocaña NIT: 800163130-0 PERSONA A CONTACTAR: Andrés David Trespalacios Garzón y Cristian Fabián Lara López E-MAIL: adtrespalacios@ufpsu.edu.co TELEFONO: (7)5689008					
CÓDIGO	IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM	MÉTODO DE ENSAYO	ACREDITADO SI NO	FECHA DE RECEPCIÓN	EJECI 2021-
438-21	PAPEL ARTESANAL A BASE DE TARULLA	NTC 352	X	2020-12-09	2021-
		NTC 322	X	2020-12-09	2021-
		NTC 358	X	2020-12-09	2021-
		NTC 4260	X	2020-12-09	2021-
		NTC 596	X	2020-12-09	2021-
		NTC 334	X	2020-12-09	2021-
Lugar donde se realizaron los ensayos:		Calle 15 No. 31-42 SENA Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica Laboratorio de pruebas para sustratos, tintas y material impreso.			
Desviaciones, adiciones o exclusiones del método:		Por la cantidad del ítem de ensayo, No se analizó el área especificada en métodos de ensayo.			

	<p style="text-align: center;">SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACION GRAFICA LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS</p> <p style="text-align: center;">INFORME DE RESULTADOS</p>	Código: LFR-015
		Versión: 02
		Página 2 de 9
		Vigente desde: 2020/05/29

Notas:

1. Un ítem de ensayo se define como el Conjunto de unidades de muestreo extraídas de un lote determinado para fines de ensayo.
2. El ensayo se realizó con el ítem de ensayo "Tal como se recibe"
3. Este informe de resultados solo afecta al ítem sometido a ensayo y no debe reproducirse total o parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.
4. Los resultados contenidos en este informe, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los ensayos.
5. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de este informe.
6. **CONFIDENCIALIDAD Y SEGURIDAD:** Este Laboratorio, se compromete a conservar discreción profesional relacionada con la información obtenida con ocasión de los ensayos realizados, de acuerdo con los requerimientos del cliente.
7. Para efectos de reposición, adición o reclamaciones, esta información solo es válida cuando esté impresa y validada por firmas autorizadas, en el documento original emitido por el Laboratorio.
8. Este informe no se debe reproducir parcialmente, ya que para su adecuada interpretación se requiere el contexto completo.
9. **Nota:** Los ítems de ensayo fueron acondicionados mínimo 4 horas antes e iniciar el ensayo conforme con lo indicado en la norma NTC 333: 2013 Atmósferas estándar de acondicionamiento y ensayo para papel, cartón, pulpa y productos relacionados.

	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS	Código: LFR-015
		Versión: 02
		Página 3 de 9
		Vigente desde: 2020/05/29

INFORME DE RESULTADOS

RESULTADOS DE LABORATORIO

GRAMAJE

Ítem de ensayo: Papel artesanal a base de Tarulla

Método de ensayo NTC 352: 2012-09-24 Determinación del gramaje (masa por unidad de área) del papel y cartón, método TAPPI.

Condiciones ambientales durante el ensayo:

Al inicio del ensayo: Humedad Relativa: 54,2% Temperatura: 20,4 °C

Al finalizar el ensayo: Humedad Relativa: 54,4% Temperatura: 20,5 °C

Área del ítem de ensayo usado: 1000 cm² (10 subítems de ensayo de 100 cm² c/u)

ITEM DE ENSAYO	Valores g/m ²				K 95%
	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	
438-21	165,000	101,500	243,900	45,205	2,66
					2,00

ANALIZÓ:

Karin Adriana Rodriguez Vargas

Karin Adriana Rodriguez Vargas
Gestora de Laboratorio

REVISÓ Y APROBÓ

Luz Alsvia Romero

Luz Alsvia Romero
Gestora de Laboratorio (E)



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA
LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS

Código: LFR-015

Versión: 02

Página 4 de 9

Vigente desde: 2020/05/29

INFORME DE RESULTADOS

CALIBRE

Ítem de ensayo: Papel artesanal a base de Tarulia
Método de ensayo NTC 322 2016-11-16 Método para determinar el espesor (calibre) del papel, cartón y cartón combinado
Condiciones ambientales durante el ensayo:
Al inicio del ensayo: Humedad Relativa: 54,3% Temperatura: 20,5°C
Al finalizar el ensayo: Humedad Relativa: 54,4% Temperatura: 20,4°C
Área del ítem de ensayo usado: 10 subítems

ITEM DE ENSAYO	Valores (mm)				K, 95%
	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	
438-21	0.342	0.240	0.477	0.067	2.02

ANALIZÓ:

Karlin Adriana Rodriguez Vargas
Gestora de Laboratorio

REVISÓ Y APROBÓ

Luz Alisvia Romero
Gestora de Laboratorio (E) Laboratorio



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA
LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS

Código: LFR-015

Versión: 02

Página 5 de 9

Vigente desde: 2020/05/29

INFORME DE RESULTADOS

RESISTENCIA AL PLEGADO

Ítem de ensayo: Papel artesanal a base de Tarulla
Método de ensayo NTC 358 2018-04-25 Método para determinar la resistencia del papel al plegado continuo.
Condiciones ambientales durante el ensayo:
Al inicio del ensayo: Humedad Relativa: 51,8% Temperatura: 21,3 °C
Al finalizar el ensayo: Humedad Relativa: 51,8% Temperatura: 21,3 °C
Área del ítem de ensayo usado: 10 subítems / dirección del papel (1,5 cm x 12 cm c/u)

ITEM DE ENSAYO	Valores plegado MIT		
	Promedio	Mínimo	Máximo
Dirección fibra			Desviación estándar
MD	0,31	0,00	1,04
CD	0,40	0,00	0,70
			0,35
			0,23

Observación: el papel y su método de fabricación no permitió determinar con exactitud la dirección de la fibra (MD (dirección fibra) y CD (Dirección contra fibra)).

ANALIZÓ:

Karín Adriana Rodríguez Vargas
Gestora de Laboratorio

REVISÓ Y APROBÓ

Luz Alsivia Romero
Gestora de Laboratorio (E) Laboratorio



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA
LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS

Código: LFR-015

Versión: 02

Página 6 de 9

Vigente desde: 2020/05/29

INFORME DE RESULTADOS

ABSORCIÓN DE AGUA COBB

Ítem de ensayo: Papel artesanal a base de Tarulla
Método de ensayo NTC 596 2019-12-11 Capacidad de absorción de agua en papel, cartón y cartón corrugado.
Condiciones ambientales durante el ensayo:
Al inicio del ensayo: Humedad Relativa: 49,2% Temperatura: 21,4°C
Al finalizar el ensayo: Humedad Relativa: 50,6% Temperatura: 21,0 °C
Área del ítem de ensayo usado: 10 subítems de 100 cm²

ITEM DE ENSAYO	Absorción de agua COBB peso de agua absorbida (g/m ²)		
	Promedio	Mínimo	Máximo
438-21	202,73	84,57	277,89
			Desviación estándar
			77,85

ANALIZÓ:

Karin Adriana Rodriguez Vargas

Karin Adriana Rodriguez Vargas

Gestora de Laboratorio

REVISÓ Y APROBÓ

Luz Alsvia Romero

Luz Alsvia Romero

Gestora de Laboratorio (E) Laboratorio



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA
LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS

Código: LFR-015
Versión: 02
Página 7 de 9
Vigente desde: 2020/05/29

INFORME DE RESULTADOS

ANÁLISIS COLORIMÉTRICO DE PAPEL

Item de ensayo: Papel artesanal a base de Tarulla
Método de ensayo NTC 4260 Productos de papel y cartón, Color del papel y cartón (45/0, C/2)
Condiciones ambientales durante el ensayo:
Al inicio del ensayo: Humedad Relativa: 48,4% Temperatura: 23,1 °C
Al finalizar el ensayo: Humedad Relativa: 48,1% Temperatura: 23,3 °C
Área del ítem de ensayo usado: 10 subítems

ITEM DE ENSAYO	Promedio		Valores de Color L a b				Desviación estándar					
	L	a	b	L	a	b	L	a	B			
438-21	67,20	7,84	21,50	61,92	6,84	19,36	73,43	10,65	23,05	3,28	1,20	1,57

ANALIZÓ:

Karin Adriana Rodriguez Vargas

Karin Adriana Rodriguez Vargas
Gestora de Laboratorio

REVISÓ Y APROBÓ

Luz Alsvia Romero

Luz Alsvia Romero
Gestora de Laboratorio (E) Laboratorio



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA
LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS

Código: LFR-015

Versión: 02

Página 8 de 9

Vigente desde: 2020/05/29

INFORME DE RESULTADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

Ítem de ensayo: Papel artesanal a base de Tarulla
Método de ensayo NTC 334: 2016-06-20 Método para determinar la humedad en papel y cartón.
Condiciones ambientales durante el ensayo:
Al inicio del ensayo: Humedad Relativa: 50,4% Temperatura: 20,7 °C
Al finalizar el ensayo: Humedad Relativa: 49,5% Temperatura: 22,2 °C
Ítem de ensayo usado: 3 subítems

ITEM DE ENSAYO	% Humedad		
	Promedio	Mínimo	Máximo
438-21	9,80	9,70	9,88
			Desviación estándar 0,09

ANALIZÓ:

Karin Adriana Rodríguez Vargas
Gestora de Laboratorio

REVISÓ Y APROBÓ

Luz Alsvia Romero
Gestora de Laboratorio (E) Laboratorio

	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO PARA LA INDUSTRIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS INFORME DE RESULTADOS	Código: LFR-015
		Versión: 02
		Página 9 de 9
		Vigente desde: 2020/05/29
OBSERVACIONES: Ninguna.		
.....FIN DEL INFORME.....		

Laboratorio de pruebas y ensayos del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica
Calle 15 No. 31-42, Bogotá-Colombia. Tel: (57-1) 5960100 ext.: 15493

Figura 9. Resultados evaluación papel. Fuente. Servicio nacional de aprendizaje SENA

Este informe se desarrolló con el objetivo de apoyar la interpretación de los resultados de la calidad de papel elaborado.

Para lo cual se utilizó el método de ensayo NTC 352; 2012:09:24

Tabla 4
Resultados

Proceso	Concepto	Peso	Característica	Importancia	Método
Gramaje	Determinación del (masa por unidad de área) del papel y cartón (método TAPPI).	El gramaje de un papel se define como el peso en gramos de 1 metro cuadrado (g/m ²).	La humedad relativa: Ya que el papel por ser un producto higroscópico tiende a absorber el exceso de humedad del medio ambiente.	La mayoría del papel se compra y vende de acuerdo con su masa por unidad de área, por lo tanto, el gramaje tiene gran importancia tanto para el consumidor como para el productor al definir el precio. Los valores de muchas propiedades físicas como resistencia a la rotura, espesor y volumen (Bulk) se interpretan y especifican con relación al gramaje. El gramaje también se usa para calcular las propiedades de resistencia y por tanto la medida adecuada del peso base es crítica para el cálculo correcto de estas propiedades.	NTC 322; 2016:11:16
Calibre de un papel se define como la distancia perpendicular entre las dos caras del papel. Este método incluye la medición del espesor de una	Método para determinar el espesor (calibre) del papel, cartón y cartón combinado	El ensayo es útil para propósitos de investigación, controles rutinarios, diseño de productos para uso final, y para ensayos de aceptación de	Las variaciones en el espesor también son importantes para papeles y cartones usados para propósitos mecánicos.	El espesor es una propiedad importante en el papel, cartón y cartón combinado.	NTC 358; 2018:04:25

Tabla 4. (Continuación)

hoja individual de papel, cartón o cartón combinado, mediante el uso de un micrómetro operado automáticamente, cuando se aplica una carga estática especificada durante un tiempo mínimo especificado.		conformidad con especificaciones.			
Papel y cartón	Método para determinar la resistencia del papel al plegado continuo (probador MIT).	15 mm de ancho bajo la tensión estándar de 9,81 N (1Kgf).	La resistencia al plegado continuo, se define como el logaritmo (en base 10) del número de pliegues dobles requeridos para romper el papel cuando se ensaya una tira de este material de	Los ensayos de resistencia al plegado continuo se han usado para estimar la aptitud de un papel para soportar repetidamente el doblado, plegado y quebrado. La resistencia al plagado continuo también ha sido útil para medir el deterioro del papel con el envejecimiento.	NTC 596; 2019:12:11
Determinación de la capacidad de absorción de agua en papel, cartón y cartón corrugado encolados (no absorbentes). Método Cobb.	Se define como la capacidad de absorción de agua (Valor Cobb). Masa de agua absorbida durante un tiempo específico. Se define como el porcentaje en peso de agua en la masa total de la pulpa, papel o	Por 1 m2 de papel, cartón, o cartón corrugado bajo 1 cm de agua.	La humedad es importante por razones económicas y por su efecto sobre aspectos tales como la calidad de impresión, el encogimiento, la variación dimensional, la resistencia física y la funcionalidad del papel.	La capacidad de absorción de agua está en función de diversas características del papel o cartón. Tales como el encolado, la porosidad, etc. Este método es aplicable generalmente a papeles encolados, cartón y cartón corrugado, pero no es recomendado como una prueba de encolado para papeles de escritura.	NTC 334; 2016:06:20 NTC 4260; 2017:04:19

Tabla 4. (Continuación)

cartón.

El procedimiento se aplica a la pulpa, papel, cartón y los productos del papel diferentes a los que tienen cantidades significativas de materiales distintos del agua y que son volátiles a menos de 107°C o se degradan por encima de 103°C.

Nota. Criterios permisibles decreto 703 del 2018. Fuente Ministerio del Medio Ambiente

Interpretación de resultados de laboratorio de pruebas y ensayos del papel a base de Tarulla. Productos de papel y cartón. Color del papel y cartón (45/0. C/2). Se define como la medida en términos de coordenadas CIE L^* , a^* , b^* , L,a,b , L^*,a^*,b^* Estos símbolos se designan valores de color de la siguiente forma: L , L^* representa la luminosidad creciente desde cero para negro, hasta 100 para blanco perfecto; a , a^* representa la condición de rojo cuando son positivos, la condición de verde cuando son negativos; y b b^* representan la condición de amarillo cuando son positivos y la condición de azul cuando son negativos. Cuando a^* y b^* son simultáneamente cero, representan el gris.

Como observación general para todos los ensayos realizados, La muestra analizada tiene una alta variación en todas las características, lo que afecta la uniformidad en sus comportamientos con altas desviaciones.

Importancia. La apariencia del color del papel y del cartón es importante por su valor estético en la comercialización de productos empacados, como ayuda en la distribución de formas con pliegues múltiples, para diferenciar páginas o secciones de literatura pública, trabajos artísticos y muchas otras aplicaciones.

Una definición numérica del color es esencial para un buen control de calidad y para las relaciones cliente – proveedor.

Gramaje. En el gramaje no fue homogéneo ya que el papel es elaborado artesanalmente esto lo podemos evidenciar en los resultados arrojados ya que el promedio se aleja mucho de los máximos y mínimos lo cual lo ratifica la desviación estándar que es un elevada. Para corregir el gramaje ya tiene que ser con un proceso de estandarización para el papel y de ahí se define el uso del papel.

Calibre. El papel presento diferentes espesores ya que es un papel elaborado artesanalmente y no es estandarizados por la general tiene unas partes más gruesas que otras por ende no es un papel homogéneo, este solo se ve reflejado mediante un análisis de laboratorio ya que visualmente se ve homogéneo, esta condición hace que el papel no pase por una impresora convencional ya que no es homogéneo en todos sus lados.

Resistencia al plegado. La resistencia al plegado es cuantas veces el papel puede ser abierto y cerrado lo cual en esta prueba nos arrojó que el máximo de pliegues fue 11 y el mínimo 1, para interpretar los resultados de resistencia al plegado de promedio, mínimos y máximos se pone el logaritmo natural del número de pliegues.

$$\text{Máximo } 11 = \text{Log}(11) = 1,04$$

$$\text{Mínimo } 1 = \text{Log}(1) = 0$$

Absorción de agua cobb. Esta prueba se realiza sobre 100cm^2 de material por contacto con la superficie, en los valores arrojados notamos que el papel absorbe mucha agua, más que su propio peso. es decir, si es papel se pone a la humedad del medio ambiente este la absorbe

rápidamente esto se da gracias al encolado del papel lo cual es el pegante que se utiliza para que la fibra se compacte rápido.

Análisis colorimétrico de papel. Este análisis es para el color de papel lo cual es interpretado por tres letras l , a , b cabe resaltar que el papel cambio de color de lote a lote ya que no está estandarizado.

L= Que Tan Claro U Oscuro Está El Papel

100 % = Blanco

0% = Negro

A = Contenido de rojo y verde

Va de positivo a negativo

Rojo cuando es positivo

Verde cuando es negativo

B= Contendió de Amarillo y Azul

Amarillo cuando son positivos

Azul cuando son negativos

Lo cual para esta prueba el papel presento un color claro rojizo amarillento

Contenido de humedad (%). Este fue el parámetro donde presento más normalidad en la humedad ya que el papel no presenta un recubrimiento como tal que lo proteja de esta y que también no tiene un encolado definido. Estando los anteriores valores reflejados en la tabla 4, como también la humedad es el % de agua en relación con la masa del papel.

Capítulo 5. Conclusiones

Mediante el análisis del estado actual del lago 1 de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se pudo determinar las condiciones de la calidad del agua, en dicho depósito de agua, siendo óptimas para el cultivo del buchón de agua, de igual forma esta planta no ha generado un impacto fuerte en las condiciones del lago porque a pesar de que la especie se encuentra presente en el lago, las condiciones físico-químicas se mantienen en los niveles permisibles para el desarrollo de la vida acuática.

El papel que se elaboró a base de tarulla tiene la ventaja de ser moldeado al gusto de cada cliente con texturas, calibres y colores diferentes para ser usado por ejemplo en la elaboración de bolsas de papel de diferentes tamaños, así mismo como agendas telefónicas ya que es de excelente calidad y tiene una larga durabilidad.

Con los datos obtenidos sobre los análisis necesarios para la elaboración del papel ecológico a partir del buchón de agua, se pudo determinar que el producto es de buena calidad por las condiciones presentes en él, siendo elaborado de una planta que su composición es práctica agua, pasando por un largo proceso de fabricación, de igual forma, no se puede desconocer que el papel no es perfecto ya que tiene varias falencias, como es que su elaboración es artesanal con lo que se busca ser una alternativa para la protección del medio ambiente dejando de un lado el papel elaborado a base de madera.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda que la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, haga un monitoreo constate al lago I, para ver si las condiciones físico químicas del mismo cambian o se mantiene a medida del que el buchón va creciendo, de igual forma se sugiere estar extrayendo la especie para evitar que en un futuro no muy lejano el desarrollo de la vida acuática del lago se vea afectado.

En cuanto a la elaborar el papel ecológico mediante el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), se pudo concluir que basados en la necesidad de cuidar el medio ambiente en donde se subsiste, reduciendo el consumo de nuevas materias primas, se debe tener en cuenta esta propuesta de fabricación de papel utilizando como materia prima el buchón, es decir, hacer uso de un material que está catalogado como invasor y que daña los cuerpos de agua.

Con este proyecto innovador se pretende motivar a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña a continuar con el trabajo de extensión rural, llegando a lugares donde las poblaciones necesitan de proyectos rentables y sostenibles a lo largo del tiempo, aprovechando especies como el buchón de agua que tiene capacidad de reproducción y un crecimiento acelerado.

De igual manera se recomienda a la Universidad Francisco de paula Santander Ocaña, estandarice el proceso de producción de papel porque con ellos se logra que este producto sea de mejor calidad y su composición no cambie de manera drástica de lote a lote.

Referencias

- Abadía, B. (12 de Mayo de 2019). <https://www.vanguardia.com/mundo/ola-verde/del-buchon-de-agua-salen-libretas-BUVL28056>. Obtenido de del buchón de agua salen libretas.
- Asamblea Nacional Constituyente. 1991. Constitución Política de Colombia. Bogotá
- Corporación Autónoma Regional. (2019). <https://www.car.gov.co/saladeprensa/un-molino-de-papel-para-transformar-de-manera-positiva-el-medio-ambiente>. Obtenido de Un molino de papel para transformar de manera positiva el medio ambiente.
- Cartón, A. (7 de Febrero de 2020). <https://www.ecologiaverde.com/ecosistemas-loticos-que-son-y-ejemplos-2419.html>. Obtenido de Ecosistemas lóticos. P7
- Castro, M. (2016). *Producción para el papel biodegradable a partir del buchón de agua*. Tunja: Universidad de Boyaca.
- Cevagraf. (2018). <https://www.cevagraf.coop/blog/papel-ecologico-y-papel-reciclado/>. Obtenido de papel ecológico y papel reciclado... ¿cuál es la diferencia?
- Cevagraf. (2019). <https://www.cevagraf.coop/blog/papel-ecologico-y-papel-reciclado/>. Obtenido de Papel ecológico y papel reciclado.
- Congreso de la República. 1994, Leyes ambientales expedidas para proteger el medio ambiente. Bogotá.
- Corporación regional de Boyaca. (20 de Septiembre de 2020). *ABC de la especie invasora Buchón de agua (Eichhornia crassipes)*. Obtenido de <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/abc-de-la-especie-invasora-buchon-de-agua-eichhornia-crassipes/>. P.1
- Diario El tiempo. (14 de Febrero de 2017). <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1584427>. Obtenido de Buchón de agua. P 2
- Empresa de Servicios Públicos de Medellín. (19 de Mayo de 2011). <https://www.elmundo.com/noticia/El-buchon-de-agua-un-viejo-conocido-en-los-embalses-de-EPM/376646>. Obtenido de El buchón de agua, un viejo conocido en los embalses de EPM.
- Fernandez, V. (2018). <https://geoinnova.org/blog-territorio/restauracion-ecologica/>. Obtenido de La Restauración Ecológica es clave para la recuperación de ecosistemas degradados.
- Gómez, Luis. 2015. Composición del Buchón de Agua o Eichhornia Crassipe. Bogotá. P 23
- Guevara, M., & Ramírez, L. (2015). *Eichhornia crassipes, su invasividad y potencial*. Cuenca: Revista de Ciencias de la Vida.

- Hernandez, M. (2010). *Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano*. Veracruz: Terra Latinoam vol.28 no.2.
- Hernández, M. (2010). *Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano*.
- Jairo, M. (2016). *Diseño de un humedal artificial con macrofitas como tratamiento para la depuración y reducción de los lixiviados provenientes de las piscinas de lixiviados del parque tecnologico ambiental las Bateas, en Aguachica, Cesar*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- López, William. 2001. Ecosistemas de humedales lenticos en la laguna de Fúquene. Ubate. P 8
- Martinez, M. (2018). *Progresos en el manejo del jacinto de agua (Eichhornia crassipes)*. Chile: FAO.
- Muñoz, A. (2018). *Uso del buchón*. Calí: Universidad del Valle.
- Muñoz, A. P. (2012). *pdf uso del buchón de agua (eichhornia crassipes) por la comunidad*. obtenido de pdf uso del buchón de agua (eichhornia crassipes) por la comunidad: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8442/1/CB-0461355.pdf>
- Muñoz, C. (2018). *El humedal artificial como material educativo para la enseñanza de la fitorremediación con Buchón de Agua (Eichhornia crassipes) en sistemas acuáticos dirigido a los maestros de biología del Distrito*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional .
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2018). *El concepto del desarrollo sostenible*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/x5600s/x5600s05.htm>.
- Ortiz, R. (2017). *Fundación para el desarrollo de la educación regional*. Obtenido de <http://www.mariojavierpacheco.com/wp-content/uploads/2018/11/cartilla-educacion-ambiental-final.pdf>.
- Porras, C. (2017). *Estudio del Buchon de agua*. Bucaramanga: Universidad Abierta y a Distancia. P 7
- Poveda, L. (2017). *Analisis del uso alternativo del Buchon de Agua* . Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Ramirez, R., & Mendieta, J. (2015). *Insectos plagas en plantaciones*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Revista semana . (14 de marzo de 2019). *Semana sostenible* . Obtenido de Semana soostenible : <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/que-es-el-buchon-de-agua-que-se-esta-comiendo-el-rio-cauca/43807>

Sabino, C. (2017). *El proceso de investigación*. Bogotá: Ed. Panamericana,.

Unidad de comunicaciones EPM. (06 de diciembre de 2011). *Boletín informativo* . Obtenido de Boletín informativo :
https://www.epm.com.co/site/Portals/0/medios_de_comunicacion/boletines_de_prensa/buchon_control2011.pdf

Vargas, O. (2011). *Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

Yusti, A. (2015). *Uso del buchón de agua (Eichhornia crassipes) por la comunidad aviar de dos humedales del valle geográfico del Río Cauca, Colombia*. Calí: Universidad del Valle.

Apéndices

Apéndice A. Carta de solicitud



Ocaña, 18/11/2020

Sra.

Adoris Guevara

Subdirectora centro para la industria de la comunicación gráfica (Sena)

Asunto: Carta De Solicitud De Laboratorio De Pruebas Y Ensayos De Sustratos Y Tintas.

Cordial Saludo:

Por medio de la presente yo, Eimer Amaya Amaya, ingeniero ambiental y director de la tesis de grado fabricación de papel ecológico a base del buchón de agua (*Eichhornia crassipes*), desarrollada en la universidad francisco de paula Santander Ocaña por los jóvenes Andrés David trespalacios Garzon y Cristian Fabián Lara López quienes son estudiantes del programa de ingeniería ambiental.

Me dirijo a ustedes de forma respetuosa con el fin de solicitar la ayuda para estos estudiantes en el cumplimiento de uno de los objetivos de su tesis de grado que es la evaluación de este papel por medio de un laboratorio de pruebas y ensayos de sustratos y tintas, para el papel ecológico que ellos están desarrollando, con el menor costo económico posible.

No siendo más me despido y espero su pronta respuesta, gracias por la atención prestada.

Atentamente

Eimer Amaya Amaya.

Correo Electrónico: eamayaa@ufpso.edu.co

Celular: 311 277 27 27

Director De La Tesis Fabricación De Papel Ecológico A Base Del Buchón De Agua (*Eichhornia Crassipes*)



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104

Apéndice B. Recuento fotográfico



Lago I de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Fuente. Autores del proyecto



Recolección de la tarulla
Fuente. Autores del proyecto



Recolección de la tarulla
Fuente. Autores del proyecto

Picado de la tarulla
Fuente. Autores del proyecto





Desmanchado de la tarulla
Fuente. Autores del proyecto



Lavado. Fuente. Autores del proyecto



Vertido en el cernidor. Fuente. Autores del proyecto



Pesado. Fuente. Autores del proyecto



Licudo. Fuente. Autores del proyecto



Cernido. Fuente. Autores del proyecto



Cocido. Fuente. Autores del proyecto



Secado de la tarulla. Fuente. Autores del proyecto





Producto final. Fuente. Autores del proyecto