

EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
DE JUNCO (*Schoenoplectus californicus*) EN LA LAGUNA DE FÚQUENE

Proyecto de Grado

Por:

DIANA PAOLA DIAZ RUIZ

Presentado a la Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio
Ambiente – ECAPMA

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

En cumplimiento parcial de los requisitos para obtener el título de

INGENIERO (A) AMBIENTAL

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.

Octubre de 2018

EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
DE JUNCO (*Schoenoplectus californicus*) EN LA LAGUNA DE FUQUENE

Proyecto de Grado

Por:

DIANA PAOLA DIAZ RUIZ

Presentado a la Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio
Ambiente – ECAPMA

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

En cumplimiento parcial de los requisitos para obtener el título de

INGENIERO (A) AMBIENTAL

Aprobado por:

Asesor **Juan Sebastián Chiriví Salomón**

Jurado **Sonia Ruiz**

Director Programa **Víctor Fabián Forero Ausique**

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Ingeniería Ambiental

Octubre de 2018

i. AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme la existencia, y el don de estar en busca constante del conocimiento y la justicia.

A **mis padres** Fabriciano y Marialibia, por inculcarme la honestidad y el respeto, por darme ejemplo de fortaleza.

A **mis hermanos** Carlos, Martha y John Fredy, por sus consejos, académicos y de la vida, cada uno desde su propio sentir y experiencia.

A **mi hijo** Julián Manuel, ángel de cuerpo y alma, con su infinita curiosidad e ignorancia infantil, ilumina mi camino, te Amo hijo.

A **mi compañero** Fredy, quien ha decidido soñar y trabajar a mi lado, en busca de este y muchos proyectos.

A **mi tutor** Juan Sebastián Chiriví, por su paciencia, disposición e interés en realizar este proyecto conmigo.

A **mis escuelas** Universidad de Cundinamarca y Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, todo lo allí aprendido será aplicado en cada uno de los momentos de la vida y los proyectos emprendidos.

A **la comunidad y artesanos de Fúquene** por su conocimiento innato y por mantener la esperanza.

ii. NOMENCLATURA

SC	<i>Schoenoplectus californicus</i>
PO	<i>Pleurotus ostreatus</i>
CH	Cebada Hidratada
GEI	Gases de Efecto Invernadero

iii. RESUMEN

Este proyecto evalúa alternativas para el aprovechamiento de residuos vegetales de la especie *Schoenoplectus californicus*, de nombre común Junco, que está siendo extraída de la Laguna de Fúquene. Se hace un diagnóstico alrededor del residuo y su impacto ambiental, social y económico. Se identifican y evalúan alternativas actuales y potenciales de uso de SC. Por otro lado, se evalúa práctica y experimentalmente el funcionamiento del residuo de SC para ser usado como sustrato en el cultivo de hongos comestibles, usando la cepa del hongo *Pleurotus ostreatus*. Para esto, se evaluó el porcentaje de colonización de SC por el hongo y la aparición de cuerpos fructíferos en determinado tiempo. Finalmente, se planteó la Propuesta Metodológica para el Plan de Gestión del Aprovechamiento de Residuos de junco, incluyendo estrategias consultadas y validadas en este estudio. Este trabajo brinda bases importantes para la implementación de un plan de gestión de residuos vegetales, aplicado tanto a proyectos de restauración ecológica, como a prácticas de producción limpia dentro de determinado proceso agroindustrial.

Palabras claves: Humedal, biomasa vegetal, lignocelulósico, lignícola, Gestión de residuos lignocelulósicos.

TABLA DE CONTENIDOS

Índice de tablas	6
Índice de imágenes	6
1. Introducción	8
2. Pregunta de Investigación	10
3. Objetivos	10
3.1. Objetivo General	10
3.2. Objetivos Específicos	10
4. Justificación	11
5. Marco conceptual	13
5.1. Laguna de Fúquene	14
5.1.1. Contexto geográfico y socio-económico	14
5.1.2. Marco legal aplicable a la Laguna de Fúquene y a los humedales en Colombia	16
5.2. Junco	19
6. Diagnóstico socio-económico y ambiental del residuo de <i>Schoenoplectus californicus</i> en la laguna de Fúquene	23
6.1. Componente ambiental y de paisaje	23
6.2. Componente socio-económico	27
7. Alternativas para la gestión de residuos lignocelulósicos de <i>Schoenoplectus californicus</i>	27
7.1. Uso Artesanal de las fibras Vegetales	28
7.2. Transformación de fibras vegetales en alimento animal	31
7.3. Aprovechamiento biotecnológico de los residuos	32
8. Metodología	38
8.1. Lugar de muestreo	38
8.2. Percepción social de la problemática ambiental	39
8.3. Evaluación de impactos ambientales	39
8.4. Evaluación de SC para el cultivo de PO	40
8.4.3. Cultivo de PO	41
8.5. Propuesta de ruta metodológica de aprovechamiento de junco	42
9. Resultados	43
9.1. Percepción social de la problemática ambiental	43
9.2. Evaluación de impactos	47
9.3. Cultivo de hongos	47

9.5. Comparación de alternativas.....	57
9.6. Propuesta metodológica para la gestión del aprovechamiento de junco <i>Schoenoplectus Californicus</i>.....	58
9.7. Aplicación, Caso: Feria Agropecuaria e Industrial “Guacheta Produce” .	64
10. Conclusiones	66
11. Recomendaciones	68
12. Anexos	70
12.1. Análisis de varianza para porcentaje de colonización de <i>Pleurotus ostreatus</i> en sustrato de Junco <i>Schoenoplectus californicus</i> y Cebada Hidratada	
70	
12.2. Desarrollo de la <i>Entrevista no Estructurada</i> a la comunidad	71
Bibliografía	74

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MARCO LEGAL DE HUMEDALES CON ÉNFASIS EN LA LAGUNA DE FÚQUENE (INSTITUTO HUMBOLDT).....	16
TABLA 2. COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DE <i>SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS</i> EN DIFERENTES ESTADOS DE MADURACIÓN (ROQUE ET AL, 2000).....	21
TABLA 3. COMPOSICIÓN BIOPOLIMÉRICA DE <i>SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS</i> (QUIROZ, 2007).....	21
TABLA 4. COMPOSICIÓN MINERAL DE <i>SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS</i> . FUENTE: COLLOR 1980.....	21
TABLA 5. ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL ESPEJO DE AGUA EN LA LAGUNA DE FÚQUENE PARA EL PERIODO DE 1985 A 2015. FUENTE: GONZÁLEZ B, N. GONZÁLEZ M, A. 2015 MANIZALES. COLOMBIA	24
TABLA 6. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA COBERTURA VEGETAL AÑO 2012.	24
TABLA 7. CANTIDAD DE OBRA DE ADECUACION HIDRAULICA DE LA LAGUNA DE FÚQUENE (CAR, 2009).....	26
TABLA 8. CLASIFICACION POR GÉNERO DE LA POBLACION ARTESANA DE FÚQUENE.....	30
TABLA 9. CLASIFICACION POR NIVEL EDUCATIVO DE LA POBLACIÓN ARTESANA DE FÚQUENE.....	31
TABLA 10. CLASIFICACION POR ORIGEN DE LA POBLACIÓN ARTESANA DE FÚQUENE	31
TABLA 11. COMPOSICION DEL MEDIO DE CULTIVO	42
TABLA 12 CUADRO COMPARATIVO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ACTIVIDAD ARTESANAL	46
TABLA 13. MATRIZ DE LEOPOLD PARA IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS RESIDUOS DE SC	47
TABLA 14. PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN DE PO EN EL SUSTRATO DE SC EN EL TIEMPO	50
TABLA 15. CUADRO COMPARATIVO ENTRE <i>SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS</i> (SC) Y CEBADA HIDRATADA (CH)	53
TABLA 16. GENERALIDADES DE LOS PROCESOS Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	62

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 LAGUNA DE FÚQUENE. FUENTE: DIARIO LA VILLA (2016). URL: HTTP://LAVILLA.COM.CO/PORTAL/2016/01/21/A-FUQUENE-LE-HACE-FALTA-FU-2/	8
IMAGEN 2 . APORTE HÍDRICO POR SUBCUENCAS AFERENTES A LA LAGUNA DE FÚQUENE. (FRANCO L., 2011)	15
IMAGEN 3 EJEMPLAR ADULTO DE <i>SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS</i>	19
IMAGEN 4 MORFOLOGÍA DE <i>SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS</i>	20
IMAGEN 5 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PLANTAS EN LA LAGUNA DE FÚQUENE EN EL AÑO 2006. FUENTE: CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL,	

REPUBLICA DE COLOMBIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. CONPES 3451.	23
IMAGEN 6 CLASIFICACION DEL CAMBIO EN LA COBERTURA DEL ESPEJO DE AGUA EN LA LAGUNA DE FUQUENE A. AÑO 1985, B. AÑO 2000. C. AÑO 2015 (GONZÁLEZ, 2015) ..	25
IMAGEN 7 ACTIVIDADES DE ADECUACION HIDRAULICA EN LA LAGUNA DE FÚQUENE	26
IMAGEN 8 PRODUCTOS DE ARTESANÍAS HECHOS CON JUNCO.	29
IMAGEN 9. DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE ARTESANÍAS A PARTIR DE JUNCO.	29
IMAGEN 10. ESQUEMA DE LAS ETAPAS DE OBTENCIÓN DE BIOETANOL 2G (DIEZ, 2013) .	34
IMAGEN 11. PLEUROTUS OSTREATUS. MORFOLOGÍA.....	36
IMAGEN 12 ESQUEMA BASICO DE LA ACCION ENZIMATICA SOBRE LA LIGNINA (MAYER, 2002).....	37
IMAGEN 13. UBICACIÓN AREA DE ESTUDIO. FUENTE: GOOGLE EARTH 2018.....	39
IMAGEN 14 JUNCO SC MOLIDO SIN SEDIMENTO.....	40
IMAGEN 15. JUNCO RETIRADO DE LA SUPERFICIE DE LA LAGUNA. FUENTE: EL AUTOR	44
IMAGEN 16 SEDIMENTO RETIRADO DE LA LAGUNA Y LAGUNA DE LODOS. FUENTE: EL AUTOR	44
IMAGEN 17. PRE-INÓCULO DE <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i>	48
IMAGEN 18. CAMBIOS EN LA DENSIDAD DEL MICELIO DE PO EN 11, 20 Y 37 DÍAS.....	49
IMAGEN 19 CUERPO FRUCTUFERO AL INTERIOR DEL FRASCO	49
IMAGEN 20. CRECIMIENTO MICELIAL DE PO EN JUNCO SC CON RELACIÓN AL TIEMPO.....	50
IMAGEN 21 PRUEBA DE CULTIVO DE <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i> EN BOLSAS	51
IMAGEN 22 APARICIÓN DE CUERPOS FRUCTIFEROS, (DE ARRIBA ABAJO, M1, M2, M3)	52
IMAGEN 23. CRECIMIENTO MICELIAL DE PO EN JUNCO SC, FRENTE A CEBADA HIDRATADA EJE Y, PORCENTAJE DE COLONIZACION, EJE X. TIEMPO EN DÍAS	53
IMAGEN 24 VARIABLE HUMEDAD EN EL CULTIVO DE PLEUROTUS OSTREATUS	55
IMAGEN 25 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS JUNCO. LINK PARA VER EN PADLET: HTTPS://PADLET.COM/NANADJ1125/8W4GOUGTF3DK	58
IMAGEN 26. PROCEDIMIENTO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE SC, EN ALIMENTO PARA CUYES.....	61
IMAGEN 27. PROCESO BÁSICO DE CULTIVO DE HONGOS LIGNICOLAS.....	62
IMAGEN 28. RUTA METODOLÓGICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE JUNCO	63
IMAGEN 29. PRESENTACIÓN Y MUESTRA GASTRONÓMICA DE <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i> . AL ALCALDE DEL MUNICIPIO DE GUACHETA.....	64
IMAGEN 30. EXCIBICION FERIA AGROPECUARIA E INDUSTRIAL GUACHETA PRODUCE, MUESTRA GASTRONOMICA Y ETAPAS DEL CULTIVO DE <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i>	65
IMAGEN 31 FERIA AGROPECUARIA E INDUSTRIAL GUACHETA PRODUCE	65

1. INTRODUCCIÓN

La Laguna de Fúquene es un cuerpo de agua dulce perteneciente al complejo lagunar del valle de Ubaté, conformado por las lagunas de Fúquene, Cucunuba y Palacio, priorizadas por ser reserva hídrica y ecológica de importancia a nivel nacional (CAR, 2017), que albergan diferentes especies animales y vegetales, entre los cuales se encuentra el junco *Schoenoplectus californicus* (SC) (Fundación Humedales, 2010) **(Imagen 1)**. Aproximadamente desde los 80's, la cobertura de SC en las orillas comenzó a expandirse, lo que coincide con el aumento de la contaminación de este recurso hídrico (CAR, 1998). Desde entonces, como consecuencia de los vertimientos agroindustriales y domésticos que son arrojados a la cuenca que la alimenta, y también por el desecamiento resultante de las actividades agropecuarias, los sedimentos y la población de SC han aumentado desmesuradamente (Fundación Humedales, 2010).



IMAGEN 1 LAGUNA DE FÚQUENE. FUENTE: DIARIO LA VILLA (2016). URL: [HTTP://LAVILLA.COM.CO/PORTAL/2016/01/21/A-FUQUENE-LE-HACE-FALTA-FU-2/](http://lavilla.com.co/portal/2016/01/21/a-fuquene-le-hace-falta-fu-2/)

Esta planta, que crece en las áreas poco profundas, es una de las especies que mayor afectación trae a la laguna, contribuyendo a su desaparición¹. Miembros de la comunidad, con el apoyo entidades como la CAR, adelantan desde el año 2010 aproximadamente, intervenciones técnicas de adecuación hidráulica en algunos puntos, que incluyen retirar de forma mecánica (con retroexcavadoras flotantes) y manualmente el exceso de SC que cubre el espejo de agua de la laguna (**Imagen 8**). El material retirado, es arrojado en las orillas o en lotes de propiedad privada que han sido alquilados, y no se le está dando ningún tipo de tratamiento o aprovechamiento, descomponiéndose al aire libre, ocasionando olores molestos y contaminación visual, entre otras consecuencias. Otro método de control que se ha empleado ha sido a través de la quema a cielo abierto en horas de la noche, lo cual genera gases de efecto invernadero como el metano y el CO₂², y por ende, no es una solución sostenible. Con respecto a esta problemática y evidenciando la pérdida de Junco que en su lugar puede ser aprovechado, el objetivo de este proyecto es evaluar las alternativas de aprovechamiento de residuos de Junco SC provenientes de la Laguna de Fúquene.

¹ CAR, *Plan de Manejo Control y Disposición de malezas acuáticas en la Laguna de Fúquene*, Santafé de Bogotá. D.C., 1997, Capítulo V, p. 6. (CAR, 1997)

² FAO, *Estado Mundial de la Agricultura y el Cambio Climático*, Roma, 2016, p, 181. (FAO, 2016)

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué alternativas eficientes de aprovechamiento del residuo de junco extraído como residuo de la Laguna de Fúquene?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las alternativas de aprovechamiento de residuos de junco (*Schoenoplectus californicus*) provenientes de la Laguna de Fúquene.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar un diagnóstico socio-económico y ambiental de la problemática del residuo del junco *Schoenoplectus californicus* proveniente de la laguna de Fúquene.
- Identificar y evaluar las alternativas de aprovechamiento del residuo de junco *Schoenoplectus californicus*.
- Proponer una metodología para la gestión de aprovechamiento de residuo de *Schoenoplectus californicus* proveniente de la laguna de Fúquene.

4. JUSTIFICACIÓN

Atendiendo a la problemática ambiental de la Laguna de Fúquene y en apoyo al Plan de Recuperación que se adelanta (CAR, 2018), es necesario encontrar y aplicar alternativas de manejo y aprovechamiento del residuo de SC que se está generando. A pesar que actualmente es posible aprovechar SC como materia prima de trabajo artesanal, esta planta no puede ser usada para este fin cuando se encuentra en estado de descomposición (Artesanías de Colombia, 2012); lo que es confrontante al sólo poderse aprovechar una parte pequeña de estos residuos, generando afectaciones a nivel ambiental, social y económico a la comunidad aledaña, empresarios, comerciantes y visitantes, debido a la descomposición al aire libre.

Consecuentemente, se plantea este interrogante: ¿Dentro del marco del Plan de recuperación de la laguna, se ha contemplado proyectos enfocados en el manejo del residuo que se generan al ser retirados del espejo de agua, que permitan aprovechamiento efectivo de una manera sostenible? No es suficiente retirar dicho material vegetal del recurso hídrico, es necesario encontrar un uso alternativo al artesanal, y que a través de dicho uso la comunidad obtenga otros beneficios. Existen varias alternativas de aprovechamiento para este material vegetal, debido a sus características físicas-químicas (Quiroz, 2007). Se busca además que dichas alternativas estén acordes con la actividad económica principal de la región, la agroindustria, y/o

sean un complemento de los oficios y actividades productivas que los habitantes ya realizan, que permitan además a la comunidad continuar haciendo uso sostenible de los servicios eco sistémicos que la laguna les ofrece.

5. MARCO CONCEPTUAL

Al querer encontrar alternativas de aprovechamiento del residuo de SC, éste se convierte en un recurso más que provee la laguna a la comunidad, un bien común.

- LAGUNA = SISTEMA DE RECURSOS
- RESIDUO DE JUNCO SC = UNIDAD DE RECURSO

La politóloga estadounidense Elinor Ostrom (1933-2012) propuso en diversos textos la importancia de replantear la manera en como los gobiernos han administrado los bienes comunes proporcionados por los recursos naturales, la cual además de ser poco sustentable ha implementado políticas ambientales sin contar con el consentimiento de la comunidad.

Por otro lado, la administración ambiental en Colombia (Secretaria de Desarrollo Económico, 2008) lleva a cabo el proceso de reconversión productiva en las áreas rurales y el aprovechamiento de servicios eco sistémicos, dentro de este programa se tienen en cuenta las siguientes alternativas:

- Pago por servicios ambientales
- Desarrollo Limpio
- Turismo Sostenible

El pago por servicios ambientales, es una de las primeras alternativas tenidas en cuenta para que la comunidad o los empresarios hagan uso de los bienes y servicios ambientales, sin embargo, ésta no ha sido muy efectiva, pues los pagos son altos y esto conlleva al incumplimiento sistémico y por ende a un enfoque de acción participativa con la comunidad.

5.1. LAGUNA DE FÚQUENE

5.1.1. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y SOCIO-ECONÓMICO

El sistema hídrico de la Laguna de Fúquene se encuentra ubicado en la parte central del Valle de Ubaté, en la cuenca media de los ríos Suarez y Ubaté, a una altura de 2537.72 msnm, limita al norte con el municipio de Chiquinquirá, sus coordenadas geográficas 5° 28' latitud norte y 73° 45' longitud oeste, y cubre un área superficial de 3205.3 hectáreas (CAR, 2006). Es la reserva hídrica de la región, a ella llegan las aguas de las cuencas de Ubaté y Fúquene (270 km²), aguas abajo se une el río Suarez, esta ubicación la convierte en un ecosistema estratégico para la población, en aspectos ecológicos, sociales, culturales y económicos de interés nacional (Fundación Humedales y comunidad de la cuenca del río Fúquene, 2013) **(Imagen 2).**

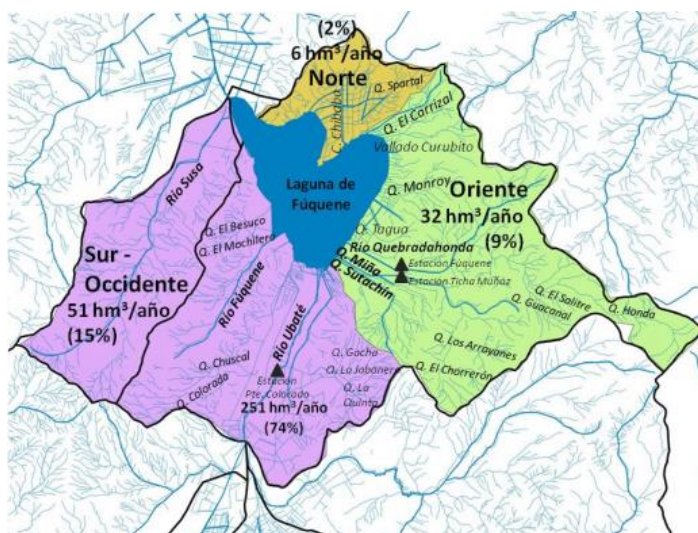


IMAGEN 2 . APORTE HÍDRICO POR SUBCUENCAS AFERENTES A LA LAGUNA DE FÚQUENE. (FRANCO L., 2011)

Según datos de las estaciones climatológicas CAR la temperatura media mensual alrededor de la laguna se encuentra entre los 12.5 °C y los 15.7 °C, la humedad relativa se encuentra entre 73.3 % y 77.8 %, y la precipitación media anual de 867 mm, caudal medio de oferta de la cuenca de 6.5 m³/s y en temporada seca de 4.9 m³/s (González, 2015).

Es el soporte de varias comunidades de aves, reptiles y flora, proporcionando alimento y refugio; adicionalmente, lo es de la población humana que habita alrededor de la cuenca que la alimenta, siendo sus principales usos el abastecimiento de agua para distritos de riego, ganadería, acueductos de uso doméstico, industrial e institucional en áreas urbanas y rurales. Además, para la explotación pesquera, el uso de material vegetal para fabricar artículos artesanales, y ha sido de importancia desde la época de los Muisca, quienes basaron su desarrollo en la agricultura, pues

las características físicas y geográficas de este valle lo hacían aun un territorio muy fértil. Actualmente, el valle de Ubaté es conocido como la despensa lechera del país, gracias al crecimiento del sector de la ganadería.

5.1.2. MARCO LEGAL APLICABLE A LA LAGUNA DE FÚQUENE Y A LOS HUMEDALES EN COLOMBIA

Los esfuerzos por la recuperación de la laguna de Fúquene datan aproximadamente desde el año 1932, puesto que años antes, desde la época de la conquista, el único objetivo de los pobladores era desecar la laguna. En el año 1932, la empresa electro aguas quedó a cargo del cuidado de la laguna, con fines de aprovechamiento hidroeléctrico. Posteriormente, en el año 1961 quedó encargada la comisión de aguas del ministerio de agricultura, en ese mismo año, se creó la corporación autónoma regional de Cundinamarca, entidad que ha estado a cargo de la administración del distrito de riego de la laguna (**CAR, 1998**) (tabla 1)

TABLA 1. MARCO LEGAL DE HUMEDALES CON ÉNFASIS EN LA LAGUNA DE FÚQUENE (**INSTITUTO HUMBOLDT**)

Marco Legal	Descripción
Ley 23 del 19 de febrero de 1987	Con esta ley se le dio facultad al gobierno nacional para emprender la construcción de empresas útiles, con la aprobación de esta ley se creó la empresa Fúquene, la cual tenía como objetivo la creación de desagües y así evitar inundaciones
Art. 6 de la ley 25 de 1921	Permite legalizar ante catastro los predios inundados por la laguna de Fúquene.
Ley 3ª de 1961	Por la cual se crea la Corporación Autónoma de la sabana de Bogotá y los valles Ubaté y Chiquinquirá.

<p>Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar, 2 de febrero de 1971)</p>	<p>La escogencia de humedales de importancia internacional, para iniciar su proceso de recuperación y preservación</p>
<p>357 de 1997 (enero 21)</p>	<p>Por medio de la cual se aprueba la “Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas”, suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de 1971. Art 1A. Apruébase la Convención Ramsar.</p>
<p><i>Humedales Interiores de Colombia: Bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente. 79p.</i></p>	<p>Aportar las bases técnicas que sirvan al MMA para la consulta, concertación y formulación de la Política Nacional de Humedales y para priorizar sus acciones e instrumentos en el marco del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y en sus nexos con otras instancias del gobierno nacional, regional y local, y con la concurrencia de actores de la sociedad civil y las organizaciones no gubernamentales.</p>
<p>Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Resolución 0157 de 2004 (febrero 12)</p>	<p>Por la cual se reglamentan el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar.</p>
<p>Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Resolución 196 de 2006 (1 de febrero)</p>	<p>Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia</p>
<p>Ministerio del Medio Ambiente y Consejo Nacional ambiental. 2002. Política Nacional para humedales interiores de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá</p>	<p>Propender por la conservación y el uso sostenible de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del país.</p>

D.C. 67p.	
Ley 1450 de 2011 (16 de junio)	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014. Artículo 202 DELIMITACIÓN DE ECOSISTEMAS DE PÁRAMO Y HUMEDALES.
Decreto 510 de 2011	Por el cual se adoptan las directrices para la formulación del Plan de Acción para la Atención de la Emergencia y la Mitigación de sus Efectos.
Acuerdo No. 04 de 03 de marzo de 2011.	Se identifica la laguna de Fúquene como uno de los hidrosistemas más vulnerables ante eventos invernales extremos, y específicamente el sector oriental, por poseer jarillones o diques de bajo porte
CONPES No. 3451 del año 2006	Se estableció programa de recuperación de la Laguna de Fúquene, estableciéndose acciones específicas con miras a evitar el acelerado deterioro de esta fuente de vida. Accionar que siempre tuvo como premisa fundamental la recuperación y conservación del ecosistema enfocado dentro de un marco general que vinculara siempre el manejo físico-ambiental con las realidades socioeconómicas derivadas de la influencia de la Laguna de Fúquene como proveedora de agua para consumo humano y riego, como fuente de actividad pesquera, como fuente de recreación ecológica y como fuente vital de seguridad alimentaria ya que bajo su área de influencia se ha desarrollado una de las más pujantes, sino la más, actividades de producción lechera del país.
Acuerdo CAR 018 de 2017	Por medio del cual se declara como Distrito Regional de Manejo el complejo lagunar, Fúquene, Cucunubá y Palacio, ubicado en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional CAR

5.2. JUNCO

Schoenoplectus californicus, comúnmente denominado como Junco en nuestro país pero conocido como Totorá³, se distribuye en América desde el sur de los Estados Unidos hasta la Patagonia, en Colombia se ha encontrado en los departamentos de Boyacá, Cauca, Nariño, Pasto y Putumayo, desde el nivel del mar hasta 2700m (Linares, 2008) **(Imagen 3)**.



IMAGEN 3 EJEMPLAR ADULTO DE SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS.

³Denominación de la especie en otros países andinos (Heredia, 2014)

5.2.1. BIOLOGÍA Y TAXONOMÍA

Pertenece a la familia *Cyperaceae*, es una planta *rizomatosa* (con tallos subterráneos desprovistos de hojas), puede alcanzar hasta los 3 metros de altura, está formada por raíz, tallo y flor; el grosor del tallo en promedio es de 3 cm desde la base, hasta 3 mm en el ápice (**Imagen 4**), sin embargo, su morfología puede variar de una región a otra. Su mayor crecimiento se da en época de lluvia. Es una especie hidrófita emergente que crece en suelos poco profundos inundados de manera temporal o permanente, de texturas finas y con un pH de 4 a 9, tolerante a intensidades de la energía del agua, es decir se puede encontrar en sistemas acuíferos tanto lenticos como loticos (Sabaj, 2011) y es muy resistente al fuego (Fundacion Humedales , 2010).

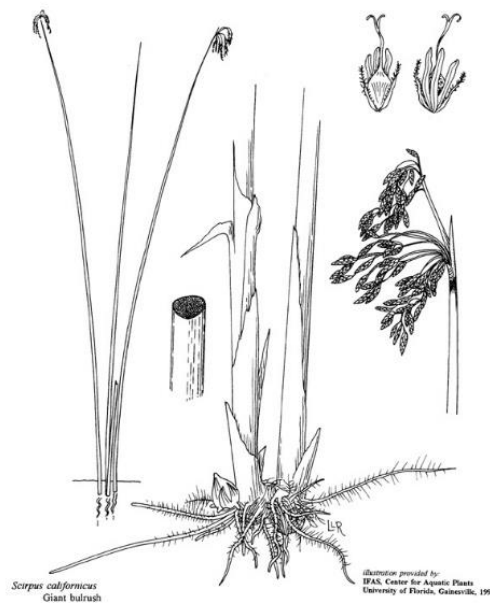


IMAGEN 4 MORFOLOGÍA DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS*.

5.2.2. COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA

El *Schoenoplectus californicus* fresco es una planta de alta humedad, que se va reduciendo tras su maduración. En las siguientes tablas se muestra su composición bioquímica general, biopolimérica y mineral (**Tabla 2-4**). La característica principal de las fibras vegetales de SC, que la hace tan persistente y resistente en el medio ambiente, es su contenido de lignina, un biopolímero complejo, difícil de degradar⁴.

TABLA 2. COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS* EN DIFERENTES ESTADOS DE MADURACIÓN (ROQUE ET AL, 2000)

Composición	Tierna	Madura
HUMEDAD	82.7	78.7
GRASA BRUTA	1.50	1.80
FIBRA DETERGENTE NEUTRA	70.2	70.7
FIBRA DETERGENTE ÁCIDO	44.9	51.7
PROTEINA CRUDA	10.5	6.5
CENZA TOTAL	7.2	9.1
CARBOHIDRATOS NO FIBROSOS	10.6	11.9

TABLA 3. COMPOSICIÓN BIOPOLIMÉRICA DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS* (QUIROZ, 2007).

Composición	Porcentaje
Hemicelulosa	30.71
x-celulosa	66.79
Lignina	27.8

TABLA 4. COMPOSICIÓN MINERAL DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS*. FUENTE: COLLOR 1980.

Macro elementos %		Micro elementos (ppm)	
Calcio	0.9	Hierro	950
Fosforo	0.2	Cobre	5.5
Magnesio	0.2	Manganeso	97

⁴ Chávez-Sifontes, M., & Domine, M. *LIGNINA, ESTRUCTURA Y APLICACIONES: MÉTODOS DE DESPOLIMERIZACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE DERIVADOS AROMÁTICOS DE INTERÉS INDUSTRIAL*. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, (Chávez-Sifontes, 2013) p. 17.

Sodio	2.5	Zinc	14.5
Potasio	5.8	Boro	160
Azufre	0.7	(SiO ₂) %	0.8

5.2.3. ECOLOGÍA

En los ecosistemas de humedal, SC tiene una gran importancia ambiental, pues ha sido considerada benéfica al ser purificadora de sus aguas (Fundacion Humedales , 2010). Tras su descomposición forma islas en donde la fauna y flora habitan. Naturalmente se descompone en los humedales, se queda flotando en la superficie y se mezcla con restos de materia orgánica que se forma, así da lugar a una gran masa que va flotando por acción del gas metano que no permite que se hunda. Este fenómeno natural fue aprovechado por los indígenas en el lago Titicaca para construir artificialmente las islas flotantes en donde habitan, igualmente usaban SC para construir sus casas, accesorios y algunos utensilios. Esta actividad fue heredada por las diferentes comunidades indígenas a lo largo de la región Andina, llegando hasta hoy, donde en lugares como Fúquene se practica la actividad artesanal, usando Junco y otras fibras vegetales que provee la laguna (Fundación Humedales, 2010).

6. DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL RESIDUO DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS* EN LA LAGUNA DE FÚQUENE

6.1. COMPONENTE AMBIENTAL Y DE PAISAJE

Para el año 2006, las plantas acuáticas más prevalentes en la laguna de Fúquene fueron: la *Egeria densa* (luchecillo) de las plantas sumergidas, la *Eichornia crassipes* (buchón) de las plantas flotantes, y la *Schoenolectus californicus* (junco) y *Typha angustifolia* (catleya) de las plantas emergentes (González, 2015) **(Imagen 5)**.

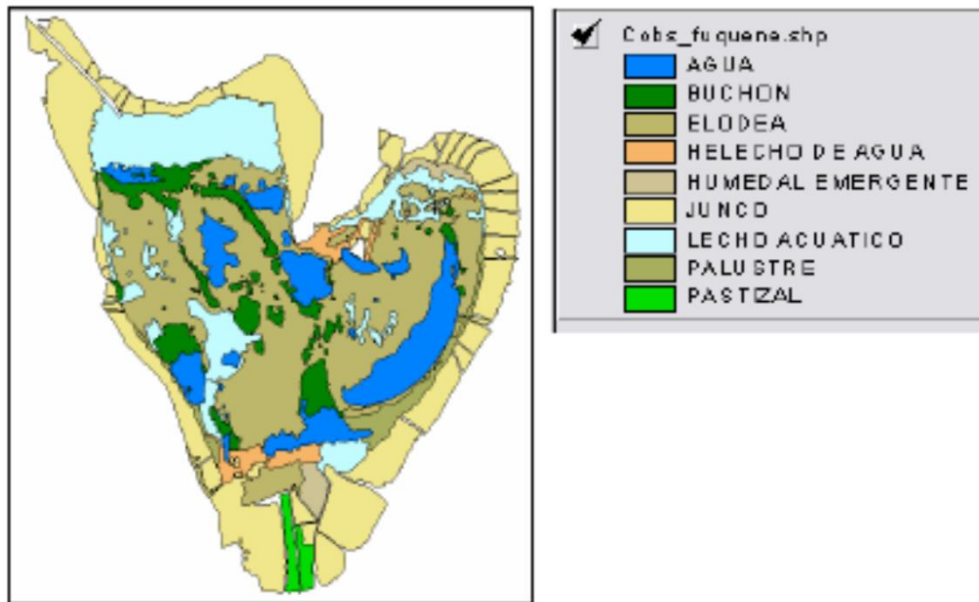


IMAGEN 5 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PLANTAS EN LA LAGUNA DE FÚQUENE EN EL AÑO 2006. FUENTE: CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL, REPUBLICA DE COLOMBIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. CONPES 3451.

El área de las plantas acuáticas se propaga a gran velocidad, incrementándose anualmente en 50.4 hectáreas, especialmente en

temporada de lluvia. De esta manera, se puede ver como la población de las plantas emergentes como SC aumento entre los años 2006 y 2012 casi en un 20 % (Alcaldía de Fúquene, 2014) (González, 2015) **(Tablas 5)**.

TABLA 5. ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL ESPEJO DE AGUA EN LA LAGUNA DE FÚQUENE PARA EL PERIODO DE 1985 A 2015. FUENTE: GONZÁLEZ B, N. GONZÁLEZ M, A. 2015 MANIZALES. COLOMBIA

Área en (Ha) invadida por la maleza acuática año 2006 en la laguna de Fúquene		
Clasificación	Área en (Ha)	Porcentaje
Planta sumergida	1200	40
Planta emergentes	900	30
Planta flotantes	700	23,3
Espejo de agua	200	6,7
Total	2.800	100

Según último reporte encontrado, emitido por Planeación y Ejecución del municipio de Fúquene, para el año 2012 esta distribución cambio de la siguiente manera **(Tabla 6)**:

TABLA 6. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA COBERTURA VEGETAL AÑO 2012.

Fuente: Alcaldía de Fúquene. http://www.fuquene-cundinamarca.gov.co/index.shtml?apc=gjxx--2953216&sh_itm=49b6531645a3c94e6f06fa55dc3c3994&all_ids=1

Área en (Ha) invadida por la maleza acuática año 2012 en la laguna de Fúquene		
Clasificación	Área en (Ha)	%
Planta emergente	1.284	43.39
Planta flotante	867, 29	29,3
Planta sumergida	649, 21	21,94
Espejo de agua	159,5	5,39
Total	2.959.1	100

En relación a este evento, el análisis multitemporal de la pérdida del espejo de agua de la laguna realizado para un periodo comprendido entre los años 1985 a 2015, se puede estimar la manera como poco a poco se ha disminuido su área durante estos 30 años (González, 2015) **(Imagen 6).**

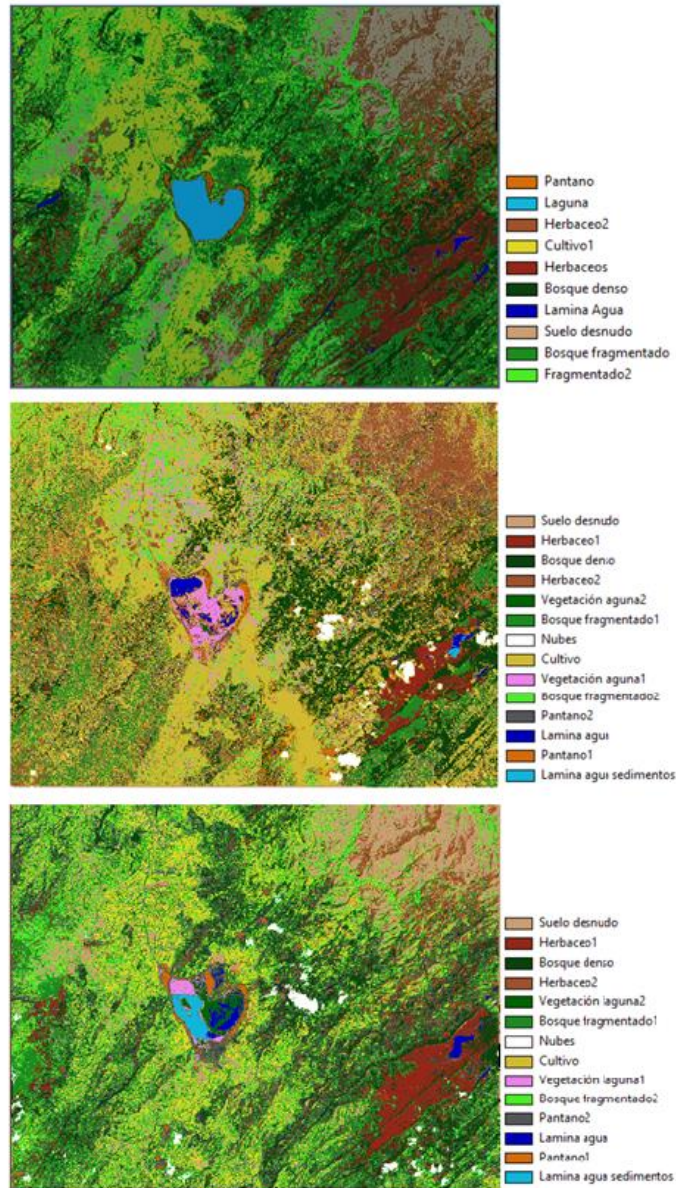


IMAGEN 6 CLASIFICACION DEL CAMBIO EN LA COBERTURA DEL ESPEJO DE AGUA EN LA LAGUNA DE FUQUENE A. AÑO 1985, B. AÑO 2000. C. AÑO 2015 (GONZÁLEZ, 2015)

Hace más de una década la entidad encargada viene adelantando acciones encaminadas hacia la recuperación del espejo de agua de la laguna de Fúquene (CAR, 2008). Para el año 2013 en convenio con el Fondo Nacional para la Gestión del Riesgo se da inicio a las labores de adecuación hidráulica el cual ubicaría varios frentes de trabajo alrededor de su ronda **(Tabla 7)** (CAR, 2013).

TABLA 7. CANTIDAD DE OBRA DE ADECUACION HIDRAULICA DE LA LAGUNA DE FÚQUENE **(CAR, 2009)**

Descripción	Unidad
Dragado limpieza y remoción de maleza acuática tipo junco, elodea, buchón etc. en el anillo perimetral de la laguna de Fúquene sector de San Miguel de Sema y Fúquene.	Ha
Disposición de material residual del dragado limpieza y remoción de maleza acuática tipo junco, elodea, buchón, entre otros en el anillo perimetral de la laguna de Fúquene sector de San Miguel de Sema y Fúquene.	m ³



IMAGEN 7 ACTIVIDADES DE ADECUACION HIDRAULICA EN LA LAGUNA DE FÚQUENE

6.2. COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO

Alrededor de la Laguna de Fúquene se han construido no solo una posibilidad de sustento económico, sino también una serie de vivencias, anécdotas e historias que vale la pena reconocer y rescatar. La actividad económica principal del sector es la agricultura y la ganadería, sin embargo la actividad turística también es importante (Alcaldía de Fúquene, 2016). El uso más común que se le ha dado al Junco SC que se retira de la laguna, es el artesanal.

Con la pérdida del espejo de agua de la laguna, poco a poco se ha perdido la navegabilidad y la vista cada vez es menos agradable, por lo cual el sector turístico y las entidades gubernamentales se unieron para dar continuidad a este proyecto de Adecuación Hidráulica de la Laguna de Fúquene y así mejorar las condiciones ambientales de la laguna, y recuperar el atractivo turístico que caracteriza este sector (Alcaldia de Fuquene, 2008), cap, 7, p. 34.

7. ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS*

La lignina es el segundo biopolímero más abundante en la naturaleza, presente en fibras vegetales como el junco, el maíz, la caña, entre otros; sus diferentes mecanismos de degradación, permiten que ciertos

residuos de la agroindustria puedan ser reutilizados y aprovechados para obtener otros productos (Chávez-Sifontes, 2013). A través de una revisión bibliográfica, se encuentra que existen otro tipo de alternativas de aprovechamiento de estos residuos aun no exploradas, que pueden convertirse en un complemento a las actividades agrícolas cotidianas, mejorando los procedimientos actuales y contribuyendo a la disminución en la pérdida de materias primas.

7.1. USO ARTESANAL DE LAS FIBRAS VEGETALES

7.1.1. PROCEDIMIENTO

El municipio de Fúquene es conocido por la tradición que tiene sus habitantes de elaborar artesanías, tradición heredada de las tribus indígenas que habitaron esta región alrededor de la laguna, que provee fibras vegetales como el Junco y la Enea la materia prima necesaria para ser transformada en diferentes artículos artesanales (Fundacion Humedales, s.f.)

(Imagen 8).



IMAGEN 8 PRODUCTOS DE ARTESANÍAS HECHOS CON JUNCO.

En este procedimiento los artesanos desprenden manualmente los tallos de eje de inflorescencia del junco, este no se corta desde la raíz, para no dañar la planta y garantizar su posterior crecimiento (Artesanías de Colombia, 2012) (**Imagen 9**).



IMAGEN 9. DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE ARTESANÍAS A PARTIR DE JUNCO.

Dentro del proceso de transformación de las fibras en artesanías hay salida de residuos. El residuo en la *etapa de preselección* se genera del material vegetal que se descompone dentro de la laguna, o es arrancado durante el proceso de limpieza que se está llevando a cabo, también se genera debido a las malas prácticas de almacenamiento post recolecta, este presenta baja calidad estética y sanitaria causadas por la presencia de microorganismos artrópodos (Artesanías de Colombia, 2012). En la etapa de fabricación se genera un residuo menor como trazas o tiras sobrantes.

7.1.2. ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICO DEL SECTOR ARTESANAL

Actualmente en el municipio no existen registros actualizados del mercado artesanal del junco, sin embargo, Artesanías de Colombia adelanta un proyecto junto con el DANE para actualizar la base de datos de este sector a nivel nacional y se espera poder acceder a una caracterización más específica (Sistema de Información para la Artesanía, s.f.). Se sabe que esta actividad es básicamente de carácter familiar, de un total de 49 artesanos se obtiene los datos de las tablas 7, 8 y 9 (SINIC, 2012)

TABLA 8. CLASIFICACION POR GÉNERO DE LA POBLACION ARTESANA DE FÚQUENE

Clasificación	Cantidad	Porcentaje
Mujeres	25	51,2
Hombres	24	48,9
Total	49	100

TABLA 9. CLASIFICACION POR NIVEL EDUCATIVO DE LA POBLACIÓN ARTESANA DE FÚQUENE

Clasificación	Cantidad	Porcentaje
Cursaron Primaria Incompleta	33	66,7
Cursaron Primaria	9	17,5
No han recibido educación	7	15,68
Total	49	100

TABLA 10. CLASIFICACION POR ORIGEN DE LA POBLACIÓN ARTESANA DE FÚQUENE

Clasificación	Cantidad	Porcentaje
Oriundos	42	85,7
De otras partes del d/to	4	8,1
De otras partes	3	6,2
Total	49	100

El carácter informal de este oficio, se debe un poco a la falta de organización de los artesanos en el municipio de Fúquene, quienes son algo escépticos a trabajar como una asociación (Alcaldía de Fúquene, 2016)

7.2. TRANSFORMACIÓN DE FIBRAS VEGETALES EN ALIMENTO ANIMAL

Algunos animales de pastoreo o roedores pueden alimentarse de fibras vegetales como la planta de SC; en su estado natural, es decir sin un pre tratamiento, estos prefieren las partes más finas, el resto de la planta no es de su agrado. Para que el SC, sea consumido y que además la digestibilidad de la proteína y carbohidratos aportados sea más eficiente y

no afecte el tránsito intestinal del animal, éste se debe someter a un pre-tratamiento para degradar la lignocelulosa presente (Castro Bedriñana, 2017), y/o mezclarse con otras fibras convencionales como la alfalfa (Avalos, 2015). Algunos estudios muestran que el junco debe ser pre-tratado químicamente antes de ser suministrado a los animales. Uno de los estudios más representativos en el área, fue la evaluación del tratamiento con hidróxido de sodio para la cría de cuyes, donde a mayor concentración de NaOH se obtiene índices de nutrición y excreción favorable por estos animales (Castro, 2016)

Por otro lado, en otro estudio, se evaluó el uso de SC como complemento en la elaboración de heno para alimentar vacas lecheras, añadiendo un 25 % de SC, del total de la mezcla de fibras vegetales. Al compararlo con otros suplementos, las vacas que se alimentaron de suplemento con adición de SC, lo consumieron en su totalidad, 4 kg/día, y se observó un aumento en el peso de los animales, así mismo aumento en la producción de leche y disminución en el contenido de grasa en esta (Avalos, 2015).

7.3. APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE LOS RESIDUOS

7.3.1. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN

Convertir la biomasa vegetal en biocombustible ha sido un procedimiento realizado desde hace varias décadas, dado que se considera una fuente de energía renovable y más limpia, sin embargo se ha

vuelto insostenible, debido a que la materia vegetal usada para su producción, es también necesaria para consumo humano, generándose una competencia entre la producción de alimento y de combustible⁵. El biocombustible de segunda generación 2G, por el contrario, es aquel que se obtiene de la transformación de biomasa vegetal resultante de otros procesos productivos o no es materia prima alimentaria (Salinas Callejas, 2009).

El proceso convencional de obtención de biocombustible a partir de biomasa vegetal, requiere en primer lugar una reducción de la complejidad del material a través de operaciones unitarias de fuerza mecánica, como molinos y cortadoras, que facilita la afinidad química o biológica para remoción de la lignina y/o degradación de celulosas y hemicelulosas. Posteriormente, se utilizan métodos físico-químicos como la hidrólisis alcalina/ácida o se utilizan microorganismos que pueden degradar la complejidad cristalina de la lignocelulosa. Finalmente, se utilizan bacterias y levaduras que fermenten los azúcares liberados para la producción de etanol, que es denominado bioetanol por el origen (Diez, 2013) **(Imagen 10)**.

⁵ El economista Don Mitchell, del Banco Mundial, estimó que el impacto del uso alternativo de alimentos por biocombustibles implicó un incremento de precios de los alimentos en 70%. (Salinas Callejas, 2009)

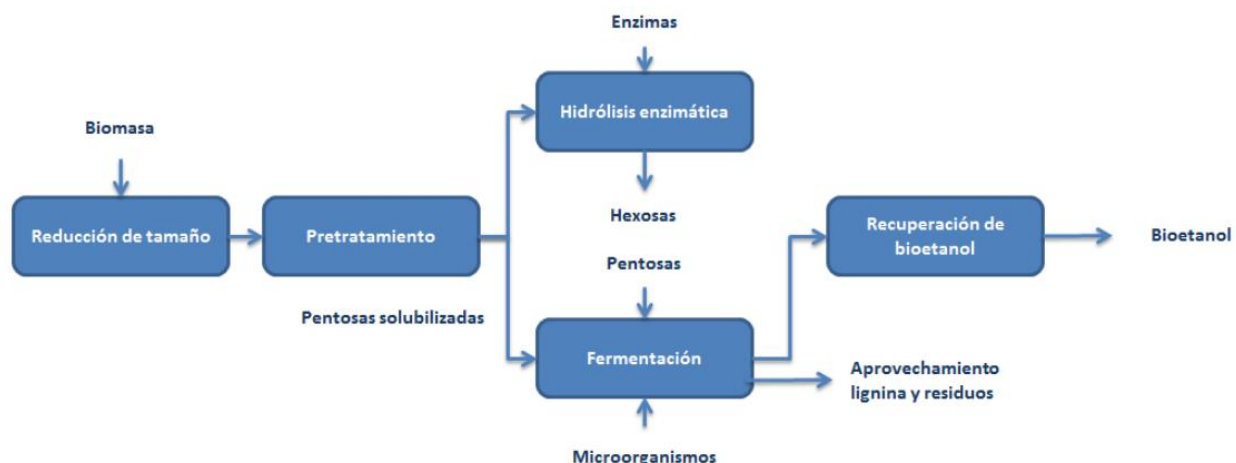


IMAGEN 10. ESQUEMA DE LAS ETAPAS DE OBTENCIÓN DE BIOETANOL 2G (DIEZ, 2013)

7.3.2. HONGOS COMESTIBLES DE DOBLE PROPÓSITO

Los hongos comestibles se encuentran en el grupo basidiomicetos, estos se consideran superiores debido a su complejidad morfológica (Rojas Ramírez, 2013) Existen algunos hongos lignícolas, cuyo medio de cultivo son las fibras y maderas con alto contenido de lignina, siendo ésta su fuente de alimento. Algunos de ellos son comestibles, dentro de los más conocidos alrededor del mundo y en nuestro país se encuentran los géneros *Pleurotus ostreatus* (PO), *Letinula edoes* o Shiitake, y *Ganoderma lucidum*. Son de gran importancia debido a sus propiedades nutricionales y medicinales especiales, capaces de prevenir enfermedades muy comunes como la diabetes, la hipertensión y el cáncer (Perez, 2010), y resalta la importancia de los hongos y cita su composición nutricional:

[...los hallazgos científicos que demuestran las propiedades anticancerígenas, antioxidantes, antivirales y antimicrobianas de estos organismos...] y nos dice *[...Los hongos comestibles son un alimento excepcional ya que son bajos en calorías y grasa, además de ricos en proteínas, vegetales, quitina (un compuesto natural con variados beneficios para el ser humano), vitaminas y minerales, lo que implica que aportan mayor cantidad de proteína, que los vegetales en general...]* (p.5-6).

7.3.2.1. PLEUROTUS OSTREATUS

Esta especie de Seta, conocida con el nombre común Orellana o Seta Ostra; tiene características morfológicas particulares, su sombrero se va haciendo cada vez más plano a medida que crece, su color y forma van cambiando, empieza desde un color gris, hasta lograr un color pardo. Puede alcanzar los 20 cm de altura. Es un gran descomponedor de madera y se pueden encontrar fácilmente en áreas forestales; ha sido un de las más utilizadas para el aprovechamiento de residuos agrícolas provenientes de cultivos tales como el maíz, la caña de azúcar, el café, la cebada, entre otros, todos ellos con un importante contenido de lignina (Rios, 2010) **(Imagen 11)**.



IMAGEN 11. PLEUROTUS OSTREATUS. MORFOLOGÍA

Esta crece en un ambiente húmedo y bajo condiciones de temperaturas ideales que varían entre 12-20 ° C; en condiciones naturales, el ciclo reproductivo de PO, dura entre 7 u 8 semanas para la producción de cuerpos fructíferos en un medio de cultivo lignocelulosico. Para que el micelio se disperse y crezca, es necesario mantener un porcentaje de humedad del aprox. 80 % (De Michelis, 2015). En la actualidad no existen estudios en los cuales se haya usado SC como sustrato para el cultivo de hongos comestibles.

7.3.2.2. DEGRADACION DE LIGNINA POR *PLEUROTUS OSTREATUS*

Pleurotus ostreatus usa la celulosa y la hemicelulosa presente en fibras vegetales, como fuente de carbono a través de la obtención de azúcares; para este proceso, el hongo se vale de diferentes enzimas que se encargan de reducir la complejidad del sustrato: lacasas, lignina peroxidasa, manganeso peroxidasa y celulasas, son algunas de ellas (Prieto, 2018). La lacasa ha sido la más ampliamente estudiada debido a su eficiencia y gran afinidad por sustratos fenólicos y de lignina. La lacasa es una proteína

que presenta varios sitios activos con cobre, y por eso se ha sugerido la adición de iones de cobre en los sustratos de cultivos de estos hongos para promover la actividad enzimática. Dentro de *Pleurotus* y géneros cercanos, se han encontrado diferentes isoformas de la enzima (Rodríguez S, 2006). El mecanismo de biodegradación enzimática de la lignina es complejo, algunos de los factores más importantes son su resistencia a ser biodegradada (Higuchi, 2004), el tipo de planta, pues la distribución de las redes de biopolímeros que conforman la pared celular varía de una a otra (Chávez-Sifontes, 2013), la variedad de enzimas que intervienen en el proceso, (Gutierrez, 1996). Para romper la pared de lignina que recubre la planta y acceder a las estructuras internas de celulosa y hemicelulosa, los hongos lignícolas como el PO secretan enzimas como la lacasa, que provocan reacciones de oxidación, así el hongo toma por absorción los nutrientes necesarios y a la vez, conlleva a la degradación de los biopolímeros a moléculas más simples (Osorio, 2012). **(Imagen 12)**

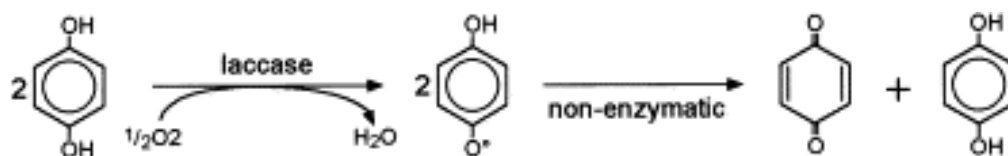


IMAGEN 12 ESQUEMA BASICO DE LA ACCION ENZIMATICA SOBRE LA LIGNINA **(MAYER, 2002)**

8. METODOLOGÍA

Se hacen recorridos alrededor del área de la laguna en donde se están llevando a cabo las labores de extracción, esto con el fin de observar y evaluar los impactos ocasionados y el estado del residuo de SC para así determinar que fracción de este puede ser aprovechado, teniendo en cuenta las alternativas evaluadas. Se aplicó un estudio mixto, que contiene un *estudio cualitativo* con la realización de entrevistas no estructuradas a la comunidad y un *estudio cuantitativo* para conocer la cantidad aproximada de residuo generado en determinado tiempo.

8.1. LUGAR DE MUESTREO

Este lugar está ubicado en la vía Ubaté - Chiquinquirá en el margen occidental de la laguna, allí se encuentra uno de los frentes de trabajo, bajo un proyecto apoyado por la Policía Nacional y sector turístico representado por el Hotel Refugio el Santuario de CONFACUNDI. Es reconocido por ser un atractivo turístico, y ambiental, por su vista a la laguna, en donde los turistas pueden disfrutar del avistamiento de aves y de un viaje en balsa por la laguna. Está ubicado en el margen occidental de la laguna, coordenadas: Longitud-73.77220° Latitud 5.45905°, en el sector del mirador junto a la subestación de policía del municipio de Fúquene **(Imagen 13)**.



IMAGEN 13. UBICACIÓN AREA DE ESTUDIO. FUENTE: GOOGLE EARTH 2018

8.2. PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Se realizó una serie de entrevista no estructuradas a 10 personas, entre ellas habitantes del sector, comerciantes y trabajadores, tanto del sector comercial, como de las obras que se adelantan en la laguna (Anexo 12.2). Dentro de las preguntas realizadas en la entrevista se tenían en cuenta aspectos ambientales, sociales, económicos y técnicos. Adicionalmente, mediante oficio enviado a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) se obtuvo información específica sobre los residuos extraídos con el fin de complementar esta encuesta.

8.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Con base en la información obtenida a través de las entrevistas no estructuradas, se evaluaron los principales impactos

ambientales observados, usando como herramienta la Matriz de Leopold, la cual evalúa las principales acciones que alteran los factores ambientales.

8.4. EVALUACIÓN DE SC PARA EL CULTIVO DE PO

8.4.1. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Se recolectaron aproximadamente 1.1 kg de Junco SC, libre de sedimento, el cual fue secado por solarización y molido para lograr un tamaño de partícula entre 0.25mm a 0.5mm (**imagen 14**). Posteriormente, se depositaron 25.6 g en frascos de 700 mL.



IMAGEN 14 JUNCO SC MOLIDO SIN SEDIMENTO

A parte, en bolsas de polietileno de alta densidad, se realizaron 3 muestras de material distribuido así: M1 Junco SC, M2 Junco – Caña de Maíz, M3 Junco – Pozo de Café. Todo el material tanto en frascos como en bolsas se esterilizó en autoclave a 120°C durante 30 min.

8.4.2. PREPARACIÓN DEL PRE-INOCULO DE PO

Se preparó un pre inoculó con la cepa disponible, obtenida del laboratorio del departamento de Ingeniería Química de la Universidad de los Andes, la cual permaneció refrigerada a 4°C en tubo de ensayo hasta la preparación del pre- inoculo.

Se usó como medio de sub-cultivo *agar extracto de malta*, el cual fue esterilizado y mantenido a pH 5 en cajas de Petri. Para la preparación del pre-inoculo se tomó la cepa con la ayuda de unas pinzas y se inocularon dos cajas de Petri, estas permanecieron en incubadora a 25°C. **(Imagen 17).**

8.4.3. CULTIVO DE PO

Para que el hongo PO se alimente de SC molido, esto dos se deben poner en contacto a través de un medio de cultivo que está compuesto por las siguientes sales, en la proporción indicada en la **Tabla 11** para preparar aprox. 800 mL.

TABLA 11. COMPOSICION DEL MEDIO DE CULTIVO

Descripción	Cantidad/g
Glucosa	0,42
KH₂PO₄	1,65
Sulfato de Amonio	0.8
Sulfato de Magnesio	0,2
Cloruro de Calcio	0,1
KCl	0,42
Ácido Cítrico	1,8
Citrato de Sodio	2,5

Se diluyeron las sales en agua destilada, se llevaron a pH 5 y se esterilizaron. Una vez fría la mezcla se agregó 137,5 mL aprox. de la solución en cada uno de los frascos y las bolsas. Posteriormente se inoculó con 5 plugs (cortes circulares sobre el medio de cultivo) de la cepa de PO. Se dejaron en un cuarto oscuro, manteniendo a temperatura ambiente (21°C)

8.5. PROPUESTA DE RUTA METODOLÓGICA DE APROVECHAMIENTO DE JUNCO

Se realizó una comparación básica de las alternativas actuales y potenciales, incluyendo la que fue validada en este estudio, y se realizó un diagrama que ilustra la ruta de aprovechamiento integral de SC, **(Imagen 23)**.

9. RESULTADOS

9.1. PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Al entrevistar a los operarios de las maquinarias usadas para la extracción, estos manifestaron que este residuo se dejaba en las orillas de la laguna o se llevaba a lotes de propiedad privada, ubicados a una distancia no mayor a 5 km del punto de extracción, esto último coincide con lo informado por la corporación. Argumentan que, en su actividad laboral de rutina, semanalmente transportan alrededor de 200m³ de residuos, compuestos de sedimentos y materia orgánica. Los habitantes quienes a su vez son comerciantes en el lugar, manifestaron que no se hace un tratamiento posterior al residuo que es retirado de la laguna, y presentan alguna molestia por la calidad visual del paisaje y el olor.

Por otro lado, la CAR reporta que para el año 2017 se extrajo un total de 630.000 m³ de este residuo de la laguna y que además la duración del material en el punto donde es depositado es indefinida, ya sea en la orillas de la laguna o en predios cercanos, contando con la autorización de los propietarios (CAR, 2018). Las labores de extracción se hacen con una retroexcavadora flotante con la cual se retira la materia vegetal con lodo y de forma manual para rescatar el SC en buen estado. Se realizan cortes del SC a una profundidad de 1m, en un área de 12m², posteriormente es halado flotando hasta la orilla con ayuda de maquinaria, o a allí inicia el proceso de

deshidratación (Oliveros, 2011).

Al observar las condiciones de los residuos retirados y arrojados en los lugares dispuestos, se evidencia que este se puede clasificar básicamente en tres tipos inicialmente, por un lado, está el material vegetal superficial (**Imagen 15**) en su mayoría junco, por otro está el sedimento, y por último los lodos almacenados después de la deshidratación del material retirado, en la (**Imagen 16**), se ve la orilla de la laguna y los sedimentos arrojados, a su vez el tubo de dragado que conduce los lodos a la piscina de lodos.



IMAGEN 15. JUNCO RETIRADO DE LA SUPERFICIE DE LA LAGUNA.
FUENTE: EL AUTOR



IMAGEN 16 SEDIMENTO RETIRADO DE LA LAGUNA Y LAGUNA DE LODOS. FUENTE: EL AUTOR

Cada uno de estos residuos puede ser tratado y aprovechado teniendo en cuenta las condiciones en que se encuentra. Como se vio anteriormente, el uso principal que se le da al Junco en la región de Fúquene, es el artesanal y esta actividad requiere de unas condiciones estéticas y sanitarias especiales de este para que los artículos artesanales sean aceptados en el mercado (Artesanías de Colombia, 2012). El junco producto de las labores de remoción, no es apto para artesanías, pues se encuentra ya afectado por microorganismo, sin embargo, debido a la resistencia que le confiere la pared celular de lignina (Chávez-Sifontes, 2013), este no se encuentra en un avanzado estado de descomposición, lo que permite que este pueda ser aprovechado en otro proceso, y así evitar que se pierda al mezclarse con los sedimentos retirados en la superficie **(Imagen 16)**

Los entrevistados también informaron que los propietarios de los predios donde se deposita el residuo extraído, reciben mensualmente alrededor de \$ 2´000,000 por el alquiler, sin embargo, sus predios se están deteriorando, el valor no compensa el deterioro ambiental y de salud.

La actividad artesanal no es una fuente de ingresos fijos para los artesanos, deben complementar esta actividad con otras como la ganadería especialmente, para sí obtener un sustento económico suficiente. El recuperar esta materia prima permite generar nuevas alternativas

económicas al interior de la región, gestionando el aprovechamiento de este residuo, encaminándolo hacia el acompañamiento de los planes aplicados a la recuperación de la laguna de Fúquene, y que esta gestión vincule activamente a la comunidad. Ahora bien, las alternativas evaluadas pueden no solo ser una alternativa de aprovechamiento del residuo de junco SC, proveniente de las labores de adecuación hidráulica, sino, teniendo en cuenta la **Tabla 12**, los artesanos pueden obtener otros ingresos o disminuir los costos de producción, si vinculan estas alternativas de aprovechamiento a su proceso productivo, para que este no se pierda, se descomponga a cielo abierto o sea quemado generando GEI.

TABLA 12 CUADRO COMPARATIVO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ACTIVIDAD ARTESANAL

Ventajas	Desventajas
Controla la población presente de Junco en la laguna	Debido a la contaminación de la laguna bajo la calidad estética y sanitaria del material.
Fuente de ingresos para los habitantes	Restricciones de extracción de junco debido a las labores de recuperación
Atractivo turístico y tradición ancestral	Las condiciones de contaminación del junco disminuyen las cualidades estéticas y condiciones sanitarias de los artículos, impidiendo que estos sean comercializados.
No requiere de procesos complejos de transformación de la materia	No es una fuente fija de ingresos.

9.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La matriz de Leopold mostró una magnitud de -3,2 y determinó que la afectación no se extiende a más de 5 km, que es el límite máximo a donde se pueden llevar los residuos, y teniendo en cuenta el alcance que tienen la emisión de olores desde la fuente, siendo esta una de las acciones de mayor magnitud. Se muestra una importancia de 7,15. **(Tabla 13).**

TABLA 13. MATRIZ DE LEOPOLD PARA IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS RESIDUOS DE JUNCO

MEDIO	Factores Ambientales / Acciones	Perdida Cobertura Vegetal		Manejo de residuos solidos		Vertimientos por procesos		Control de fuentes de emisión de olores		Procesos Erosivos del suelo		Generación Material particulado		Reasentamiento de poblacion afectada		Compensacion		MAGNITUD	IMPORTANCIA
		M	-	M	-	M	-	M	-	M	-	M	-	M	-	M	-		
		ABIOTICO	ATMOSFERA	-3	9	-4	8	-7	9	-5	9	-5	9	-2	5	-4	1		
SUELO	-5		9	-5	9	-5	9	-5	9	-5	9	-5	5	-5	9	1	9	-3,8	8,5
PAISAJE	-2		8	-5	9	-5	9	-5	9	-5	7	-2	4	-5	8	1	9	-3,1	7,88
BIOTICO	FLORA	-6	9	-2	2	-5	8	-2	2	-3	9	-2	2	-2	5	1	9	-2,3	5,75
	FAUNA	-6	9	-4	7	-5	8	-2	2	-5	7	-2	2	-2	2	1	9	-2,8	5,75
	POBLACIÓN	-6	9	-4	9	-5	9	-5	9	-7	9	-2	4	-7	9	1	9	-3,9	8,38
SOCIOECONOMICO	INTERES HUMANO	-6	9	-4	9	-5	8	-7	9	-5	9	-2	4	-8	9	1	9	-4	8,25
	CULTURAL	-2	5	-2	2	-2	2	-4	7	-2	4	-2	2	-6	8	1	9	-2,1	4,88
	RELACION ECOLOGICA	-6	8	-6	9	-6	7	-5	9	-5	9	-2	2	-7	8	1	9	-4	7,63
																	-3,2	7,15	
Magnitud (M)		Importancia (I)																	
Negativo																			
Positivo																			

9.3. CULTIVO DE HONGOS

9.3.1. CULTIVO DE PO EN FRASCOS

El montaje realizado en frascos de vidrio se realiza de esta manera para medir la actividad enzimática del hongo, siempre y cuando no existe contacto directo entre la cepa del hongo y el sustrato, sin embargo, en este experimento, no fue posible medir la actividad enzimática, puesto que las características de SC, provocaron que este absorbiera las sales y no se mantuviera el medio líquido entre el hongo y el residuo (**Imagen 18**). En este caso, se midieron el porcentaje de colonización y la aparición de cuerpos fructíferos.

Crecimiento del pre-inoculo: Transcurridos 20 días de la preparación del pre-inoculo, PO había colonizado toda la superficie de la caja de Petri (**Imagen 17**).

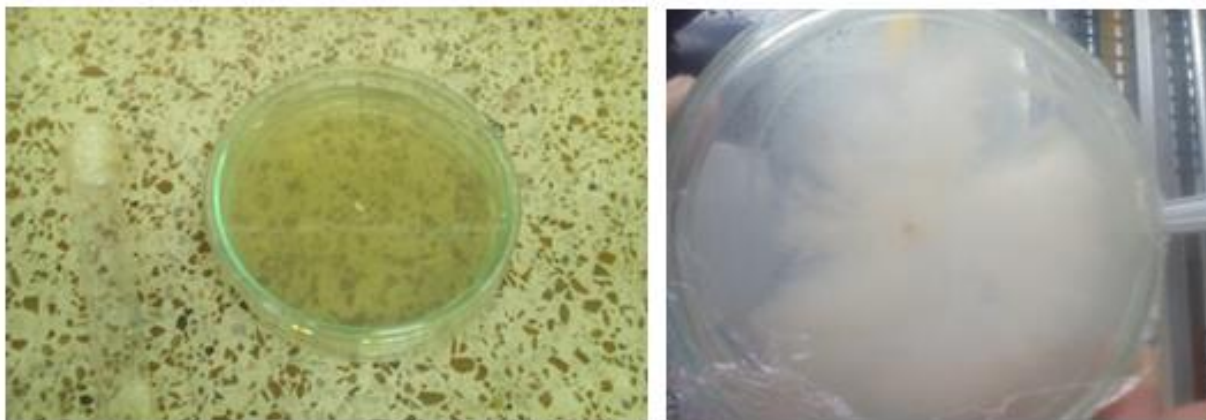


IMAGEN 17. PRE-INÓCULO DE *PLEUROTUS OSTREATUS*

Cultivo: Pasados 11 días de ser inoculado el residuo de SC con PO, se revisaron los 3 frascos encontrando avanzado crecimiento de micelio vegetativo y disminución en la humedad, se hidrato con agua destilada estéril. Pasados 20 días, se observó mayor área colonizada, y una mayor densidad de micelio en la parte inferior de los frascos, el micelio paso de vegetativo a entrar en su etapa reproductiva (**Imagen 18**). Pasados 37 días, se observó la transformación del micelio a micelio reproductivo y la aparición de cuerpos fructíferos (**Imagen 19**). Se realizó una medición del área colonizada usando el programa imageJ, para cada una de las réplicas.

IMAGEN 18. CAMBIOS EN LA DENSIDAD DEL MICELIO DE PO EN 11, 20 Y 37 DÍAS

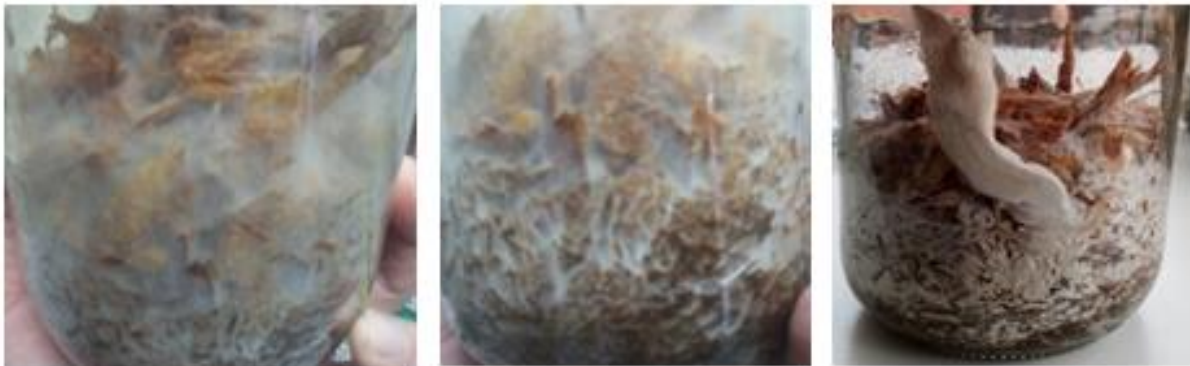


IMAGEN 19 CUERPO FRUCTUFERO AL INTERIOR DEL FRASCO

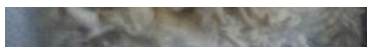


TABLA 14. PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN DE PO EN EL SUSTRATO DE SC EN EL TIEMPO

Prueba	Porcentaje de Colonización			SUMA	PROMEDIO
	Día 11	Día 20	Día 37		
F1	77	85+	97+	259,000	86,333333
F2	86	86+	92+	264,000	88
F3	89	96+	96+	281,000	93,666667
SUMA	252	267	285		
PROMEDIO	84	89+	95+		
TOTAL				804,000	89,333333

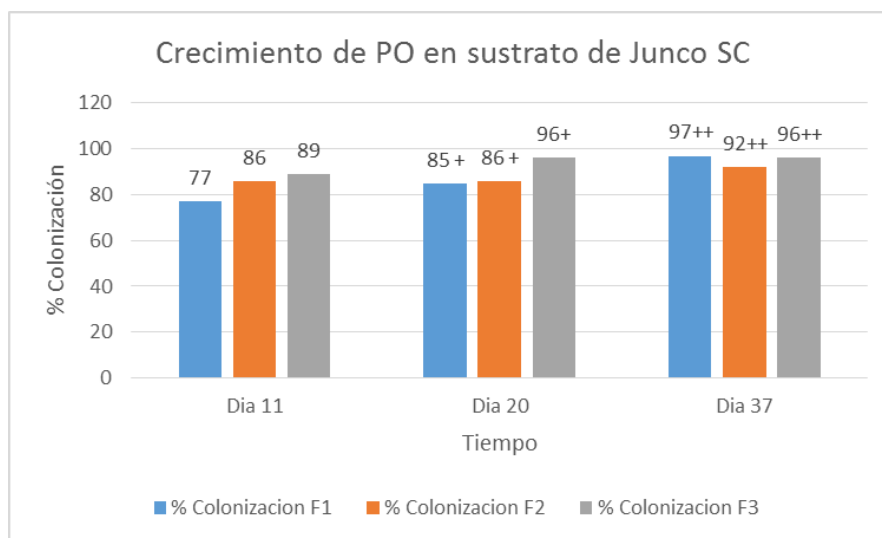


IMAGEN 20. CRECIMIENTO MICELIAL DE PO EN JUNCO SC CON RELACIÓN AL TIEMPO

9.3.2. CULTIVO DE PO EN BOLSAS

Este tipo de montaje es una prueba piloto de la forma industrial de cultivo de hongos comestibles. Se llevó control de temperatura y humedad. Para el día 7 no se observó actividad del PO en ninguna de las muestras. Para el día 14 se observa la aparición de micelio vegetativo en M3,

que mostro mayor velocidad de crecimiento en comparación a M1 y M2. Para el día 25, se observó transformación del micelio a estado reproductivo en las tres muestras, al día 40 aún no se observó aparición de cuerpos fructíferos (**Imagen 21**). Posteriormente, se observa la aparición de cuerpos fructíferos en el día 50



IMAGEN 21 PRUEBA DE CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus* EN BOLSAS



IMAGEN 22 APARICIÓN DE CUERPOS FRUCTIFEROS, (DE ARRIBA ABAJO, M1, M2, M3)

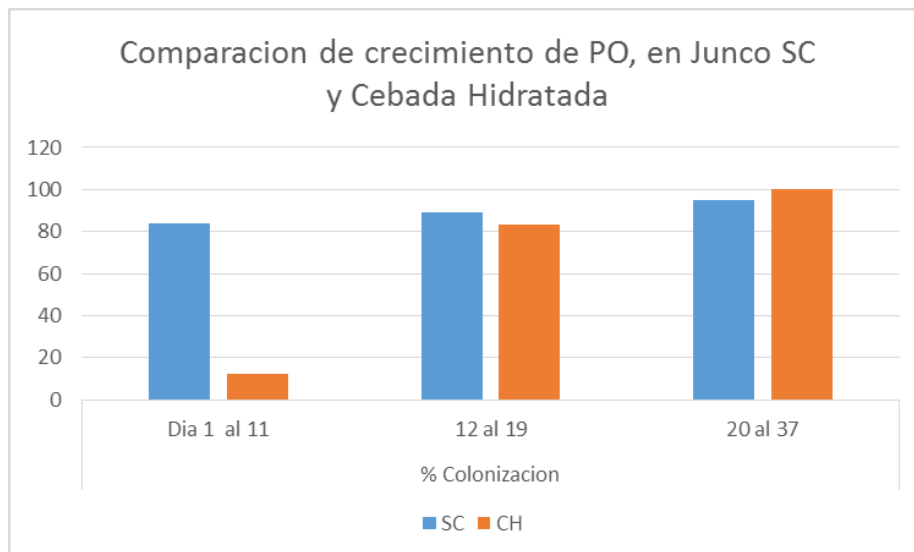
9.3.3. COMPARACIÓN CON SUSTRATO DE CEBADA HIDRATADA

Se tomaron los datos del promedio de colonización por días transcurridos para el sustrato de Junco SC en los frascos de vidrio, comparándolo con la evaluación realizada de PO usando Cebada hidratada. Para el caso de Cebada Hidratada el ensayo se realizó en los laboratorios de la Universidad del Cauca. se envasando 40 g de sustrato en vasos de vidrio y se observó el crecimiento del micelio, obteniendo una colonización del 12.4% al día 7, del 83.23% en el día 18, y una colonización total para el día 20 (Rios, 2010).

TABLA 15. CUADRO COMPARATIVO ENTRE *Schoenoplectus californicus* (SC) Y CEBADA HIDRATADA (CH)

SUSTRATO	Día 1 -11	Día 12-18	Día 20-37	SUMA	PROMEDIO
	% de Colonización				
SC	84	89	95	268,000	89,333333
CH	12,4	83,23	100	195,630	65,21

IMAGEN 23. CRECIMIENTO MICELIAL DE PO EN JUNCO SC, FRENTE A CEBADA HIDRATADA EJE Y, PORCENTAJE DE COLONIZACION, EJE X. TIEMPO EN DÍAS



9.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.4.1. COLONIZACIÓN DE SUSTRATO DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS*

En el experimento realizado en frascos de vidrio, el micelio vegetativo se distribuyó uniforme y rápidamente por todo el sustrato, la disponibilidad de oxígeno fue factor importante para la rápida distribución del micelio. Los cuerpos fructíferos generados tuvieron un tallo más alargado y un sombrero más cerrado. Algunas partículas de SC no fueron colonizadas, debido a su mayor tamaño.

En la prueba realizada usando bolsas de polipropileno, se observó una lenta colonización en las 3 muestras evaluadas; la temperatura es un factor relevante que acelera el crecimiento del hongo, esto se puede evidenciar en el lento crecimiento micelial, que se llevó a temperatura ambiente, la cual bajó en el mes de agosto y septiembre del presente año, época en la que se hizo el montaje (IDEAM, 2018); sin embargo, M3 mostró buen crecimiento del hongo, lo que se esperaba, pues los residuos de café han sido usados como complemento de sustratos para cultivo de PO (CENICAFE, 2011), además, el tamaño de partícula facilitó su rápida colonización. Pasados 40 días, M1, M2 y M3 logran porcentajes similares de colonización.

Se observó, además, que aun entre el día 50 y 60 de ser cultivado, los sustratos aún mantienen la humedad, sin que se haya adicionado agua, variable que es muy favorable para el crecimiento de los hongos (**Imagen 24**).



IMAGEN 24 VARIABLE HUMEDAD EN EL CULTIVO DE PLEUROTUS OSTREATUS

9.4.2. SUSTRATO DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS* COMPARADO CON SUSTRATO DE CEBADA HIDRATADA

Los datos de porcentaje de colonización para comparar los dos sustratos se organizaron en 3 intervalos de tiempo, puesto que estos no fueron observados exactamente en los mismos días para las dos evaluaciones. En el intervalo 1 se observó que para el SC se produce un crecimiento más rápido del micelio vegetativo comparado con el sustrato de Cebada Hidratada, el cual llegó a un 12.4 %; en el intervalo 2, SC alcanzó una colonización del 89% que aún sigue siendo mayor que la de cebada Hidratada, sin embargo, en el intervalo 3 se observó que, SC llega a una

colonización del 95%, mientras que en la Cebada Hidratada se alcanza un 100%.

El análisis de varianza interpreta estos datos de modo que no existe mayor diferencia entre un sustrato y el otro, puesto que en las dos evaluaciones se alcanzó una colonización de más del 90%, es posible que algunas partículas de SC tuvieran un tamaño mayor al esperado y no fueron colonizadas, por lo cual no alcanzo un 100%. En cuanto a la velocidad de colonización la cual fue más rápida en el sustrato de SC, podría estar relacionada con varios factores: tamaño de partícula o variables ambientales fluctuantes (CENICAFE, 2006).

El hacer la comparación entre sustrato a base de SC, y CH, permite demostrar que el junco SC si es un sustrato viable para ser usado en la agroindustria del cultivo de hongos comestibles, ya que alcanzó porcentajes de colonización micelial, similares a los logrados con CH, fibra que ha sido usada con buenos resultados para este fin (CENICAFE, 2006). El encontrar que el residuo de SC, es un buen sustrato para el cultivo de hongos comestibles, permite encontrar otras fuentes de material lignocelulósico como alimento para estos organismos al querer establecer un cultivo comercial y sostenible.

9.5. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Evaluar alternativas de aprovechamiento va encaminado por un lado a encontrar la ruta más eficiente de degradar el material lignocelulósico que caracteriza las fibras vegetales como el Junco SC, disminuyendo los impactos ambientales que se generan de este proceso que es cada vez más dispendioso, teniendo en cuenta que en la actualidad son varios los usos que se le dan a los residuos de biomasa, como por ejemplo en la industria papelera, como también para la obtención de biocombustible, entre otros (Chávez-Sifontes, 2013) y por otro lado, que estas alternativas contribuyan a satisfacer las necesidades humanas. **(Imagen 25)**

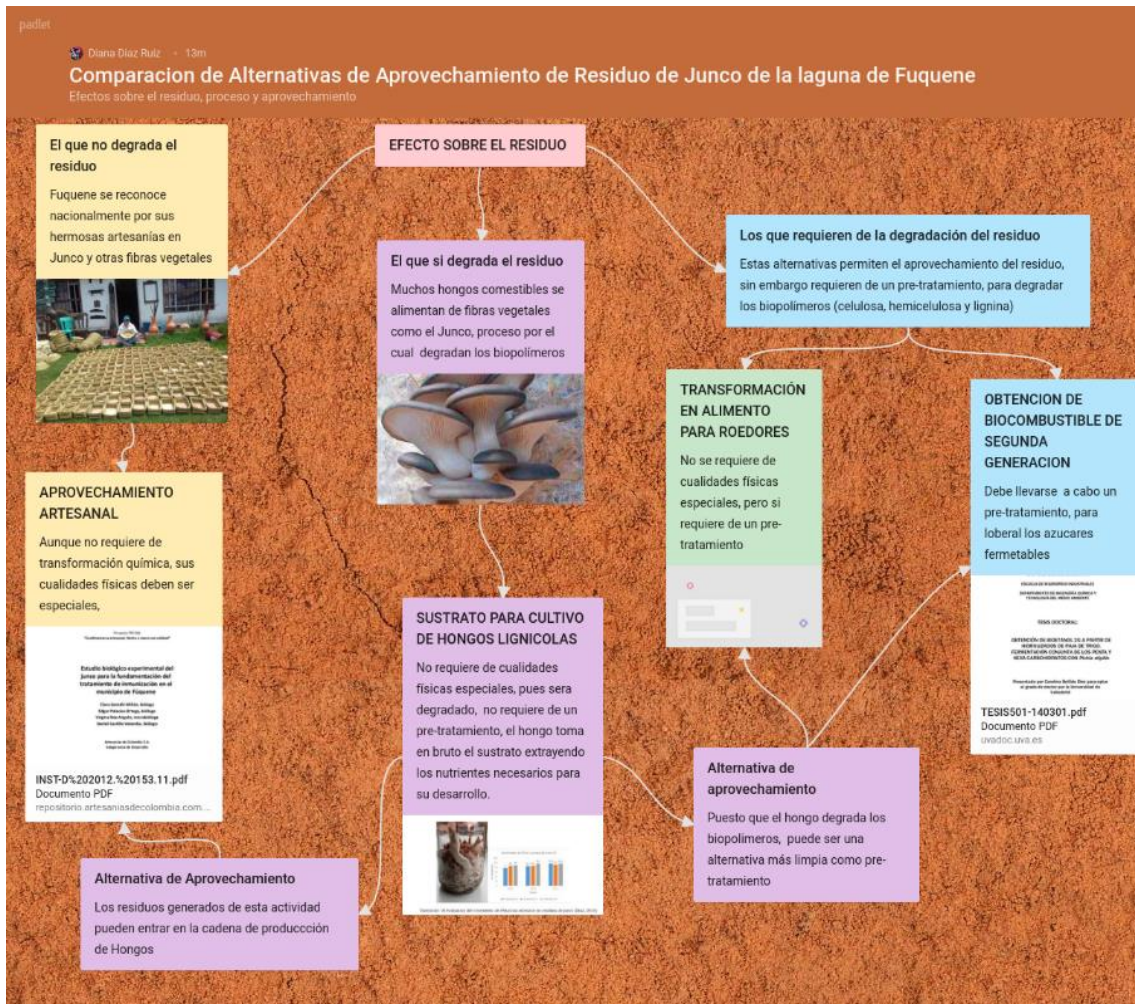


IMAGEN 25 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS* JUNCO. LINK PARA VER EN PADLET: <https://padlet.com/nanadj1125/8w4gougtf3dk>

9.6. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE JUNCO *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS*

El junco *Schoenoplectus californicus* tiene alto contenido de biopolímeros, tales como lignina, hemicelulosa y celulosa; estos compuestos son bastante complejos y difíciles de degradar, es el caso de la lignina, que no tiene una estructura aún muy clara, y varía de una planta a otra (Chávez-Sifontes, 2013). Pese a esto, se ha podido evidenciar que estos

biopolímeros son renovables y tienen grandes potenciales de uso industrial. La propuesta se realiza con base en el método *lean manufacturing*, método que propone básicamente identificar el valor de cada subproducto o residuo de determinado proceso y así enlazarlo con un proceso siguiente generando un flujo continuo (Biblioteca de Ingeniería Universidad de Sevilla). Es este caso para iniciar un plan de gestión de aprovechamiento se debe conocer:

El procedimiento de cada uno de los procesos productivos evaluados como alternativa de aprovechamiento de junco SC, los cuales serán para este caso:

- Uso artesanal
- Complemento para elaborar alimento animal
- Transformación en biocombustible
- Uso como sustrato para cultivo de hongos comestibles lignícolas

PASO 1 Identificar cuáles son las cualidades fisicoquímicas que el junco SC para entrar en cada uno de los procesos productivos:

a. Uso artesanal

El junco debe estar seco, no requiere de un pre-tratamiento, se debe humedecer para que sea fácilmente manejable al tejerlo, debe estar libre de microorganismos que puedan afectar su apariencia y disminuir la vida útil de

los artículos artesanales (Artesanías de Colombia, 2012).

b. Complemento para elaboración de alimento animal

El junco no requiere de cualidades físicas especiales, aunque si se trata de animales pequeños como el caso de los cuyes la evaluación se hizo con Junco en inicio de floración, debe ser triturado y tratado con NaOH para ser despolimerizado y que este sea digerible por el animal (Castro Bedriñana, 2017).

c. Transformación en biocombustible

Al igual que en el proceso anterior, este requiere el pre tratamiento de los biopolímeros para que los azúcares fermentables sean liberados, igualmente no requiere de cualidades físicas especiales, este debe ser molido (Salinas Callejas, 2009).

d. Uso como sustrato para cultivo de hongos comestibles lignícolas

En este proceso el junco debe ser triturado, no requiere de cualidades físicas especiales, pues el sustrato será esterilizado, no requiere de un pre-tratamiento, el hongo despolimeriza el sustrato y toma los nutrientes necesarios para su desarrollo.

PASO 2. Identificar los productos de desecho vegetal generados en cada uno de los procesos productivos, para esto se puede observar un diagrama de procedimiento de cada uno de ellos:

a. Proceso artesanal (Imagen 9)

b. Transformación en alimento para roedores

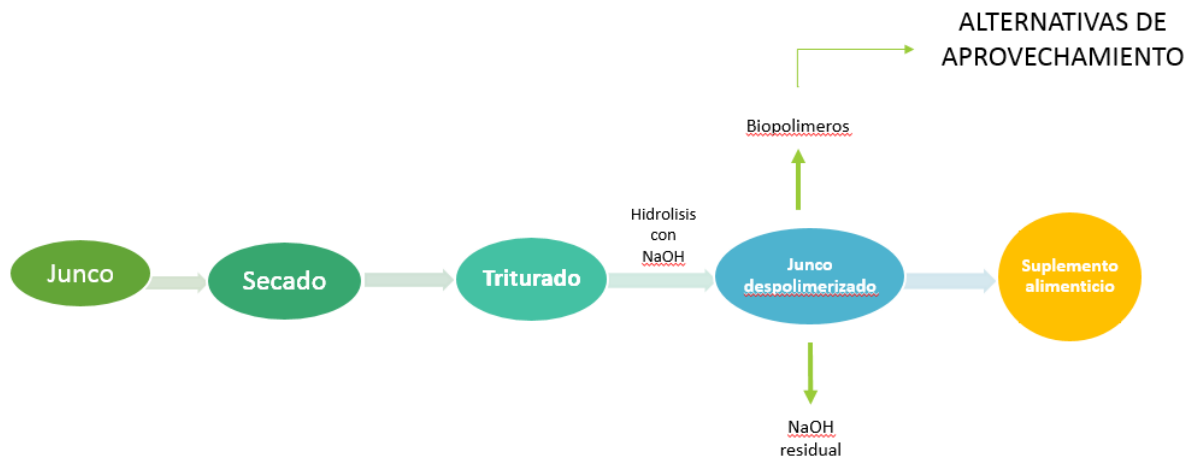


IMAGEN 26. PROCEDIMIENTO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE SC, EN ALIMENTO PARA CUYES

c. Procesos para el pre tratamiento de biomasa vegetal lignocelulósica para la obtención de biocombustible 2G (Imagen 10)

d. Procedimiento cultivo de hongos comestibles lignícolas

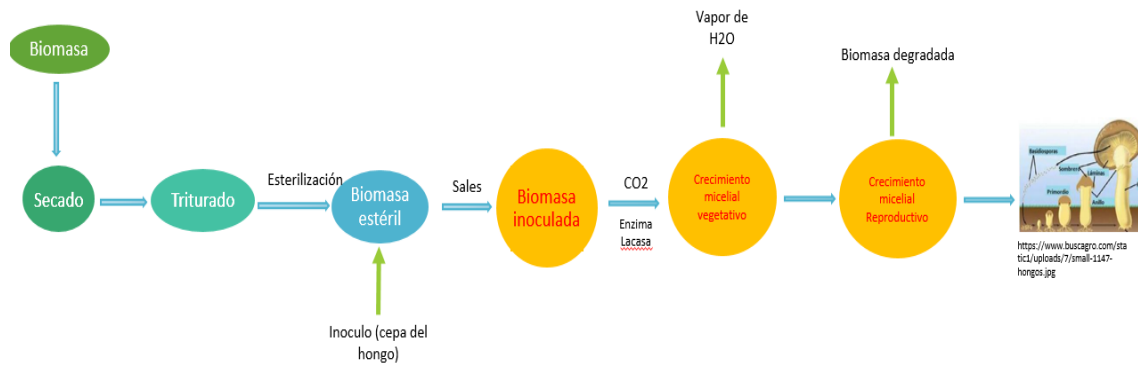


IMAGEN 27. PROCESO BÁSICO DE CULTIVO DE HONGOS LIGNICOLAS.

PASO 3. Identificar las características fisicoquímicas del residuo o subproducto proveniente de cada uno de los procesos, y como se puede enlazar a un nuevo proceso productivo, relacionadas en este caso con las alternativas evaluadas en el presente trabajo.

TABLA 16. GENERALIDADES DE LOS PROCESOS Y SUS CARACTERÍSTICAS.

PROCESOS	SUBPRODUCTO	CARACTERÍSTICAS
Fabricación de artesanías	Material que no entra en la cadena de fabricación pero se genera por malas prácticas de almacenamiento o en la fabricación	Material vegetal en descomposición, afectado por microorganismos.
Elaboración de alimento animal	Sustancias generadas a partir de la hidrólisis.	Azúcares fermentables
Transformación en biocombustible 2G	Residuos lignocelulosicos	Residuos de material vegetal degradada
Producción de hongos lignícolas	Material vegetal deslignificado y otros residuos de la hidrólisis.	Material vegetal degradado y azúcares fermentables

PASO 4. Diseñar un diagrama de flujo, en el cual se enlacen los procesos productivos evaluados, con respecto a la entrada y salida de subproducto de Junco SC.

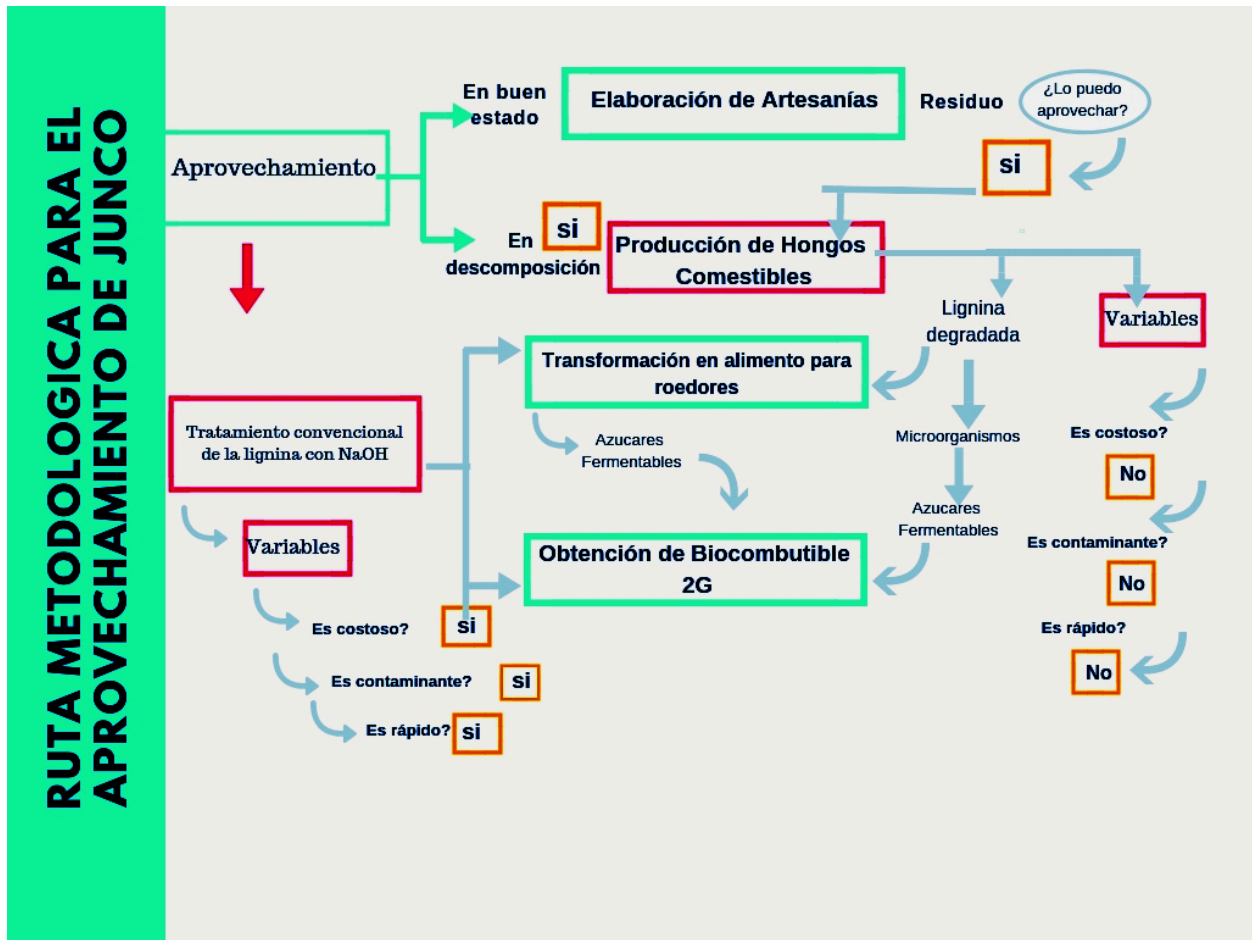


IMAGEN 28. RUTA METODOLÓGICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE JUNCO

9.7. APLICACIÓN, CASO: FERIA AGROPECUARIA E INDUSTRIAL “GUACHETA PRODUCE”

El municipio de Guacheta en Cundinamarca, es uno de los 12 municipios que componen el valle de Ubaté, allí hace 3 años se desarrolla la Feria Agropecuaria e Industrial “Guacheta Produce”, un espacio de para reconocer las propuestas e innovación de los sectores productivos más importantes tanto del municipio como de sus alrededores. Aprovechando la realización de este evento, se tuvo acceso a un espacio para presentar la propuesta de aprovechamiento de SC, a través de su uso como sustrato para cultivo de Hongos Comestibles del género PO, mostrando brevemente las etapas del cultivo, además, se ofreció una muestra gastronómica con PO llamado comercialmente Orellana.



IMAGEN 29. PRESENTACIÓN Y MUESTRA GASTRONÓMICA DE *Pleurotus ostreatus*. AL ALCALDE DEL MUNICIPIO DE GUACHETA



IMAGEN 30. EXCIBICION FERIA AGROPECUARIA E INDUSTRIAL GUACHETA PRODUCE, MUESTRA GASTRONOMICA Y ETAPAS DEL CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus*



IMAGEN 31 FERIA AGROPECUARIA E INDUSTRIAL GUACHETA PRODUCE

10. CONCLUSIONES

- Se encontraron y evaluaron alternativas de aprovechamiento del residuo de Junco *Schoenoplectus californicus*, extraído de la laguna de Fúquene, generado como consecuencia de las labores de adecuación hidráulica y recuperación del espejo de agua.
- Separar y recuperar los residuos de Junco, permite que este pueda ser aprovechado, evitando la posterior quema o mala disposición de junco no aprovechable, lo que contribuye al aumento en la concentración de GEI, tales como el Metano y el CO₂ (FAO, 2016).
- El Junco SC, es una fibra vegetal de importancia histórica a lo largo del Altiplano cundí-boyacense, pues su pared celular es muy resistente y puede ser usada para construir utensilios, chozas, y hoy en día su uso principal es en la fabricación de artesanías, sin embargo, debido a la problemática ambiental de la laguna, la calidad de la fibra vegetal se ha reducido, y la población de este a aumentando, convirtiéndola en una planta invasora.
- Las alternativas evaluadas para poder aprovechar este material vegetal, contribuyen a mitigar las acciones negativas que afectan tanto ambiental como socioeconómicamente a la población que vive en el área de influencia,
- Algunas de estas alternativas se llevan a cabo a través del uso de compuestos químicos como el NaOH que ayudan a degradar la lignina,

sin embargo, pese a que es un procedimiento rápido y efectivo, resulta poco sostenible debido a los costos y a la contaminación por acumulación de trazas de químico en el ambiente.

- Existen organismos como los hongos, capaces de degradar el material lignocelulósico, casi con la misma efectividad que el NaOH, tales como *P. ostreatus*, *P. eringy*, *Lentinula edoes*, Ganoderma, son aquellos de los más representativos a nivel comercial (Ardon, 2007), estos organismos rompen la compleja estructura de la lignina, sintetizando este compuesto en nutrientes disponibles para el consumo humano.
- La producción de biocombustible de segunda generación, presenta una alternativa importante para reducir el impacto actual sobre la seguridad alimentaria que genera la competencia entre el cultivo de productos con potencia alimenticio, exclusivamente para la generación de biocombustible.
- Se propone una Metodología para la Gestión del Aprovechamiento de Residuo de Junco, aplicable para la gestión del manejo de cualquier material lignocelulósico.
- Al presentar la propuesta en el marco de la feria Agropecuaria e Industrial realizada en el municipio de Guacheta, se encuentra aceptación por parte del público visitante, quienes tienen la iniciativa de generar nuevas oportunidades de ingresos diferentes a la ganadería.

11. RECOMENDACIONES

- Actualizar la información generada de los avances de obras en la laguna de Fúquene, y que esta sea de acceso público.
- Es necesario la reubicación de las personas que viven cerca del área de influencia, los impactos generados están provocando afectaciones humanas, especialmente en la salud.
- Para que el exceso de Junco, extraído de la laguna de Fúquene pueda ser usado en alternativas tales como sustrato para hongos comestibles o como adición en la elaboración de heno para ganado, este debe ser aislado del sedimento y para que no se mezcle en la superficie en donde se está arrojando, de lo contrario su recuperación sería muy difícil y lenta, al requerir del lavado, el uso de sustancias desinfectantes y posterior secado.
- Realizar una socialización con la comunidad artesanal, con el fin de dar a conocer las alternativas de aprovechamiento de Junco, y que con estas pueden hacer mejor uso de esta materia prima, sin desaprovechar el material sea cual sea su estado de degradación.
- El cultivo de hongos comestibles, como aprovechamiento de este residuo, es una excelente alternativa productiva para vincular a las mujeres de la región, quienes por otro lado en mayoría se dedican al oficio artesanal. Articular estos dos sistemas productivos, permitiría

valorar más la mano de obra femenina.

- Se debe tener en cuenta que esta propuesta es una manera de aprovechar el exceso de Junco presente en la laguna, el cual se convierte en residuo una vez es retirado de esta, y no se debe convertir en una práctica que genere competencia y sobreexplotación de la unidad de recurso.

12. ANEXOS

12.1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN DE PLEUROTUS OSTREATUS EN SUSTRATO DE JUNCO *SCHOENOPLECTUS* CALIFORNICUS Y CEBADA HIDRATADA

Descripción	Yij	y promedio	Diferencia	sq diff
SC	84	77,27166667	6,728333333	45,27046944
CH	12,4	77,27166667	-64,87166667	4208,333136
SC	89	77,27166667	11,72833333	137,5538028
CH	83,23	77,27166667	5,958333333	35,50173611
SC	95	77,27166667	17,72833333	314,2938028
CH	100	77,27166667	22,72833333	516,5771361
			SST	5257,530083

	SS	DFF	MS	F0
TRATAMIENTOS	SSTratamientos SST-	a-1	SSTreatment/(a-1)	r
ERROR	SSTratamientos	a(n-1)	SSError/(a(n-1))	
TOTAL	SST	N-1		

	SS	DFF	MS	F0	F Tabla
TRATAMIENTOS	872,9028167	1	872	0	7,7086474
ERROR	4384,627267	4	1096	///	
TOTAL	5257,530083	5	///	///	

12.2. DESARROLLO DE LA ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA A LA COMUNIDAD

Estudiante “Buenos días ¿sabe si hay funcionarios trabajando en las obras de adecuación hidráulica de la laguna?”

Entrevistado: “Si claro, están los operarios de las máquinas, los conductores de las volquetas y el interventor”.

Estudiante: mucho gusto mi nombre es Diana Díaz, soy estudiante de Ing. Ambiental de la UNAD, vivo en Bogotá, pero gracias a mi familia paterna conozco esta región.

Entrevistado: ¡Ahh, que bien!

Estudiante: ¿Usted vive en este sector?

Entrevistado: si, nació acá y mi familia vive acá

Estudiante: ¿Cómo ve el avance de las obras en la laguna?

Entrevistado: Pues, hace ya varios meses o años que inicio, sin embargo, estuve algún tiempo fuera del país, pero ahora que regreso veo que están trabajando.

Estudiante: ¡Ah!, que bien. Yo estoy realizando mi proyecto de grado a partir de los residuos extraídos de la laguna, teniendo en cuenta posibles alternativas de aprovechamiento, y así evitar que este residuo se descomponga al aire libre y traiga efectos negativos a la comunidad.

Entrevistado: ¡Qué bien!, algunos estudiantes han venido a hacer sus tesis de grado acá en la laguna, y me parece muy bueno que lo hagan. En estos momentos está el interventor de la CAR, para que le haga algunas preguntas a él.

Estudiante: De acuerdo, gracias, voy a hacerle algunas preguntas al interventor.

Entrevistado: ¡Claro!

Estudiante: ¡Buen día!

Entrevista con el Interventor

Estudiante: ¡Buen día! mucho gusto, soy estudiante de Ing. Ambiental de la UNAD, me interesa saber acerca de las labores que están realizando en la laguna, especialmente que hacen con el material extraído, en que puntos se está depositando y con qué frecuencia.

Interventor: Pues, esa información no la conozco, yo estoy encargado de hacer interventoría a las máquinas, sin embargo, sé que hay dos lotes acá en este punto en donde se está depositando, y otro a más o menos 5 km de acá.

Estudiante: De acuerdo, gracias.

Veo que en el muelle hay algunos residuos seleccionados de junco.

Estudiante: ¿Este junco que tiene acá seleccionado, para que lo utilizan?

Interventor: Los operarios lo seleccionan y lo amarran para hacer barreras dentro del agua, y así evitan el paso del material al lugar de donde ella se extrajo, entre otras cosas que no conozco muy bien.

Estudiante: ¿Usted sabe que otros usos se le dan a este residuo?

Interventor: Los artesanos usan el junco seleccionado, pero el material retirado viene mezclado y pues no les sirve mucho, en ese caso se deja descomponer y se usa como abono en el lote donde

se está depositando.

Estudiante: ¿Usted conoce a los propietarios de los predios en donde se está depositando el residuo que saca?

Entrevistado: La señora Ana, es la dueña del lote que esta acá enseguida.

Estudiante: ¿Y la señora Ana ha manifestado alguna inconformidad por el manejo que le han dado a los residuos?

Entrevistado: Si, ella dice que la humedad le está afectando, tiene problemas de alergia, como en esta época ha llovido.

Estudiante: De acuerdo, muchas gracias.

Entrevistado: Es bueno que quiera darle más usos al junco, en verdad las artesanías, pues si se hacen y hay una gran tradición, pero no se venden muy bien, las personas necesitan otra fuente de ingresos.

Al momento llegan algunos de los conductores y operarios de las volquetas que transportan el residuo y se les hacen algunas preguntas.

Estudiante: ¡Buenos días señor!

Conductor: ¡Buenos días!

Estudiante: ¿Usted me podría decir cuántos viajes con residuos hacen aproximadamente al día?

Conductor: Hacemos más o menos de 9 a 12 viajes dependiendo el punto, ahora los estamos llevando a 5 min de acá, y alcanzamos a llevar 12 viajes. Hay dos volquetas en el momento, y cada una hace 12.

Estudiante: ¿Esto lo hacen de lunes a viernes?

Conductor: Si.

Estudiante: ¿Y qué capacidad tienen las volquetas?

Conductor: 9 m³ cada una.

Estudiante: De acuerdo, gracias por la información.

Despedida.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Fuquene. (2008). *Sistema de Documentación e Información Municipal*. Obtenido de http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/documentos%20pdf/plan_de_desarrollo_fuquene_2008_2011.pdf
- Alcaldía de Fúquene. (2012). *Alcaldía del Municipio de Fúquene*. Obtenido de HTTP://WWW.FUQUENE-CUNDINAMARCA.GOV.CO/INDEX.SHTML?APC=GJXX--2953216&SH_ITM=49B6531645A3C94E6F06FA55DC3C3994&ALL_IDS=1
- Alcaldía de Fúquene. (21 de Julio de 2014). *Alcaldía de Fuquene*. Obtenido de HTTP://WWW.FUQUENE-CUNDINAMARCA.GOV.CO/INDEX.SHTML?APC=GJXX--2953216&SH_ITM=49B6531645A3C94E6F06FA55DC3C3994&ALL_IDS=1
- Alcaldía de Fúquene. (30 de Abril de 2016). *Alcaldía Municipal de Fúquene en Cundinamarca*. Obtenido de http://fuquenecundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/fuquenecundinamarca/content/files/000001/21_plan-de-desarrollo-fuquene-2016--2019.pdf
- Ardon, L. C. (2007). *La Producción de los Hongos Comestibles*. Guatemala.
- Artesanías de Colombia. (2012). *Centro de Investigación y Documentación para la Artesanía - CENDAR*. Obtenido de <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/3786/12/INST-D%202012.%20153.11.pdf>
- Avalos, L. (2015). *Repositorio Institucional Vicerectorado de Investigación*. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1823>
- Biblioteca de Ingeniería Universidad de Sevilla*. (s.f.). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60218/fichero/04.+LEAN+MANUFACTURING.pdf>
- CAR. (Septiembre de 1997). Obtenido de <http://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/36141>
- CAR. (Noviembre de 1998). *Corporación Autónoma Regional - CAR*. Obtenido de <http://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/35984>
- CAR. (2006). *POMCAS RIO UBATE Y SUAREZ*. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac6938351bae.pdf>
- CAR. (15 de 10 de 2008). *SECOP I*. Obtenido de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=08-1-37005>

- CAR. (2009). *SECOP I*. Obtenido de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=09-1-48957>
- CAR. (2011). *Invitacion Publica_08_ 2011*. Corporacion Autonoma Regional - CAR.
- CAR. (2013). *SECOP I*. Obtenido de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-12-1376532>
- CAR. (11 de Julio de 2017). *Acuerdos CAR*. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ad7acb5e1360.pdf>
- CAR. (2018). *Por Fuquene Todos de Corazon*. Obtenido de <https://www.car.gov.co/fuquene/vercontenido/5>
- CAR. (2018). *Por Fuquene Todos de Corazon*. Obtenido de <https://www.car.gov.co/fuquene/vercontenido/5>
- CAR. (26 de Febrero de 2018). Respuesta al radicado 20181106662: Informacion para fines academicos. Bogotá.
- Castro Bedriñana, J. C. (2017). Efecto del Tratamiento Alcalino (NaOH) en la Digestibilidad de la Materia Seca y Proteína de la Tatora (*Scirpus californicus*) en Cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(1), 86-91. Obtenido de doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i1.11793>
- Castro, C. P. (2016). *Revistas de Investigaciones Veterinarias del Perú*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i1.11793>
- CENICAFE. (2006). *biblioteca.cenicafe.org*. Obtenido de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/857/1/Hongos%20comestibles%20Orellanas%20Shiitake.pdf>
- CENICAFE. (02 de mayo de 2011). *www.cenicafe.org*. Obtenido de https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/manejo_de_subproductos/P2
- Chávez-Sifontes, M. &. (2013). *Sistema de Información Científica Redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323629266003>
- Congreso de Colombia. (31 de Enero de 1961). *Funcion Publica, Gestor Normativo*. Obtenido de <http://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1163>
- CONPES. (7 de Diciembre de 2006). *Minambiente.gov.co*. Recuperado el Septiembre de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/conpes/67-Conpes%20No.%203451-2006.pdf>
- De Michelis, A. G. (2015). *Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_determinacin_de_fibra.pdf

- Diaz, D. (2018). Evaluacion de Alternativas de Aprovechamiento de Residuos de Schoenoplectus californicus de la laguna de Fuquene. Bogotá.
- Diez, C. B. (2013). <https://uvadoc.uva.es/bitstream>. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/4556/1/TESIS501-140301.pdf>
- Eyherabide, M. (2014). COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA DETERMINAR CARBONO ORGÁNICO EN SUELO. *Asociacion Argentina de Ciencia del Suelo*.
- FAO. (2016). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i6132s.pdf>
- FAO. (2016). Estado Mundial de Agricultura y el Cambio Climatico. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i6132s.pdf>
- FAO. (2016). Estado Mundial de la Agricultura y el Cambio Climatico (SOFA). Recuperado el 22 de Septiembre de 2017, de <http://www.fao.org/3/a-i6132s.pdf>
- Franco L., D. (2011).
- Fundación Humedales. (2010). <http://www.globalnature.org>. Obtenido de http://www.globalnature.org/bausteine.net/f/7151/Fundacion_Humedales_Feb_2010.pdf?fd=0
- Fundacion Humedales. (s.f.). *Fundacion Humedales.org*. Obtenido de <http://fundacionhumedales.org/wp/hilos-del-agua/>
- Fundación Humedales y comunidad de la cuenca del río Fúquene. (2013). *Fundacion Humedales.org*. Obtenido de <https://fundacionhumedales.org/wp/wp-content/uploads/2017/05/1-Documento-S%C3%ADntesis-Informaci%C3%B3n-Cuenca-R%C3%ADo-F%C3%BAquene-2013.pdf>
- Garcia, E. G. (1996). Metodologia de la Investigacion Cualitativa. España.
- González, A. L. (2015). <http://ridum.umanizales.edu.co>. Obtenido de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2507/1/Gonzalez_Adriana_2015.pdf
- Gutierrez, A. M. (1996). Mecanismo de Biodegradación de la Lignina. *Revista Iberoamericana de Micología*, 13, 18-23. Obtenido de <https://docplayer.es/13860680-Mecanismo-de-biodegradacion-de-la-lignina.html>
- Heredia, F. G. (2014). Obtenido de <http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/133/1/TF%20Heredia.%20Resignificaicion%20de%20la%20totora.pdf>
- Higuchi, T. (2004). Microbial Degradation of lignin: Rol of lignin Peroxidase, Manganese Peroxidase and Laccase. *Physical and Biological Sciences*, 80, 204-214. Obtenido de https://www.jstage.jst.go.jp/article/pjab/80/5/80_5_204/_pdf/-char/en
- Hueso, A. C. (2012). Metodologia y Tecnicas Cuantitativas de Investigación. Valencia, España.

- IDEAM. (03 de octubre de 2018). *www.ideam.gov.co*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/variabilidad-diaria-temperatura>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander von Humboldt. (s.f.).
- Instituto Humboldt. (s.f.). *Repositorio Institucional Humboldt*. Obtenido de http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9888/Anexo%201_Marco%20legal%20paramos%20yhumedales.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Instituto Humboldt. (2007). *Fúquene, Cucunubá y Palacio : conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino*. Bogotá: Fundación Humedales ; Instituto Humboldt,.
- Mayer, A. &. (2002). Laccase: new functions for an old enzyme. *Phytochemistry*, 551-565. Obtenido de <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0031942202001711-fx6927.gif>
- Montoya, B. S. (Mayo de 2008). *Actividad Enzimática, Degradación de Residuos Sólidos Orgánicos y Generación de Biomasa Útil del Micetozoo Grifola Frondosa*. Tesis de Grado Maestría en Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Recuperado el 2018, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/956/1/sandramontoyabarreto.2008.pdf>
- Oliveros, C. (Agosto de 2011). *www.car.gov.co*. Obtenido de <https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=21449&download=Y>
- Osorio, R. D. (2012). Aplicaciones Biotecnológicas de los Hongos. *Hipotesis, apuntes científicos uniandinos*, 13, 19. Obtenido de <http://hipotesis.uniandes.edu.co/hipotesis/images/stories/ed13pdf/Aplicaciones%20biotecnologicas%20de%20los%20hongos.pdf>
- Ostrom, E. (2000). *El Gobierno de los Bienes Comunes*. Mexico.
- Perez, A. B. (2010). Propiedades Nutricionales de los Hongos Comestibles. *Saberes Compartidos, Revista de Divulgación Científica, Tecnológica y Humanística*(5), 5-11. Obtenido de http://concytep.puebla.gob.mx/images/docs/revista/revista_saberes_anio04_num05.pdf
- Prieto, V. J. (2018). *EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LIGNINA EN BAGAZO DE CAÑA A TRAVÉS DEL CO-CULTIVO DE HONGOS LIGNÍCOLAS CON Pleurotus*. Universidad de los Andes.
- Quiroz, M. d. (2007). Recuperado el 2018, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/176/2/03%20AGP%2033%20TE SIS.pdf>

- Ríos, M. H. (8 de Noviembre de 2010). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000200008
- Rodríguez S, E. (2006). *Digital. CSIC*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/40187>
- Rojas Ramírez, L. (2013). Los basidiomicetos: una herramienta biotecnológica promisoriosa con impacto en la agricultura. *Fitosanidad*(17(1)), 49-55. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2091/209128776009.pdf>
- Sabaj, V. (2011). *Extracción de "Juncos" Schoenoplectus Californicus en el Area Protegida Humedales de Santa Lucia Uruguay*. Uruguay. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/3910/1/uy24-15287.pdf>
- Salinas Callejas, E. &. (2009). Los Biocombustibles. *El Cotidiano*(157), 75-82. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/325/32512739009.pdf>
- Secretaria de Desarrollo Económico. (2008). *Alternativas de Reconversion Productiva para las Zonas Rurales*. Bogotá, Colombia.
- SINIC. (2012). *Sistema Nacional de Informacion Cultural*. Obtenido de <http://www.sinic.gov.co/SINIC/ColombiaCultural/ColCulturalBusca.aspx?AREID=3&SECID=8&IdDep=25&COLTEM=217>
- Sistema de Informacion para la Artesania. (s.f.). *Artesanias de Colombia*. Obtenido de http://artesantiasdecolombia.com.co/PortalAC/C_proyectos/sistema-de-informacion-estadistico-de-la-actividad-artesanal_9429