

**MAPEO CIENCIOMÉTRICO DEL BUCHÓN DE AGUA, *Pontederia crassipes*.**

**MAGDA KATHERINE PEREZ GRISALES**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2023**

**MAPEO CIENCIOMÉTRICO DEL BUCHÓN DE AGUA, *Pontederia crassipes***

**TRABAJO DE GRADO MODALIDAD INVESTIGACIÓN  
MAGDA KATHERINE PEREZ GRISALES**

**DIRECTORA  
GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ  
DOCTORA EN CIENCIAS AGRARIAS Y AGROINDUSTRIALES  
PROFESORA DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**CODIRECTOR  
GUSTAVO ADOLFO RAMÍREZ GONZÁLEZ  
DOCTOR EN INGENIERÍA TELEMÁTICA  
PROFESOR DEPARTAMENTO DE TELEMÁTICA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2023**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Directora:** \_\_\_\_\_  
Giselle Zambrano González

**Co-director:** \_\_\_\_\_  
Gustavo Adolfo Ramírez González

**Jurado 1:** \_\_\_\_\_  
Jorge Mario Becoche Mosquera

**Jurado 2:** \_\_\_\_\_  
  
Jorge Eliecer Gómez Gómez

**Fecha de sustentación: 16 de marzo del 2023**

## **Agradecimientos**

A mis profesores, colegas, compañeros y amigos que me han acompañado y apoyado en el proceso de mi formación académica; a mi hijo Alejandro, quien engrandece todos mis logros con su presencia.

Agradezco al universo por permitirme vivir la experiencia de disfrutar de las segundas oportunidades.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ILUSTRACIONES.....	1
LISTA DE TABLAS.....	3
LISTA DE ANEXOS .....	5
RESUMEN .....	6
1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. OBJETIVOS.....	8
3. MARCO TEÓRICO .....	9
3.1 Características morfológicas y taxonómicas de <i>Pontederia crassipes</i> .....	9
3.1.1 Generalidades de <i>P. crassipes</i> .....	11
3.1.2 Beneficios de <i>P. crassipes</i> .....	11
3.2 Bibliometría.....	15
3.2.1 Leyes bibliométricas.....	16
3.2.2 Indicadores bibliométricos.....	17
3.2.3 Herramientas de análisis bibliométricos.....	19
4. ANTECEDENTES.....	21
5. METODOLOGÍA.....	22
5.1 Recolección de información y conjunto de datos.....	22
5.2 Análisis bibliométrico de desempeño y evolución conceptual de la información recolectada.....	23
5.3 Análisis de mapas científicos de <i>P. crassipes</i> .....	23
5.4 Análisis del contenido de los temas más destacados en <i>P. crassipes</i> .....	26
5.5 Determinación de los vacíos de información en <i>P. crassipes</i> y recomendaciones para futuras investigaciones.....	26
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
6.1 Recolección de información y conjunto de datos.....	26
6.2 Análisis bibliométrico de desempeño y evolución conceptual de la información recolectada.....	29
6.3 Análisis de mapas científicos de <i>P. crassipes</i> .....	46
6.4 Análisis del contenido de los temas más destacados en <i>P. crassipes</i> .....	79

6.5 Determinación de los vacíos de información en <i>P. crassipes</i> y recomendaciones para futuras investigaciones. ....	87
7. CONCLUSIONES .....	88
8. RECOMENDACIONES.....	90
9. BIBLIOGRAFÍA .....	91
10. ANEXOS .....	110

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>ILUSTRACIÓN 1.</b> LA ESTRATEGIA DEL DIAGRAMA DE DENSIDAD Y CENTRALIDAD PARA LOS MAPAS TEMÁTICOS.....	20
<b>ILUSTRACIÓN 2.</b> TOTAL DE DOCUMENTOS CARGADOS A SCIENTO PY Y PORCENTAJES DE REMOCIÓN.....	28
<b>ILUSTRACIÓN 3.</b> PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ANUAL PARA ARTÍCULOS RELACIONADOS A <i>P. CRASSIPES</i> .....	31
<b>ILUSTRACIÓN 4.</b> PRINCIPALES PAÍSES QUE HAN DESARROLLADO ESTUDIOS RELACIONADOS A <i>P. CRASSIPES</i> .....	32
<b>ILUSTRACIÓN 5.</b> PRINCIPALES INSTITUCIONES QUE HAN DESARROLLADO ESTUDIOS RELACIONADOS A <i>P. CRASSIPES</i> .....	33
<b>ILUSTRACIÓN 6.</b> CRECIMIENTO DE LAS 5 PRINCIPALES REVISTAS A TRAVÉS DEL TIEMPO ANALIZADO.....	38
<b>ILUSTRACIÓN 7.</b> PRINCIPALES ÁREAS DE INVESTIGACIÓN QUE HAN DESARROLLADO ESTUDIOS SOBRE <i>P. CRASSIPES</i> .....	41
<b>ILUSTRACIÓN 8.</b> PRINCIPALES TEMAS Y APLICACIONES RELACIONADOS CON <i>P. CRASSIPES</i> , OBTENIDOS EN SCIENTO PY DESDE 1990 A 2021.....	43
<b>ILUSTRACIÓN 9.</b> (A) LÍNEA DE TIEMPO EVOLUTIVO OBTENIDO EN SCIENTO PY DE LOS 12 PRINCIPALES TEMAS RELACIONADOS A <i>P. CRASSIPES</i> ENTRE 1990 Y 2021. (B) PORCENTAJE DE PUBLICACIONES DE LOS PRINCIPALES TEMAS PARA EL 2020-2021.....	44
<b>ILUSTRACIÓN 10.</b> LÍNEA DE TIEMPO OBTENIDA EN SCIENTO PY DE LOS PRINCIPALES TEMAS RELACIONADOS A <i>P. CRASSIPES</i> .....	45
<b>ILUSTRACIÓN 11.</b> MAPA TEMÁTICO 1990-2021 .....	50
<b>ILUSTRACIÓN 12.</b> MAPA DE CORRELACIÓN PARA EL PERIODO DE 1990 - 2021.....	59
<b>ILUSTRACIÓN 13.</b> MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 1, 1990 - 2000.....	61
<b>ILUSTRACIÓN 14.</b> MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 2, 2001-2006. ....	63

<b>ILUSTRACIÓN 15.</b> MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 3, 2007-20012. ....	67
<b>ILUSTRACIÓN 16.</b> MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 4, 2013-2016. ....	71
<b>ILUSTRACIÓN 17.</b> MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 5, 2017-2021. ....	74
<b>ILUSTRACIÓN 18.</b> EVOLUCIÓN TEMÁTICA A TRAVÉS DE LOS 5 PERÍODOS DE TIEMPO ESTABLECIDOS. ....	77
<b>ILUSTRACIÓN 19.</b> PRINCIPALES PAÍSES QUE HAN DESARROLLADO ESTUDIOS DE LAS 5 PRINCIPALES TEMÁTICAS DE <i>P. CRASSIPES</i> . ....	81
<b>ILUSTRACIÓN 20.</b> PRINCIPALES INSTITUCIONES QUE HAN DESARROLLADO ESTUDIOS RELACIONADOS A LOS 5 PRINCIPALES TEMAS DE <i>P. CRASSIPES</i> . ....	82
<b>ILUSTRACIÓN 21.</b> LÍNEA DE TIEMPO DE LOS PRINCIPALES 5 AUTORES QUE HAN PUBLICADO LA MAYOR PARTE DE LA INFORMACIÓN DE LAS TEMÁTICAS DESTACADAS DE <i>P. CRASSIPES</i> . ....	85

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> INFORMACIÓN DE LOS ARTÍCULOS REMOVIDOS POR DUPLICADO EN SCIENTOPY. ....	28
<b>TABLA 2.</b> INFORMACIÓN SOBRE LA BASE DE DATOS GENERAL.....	29
<b>TABLA 3.</b> PRINCIPALES 12 REVISTAS CON SUS RESPECTIVOS ÍNDICES DE IMPACTO, AÑO DE INICIO, TOTAL DE CITAS Y NÚMERO DE PUBLICACIONES.....	35
<b>TABLA 4.</b> PRINCIPALES 10 AUTORES CON SUS RESPECTIVOS ÍNDICES DE IMPACTO, AÑO DE INICIO, TOTAL DE CITACIONES Y NÚMERO DE PUBLICACIONES.....	39
<b>TABLA 5.</b> PRINCIPALES 10 DOCUMENTOS CITADOS CON SU RESPECTIVO PROMEDIO DE CITAS. ..	40
<b>TABLA 6.</b> AGRUPACIÓN DE TÉRMINOS RELACIONADOS A LOS 12 PRINCIPALES TEMAS.....	42
<b>TABLA 7.</b> INDICADORES DE TENDENCIA DE SCIENTOPY. ....	46
<b>TABLA 8.</b> LISTADO DE SINÓNIMOS Y TÉRMINOS ELIMINADOS PARA LA OBTENCIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS.....	47
<b>TABLA 9.</b> MEDIDAS DE DENSIDAD Y CENTRALIDAD PARA EL MAPA TEMÁTICO 1990-2021.....	51
<b>TABLA 10.</b> LISTADO DE TÉRMINOS AGRUPADOS PARA EL CLÚSTER ROJO DEL PERIODO GENERAL. .....	52
<b>TABLA 11.</b> TESAURO CREADO PARA LA OBTENCIÓN DE LA GRÁFICA EN VOSVIEWER.....	55
<b>TABLA 12.</b> MEDIDAS DE DENSIDAD Y CENTRALIDAD PARA EL MAPA TEMÁTICO PARA EL PERIODO 1, 1990-2000. ....	62
<b>TABLA 13.</b> MEDIDAS DE DENSIDAD Y CENTRALIDAD PARA EL MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 2, 2001-2006. ....	66
<b>TABLA 14.</b> MEDIDAS DE DENSIDAD Y CENTRALIDAD PARA EL MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 3, 2007-20012. ....	70
<b>TABLA 15.</b> MEDIDAS DE DENSIDAD Y CENTRALIDAD PARA EL MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 4, 2013-2016. ....	73
<b>TABLA 16.</b> MEDIDAS DE DENSIDAD Y CENTRALIDAD PARA EL MAPA TEMÁTICO DEL PERIODO 5, 2017-2021. ....	76

<b>TABLA 17.</b> INFORMACIÓN SOBRE LA BASE DE DATOS DE LOS 5 PRINCIPALES TEMAS DE <i>P. CRASSIPES</i> . .....	79
<b>TABLA 18.</b> PRINCIPALES 5 REVISTAS QUE HAN PUBLICADO LA MAYOR PARTE DE LA INFORMACIÓN DE LAS TEMÁTICAS DESTACADAS DE <i>P. CRASSIPES</i> , CON SUS RESPECTIVOS ÍNDICES DE IMPACTO, AÑO DE INICIO, TOTAL DE CITAS Y NÚMERO DE PUBLICACIONES. ....	844
<b>TABLA 19.</b> PRINCIPALES 5 AUTORES QUE HAN PUBLICADO LA MAYOR PARTE DE LA INFORMACIÓN DE LAS TEMÁTICAS DESTACADAS DE <i>P. CRASSIPES</i> , CON SUS RESPECTIVOS ÍNDICES DE IMPACTO, AÑO DE INICIO, TOTAL DE CITACIONES Y NÚMERO DE PUBLICACIONES. ....	85
<b>TABLA 20.</b> PRINCIPALES 10 DOCUMENTOS CITADOS ENTRE LAS TEMÁTICAS DESTACADAS DE <i>P. CRASSIPES</i> , CON SU RESPECTIVO PROMEDIO DE CITAS. ....	86

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> LISTADO DE PALABRAS DEL PERIODO GENERAL DE CADA CLÚSTER. ....	110
<b>ANEXO 2.</b> ACOMODACIÓN DE PALABRAS PARA EL PERIODO GENERAL.....	117
<b>ANEXO 3.</b> LISTADO DE PALABRAS DEL PERIODO 1 DE CADA CLÚSTER. ....	121
<b>ANEXO 4.</b> ACOMODACIÓN DE PALABRAS PARA EL PERIODO 1. ....	128
<b>ANEXO 5.</b> LISTADO DE PALABRAS DEL PERIODO 2 DE CADA CLÚSTER. ....	133
<b>ANEXO 6.</b> ACOMODACIÓN DE PALABRAS PARA EL PERIODO 2. ....	141
<b>ANEXO 7.</b> LISTADO DE PALABRAS DEL PERIODO 3 DE CADA CLÚSTER. ....	146
<b>ANEXO 8.</b> ACOMODACIÓN DE PALABRAS PARA EL PERIODO 3.....	154
<b>ANEXO 9.</b> LISTADO DE PALABRAS DEL PERIODO 4 DE CADA CLÚSTER. ....	159
<b>ANEXO 10.</b> ACOMODACIÓN DE PALABRAS PARA EL PERIODO 4.....	167
<b>ANEXO 11.</b> LISTADO DE PALABRAS DEL PERIODO 5 DE CADA CLÚSTER. ....	172
<b>ANEXO 12.</b> ACOMODACIÓN DE PALABRAS PARA EL PERIODO 5.....	180

## RESUMEN

*Pontederia crassipes* (Mart.) es una planta acuática comúnmente conocida por su alto nivel de propagación en los cuerpos de agua con algún grado de contaminación y por sus características fisiológicas que le permiten una variedad de usos biológicos e industriales. Así mismo, existen diferentes revisiones que sintetizan temas de interés específicos alrededor de esta especie vegetal, sin embargo, no existe un análisis detallado respecto a la calidad de la información y su relevancia.

La cienciometría es una ciencia que ha tomado fuerza en los últimos años y ofrece herramientas que permiten medir los atributos de las publicaciones, como por ejemplo su visualización, impacto, entre otros. Así pues, este mapeo cienciométrico busca compilar la información existente de *P. crassipes* y proporcionar los beneficios de contar con los datos de referencia en un solo escrito, apoyándose de análisis bibliométricos con herramientas de desempeño y mapeo científico; para lograrlo, se usaron 2 bases de datos descargadas de Web of Science y Scopus que fueron analizadas en Bibliometrix, ScientoPy y VOSviewer, consiguiendo resultados que permitieron reconocer los países líderes en publicaciones, las principales afiliaciones y fuentes de información, los autores destacados, los temas mayormente desarrollados y los que son tendencia para la actualidad, así mismo, se estableció la dinámica en la evolución de los tópicos entre 1990 y 2021, lo que permitió situar los vacíos de información existentes entre los estudios tipo artículo publicados y establecer las 12 principales temáticas alrededor de la especie vegetal (fitorremediación, plantas acuáticas, metales pesados, eutrofización, pH, biomasa, especies invasivas, humedales, biocarbón, biogás, digestión anaerobia y bioetanol).

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del mapeo cuantitativo permite el uso de diferentes herramientas que contribuyen al análisis de la información existente en determinadas áreas, posibilitando la síntesis y representación espacial de las temáticas tratadas y su evolución; este tipo de investigaciones realizadas de manera aplicada en la biología y puntualmente en la botánica se han realizado en su mayoría sobre plantas medicinales, técnicas de extracción y sus usos en la biotecnología (Joshi, 2020; Lima *et al.*, 2020).

*Pontederia crassipes* es una planta acuática flotante que suele observarse en ecosistemas con algún grado de perturbación ambiental y posee el atributo de reproducirse rápidamente en estos hábitats, ocasionando congestión en el afluente, disminución en el espejo de agua y, por tanto, decrecimiento en los niveles de oxígeno necesarios para el mantenimiento de la dinámica fluvial, en las que se incluyen características fisicoquímicas, biológicas y la interacción entre estas (Ajithram *et al.*, 2021). Las afectaciones económicas y ecológicas de la propagación de *P. crassipes* han hecho que esta planta sea considerada como la “maleza” acuática más problemática a nivel mundial (Koutika & Rainey, 2015). Las consideraciones anteriormente mencionadas, han llevado a los investigadores a enfocarse en estudiar las características de esta especie para lograr detener su propagación o, en su defecto, encontrar usos potenciales de sus propiedades (Datta *et al.*, 2021; Ilo *et al.*, 2020; Koutika & Rainey, 2015; Mishra & Maiti, 2017; Yan *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2020). Los estudios realizados, han aportado avances significativos en temas específicos como absorción de metales pesados en los afluentes y composición química de su estructura (Edwards & Musil, 1975; Hokkanen *et al.*, 2013; Lalitha *et al.*, 2012; Putro & Kurniawan, *et al.*, 2017; Putro & Santoso, *et al.*, 2017; Sayago *et al.*, 2020). No obstante, hasta la fecha no existe un documento que recopile la información existente sobre el buchón de agua que incluya análisis cuantitativos. En la literatura se pueden encontrar revisiones recientes

de manera dispersa que se centran en temas específicos, aportando a la comunidad científica información global relevante pero fragmentada.

La utilidad de un documento que use técnicas de mapeo cuantitativo y recopile la información general, no sólo algunos temas de interés, proporciona una síntesis de qué, dónde y cómo se estudia el buchón de agua; así pues, esta investigación reduce tiempo en búsquedas de información, plantea un estado del conocimiento de manera integral teniendo en cuenta su evolución. Además, se establece como línea base para el análisis de los tipos de estudios usados alrededor de esta especie (estrategias usadas para su erradicación y sus consecuencias; usos como agente biológico, etc.). Adicionalmente, este puede servir para plantear estrategias que permitan el manejo y aprovechamiento adecuado de esta macrófita. Cabe destacar que, debido a las afectaciones sociales que causa la propagación de *P. crassipes*, la relevancia comunitaria de esta investigación es que, con el manejo adecuado de la información, se logrará tener un mejor panorama para las comunidades afectadas localizadas alrededor de los afluentes de agua, respecto a las causas, consecuencias y posibles alternativas a la sobrepoblación del buchón de agua.

Siguiendo este orden de ideas, la finalidad del presente estudio cuantitativo es examinar la información existente sobre el buchón de agua *Pontederia crassipes* a nivel mundial desde 1990. Por lo tanto, las preguntas que se buscan responder al finalizar el mapeo son ¿Qué estudios sobre *Pontederia crassipes* se han llevado a cabo desde 1990? ¿cuál ha sido su evolución y qué temas han sido los más y menos relevantes en el momento de construir ciencia alrededor de este?

## **2. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer el mapa cuantitativo del buchón de agua *Pontederia crassipes* a nivel mundial.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Examinar la evolución de la investigación en *Pontederia crassipes* desde 1990, por medio de análisis bibliométrico.
- Revisar los principales temas y aplicaciones de la investigación en *Pontederia crassipes*
- Identificar vacíos de información y generar recomendaciones para futuras investigaciones.

## 3. MARCO TEÓRICO

### 3.1 Características morfológicas y taxonómicas de *Pontederia crassipes*

*P. crassipes* actualmente se encuentra reportada en Plants of the World Online (Kew, 2023) como una especie recientemente aceptada, sinónimo de: *Eichhornia crassipes* (Mart.), *Eichhornia cordifolia* (Gand.), *Eichhornia crassicaulis* (Schltdl.), *Eichhornia speciosa* (Kunth.), *Heteranthera formosa* (Miq.), *Piaropus crassipes* (Mart.) Raf, *Piaropus mesomelas* (Raf.), *Pontederia crassicaulis* (Schltdl.) y *Pontederia elongata* (Balf.). En Colombia, se conoce con diferentes nombres que son regionalizados y además, apropiados según etnias, así pues, teniendo en cuenta lo anterior se hará referencia a la planta en este documento con los nombres comunes más usados para el país en general: buchón o jacinto de agua. Se describe como una planta acuática (macrófita) de agua dulce, monocotiledónea perteneciente a la familia Pontederiaceae, género *Pontederia*, que comprende a siete especies; es originaria de Brasil y Ecuador, se distingue de otras plantas acuáticas similares por sus hojas brillantes, el bulto parcial de sus pecíolos y sus distintivas flores de color púrpura (Ayanda *et al.*, 2020). La planta se puede dividir en tres porciones principales: una raíz fibrosa marrón, principalmente debajo de la superficie del agua que crea la estructura base de la maleza, un tallo verde parcialmente tierno y hojas

fotosintéticas verdes y regordetas (Ndimele, 2010). Presenta reproducción sexual y asexual, florece todo el año y predomina principalmente en aguas tropicales y subtropicales (Chuang *et al.*, 2011; Sayago *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2015a; Wang *et al.*, 2015b). La reproducción puede ser por vía vegetativa, ocurriendo a través de la generación de estolones, mientras que la reproducción sexual también puede iniciarse a través de semillas, que son capaces de existir en el agua durante seis años (Su *et al.*, 2018) y *P. crassipes* puede crecer hasta una altura de 1 m, con una altura media de unos 40 a 60 cm. La inflorescencia de la planta puede albergar de 6 a 10 flores similares al lirio, con cada flor de 4 a 7 cm de diámetro (Elenwo & Akankali, 2016). Sayago *et al.* (2020) mencionan que el jacinto de agua es considerado como una especie invasora, debido a su adaptabilidad a diferentes tipos de ecosistemas, lo que se estima afecta considerablemente el equilibrio natural de los sistemas acuáticos (lagunas, lagos, humedales, entre otros) y, además, es capaz de tomar nutrientes de los efluentes contaminados por la agroindustria, asentamientos humanos cercanos o el tratamiento insuficiente del agua. También, es importante destacar su rápido crecimiento en condiciones ambientales favorables, un jacinto de agua puede producir 140 millones de plantas hijas al año; estas plantas cubren un área de agua de 1,40 km<sup>2</sup> con una biomasa fresca de 28.000 toneladas (Lu *et al.*, 2017).

En cuanto a las características fisicoquímicas, *P. crassipes* presenta en su composición los siguientes elementos químicos distintivos: carbono, oxígeno, sodio, magnesio, aluminio, zinc, potasio, calcio, hierro, fósforo y azufre (Ayanda *et al.*, 2020), siendo el carbono y el oxígeno los que presentan mayor porcentaje por unidad de área, esta particularidad lo convierte en materia prima de biocombustible (Lara *et al.*, 2016; Sukarni *et al.*, 2019). En las hojas, el potasio y el calcio son los elementos presentes más comunes, mientras que, en los tallos, el potasio, calcio y cloro son los más abundantes; asimismo se tiene que las raíces del buchón de agua poseen la capacidad de actuar como fitoacumuladores, absorben contaminantes tóxicos y sustancias químicas que se

encuentran en concentraciones altas en los cuerpos de agua, adicionalmente, otro atributo destacable, es el bajo contenido de lignina presente en su estructura, en contraste, con el alto contenido de celulosa por unidad de volumen de materia seca, propiedad que la hace fácilmente degradable (Dwivedi & Dwivedi, 2018).

### **3.1.1 Generalidades de *P. crassipes***

La alta capacidad de proliferación del buchón en los cuerpos de agua trae consigo un cambio químico del afluente y la interrupción de la biota acuática, acompañado de una pérdida acelerada de agua (evapotranspiración) (Hossain *et al.*, 2015). El efecto negativo sobre la biota acuática conlleva una disminución en la economía de los sectores públicos y privados por la abundante presencia del buchón; esto ha provocado que últimamente se considere, además, alternativas sostenibles y amigables con el medio ambiente, que implican la utilización beneficiosa de *P. crassipes* (Hossain *et al.*, 2015).

### **3.1.2 Beneficios de *P. crassipes***

Los beneficios del manejo alternativo de *P. crassipes* se resumen en diez aspectos descritos a continuación (Ayanda *et al.*, 2020; Ilo *et al.*, 2020 y Sharma *et al.*, 2016):

- Fitorremediación: se define como un conjunto de métodos que utilizan plantas para limpiar el suelo o el agua de modo que estén libres de impurezas tanto orgánicas como inorgánicas (Dwivedi & Dwivedi, 2018). Entre todos los métodos disponibles para el tratamiento de efluentes industriales, la adsorción sigue siendo el método más utilizado en el tratamiento de aguas residuales debido a su bajo costo de capital; además, puede eliminar la mayoría de los tipos de contaminantes y facilitar la regeneración (Hokkanen *et al.*, 2013; Putro & Kurniawan, *et al.*, 2017; Putro & Santoso, *et al.*, 2017). El proceso de absorción de metales pesados con celulosa es citado por Sayago *et al.* (2020), como un aspecto de interés, debido a su abundante disponibilidad y su gran potencial en la eliminación de los metales pesados presentes en el agua.

Existen diferentes tipos de biomasa con la capacidad de absorber metales pesados, algunos ejemplos son: quitosano (Zhou *et al.*, 2014), residuos de coco (Pillai *et al.*, 2013), banano (Saman *et al.*, 2016), celulosa bacteriana (Baldikova *et al.*, 2017; Jin *et al.*, 2017), celulosa vegetal de hoja alcanfor (*Cinnamomum camphora*) (Wang *et al.*, 2018), y la celulosa de *P. crassipes* (Borker *et al.*, 2013; Gupta & Balomajumder, 2015; Hadad *et al.*, 2011; Swain *et al.*, 2014). La estructura vegetativa de *P. crassipes* posee hemicelulosa y celulosa en 30% y 35%, respectivamente; estos porcentajes la plantean como una alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, como en humedales y lagunas contaminadas (Fattah & Naby, 2012; Ganguly *et al.*, 2012). El buchón de agua, actualmente se está utilizando ampliamente como alternativa de desecho, para la creación de filtros biológicos y para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados; además, se están modificando de manera física y química las características de la celulosa para incrementar su capacidad de absorción (Sayago *et al.*, 2020).

- **Biocombustible:** el buchón de agua es una excelente alternativa cuando se busca biomasa para la industria de los biocombustibles, debido a que la celulosa de este se convierte fácilmente en azúcar fermentable; además, se reporta que en la producción de biodiesel se puede usar el hidróxido de potasio del jacinto de agua (Efeovbokhan *et al.*, 2013).
- **Biogás:** el jacinto de agua es usado para la fabricación y obtención de biogás debido a su alto contenido de hemicelulosa y por sus características biológicas, que lo hacen de fácil obtención (Nugraha *et al.*, 2018). También, genera el mayor volumen de biogás, en comparación con la caña gigante y maíz que también han sido estudiadas para la obtención de biogás (Shah *et al.*, 2015).

- Alimento para animales: existen peces que se alimentan de plantas acuáticas; el jacinto de agua aumenta el nivel de proteína cruda del alimento incluido en la alimentación (debido al alto contenido de proteína en las hojas y raíces de la planta) y, asimismo, se plantea una mejor digestión para el animal que incluye *P. crassipes* en su dieta. Para la carpa común, se sugiere condiciones específicas del uso del jacinto de agua, en donde se indica que se puede usar hasta en un 40% para reemplazar la harina de pescado (Anuja *et al.*, 2016). Otros autores han referenciado los requerimientos para otras especies como carpa espejo, carpa herbívora y peces ángel; la carpa espejo tolera hasta un 25% de harina de buchón de agua, sin embargo, su adición óptima es del 15% (Sarker & Aziz, 2020). Mahmood *et al.* (2018) reportaron que para la carpa herbívora se registra aumento en peso, proteína cruda y mejor asimilación de nutrientes cuando se le incluye jacinto de agua en su dieta. Sipaúba *et al.* (2019) referencian para los peces ángel un porcentaje de adición de hasta un 32%. Para otras especies animales la inclusión de un 30% de jacinto de agua en la alimentación, proporciona un rendimiento óptimo y se sugirió que la maleza es un buen material forrajero (Ayanda *et al.*, 2020). En un estudio piloto sobre el potencial del jacinto de agua como alternativa a los componentes convencionales de la alimentación animal se reportó una mejoría en la producción del 30% y reducción de costos de mantenimiento en 20% (Akankali & Elenwo, 2019).
- Tableros de aislamiento: el auge de la concientización sobre el calentamiento global y la reducción del uso de agua ha llevado a la búsqueda de alternativas sustentables a los materiales de construcción; el jacinto de agua es una de ellas, debido a que su microestructura y su composición química potenciarán su aplicación como

material de construcción de base biológica usándose como tablero de partículas de aislamiento térmico (Sukarni *et al.*, 2019).

- Producción de enzimas: la necesidad de las industrias de obtener enzimas ha llevado a realizar investigaciones cuyos resultados han demostrado que, a partir de la celulosa y la xilanasas, se pueden sintetizar enzimas (Dwivedi & Dwivedi, 2018; Hossain *et al.*, 2015; Lara *et al.*, 2016). El alto contenido lignocelulósico de la biomasa del jacinto de agua es adecuado como medio de crecimiento para la producción de enzimas. Estas enzimas son sustitutos sostenibles de la técnica conservadora usada por las industrias para la obtención de productos, debido a que su uso garantiza un proceso rentable, energéticamente eficiente y una menor generación de desechos para la obtención de estos (Ilo *et al.*, 2020).
- Biopolímeros: la búsqueda de posibles alternativas sustentables al plástico ha llevado a que el jacinto de agua sea objeto de atención por su contenido de celulosa y su alta tasa de proliferación. La celulosa del jacinto de agua se ha utilizado para fabricar polihidroxibutirato, recurso para los bioplásticos (Lalitha *et al.*, 2012), embalajes biodegradables (Ilo *et al.*, 2020; Uka *et al.*, 2007) e hidrogel (Sundari & Ramesh, 2012).
- Vermicompost y compost: el jacinto de agua en combinación con estiércol de vaca fue usado con éxito en vermicompost (Mora & Deka, 2013), Snehalata & Rao (2018) indican que la combinación anterior mejoró significativamente el crecimiento de *Arachis hypogaea*, maní plantado en el campo; Álvarez *et al.* (2016) argumentan que se obtienen mejores resultados cuando se usa solo como sustrato para las lombrices de tierra. En *Lactobacillus sporogenes*, el buchón de agua conduce a un aumento en la composición de nutrientes del vermicompost (Thuraisami &

Sornalaksmi, 2019). Por otro lado, Ayanda *et al.* (2020) describen como la presencia de compuestos como nitrógeno y fósforo en las raíces de la planta, la convierte en materia prima adecuada para la fabricación de fertilizantes inorgánicos y compost; adicionalmente, exponen que el compostaje también puede ayudar a reducir en gran medida la aplicación de fertilizantes químicos en los campos agrícolas, proporcionando así un enfoque agrícola ecológico.

- Usos médicos: los usos del buchón de agua en el campo médico van desde funciones antiinflamatorias, antifúngicas (Ayanda *et al.*, 2020) hasta la obtención de fragancias estéticas y combatir la cólera y las mordeduras de serpientes (Pandey *et al.*, 2015). Aboul *et al.* (2014) reportan que tiene propiedades anticancerígenas. Ayanda *et al.* (2020) recopila la acción de esta especie en varios campos y plantea el medicinal como uno de los campos de acción que se encuentran en crecimiento de estudio.
- Bioenergía: en el aumento de la búsqueda y uso de las energías renovables, se exponen las características de biodegradación y proliferación del buchón de agua y se convierte en una alternativa para la producción de bioenergía. Sin embargo, su principal inconveniente es el 95% de contenido de agua que, eleva los costos de producción (Ilo *et al.*, 2020).

### **3.2 Bibliometría.**

El aumento en las tecnologías de la información y la comunicación ha propiciado un constante crecimiento de la información científica y de su accesibilidad, respondiendo a la necesidad de difundir el conocimiento a demanda de la comunidad investigativa y social. Además de crear conocimiento y comunicarlo, es necesario lograr evaluar el avance de la literatura en campos específicos, siendo aquí en donde se da inicio a la bibliometría.

Solano *et al.* (2009) define la bibliometría como el estudio métrico, con enfoque cuantitativo y objetivo de la información, el cual permite explorar, detectar y mostrar información relevante y significativa en grandes volúmenes de documentos, cuyos resultados constituyen una fuente de información útil para evaluar la actividad científica y consideran elementos tales como autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma, resumen y palabras clave. La bibliometría, dado su carácter multidisciplinar, se nutre de la estadística, la sociología y la informática, para obtener sus resultados (López, 2004). Estos estudios no han estado exentos de cuestionamientos en cuanto a su validez, entre los que se encuentran: falta de planteamiento previo que justifique la utilización de un método cuantitativo concreto; ausencia de valoración de los datos de las que se parte y de las bases de datos utilizadas y resultados con hipótesis, en algunos casos discutibles. Debido a estos planteamientos y considerando las limitaciones de este tipo de estudio, se han establecido leyes bibliométricas e indicadores estandarizados para minimizar los sesgos de esta herramienta de análisis (Ardanuy, 2012) .

### **3.2.1 Leyes bibliométricas.**

Las leyes bibliométricas se consideran la base de la regularidad en las búsquedas estadísticas de la producción y consumo de la información científica, Ardanuy (2012) expone las siguientes:

- Ley de la productividad de los autores o ley de Lotka: relaciona a los autores con las publicaciones en un campo y periodo de tiempo determinado tiempo.
- Ley de dispersión de la bibliografía científica o ley de Bradford: si las revistas científicas se ordenan en una secuencia decreciente de productividad de artículos sobre un campo específico, éstas pueden dividirse en un núcleo de revistas que abordan en particular el tema (núcleo de Bradford) y varios grupos o zonas que contienen aproximadamente el mismo número de artículos que el núcleo, donde el número de revistas en el núcleo y en las zonas sucesivas está en una relación de relación de igualdad (Ardanuy, 2012).

- Ley de crecimiento exponencial o ley de Price: el crecimiento de la información es exponencial para el que se deben tener en cuenta los precursores (primeras publicaciones en un campo de investigación), el crecimiento exponencial (el frente de investigación) y el crecimiento lineal (se ralentiza la información) (Ardanuy, 2012).
- Ley de obsolescencia de la bibliografía científica: así como existe un incesante crecimiento de las publicaciones, también hay un envejecimiento de las mismas, esta no envejece con la misma rapidez dependiendo de las áreas de estudio (Ardanuy, 2012).

### **3.2.2 Indicadores bibliométricos.**

Los indicadores bibliométricos son datos cuantitativos de las características bibliográficas de los documentos estudiados y su relación entre sí, Ardanuy (2012) expone las siguientes:

- Indicadores personales: se ocupan de características de los autores del estudio como la edad, el sexo, la posición profesional, el país, la afiliación institucional, etc. De estos indicadores se definen otros como el índice de aislamiento o porcentaje de referencias de una revista que corresponden al mismo país donde se publica (Ardanuy, 2012).
- Indicadores de producción: se obtienen a partir de los datos de productividad de los autores estudiados, pueden obtenerse indicadores como el número medio de trabajos por autor o el número medio de autores por trabajo, así como los respectivos indicadores estadísticos de dispersión (Ardanuy, 2012).
- Indicadores de dispersión: determinan qué publicaciones constituyen el núcleo de la disciplina.
- Indicadores de visibilidad o impacto: miden la influencia de los autores y de los trabajos publicados aquí el indicador más simple es el del número total de citas

recibidas, en ocasiones se calcula su logaritmo, conocido como índice de Platz (Ardanuy, 2012). Otro indicador utilizado es el promedio de citas que obtiene cada contribución de un autor, dando lugar al llamado factor de impacto (FI), que es la razón entre las citas recibidas y los artículos publicados en una revista; aquí se evidencia la posibilidad de analizar otros índices como el índice de autocitas, índice de inmediatez y el índice H (Ardanuy, 2012). Así mismo, se tiene el índice G que se mide teniendo en cuenta el número de citas en relación con las citas de los artículos más citados. Además, índices como SCImago Journal Rank (SJR) y Journal Citation Indicator (JCI) que miden la relevancia de las revistas.

- Indicadores de colaboración: miden las relaciones existentes entre los productores científicos que han terminado con la publicación conjunta de índices h sucesivos. Contabiliza la proporción de trabajos con dos, tres o más autores e identifica aquellos individuos o instituciones que más han publicado conjuntamente y también relaciona la cocitación (Ardanuy, 2012).
- Los indicadores de obsolescencia: miden el envejecimiento de las publicaciones. Entre los más utilizados se encuentra el semiperíodo de Burton y Kebler que se define como la mediana de las referencias ordenadas por su antigüedad, otra medida es el índice de Price (Ardanuy, 2012).
- Indicadores de forma y contenido: considera el porcentaje de documentos de cada tipología documental como libros, capítulos, comunicaciones de congresos, tesis doctorales, reseñas, editoriales, notas, comunicados y artículos de revista (Ardanuy, 2012).
- Indicadores de tendencia y crecimiento: establece la relación del número de documentos publicados a lo largo del estudio con los publicados en el último año, algunos que se pueden mencionar son el AGR, PDLY y ADY (Ruiz *et al.*, 2019)

### 3.2.3 Herramientas de análisis bibliométricos.

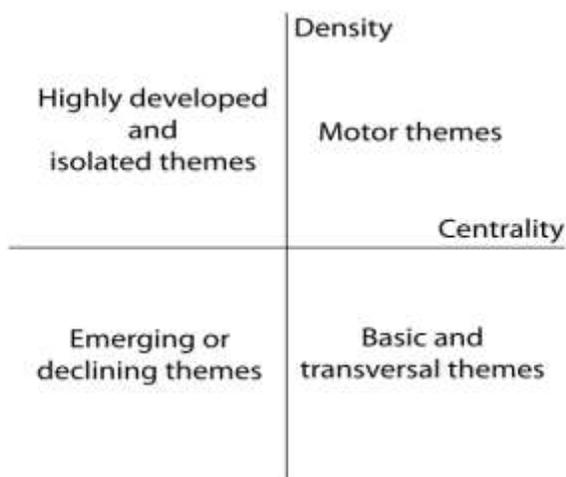
En la bibliometría se usan diferentes herramientas que contribuyen al análisis de la información. El Mapeo científico es un análisis de representación espacial de cómo las disciplinas, campos, especialidades y documentos o autores se relacionan entre sí. Además, nos permite enriquecer el análisis con indicadores bibliométricos de desempeño para resaltar aquellos temas que han recibido más atención por parte de la comunidad investigadora, basándose en redes de palabras conjuntas con el fin de puntualizar los temas de investigación más tratados en las publicaciones de un tema en particular y su evolución conceptual con el paso del tiempo.

VOSviewer (<https://www.vosviewer.com/>), es un software que permite construir y visualizar mapas bibliométricos mediante información que se obtiene de bases de datos, además ofrece la función de minería de textos analizando las frecuencias de co-ocurrencia de palabras (Li *et al.*, 2021; Vallejo *et al.*, 2021).

ScientoPy (<https://www.scientopy.com/>), esta herramienta permite la fusión de las bases de datos mas populares y la eliminación de sus documentos duplicados, asi mismo extrae indicadores de tendencia, índice H para temáticas y autores destacados, posee recursos visuales que contibuye en la interpretación de los resusultados (Zambrano *et al.*, 2017).

Bibliometrix (<https://www.bibliometrix.org/index.html>) permite realizar análisis completos de mapeo científicos (Aria & Cuccurullo, 2017), siendo un software que combina herramientas de análisis de desempeño y de mapeo científico para analizar un tema de investigación, detectar y visualizar sus subdominios conceptuales (temas / temas particulares o áreas temáticas generales), además de su evolución temática basándose en palabras conjuntas y el índice H. Algunas de las estrategias de análisis que usa el programa son la inspección de palabras conjuntas, seguida por agrupaciones de palabras clave en los temas, utilizando el algoritmo de centros simples, que ubica redes

de palabras clave fuertemente ligadas entre sí y que corresponden a centros de interés o problemas de investigación que son objeto de gran interés entre los investigadores. Conjuntamente permite la visualización de temas, mediante diagramas estratégicos y de red temática, caracterizando cada uno de ellos con dos medidas: centralidad y densidad, que contribuyen la visualización como un conjunto de temas de investigación, mapeado en un diagrama estratégico bidimensional (**Ilustración 1**) en donde adicionalmente se clasifican los temas en cuatro grupos según el cuadrante:



**Ilustración 1.** La estrategia del diagrama de densidad y centralidad para los mapas temáticos. Tomada de Cascón Katchadourian *et al.* 2020.

En el cuadrante superior derecho se ubicarán los temas bien desarrollados y que son importantes en la estructuración de un campo de investigación. Se caracterizan por presentar fuerte centralidad y alta densidad. En el cuadrante superior izquierdo se encontrarán los temas que tienen vínculos internos bien desarrollados, pero vínculos externos sin importancia; serán los artículos con temas muy especializados y periféricos. En el cuadrante inferior izquierdo se encontrarán las temáticas poco desarrolladas,

emergentes o desaparecidas; tendrán baja densidad y centralidad. Los temas del cuadrante inferior derecho serán los básicos e importantes para un campo de investigación, pero que aún no han sido desarrollados.

Es necesario aclarar que, un área temática se define como un conjunto de temas que han evolucionado durante varios períodos de tiempo y la interrelación entre los temas investigados pueden indicar que un tema pertenezca a un área temática o a varias, también puede presentarse que un tema de investigación no se asocie con ninguna de las áreas identificadas y, en consecuencia, se interpreta como el origen de una nueva área temática en el campo que se esté estudiando.

Algunas referencias de trabajos que han usado las anteriores herramientas bibliométricas para análisis de información son Ruiz *et al.* (2019) en donde exponen el uso de ScientoPy con un caso particular en tendencias de publicaciones científicas y Zambrano *et al.* (2017) en el que analizan la evolución del conocimiento científico en sericultura a través de mapeo científico.

#### **4. ANTECEDENTES.**

Desde 1990 hasta la fecha se reportan en las bases de datos 15 revisiones que abordan temas relacionados a *P. crassipes* y sus sinónimos. La mayoría se han realizado sobre las cualidades y beneficios del jacinto de agua: propiedades de su biomasa, sus diferentes usos en producción de etanol, base para sintetizar enzimas, absorción amoniacal, producción de energía y características de su fibra natural (Ajithram, Winowlin, & Siva, 2021; Ganguly *et al.*, 2012; Gaurav *et al.*, 2020; Ilo *et al.*, 2020; Lalitha *et al.*, 2012; F. Li *et al.*, 2021; Sayago *et al.*, 2020; Ting *et al.*, 2018; Yan *et al.*, 2017). Las demás revisiones se han realizado sobre sus atributos invasivos, estrategias de erradicación, efectos ambientales, socioeconómicos debido a su alta proliferación y capacidad como

fitorremediador (Dagno *et al.*, 2007; Koutika & Rainey, 2015; Mehra *et al.*, 1999; Sanmuga & Senthamil, 2017; Uka *et al.*, 2007; Villamagna & Murphy, 2010).

Para análisis de mapeos cuantitativos en *P. crassipes* y sus sinónimos no se encontraron resultados en las búsquedas; sin embargo, sí se encontraron revisiones de este tipo realizadas en otras especies vegetales; En su mayoría se han realizado sobre plantas medicinales: avances en técnicas de extracción, etnobotánica, perspectivas futuras y mejoras en enfermedades puntuales como la diabetes (Chelghoum *et al.*, 2021; Fakchich & Elachouri, 2021; Masondo & Makunga, 2019; Salmerón *et al.*, 2020; Zhao *et al.*, 2020); otros temas a los que se les ha aplicado estos estudios son: incidencias de enfermedades en plantas, tendencias de investigación en nuevas especies reportadas para algunos países, estado del conocimiento de las extracciones vegetales y su uso en la biotecnología (Adejoro *et al.*, 2013; Bouyahya *et al.*, 2020; Cruz & Dierig, 2012; Joshi, 2020; Lima *et al.*, 2020); en menor proporción se encuentran investigaciones específicas acerca de daños ecológicos registrados por especies exóticas invasoras, fenotipado de plantas y registros de estrés hídrico en plantas oleaginosas (Chen *et al.*, 2016; Costa *et al.*, 2019; Kulak *et al.*, 2019).

## **5. METODOLOGÍA.**

La metodología que se usó fue la registrada por Cobo *et al.* (2015), en donde, además, se realizaron ajustes respectivos para este estudio.

### **5.1 Recolección de información y conjunto de datos.**

Para llevar a cabo el análisis de la evolución en la investigación de *P. crassipes* desde 1990, se recopiló y procesó los documentos de estudio sobre la especie y sus sinónimos, en las bases de Scopus y Web of Science, no se tuvo en cuenta la denominada “literatura gris” debido a que se buscó la máxima uniformidad de los datos a analizar, así mismo, esta

presenta un sesgo en su acceso dado a que se encuentra en medios ordinarios de publicación. Estas fueron seleccionadas debido a su importancia, recursos de análisis de la información y a la necesidad de reunir la mayor cantidad posible de revistas; el material seleccionado se descargó mediante una consulta avanzada, teniendo en cuenta los operadores de búsqueda y, además, restringiendo la selección a artículos científicos.

Los datos se descargaron y fueron cargados inicialmente a ScientoPy, en donde se eliminan duplicados, dándole predilección a los de WoS, dado a la información extra que esta base ofrece frente a Scopus; de esta manera se realizó una selección detallada de los artículos. Posteriormente, los documentos se cargaron a Bibliometrix en donde se realizó los análisis de desempeño y evolución conceptual.

### **5.2 Análisis bibliométrico de desempeño y evolución conceptual de la información recolectada.**

Se realizó análisis bibliométrico de la información de *P. crassipes* con ayuda de los recursos de análisis de la información de Bibliometrix, de manera conjunta se hizo uso de las gráficas que arroja ScientoPy y VOSviewer; en este apartado se muestran datos sobre: afiliaciones institucionales, datos sobre distribución geográfica de publicaciones, indicadores personales como autores destacados; indicadores de producción, índice H, visibilidad o impacto; número de documentos publicados y citas recibidas.

### **5.3 Análisis de mapas científicos de *P. crassipes***

A través de Bibliometrix se desarrolló el análisis de los temas detectados durante los periodos de tiempo que se establecieron de acuerdo con el crecimiento exponencial que presentaron determinadas áreas temáticas observadas en el desarrollo de este ítem, basándose en palabras clave en el transcurso del tiempo: se diferenciaron 4 etapas para analizar los temas o campos de investigación de *P. crassipes* y de esta manera se realizaron los mapas científicos. Se usó ScientoPy en este apartado para la visualización de algunas partes de la información obtenida.

- Primera etapa, detección de los temas de investigación: a los artículos sobre *P. crassipes* se les aplicó un análisis de palabras conjuntas, seguido por uno de agrupación de palabras clave en los temas. La similitud entre las palabras clave se evaluó mediante el índice de equivalencia:

$$e_{ij} = c_{ij}^2 / c_{ic}c_{jc}$$

Dónde:

**c<sub>ij</sub>** es el número de documentos en los que coexisten dos palabras clave

**i** y **j** las palabras que coexisten

**c<sub>i</sub>** y **c<sub>j</sub>** representan el número de documentos en los que aparece cada uno.

- Segunda etapa, visualización de temas de investigación: los temas detectados se visualizaron mediante diagrama estratégico y de red temática. Cada tema se caracterizó con dos medidas: centralidad y densidad.

La centralidad mide el grado de interacción de una red con otras redes y se define como:

$$C = 10 \times \sum e_{kh}$$

Donde:

**k** es una palabra clave que pertenece al tema

**h** una palabra clave que pertenece a otros temas.

La densidad mide la fuerza interna de la red y se puede definir como:

$$D = 100 \left( \sum e_{ij}/w \right)$$

Donde:

*i* y *j* son palabras clave que pertenecen al tema

*w* el número de palabras clave en el tema.

- Tercera etapa, descubrimiento de áreas temáticas: se detectó la evolución de los temas de investigación en el transcurso del tiempo entre 1990 y 2021, mediante la superposición de grupos de dos períodos consecutivos, usando el índice de inclusión para detectar nexos conceptuales entre temas de investigación en diferentes períodos y, de esta forma, se identificó las áreas temáticas en cada campo de investigación; posteriormente esta información se analizó para identificar las principales áreas generales de evolución en los campos de investigación determinados, sus orígenes y sus interrelaciones.
- Cuarta etapa, análisis de desempeño: el programa bibliométrico realizó una asignación de un conjunto de documentos a cada tema detectado mediante la función de mapeador de documentos de unión, que devuelve esta unión de manera algebraica presentando el conjunto de documentos con las palabras claves (estos pueden pertenecer a diferentes temas y áreas temáticas). La contribución de los temas de investigación y las áreas temáticas a todo el campo de investigación se midió de manera cuantitativa y cualitativa y se utilizó para establecer los subcampos más destacados, más productivos y de mayor impacto.

#### **5.4 Análisis del contenido de los temas más destacados en *P. crassipes*.**

Para analizar los temas más destacados de *P. crassipes*, se tuvo en cuenta los mapas científicos obtenidos en el apartado anterior y se seleccionaron los 5 temas más desarrollados en las investigaciones de buchón de agua para su revisión. La información que se sintetizó se obtuvo de ScientoPy y Bibliometrix, se centró en las revistas más destacadas por números de publicaciones, índices de impacto local, autores, países y documentos relevantes.

#### **5.5 Determinación de los vacíos de información en *P. crassipes* y recomendaciones para futuras investigaciones.**

A partir de los diagramas estratégicos obtenidos en el punto 5.3 y el análisis de tendencias de ScientoPy, se logró determinar qué vacíos existen en la información de los estudios de *P. crassipes* en cuanto a número de publicaciones y por tanto desarrollo. A partir de estos se realizó recomendaciones para futuras investigaciones.

### **6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las imágenes y tablas obtenidas en la visualización de los resultados en los programas usados para la investigación muestran la información en inglés, por ello se tradujo el material que permitía edición y para aquél que no permitió edición, se le realizó el análisis y discusión en español. Los nombres de los artículos, revistas y demás títulos específicos se mantuvieron en el idioma de análisis (inglés), para mayor facilidad en la referenciación.

#### **6.1 Recolección de información y conjunto de datos.**

La información se compiló con dos ecuaciones de búsqueda, una para cada base de datos usada, esto debido a que cuentan con diferentes formas de arreglo para formular la consulta avanzada; obteniendo así:

Ecuación de búsqueda usada en Scopus es:

TITLE-ABS-KEY ("Eichhornia crassipes" OR "Water hyacinths" OR "Pontederia crassipes" OR "Eichhornia cordifolia" OR "Eichhornia crassicaulis" OR "Eichhornia speciosa" OR "Heteranthera formosa" OR "Piaropus crassipes" OR "Piaropus mesomelas" OR "Pontederia crassicaulis" OR "Pontederia elongata") AND (DOCTYPE(ar)) AND (PUBYEAR > 1989) AND (PUBYEAR < 2023) AND (EXCLUDE (PUBSTAGE,"aip"))

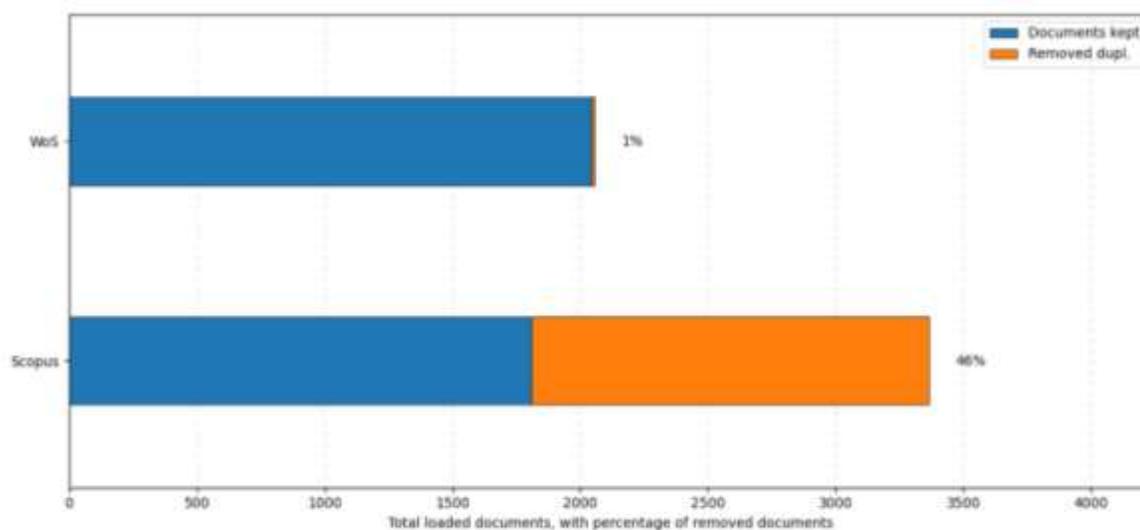
Y la ecuación de búsqueda usada en WoS:

((TS=("Eichhornia crassipes" OR "Water hyacinths" OR "Pontederia crassipes" OR "Eichhornia cordifolia" OR "Eichhornia crassicaulis" OR "Eichhornia speciosa" OR "Heteranthera formosa" OR "Piaropus crassipes" OR "Piaropus mesomelas" OR "Pontederia crassicaulis" OR "Pontederia elongata" )) AND (PY = (1990-2022)) NOT (DT=("OTHER" OR "MEETING" OR "PATENT" OR "ABSTRACT" OR "EARLY ACCESS" OR "UNSPECIFIED" OR "EDITORIAL MATERIAL" OR "CORRECTION" OR "LETTER" OR "REPORT" OR "CASE REPORT" OR "CLINICAL TRIAL" OR "BOOK" OR "BOOK CHAPTER" OR "MEETING ABSTRACT" OR "PROCEEDINGS PAPER"))))

Las descargas se realizaron el 4 de marzo del 2022 y se obtuvieron 3.363 y 2.066 documentos, respectivamente, estos de tipo artículo publicados entre 1990 y 2021 sobre *P. crassipes* y sus sinónimos.

Los formatos de descarga para Scopus fueron en valores separados por comas tipo Excel y para WoS como documento de texto, estos archivos que agrupan un total de 5.429 artículos fueron guardados en una sola carpeta que fue posteriormente cargada a ScientoPy en donde se eliminaron los duplicados, obteniéndose la remoción del 1% de WoS y el 46% de Scopus (ilustración 2). Es importante mencionar que el programa le da prioridad a WoS debido a que este posee más campos de información, por lo que, al encontrar el mismo documento en las dos plataformas, elimina por defecto el de Scopus.

Se eliminaron un total de 1.567 artículos (1.554 provenientes de Scopus y 13 de WoS), es decir, el 28,9% del total de los documentos subidos al programa (Tabla 1). Por consiguiente, la base de datos para el análisis quedó compuesta por 3.852 documentos tipo artículo, adicionalmente, se encontró que el 66,1% del total de los documentos presentaban diferencias en los datos de número de veces citados entre las dos plataformas usadas para la descarga.



**Ilustración 2.** Total de documentos cargados a ScientoPy y porcentajes de remoción.

**Tabla 1.** Información de los artículos removidos por duplicado en ScientoPy.

Información de los artículos removidos		
Información	Numérico	Porcentaje (%)
<b>Datos originales</b>		
Artículos cargados	5.429	N.A.
Documentos omitidos por tipo de documento	10	0,2
Total de los documentos después de que se eliminen los documentos omitidos	5.419	N.A.
Artículos cargados de WoS	2.056	37,9

Artículos cargados de Scopus	3.363	62,1
<b>Resultados de eliminación duplicados</b>		
Artículos duplicados encontrados	1.567	28,9
Eliminó los documentos duplicados de WOS	13	0,6
Eliminó los documentos duplicados de Scopus	1.554	46,2
Documentos duplicados con una categoría diferente	1.036	66,1
Artículos totales después de eliminar duplicados	3.852	N.A.
Documentos de WOS	2.043	53,0
Documentos de Scopus	1.809	47,0

## 6.2 Análisis bibliométrico de desempeño y evolución conceptual de la información recolectada.

El análisis de desempeño y evolución se realizó principalmente con Bibliometrix, apoyándose con recursos gráficos de ScientoPy. Debido a que la primera herramienta mencionada permite la carga de una sola base de datos para el análisis, esta se obtuvo de ScientoPy pues en el momento en que se realiza la remoción de documentos, esta genera un Excel instantáneo que reúne todos los documentos, obteniendo de esta manera la base de datos completa en un único archivo, con los duplicados eliminados.

De la información obtenida (Tabla 2) se encontró que el conjunto de datos proviene de 1.333 fuentes de información. De los 3.852 artículos trabajados, 97 de estos (2,6%) son tipo revisión. En adición, se trabajó con 12.126 palabras clave. Los autores señalados en los 31 años de estudio son 10.372, de estos 109 (1%) han publicado documentos de un solo autor y el 99% con coautoría, por consiguiente, cuentan con un índice de colaboración de 2,78, es decir con aproximadamente 3 autores firmantes en promedio por documento.

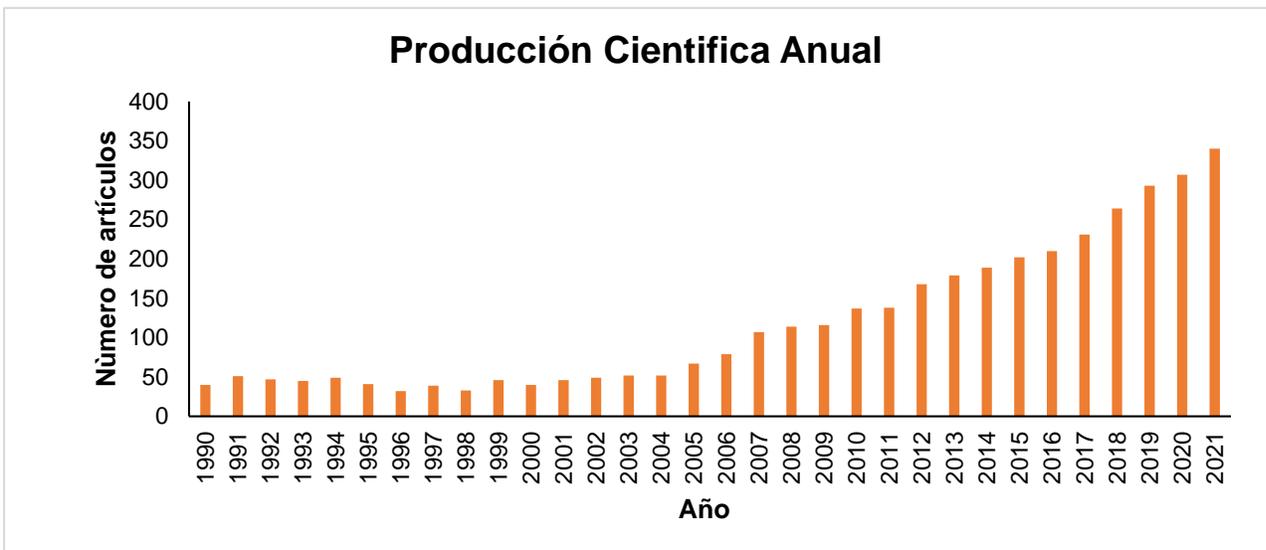
**Tabla 2.** Información sobre la base de datos general.

Descripción	Resultados
<b>Información principal sobre datos</b>	
Espacio de tiempo	1990:2021
Fuentes (revistas, libros, etc.)	1.333
Documentos	3.852

Años promedio de la publicación	10,1
Citas promedio por documentos	17,06
Citas promedio por año por documento	1,74
Referencias	1
<b>Tipos de documentos</b>	
Artículo	3.706
Revisión	97
<b>Contenido de documentos</b>	
Palabras clave Plus (ID)	12.126
Palabras clave del autor (DE)	7.938
<b>Autores</b>	
Autores	10.372
Aparición de autor	23.800
Autores de documentos de un solo autor	109
Autores de documentos de varios autores	10.263
<b>Autores colaboración</b>	
Documentos de un solo autor	115
Documentos por autor	0,36
Autores por documento	2,73
Coautores por documento	6,26
Índice de colaboración	2,78

La producción científica anual (Ilustración 3), enseña cómo en la primera mitad del tiempo estudiando para este estudio (1990-2006) se publicaron un total de 662 artículos, esto es el 17,3% del conjunto total de datos; lo que implica que el 82,7% de las publicaciones corresponden a la segunda y última mitad del lapso de tiempo analizado (2007-2021) y que los años con crecimiento fuerte son 2007, 2010, 2012, 2018, 2019 y 2021. De acuerdo con lo anterior, se puede establecer que la diferencia en porcentajes de producción para las dos mitades cronológicas se debe a la dificultad de publicar en revistas indexadas en los años 90, además, del número menor de revistas especializadas y posicionadas sobre las temáticas relacionadas al buchón de agua (contaminación, plantas acuáticas, fitorremediación). Caso contrario a lo que ocurre hoy, en donde la accesibilidad de publicación es mayor, así como también el presupuesto y crecimiento de revistas especializadas. Es importante mencionar la

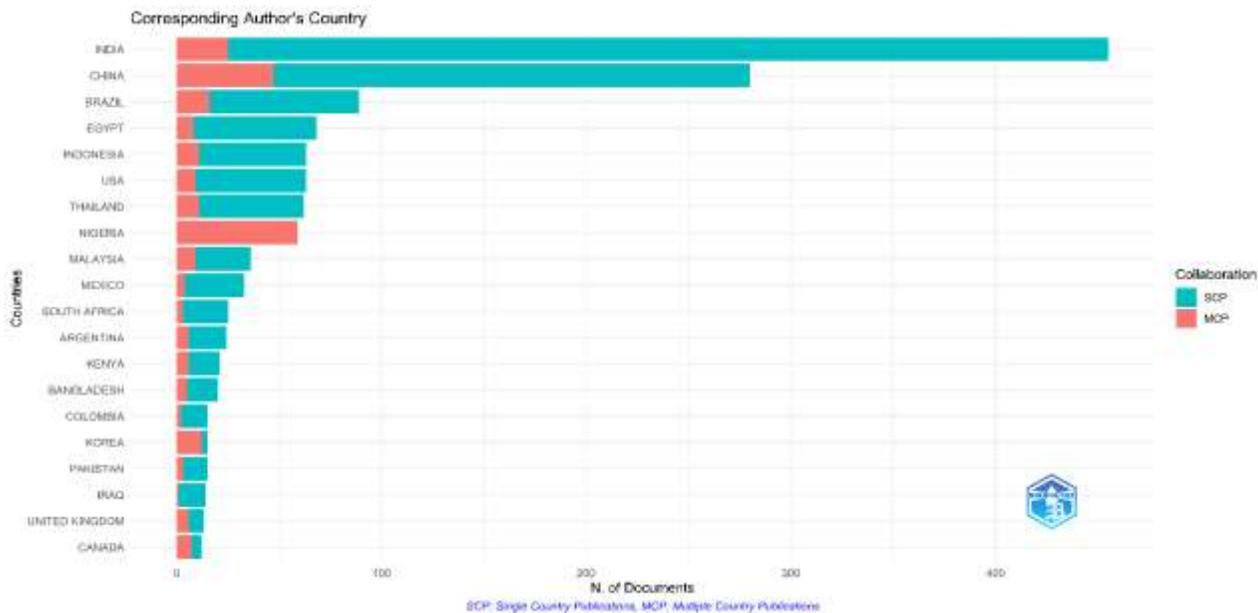
inclinación al desarrollo de investigaciones que contribuyan al diagnóstico, recuperación y mantenimiento de los cuerpos de agua (Ilo *et al.*, 2020), pues de manera indirecta contribuye al aumento del conocimiento alrededor del buchón de agua. De igual modo, los estudios de usos alternativos, dada a la alta propagación de la especie, toman fuerza en términos económicos para las instituciones, lo que también podría estar influyendo en los picos de productividad anual. En consecuencia, se tiene que los tópicos sobre *P. crassipes*, se encuentran en tendencia dado la dinámica de ampliación en número de artículos para los últimos años.



**Ilustración 3.** Producción científica anual para artículos relacionados a *P. crassipes*.

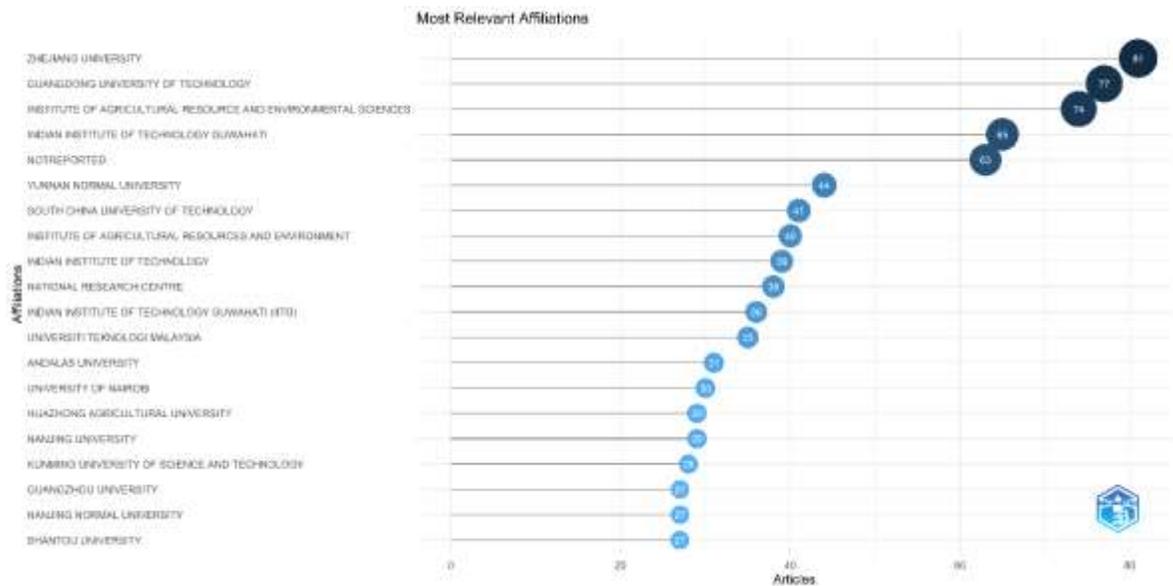
Los países que han tenido mayor contribución investigativa (tipo artículo) relacionada al buchón de agua, en comparación con los demás aportes mundiales son India y China, quienes representan aproximadamente 650 artículos publicados (17%), seguidos por Brasil y Egipto (3,9%), (Ilustración 4). Por otro lado, se tiene que, las afiliaciones más relevantes se han desarrollado por la Universidad de Zhejiang, la Universidad Tecnológica

de Guangdong, ubicadas en China, con 81 y 77 artículos publicados, respectivamente; y el Instituto de Recursos Agrícolas y Ciencias Ambientales de la Universidad de California en Estados Unidos con 74 artículos (Ilustración 5). En consecuencia, se logra establecer correspondencia entre el segundo país con mayor número de publicaciones y las instituciones que ocupan el lugar 2 y 3 en relevancia. Por tanto, China puede simbolizar un aporte significativo dado su conjunto de trabajo para potencializar los estudios de *P. crassipes*. En cuanto a la productividad medida en número de publicaciones para India, se puede establecer que sus aportes están relacionados a la inversión que se realiza para mantener sus principales fuentes de ingreso (agricultura, sector textil y demás) (Zambrano *et al.*, 2017), pues estas están directamente relacionadas a los cuerpos de agua, la contaminación y a las alternativas de manejo y uso para el buchón de agua.



\*SCP: Single Country Publications/Publicaciones de un solo país. MCP: Multiple Country Publications/Publicaciones de múltiples países.

**Ilustración 4.** Principales países que han desarrollado estudios relacionados a *P. crassipes*.



**Ilustración 5.** Principales instituciones que han desarrollado estudios relacionados a *P. crassipes*.

Así mismo, dentro de las 12 principales fuentes de publicación, se encontró que suman un total 551 publicaciones que representan el 14,5% del total. En las publicaciones analizadas en esta investigación la revista *Bioresource technology* es la que más ha publicado en el área de investigación analizada, con 106 publicaciones, presenta un impacto local medido por Índice H de 45 (Tabla 3), SJR de 2,35 y JCI de 1,76. En la Ilustración 6 se observa cómo ha sido su crecimiento desde el año 1990 y cómo desde el 2008 sus aportes reflejados en número de publicaciones empiezan a marcar una diferencia significativa en comparación con otras fuentes. Seguida a esta fuente, por número de publicaciones, se encuentra *Environmental science and pollution research* e *Hydrobiologia* con índices de impacto H 15, SJR 0,83, JCI 0,81. Los valores de productividad muestran que las revistas que más publican pueden variar respecto a su índice de impacto local. Así pues, después de *Bioresource technology*, de acuerdo con el índice H, se ubica *Ecological engineering* y según SJR y JCI se encuentra *Science of the total environment*.

Es preciso resaltar que, el año de inicio de las publicaciones para las revistas que más publican no es el mismo, por ejemplo, *Environmental science and pollution research* inicia sus publicaciones en el año 2012 y su crecimiento es exponencial en comparación a *Hydrobiologia* que presenta un crecimiento homogéneo en la línea de tiempo de este estudio (Tabla 3 e Ilustración 6). Estas revistas se concentran en su mayoría en Países Bajos, seguido por Reino Unido. El factor de impacto para las revistas más representativas es en general bajo, con excepción de *Bioresource technology* y *Science of the total environment*. En este apartado cabe resaltar la poca conectividad que se logra establecer entre los países, las instituciones y las revistas más relevantes en el conjunto de datos analizado; este resultado puede ser debido a la dispersión de la información que se tiene del jacinto de agua, así mismo, por las pocas revistas especializadas que se encuentran en el top 12 de las relevantes, puesto que el conocimiento puede estar direccionado a temas adyacentes al buchón, como estados de conservación de los ecosistemas acuáticos, plantas acuáticas invasoras y obtención de materia prima.

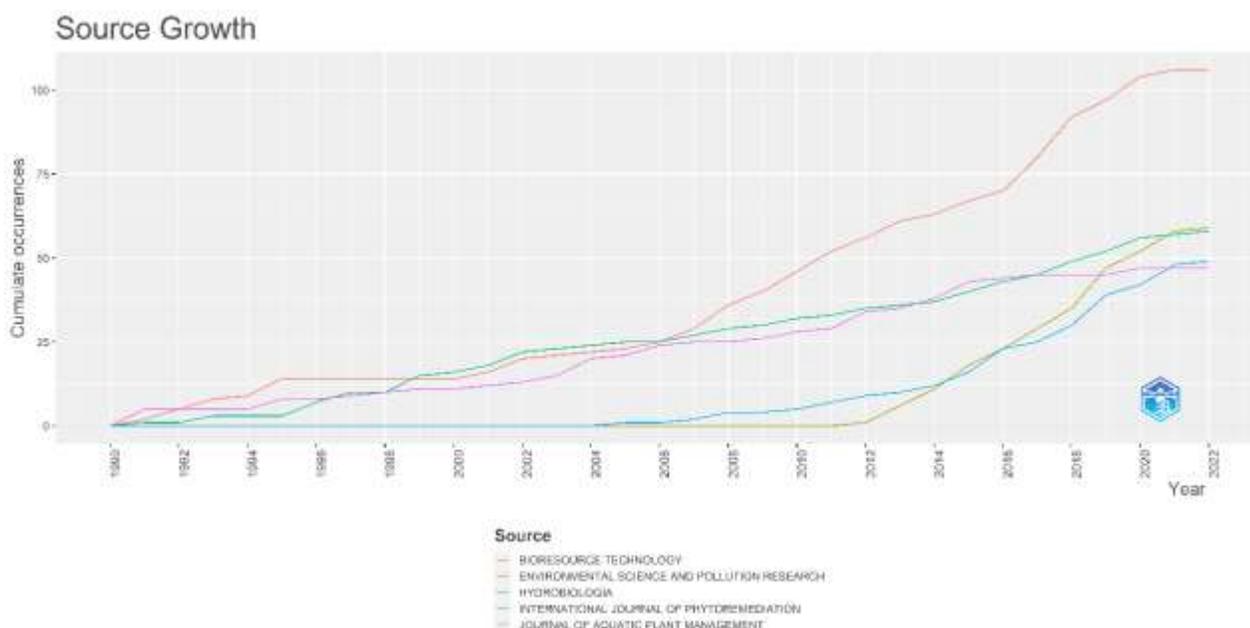
**Tabla 3.** Principales 12 revistas con sus respectivos índices de impacto, año de inicio, total de citas y número de publicaciones.

Nombre de la revista	H índice	G índice	CT	NP	AÑO DE INICIO	Factor de impacto SJR 2021	Factor de impacto JCI 2021	País	Área
Bioresource Technology	145	73	5890	106	1991	2,35	1,76	Reino Unido	Ingeniería química, energía, ciencias ambientales, medicina
Environmental Science And Pollution Research	15	25	801	57	2012	0,83	0,81	Alemania	Ciencia ambiental, medicina
Hydrobiologia	24	39	1685	55	1991	0,79	0,92	Países Bajos	Ciencia acuática
International Journal Of Phytoremediation	17	26	793	48	2005	0,60	0,60	Reino Unido	Ciencias de las plantas, ambiental, química contaminación
Aquatic Botany	23	38	1507	45	1990	0,55	0,69	Países Bajos	Ciencia acuática, ciencia de las plantas
Journal Of Aquatic Plant Management	15	24	670	42	1991	0,18	0,26	Estados Unidos	Ciencia acuática, ciencia de plantas, gestión, monitoreo, política y derecho
Ecological Engineering	26	41	2511	41	1992	1.01	0,75	Países Bajos	Ingeniería Ambiental Gestión, monitoreo, política y derecho conservación de la naturaleza y el paisaje

Nombre de la revista	H índice	G índice	CT	NP	AÑO DE INICIO	Factor de impacto SJR 2021	Factor de impacto JCI 2021	País	Área
Biological Control	16	22	564	32	1995	0.87	1,25	Estados Unidos	Agronomía y ciencia de los cultivos, ciencia de insectos
Environmental Monitoring and Assesment	17	31	987	32	1998	0.62	0,53	Países Bajos	Ciencias Ambientales (varios) gestión, monitoreo, política y derecho Contaminación, medicina (diversa)
Journal Of Environmental Management	16	32	1275	32	1993	1,48	1,39	Estados Unidos	Ingeniería Ambiental Gestión, monitoreo, política y derecho Gestión y eliminación de residuos, medicina (varios)
Chemosphere	20	31	1458	31	1993	1,50	1,49	Reino Unido	Química (varios), Química ambiental Ingeniería Ambiental Salud, toxicología y mutagénesis Contaminación, medicina (diversa) Salud pública, salud ambiental y ocupacional
Science Of The Total Environment	15	27	755	30	1993	1,80	1,78	Países Bajos	Química ambiental Ingeniería Ambiental

Nombre de la revista	H index	G index	CT	NP	AÑO DE INICIO	Factor de impacto SJR 2021	Factor de impacto JCI 2021	País	Área
									Contaminación Gestión y eliminación de residuos

\*CT: Citaciones Totales NP: Número de publicaciones



**Ilustración 6.** Crecimiento de las 5 principales revistas a través del tiempo analizado.

En cuanto a la información que se obtiene de los autores, en la Tabla 4 se visualizan según la relevancia del número total de documentos publicados, indicadores de crecimiento y tendencia como AGR (Average Growth Rate, tasa de crecimiento por año) y ADY (Average Documents per Year, promedio de documentos por año) y PDLY (production of documents in recent years, producción de documentos en años recientes), además del índice H de estos. De esta manera se tiene que, entre los 10 destacados Hill, M.P. cuenta con 77 publicaciones tipo artículo, seguido de este se ubica Coetzee, J.A. con 52 y Wang, Y. con 40 documentos; con índice de impacto local H de 22, 17, 9 respectivamente. Al igual que con las revistas más destacadas, los años de inicio de los autores que se logran observar en la tabla no es el mismo, siendo entre estos el más antiguo de 1999 (correspondiente al índice H más alto) y en su mayoría datan sus inicios entre el 2007 y 2013. El AGR y PDLY

más altos, hacen referencia a Liu, J. y Liu, H. quienes presentan crecimiento AGR 1 y una tendencia de crecimiento PDLY de 50 y 20 respectivamente; siendo estos últimos quienes representan los autores con mayor crecimiento respecto a su año de inicio y tendencia para los últimos años.

**Tabla 4.** Principales 10 autores con sus respectivos índices de impacto, año de inicio, total de citaciones y número de publicaciones.

Pos	Autor	NP	AGR	ADY	PDLY	H índice	Año de inicio
1	Hill, M.P.	77	-0,5	6,5	16,9	22	1999
2	Coetzee, J.A.	52	-1,5	5,5	21,2	17	2007
3	Wang, Y.	40	-0,5	2,5	12,5	9	2012
4	Byrne, M.J.	30	0,5	0,5	3,3	15	2007
5	Liu, J.	28	1,0	7,0	50,0	8	2007
6	Zhang, Y.	27	1,0	2,0	14,8	6	2013
7	Kalamdhad, A.S.	26	-1,0	2,0	15,4	12	2012
8	Zhang, Z.	26	1,5	1,5	11,5	6	2012
9	Yan, S.H.	21	-1,0	1,0	9,5	12	2010
10	Liu, H.	20	1,0	2,0	20,0	5	2012

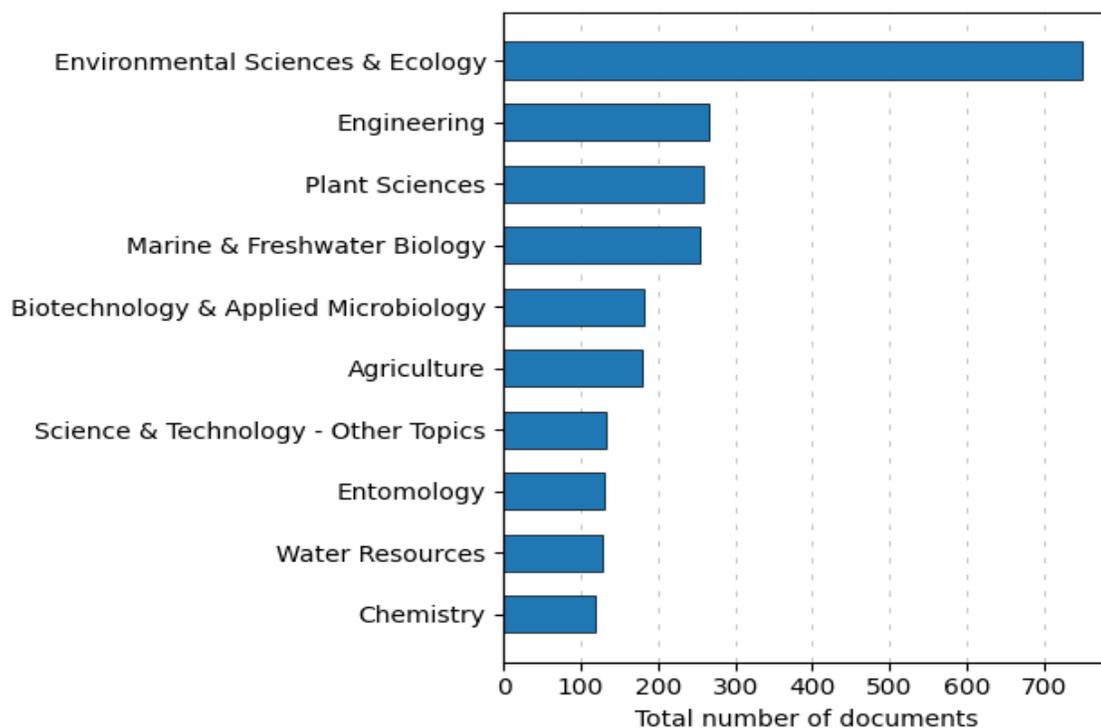
\*Pos: Posición. NP: Número de publicaciones. AGR: Average Growth Rate/tasa de crecimiento por año. ADY: Average Documents per year/promedio de documentos por año. PDLY: Production of Documents in the Last Year/producción de documentos en años recientes.

El artículo más citado “The potential for constructed wetlands for waste water treatment and reuse in developing countries: a review” cuenta con 662 citas recibidas, publicado en el año 2001 por Kivaisi. en la revista Ecological Engineering; a este le sigue “Metal hyperaccumulation in plants: Biodiversity prospecting for phytoremediation technology” con 493 citaciones (Tabla 5). En el top 10 de las publicaciones más citadas se encuentra que, las primeras posiciones están relacionadas a la capacidad fitorremediadora del buchón de agua y a la exploración de usos alternativos de su biomasa; en consecuencia, se reconoce que el interés sobre *P. crassipes* radica en su utilización, como alternativa a los estudios sobre el problema que conlleva su propagación.

**Tabla 5.** Principales 10 documentos citados con su respectivo promedio de citas.

<b>Artículo</b>	<b>Referencia bibliográfica</b>	<b>Citaciones totales</b>
The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review.	(Kivaisi, 2001)	662
Metal hyperaccumulation in plants: Biodiversity prospecting for phytoremediation technology	(Majeti & Freitas, 2003)	493
Mercury toxicity in plants.	(Patra & Sharma, 2000)	357
Cellulase production using biomass feed stock and its application in lignocellulose saccharification for bio-ethanol production.	(Sukumaran <i>et al.</i> , 2009)	356
Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants.	(Zhang <i>et al.</i> , 2015)	349
Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity.	(Goyal <i>et al.</i> , 2005)	335
Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization.	(Abbasi & Abbasi, 2010)	332
Environmental challenge vis a vis opportunity: The case of water hyacinth.	(Malik, 2007)	308
Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth ( <i>Eichhornia crassipes</i> ): a review.	(Villamagna & Murphy, 2010)	283
Allelopathic Interactions and Allelochemicals: New Possibilities for Sustainable Weed Management	(Singh <i>et al.</i> , 2003)	279

Por otro lado, en las áreas de investigación que han desarrollado estudios sobre *P. crassipes* sobresalen las ciencias ambientales y la ecología, seguida ingeniería y botánica (Ilustración 7), temas consecuentes con las áreas de investigación de las revistas destacadas que publican la mayor parte de información del jacinto de agua (Tabla 3).



**Ilustración 7.** Principales áreas de investigación que han desarrollado estudios sobre *P. crassipes*.

El análisis de evolución entre 1990 y 2021 detectó los temas fundamentales y se observó que para algunos casos se precisaba la agrupación de sinónimos y/o términos con semejanza temática por lo que, de acuerdo a estos, se tuvieron en cuenta las agrupaciones correspondientes a las 12 temáticas fundamentales (Tabla 6), logrando visualizarlas de manera conjunta (Ilustración 8 e Ilustración 9a). De esta manera se obtuvo que los artículos

de fitorremediación relacionados de manera directa o indirecta con el jacinto de agua tienen el mayor crecimiento durante los últimos 31 años, con un aproximado de 600 artículos y con 21% de estos publicados entre el 2020 y 2021. No obstante, el promedio de artículos publicados entre este periodo (2020 y 2021) evidencian un crecimiento de publicaciones relacionadas al biocarbón y *P. crassipes* (Ilustración 10), tema que se encuentra en el noveno lugar de los temas destacados del buchón de agua con un estimado de 100 artículos y, de estos, el 36% publicados en entre el 2020 y 2021, lo que lo ubica como el tema con la mayor tendencia de crecimiento en los últimos años (Ilustración 9b).

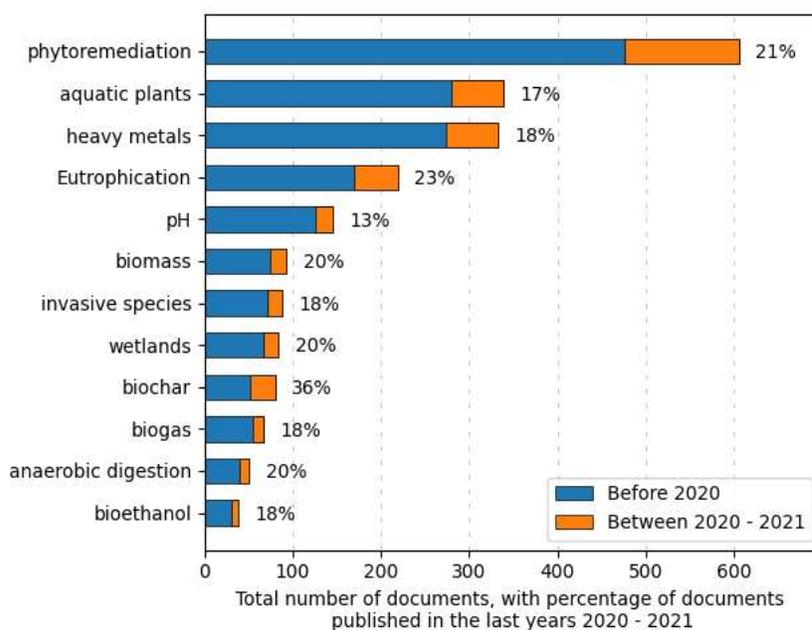
**Tabla 6.** Agrupación de términos relacionados a los 12 principales temas.

<b>Agrupación de términos a las temáticas principales</b>	
<b>Temas principales</b>	<b>Temas asociados y agrupados</b>
Phytoremediation	Adsorption, biosorption, bioaccumulation, pH phytoremediation, bioremediation, wastewater treatment, removal, eutrophication treatment, accumulation, water treatment, pollutant phytoremediation, contaminant phytoremediation, kinetics, reaction kinetics
Aquatic Plants	Macrophytes, macrophyte, aquatic macrophytes, plants, plant, weed, vegetation, aquatic weeds
Invasive Species	Invasive-species, aquatic weeds
Eutrophication	Wastewater, water quality, quality, sewage, waste-water, waste
pH	Temperature, methane, nitrogen, phosphorus, amonia, oxigen, ammonia
Heavy Metals	Heavy-metals, heavy metalss, heavy metal, lead, cadmium, copper, zinc, chromium, iron, metal, metals
Wetlands	Wetland, water, lakes, lake, fresh water, constructed Wetlandss, wetlandss
Biochar	Activated carbon, coal, charcoal, carbon

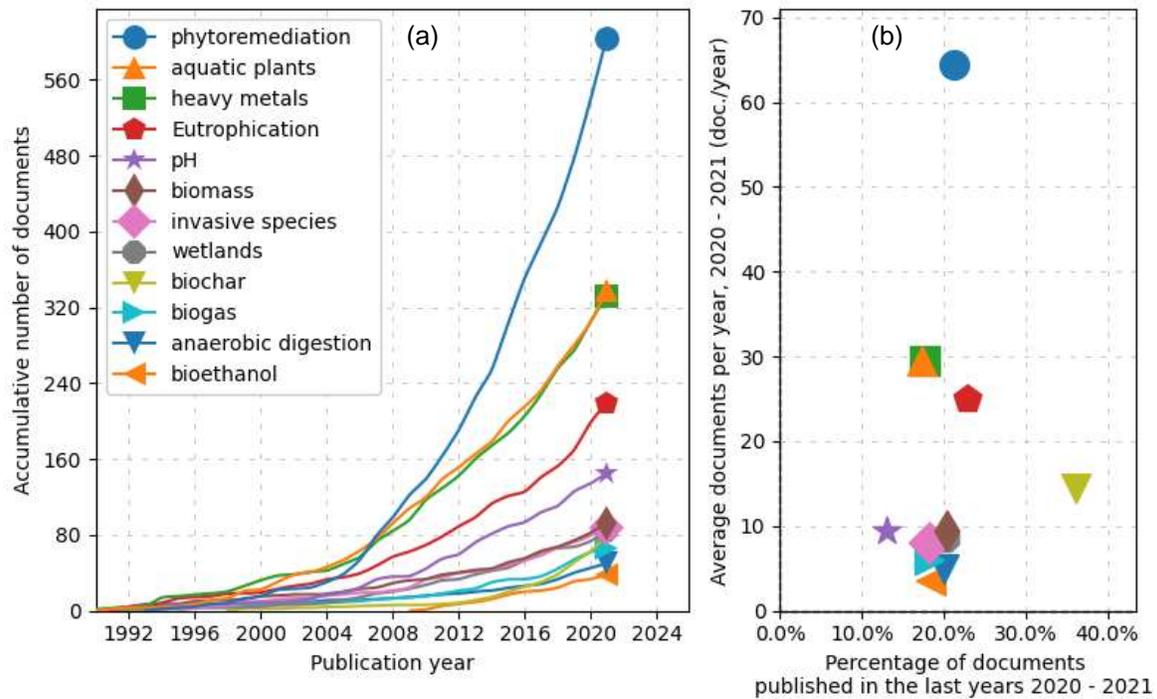
## Agrupación de términos a las temáticas principales

Temas principales	Temas asociados y agrupados
Biogas	Biogas production
Bioethanol	
Anaerobic Digestion	
Biomass	

\*La acomodación que se muestra corresponde a la agrupación que se corre en ScientoPy con la base de datos general (con los duplicados eliminados), esta debe de ubicarse de manera unida al tema principal del agrupamiento, separada con comas y sin espacio.

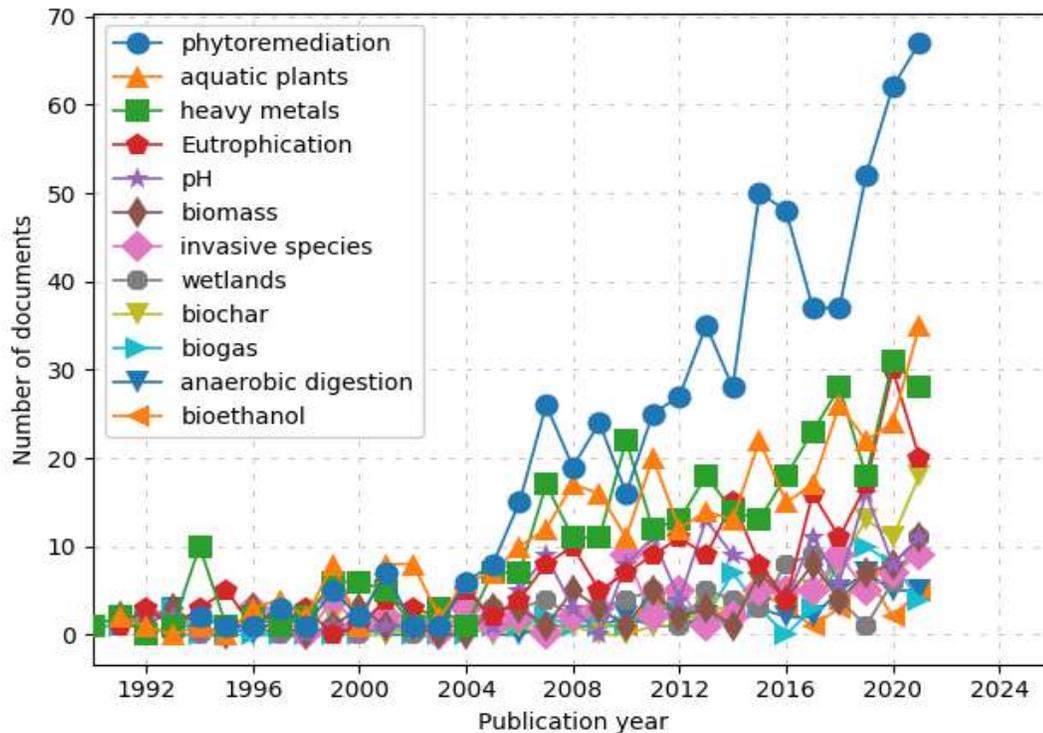


**Ilustración 8.** Principales temas y aplicaciones relacionados con *P. crassipes*, obtenidos en ScientoPy desde 1990 a 2021.



**Ilustración 9.** (a) Línea de tiempo evolutivo obtenido en ScientoPy de los 12 principales temas relacionados a *P. crassipes* entre 1990 y 2021. (b) Porcentaje de publicaciones de los principales temas para el 2020-2021.

La línea de tiempo de los 12 principales temas relacionados a *P. crassipes* (Ilustración 10) expone de manera detallada cómo se ha dado la evolución en cada área temática a través de los años, mostrando temáticas destacadas como la fitorremediación que ha presentado declives en determinados años y cómo otros temas se han mantenido homogéneos en el número de publicaciones durante los 31 años de este análisis.



**Ilustración 10.** Línea de tiempo obtenida en ScientoPy de los principales temas relacionados a *P. crassipes*.

Los Top topics para el periodo 2020 – 2021 se visualizan de acuerdo con el número total de documentos publicados, indicadores como AGR, ADY, PDLY y H. En la Tabla 7 se muestra como la fitorremediación posee el AGR y ADY más alto de todos los temas con valores 10,5 y 71, respectivamente, lo que establece que es el tema con el promedio de publicaciones y crecimiento más alto entre los 12 destacados para los dos últimos años estudiados, algunas temáticas como eutrofización poseen un AGR negativo, ya que para en el lapso analizado no superaron el promedio de publicaciones dentro de su mismo tema, no obstante poseen un ADY positivo porque este se presenta como número absoluto y mide su crecimiento directamente relacionado con el número total de documentos.

Biocarbón presenta el PDLY de mayor valor, lo que indica, como se mencionó anteriormente, que es el tema con mayor tendencia de crecimiento relativo. La relevancia y crecimiento de estas tramas puede estar asociado a la importancia progresiva en las investigaciones de los usos alternativos del buchón de agua, además de maneras de innovar en producciones limpias y sustentables con el medio ambiente.

**Tabla 7.** Indicadores de tendencia de ScientoPy.

Pos	Palabras Clave	Temas principales				
		Total	AGR	ADY	PDLY	H índice
1.	Fitorremediación	700	12,5	74,5	21,3	65
2.	Eutrofización	242	-0,5	26,5	21,9	34
3.	Plantas acuáticas	233	6,0	22,5	19,3	37
4.	Biomasa	93	2,0	9,5	20,4	20
5.	Especies invasivas	88	2,0	8,0	18,2	24
6.	Control biológico	77	-1,5	2,0	5,2	19
7.	Biogás	58	-3,0	6,0	20,7	16
8.	Biocarbón	55	3,5	12,0	43,6	20
9.	Digestión anaerobia	50	-1,0	5,0	20,0	18
10.	Humedales	42	3,0	5,5	26,2	13
11.	Bioetanol	38	-1,0	3,5	18,4	14
12.	Nutrientes	37	2,0	3,5	18,9	13

\*Pos: Posición. AGR: Average Growth Rate/tasa de crecimiento por año. ADY: Average Documents per year/promedio de documentos por año. PDLY: Production of Documents in the Last Year/producción de documentos en años recientes.

### 6.3 Análisis de mapas científicos de *P. crassipes*.

Para la obtención de los mapas temáticos se usó la base de datos única obtenida de ScientoPy después de la remoción de los duplicados; al cargarla a Bibliometrix en la pestaña filtros se seleccionó 1990-2021, debido a que, aunque la información se construyó con los años ya mencionados, el programa toma por defecto el año 2022. Posteriormente, se habilitó la ventana para “mapa temático”, se subieron dos archivos tipo Excel, uno con un listado de palabras para eliminar y otro con sinónimos (Tabla 8); además, se

seleccionaron los siguientes parámetros: número de palabras 250, frecuencia mínima de clúster 5, número de etiquetas 1, tamaño de etiqueta 0,3.

**Tabla 8.** Listado de sinónimos y términos eliminados para la obtención de mapas temáticos.

<b>Listado de sinónimos y términos eliminados.</b>
<b>Sinónimos</b>
Phytoremediation, adsorption, biosorption, bioaccumulation, pH, phytoremediation, bioremediation, wastewater treatment, removal, eutrophication treatment, accumulation, water treatment, pollutant phytoremediation, contaminant phytoremediation, kinetics, reaction kinetics.
Aquatic aquatic plants, aquatic plants, macrophytes, macrophyte, aquatic macrophytes, plants, plant, weed, vegetation, aquatic weeds.
Invasive species, Invasive-species.
Eutrophication, wastewater, water quality, quality, sewage, waste-water, waste.
<i>Eichhornia crassipes crassipes</i> , <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>eichhornia</i> , water hyacinthus, hyacinthus, hyacinth, <i>Eichhornia-crassipes</i> , water hyacinth, water-hyacinth, <i>Eichhornia crassipes-crassipes</i> , <i>Pontederia crassipes</i> , Pontederiaceae.
pH, temperature, methane, nitrogen, phosphorus, ammonia, oxygen, ammonia.
Heavy metals, heavy-metals, heavy metalss, heavy metal, lead, cadmium, copper, zinc, chromium, iron, metal, metals.
Wetlands, wetland, water, lakes, lake, fresh water, constructed Wetlandss, wetlandss
Biochar, activated carbon, coal, charcoal, carbon.
Biogas, biogas production.
Effluents, effluent, effluentss, efluentss.
Soil, soils.
Wetlands water pollutant, water pollutant, water pollution, pollution, wetlands pollutant.
Cellulose, cellulose.
Biodegradation, degradation, biodegradation environmental, fermentation.

Chemistry, electrodes, concentration (composition).

Optimization, performance.

---

### Términos Eliminados

---

Nonhuman, nonhuman, article, coleoptera, india, lead, priority journal, article, growth, lead, animals, animal, fungi, china, *Pistia stratiotes*, sorption, fish, i, developing country, embryophyta, phytoplankton, human, tilapia, algae, aquatic aquatic aquatic plants, *Eichhornia crassipes crassipes-crassipes*, *Eichhornia crassipes crassipes crassipes crassipes crassipes-crassipes*, aquatic aquatic plants root, aquatic aquatic plants (botany), wetlands wetlands water pollutants, wetlands water pollutants chemical, wetlands wetlands water pollutant, *Eichhornia crassipes crassipes eichhornia crassipes crassipes-crassipes*, wetlandss, constructed wetlandss, scanning electron microscopy, manure, concentration (composition), eutrophication wetlands, pollutant phytoremediation, eutrophication treatment, biodegradation envheavy metalsmental, envheavy metalsmental monitoring, eutrophication wetlands management, contaminant phytoremediation, eutrophication treatment, heavy metal biodegradation, heavy metal monitoring, eutrophication wetland management, biobiodegradation, aquatic aquatic plants leaf, effluentss, constructed wetlands, wetlands water pollutants, chemical, biobiodegradation, envheavy metalsmental, animalia, Curculionidae, victoria wetlands, wetlands victoria, Tensile Strength, florida, recycling, light, Acrididae growth, development and aging, Acrididae, *Eichhornia crassipes crassipes*.

---

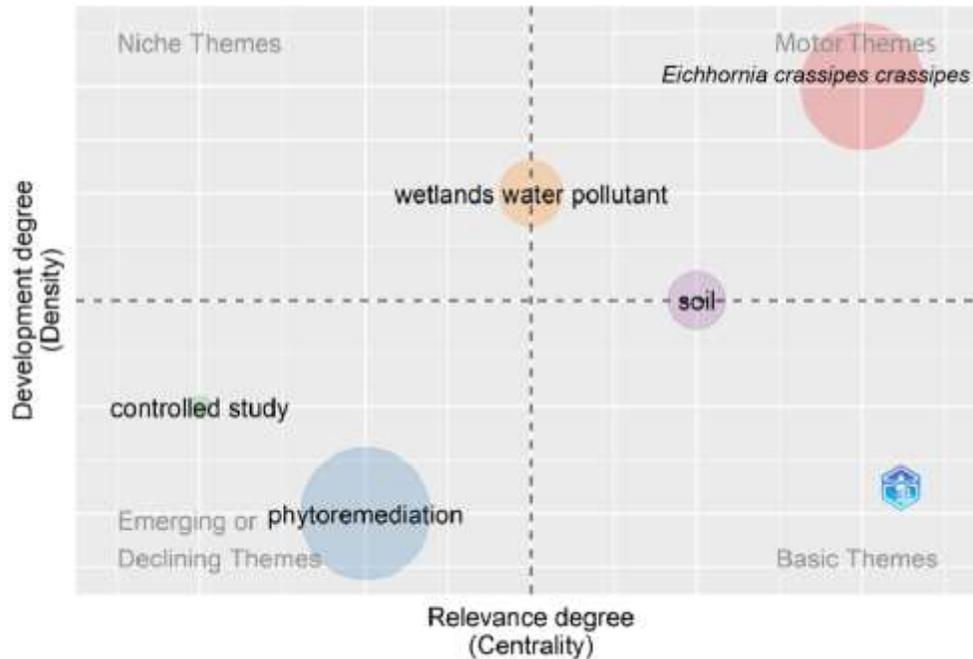
\*La acomodación mostrada corresponde a los términos que se incluyen en los Excel correspondientes para los sinónimos y la eliminación de términos; en los sinónimos, cada uno de estos, de acuerdo con la celda, indican el agrupamiento que se realizó; para los términos eliminados se ubican todos en la misma celda. Las palabras aquí incluidas se encuentran separadas por comas y sin espacios de acuerdo con las indicaciones de Bibliometrix.

Para efectos prácticos el análisis se realizará por cuadrantes, siendo 1 el superior derecho, 2 el superior izquierdo, 3 el inferior izquierdo y 4 el inferior derecho. Además, para la explicación de las esferas se tuvo en cuenta la ubicación mayoritaria de estas en cada uno de los cuadrantes, de tal manera que, su descripción se realizó con base a la sección de la figura en la que hay mayor porción de esta. También, para las esferas que se encuentran

divididas por partes iguales y hacen parte de dos o más cuadrantes se realizó el análisis en una sección aparte. El tamaño del clúster se encuentra directamente relacionado a la cantidad de palabras que lo componen y, por lo tanto, al desarrollo de este. Así mismo, cada uno de estos cuenta con subgrupos que se unen de acuerdo con el análisis de palabras conjuntas; este análisis los ubica estrechamente relacionados de acuerdo a la co-ocurrencia de palabras, así pues, se tiene que las palabras que componen una esfera pueden hacer parte a su vez de varios conjuntos y varios tópicos de investigación.

Adicionalmente, se muestran los documentos más contribuyentes ( $\geq 50$ ) por cada agrupamiento y, para los cuadrantes o grupos en los que no se cumpla esta condición, se muestra el documento que posea el mayor número en contribución, independientemente de cuál sea el valor de este. Para la obtención de estos artículos se tomaron de manera separada las palabras que conforman cada uno de los clústeres formados en el mapa temático, a estos términos se les agrupó de acuerdo a sus sinónimos o semejanza temática, posteriormente fueron llevados a ScientoPy (cargada la base de datos inicial con sus duplicados eliminados), en donde se corrió el análisis. De esta manera, se obtuvo un Excel instantáneo con todos los artículos que coinciden en la selección de términos analizados; este archivo es llevado a Bibliometrix (seleccionando el filtro 1990-2021) y se procede a habilitar la opción de “análisis factorial” en donde se muestra, entre otra tanta información, los documentos más relevantes de los agrupamientos.

El mapa temático general obtenido en el periodo elegido para este estudio (1990-2021) se muestra a continuación:



**Ilustración 11.** Mapa temático 1990-2021

Los 5 grupos observados en la Ilustración 11, representan los temas más estudiados y relevantes en los estudios de buchón de agua. Se logra evidenciar que para el periodo general los cuadrantes 2 y 4 no cuentan con esferas exclusivas, sino que las comparten con el cuadrante 1, así pues, se establece que los temas periféricos y base comparten parte de su contenido con los temas motores, debido a sus medidas de densidad y centralidad (grado de desarrollo y relevancia, respectivamente) (Tabla 9), en el Anexo 1 se encuentran cada una de las palabras incluidas en los clústeres obtenidos.

**Cuadrante 1:** representado por la esfera roja con etiqueta *Eichhornia crassipes crassipes*, aquí se encuentran agrupadas palabras como pH, biomasa, biocarbón, biogás, celulosa y biodegradación; en su conjunto, estas se encuentran relacionadas a los usos que se le puede dar al buchón de acuerdo con sus características. Según la ubicación de la esfera, estos temas son los considerados motores alrededor de los estudios de *P. crassipes*; el

incremento en las investigaciones de diferentes usos de la planta ha permitido conocer una variedad de subproductos que se logran de su transformación (Ayanda *et al.*, 2020). Esta opción aporta una alternativa beneficiosa, tanto a los científicos como a las comunidades afectadas por la presencia del buchón de agua, porque permite visualizar alternativas sustentables a la proliferación de esta. Es importante mencionar que, aunque la esfera es la de mayor tamaño para este mapa, no es tomada en cuenta para destacar la cantidad de contenido que la compone. Esto debido a que se encuentra agrupando el término del objeto de estudio (*Eichhornia crassipes*) y, por tanto, puede acarrear sesgo en esta interpretación; no obstante, este hecho no influye en las demás interpretaciones realizadas.

El documento más relevante para este grupo es:

- Effect of various types of thermal pretreatment techniques on the hydrolysis, compositional analysis and characterization of water hyacinth (Barua & Kalamdhad, 2017). Contribución: 4,02.

Los términos usados y el agrupamiento por sinónimos o semejanza temática para este clúster se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 9.** Medidas de densidad y centralidad para el mapa temático 1990-2021.

Grupo	Centralidad	Densidad	Rango de Centralidad	Rango de densidad
<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>	5,39	14,94	5	5
Fitorremediación	3,88	7,72	2	1
Estudio control	1,98	10,47	1	2
Suelo	4,53	11,38	4	3
Contaminante del agua de los humedales	3,90	12,18	3	4

**Tabla 10.** Listado de términos agrupados para el clúster rojo del periodo general.

---

**Listado de términos agrupados para el clúster rojo del periodo general**

---

pH  
Biomass, Biomass Production  
Biochar, Biochar Dioxide  
Cellulose  
Biodegradation, Decomposition  
Biogas  
Optimization  
Pyrolysis  
Hydrolysis  
Anaerobic Digestion  
Lignin  
Ethanol-production, Ethanol  
Enzyme Activity  
Pretreatment  
Biofuels, Biofuel  
Invasive Species  
Thermodynamics  
Chemical Analysis  
Saccharification  
Bioconversion  
Eutrophication management, recovery  
Bacteria, Bacterium, Bacteria (microorganisms)  
Biotechnology  
Fibers  
Experimental Study  
Aquatic Aquatic Plants Control  
Fourier Transform Infrared Spectroscopy  
Particle Size  
Biosynthesis  
Comparative Study  
Energy  
Enzymatic-hydrolysis, Enzymes  
Fertilizers

---

---

Straw  
X ray Diffraction  
Lignocellulose  
Microorganisms  
Protein

---

**Cuadrante 3:** esfera azul con etiqueta *fitorremediación*, se ubican palabras como metales pesados, plantas acuáticas, humedales, eutrofización y control biológico, estos términos afines a las características que posee la planta para lograr el mejoramiento del estado trófico de los cuerpos de agua mediante su capacidad fitorremediadora. Esfera verde de etiqueta *estudio control*, aquí se encuentran palabras como experimento animal, droga no clasificada, arsénico y extractos de *P. crassipes*; palabras a fines al uso experimental no definido que se puede obtener de la materia prima del buchón. Los valores de densidad y centralidad ubican a estas esferas en el cuadrante de temas en declive o emergentes del jacinto de agua. Esta posición para el clúster azul puede encontrarse relacionada al hecho de que, aunque es el tema más documentado (debido a su tamaño), no ha mostrado avances prácticos, quizás por deberse a que los estudios se centran en las mismas temáticas o porque el uso en fitorremediación representa, en muchos casos, un problema debido a las capacidades de proliferación que tiene la planta, lo que resulta en una alteración mayor de las características fisicoquímicas del agua (Ajithram *et al.*, 2021). Así mismo ocurre con las relaciones que se tiene para el agrupamiento verde, puesto que en la mayoría de ocasiones la carga contaminante del buchón representa una desventaja para usos posteriores (Ajithram *et al.*, 2021). El documento más relevante para este grupo es:

- Arsenic and smokeless tobacco exposure induces DNA damage and oxidative stress in reproductive organs of female swiss albino mice (Nath *et al.*, 2020). Contribución: 58,8.

**Esfera morada:** con etiqueta *suelo*, localiza términos como demanda química de oxígeno, ecología, nutrientes y crecimiento de plantas acuáticas, palabras que en su conjunto

pueden contribuir a explicar la presencia del buchón de agua y sus necesidades, este clúster se encuentra ubicado entre el cuadrante 1 y 4, por los que estudios relacionados pueden considerarse como temas base y motores de *P. crassipes*. De esta manera, se tiene que la información de origen y presencia del buchón se encuentran en este agrupamiento y no directamente ligada a los metales pesados (ubicados en la esfera azul de etiqueta *fitorremediación*), pues actualmente se reconoce que la presencia del jacinto de agua en cuerpos acuáticos es una consecuencia de la contaminación y no la causa principal (Ayanda *et al.*, 2020; Ilo *et al.*, 2020). El documento más relevante para este grupo es:

- Comparison of nutrient cycling in a surface-flow constructed wetland and in a facultative pond treating secondary effluent (Slak *et al.*, 2005). Contribución: 19,3.

**Esfera naranja:** de etiqueta *contaminante del agua de los humedales*, agrupa términos como química, metabolismo y ecosistema; este clúster, al igual que el morado, tiene palabras relacionados a la explicación de la presencia del buchón. Sin embargo, su ubicación es entre los cuadrantes 1 y 2, entre temas motores y periféricos, además en este agrupamiento existe correlación de la temática con la contaminación de aguas, así pues, el enfoque de las palabras puede estar relacionado al hecho de tomar al jacinto de agua como detonante de contaminación en cuerpos acuáticos. No obstante, dado que la mitad de su clúster se encuentra como tema periférico puede señalar la falta de conexión con temas externos; este aislamiento propio del cuadrante 2 puede estar explicado con lo que se mencionó anteriormente para la esfera morada, ya que el jacinto responde a la contaminación ya presente (Mishra & Maiti, 2017). El documento más relevante para este grupo es:

- Removal of cu(ii) in aqueous media by biosorption using water hyacinth roots as a biosorbent material (Zheng *et al.*, 2009). Contribución: 35,44.

Las palabras usadas y su acomodación para la obtención de los artículos del cuadrante 3, el clúster naranja y el morado se encuentran en el anexo 2

Otra manera de visualizar la relación de las palabras y las temáticas más relevantes dentro de la base de datos usada para el periodo general es el mapa de correlación que arroja VOSviewer (Ilustración 12). Para la obtención de este, se usó el Excel instantáneo que arroja ScientoPy después del duplicado de los documentos, seleccionando las opciones “co-ocurrencia”, “todas las palabras clave” y “número mínimo de ocurrencias: 10”, las demás opciones se dejaron por defecto. Adicionalmente, este programa permite la agrupación de sinónimos y palabras semejantes o relacionadas mediante el cargue de un tesaurus (Tabla 11) que permite la eliminación manual e instantánea de términos que no se desean graficar, de los cuales se eliminaron palabras como por ejemplo “article, priority journal, l., numerical model y *Eichhornia crassipes*”.

**Tabla 11.** Tesaurus creado para la obtención de la gráfica en VOSviewer

<b>Tesaurus</b>	
<b>Términos agrupados</b>	<b>Término que reúne la agrupación</b>
Adsorption Biosorption Bioaccumulation pH	Phytoremediation
Aquatic plants Macrophytes Macrophyte Aquatic macrophytes Plants Plant Weed	Aquatic Aquatic Plants
Vegetation Aquatic weeds	
Invasive-species	Invasive Species
Wastewater	Eutrophication

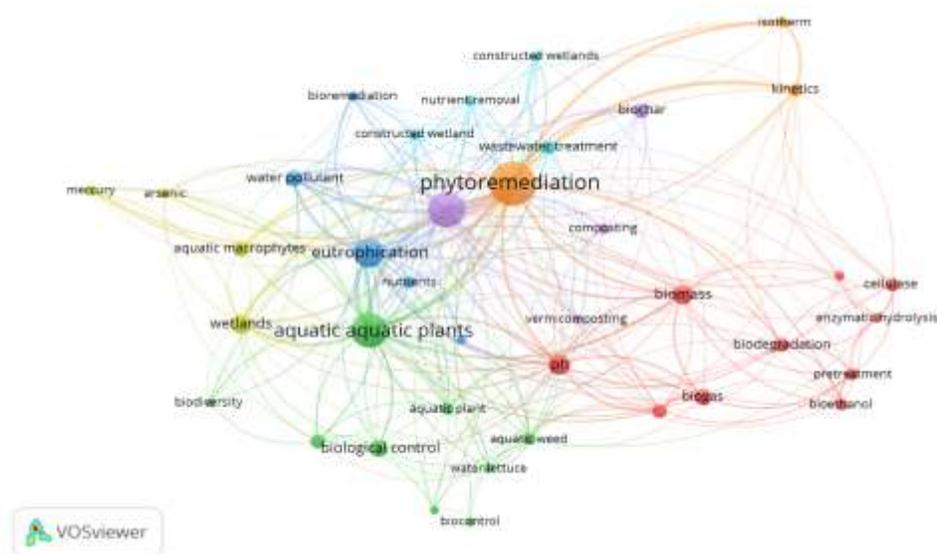
<b>Tesaurus</b>	
<b>Términos agrupados</b>	<b>Término que reúne la agrupación</b>
Water quality Quality Sewage Waste-water Waste	
Water hyacinth <i>Eichhornia crassipes</i> <i>crassipes</i> <i>Eichhornia</i> Water hyacinthus Hyacinthus Hyacinth <i>Eichhornia-crassipes</i> Water hyacinth Water-hyacinth <i>Eichhornia crassipes-</i> <i>crassipes</i> <i>Pontederia crassipes</i> Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
Temperature Methane Nitrogen Phosphorus Amonia Oxigen Ammonia	pH
Performance	Optimization
Electrodes Concentration (composition)	Chemistry
Degradation Biodegradation environmental Fermentation	Biodegradation
Cellulose	Cellulase

**Tesaurus**

<b>Términos agrupados</b>	<b>Término que reúne la agrupación</b>
Soil	Soils
Effluent Effluentss Efluentss	Effluents
Wetlands water pollutant Water pollution Pollution Wetlands pollutant	Water Pollutant
Biogas production	Biogas
Activated carbon Coal Charcoal Carbon	Biochar
Wetland Water Lakes Lake Fresh water Constructed Wetlandss Wetlandss	Wetlands
Heavy-metals Heavy metalss Heavy metal Lead Cadmium Copper Zinc Chromium	Heavy Metals
Iron Metal Metals	Heavy Metals

\*Los términos mostrados son cargados en el archivo que la aplicación VOSviewer designa para ello; estos son ubicados en columna separados por la tecla “tab” con el término que los va a agrupar.

En este mapa de correlación se observa que cada una de las esferas se encuentra unida mediante enlaces que pueden ser densos o más ligeros dependiendo de su grado de coocurrencia. De esta manera, se tiene que *fitorremediación* es la agrupación que presenta mayor alcance a los demás grupos y la temática que concentra el mayor número de investigaciones; conjunto a está, se tiene *metales pesados* (esfera morada), que se encuentra espacialmente cercana debido a la estrecha relación que presentan estos dos grupos. Así mismo, las esferas *eutrofización*, *plantas acuáticas*, *control biológico* y *contaminante de agua*, se entrelazan a su vez con las esferas ya mencionadas. Los agrupamientos de color rojo (*pH*, *biomasa*, *biodegradación*, *biogás*, *celulosa*, etc.) y los naranjas (isotérmico y cinética) son los que se presentan más equidistantes de la esfera de *fitorremediación*, no obstante, siguen presentando enlaces con esta. Así pues, se tiene que las temáticas relacionadas a usos alternativos del jacinto de agua presentan esferas pequeñas y aisladas de las investigaciones convencionales (absorción de metales pesados, *fitorremediación*, *eutrofización*, etc.), pero siguen manteniendo relación. Además, al tener en cuenta la ubicación de la esfera roja en el mapa temático del periodo general (Ilustración 11), cuya agrupación de palabras reúne la mayor parte de los diferentes usos que se le están dando al jacinto de agua, es congruente que se analicen como temas motores en los estudios de *P. crassipes* y que, a medida de que las investigaciones tomen mayor fuerza, el tamaño de la esfera se incremente. Es posible que su aislamiento con la *fitorremediación* se mantenga, ya que este se puede catalogar como tema en declive, dadas las explicaciones de sus desventajas en el uso de la absorción de metales pesados.



**Ilustración 12.** Mapa de correlación para el periodo de 1990 - 2021.

Ahora, pese a que, la Ilustración 11 aporta una panorámica del estado de la investigación a nivel mundial de *P. crassipes*, no señala en detalle qué ha pasado a lo largo de los 31 años con los temas ya expuestos y cómo ha sido la evolución de estos temas en determinadas épocas. Así que, con la ayuda de la información obtenida en la Ilustración 10, se asignaron periodos de tiempo empleados en el análisis de mapas científicos. Para su asignación se tuvo en cuenta los años en donde algunas temáticas mostraron mayor crecimiento, mayor declive y una homogeneización en sus publicaciones. De esta manera se asignaron 5 periodos de tiempo, distribuidos así:

- periodo 1, 1990-2000.
- periodo 2, 2001-2006.
- periodo 3, 2007-2012.

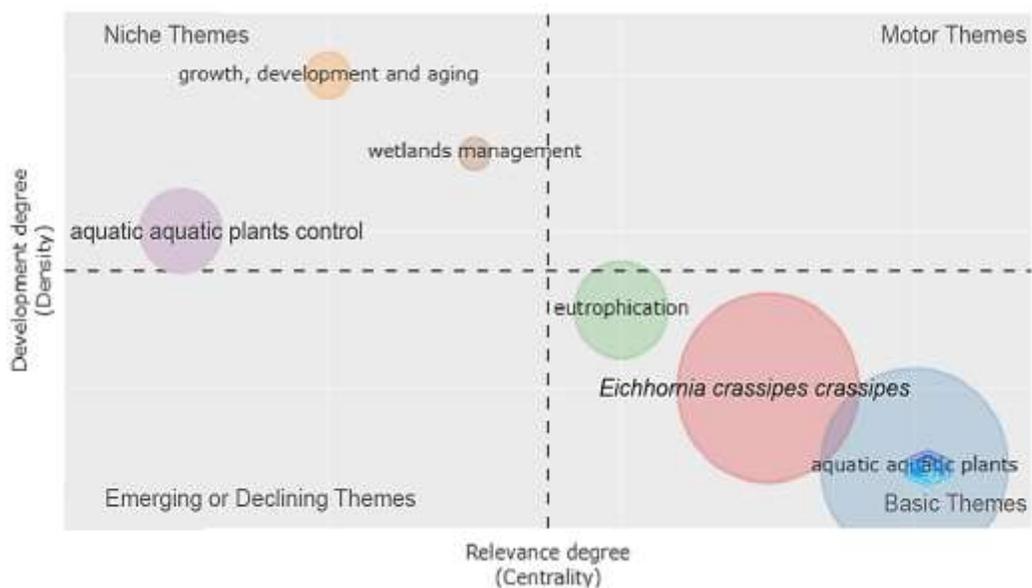
- periodo 4, 2013-2016.

-periodo 5, 2017-2021.

Para la obtención de estos mapas temáticos se usó la base de datos obtenida de ScientoPy, con el filtro 1990-2021 y se cargaron los mismos Excel para el listado de sinónimos y términos a eliminar usados para el mapa temático general, así mismo, se seleccionaron los parámetros anteriormente usados (250 palabras, frecuencia mínima de clústeres: 5, tamaño de etiqueta: 0.3, número de etiquetas:1). Adicionalmente, se eligieron 5 puntos de corte, aquí se especifican los años de los 5 lapsos designados de manera precedente, finalmente, los demás parámetros fueron designados por defecto.

Los artículos más contribuyentes en este apartado se extrajeron usando la metodología descrita para los documentos del mapa temático general, no obstante, para esta ocasión en ScientoPy se filtran los años de cada uno de los 5 periodos para trabajar de esta manera con la base de datos correspondiente al lapso deseado, de igual manera, cada Excel instantáneo obtenido se cargó a Bibliometrix y se prosiguió al análisis correspondiente para cada agrupamiento y lapso seleccionado.

- **Periodo de tiempo 1, 1990-2000:** el mapa temático obtenido (Ilustración 13), arroja 6 grupos, ubicados en los cuadrantes 2 y 4 (temas periféricos y básicos), distribuidos con 3 esferas cada uno; las medidas de densidad y centralidad se muestran en la Tabla 12. Temas emergentes o en declive y temas motores no se visualizan aquí. En el anexo 3 se registran las palabras agrupadas en cada clúster.



**Ilustración 13.** Mapa temático del periodo 1, 1990 - 2000.

**Cuadrante 4:** los temas básicos representados por la esfera roja con etiqueta *Eichhornia crassipes crassipes*, hace referencia a la agrupación de palabras del clúster (del mismo color y nombre) ya descrito de manera general en la Ilustración 11 (usos que se le puede dar al buchón de acuerdo con sus características). No obstante, para este periodo de tiempo se encuentra representado por menor cantidad de palabras (Anexo 3), debido a los años a los que hace referencia. La esfera azul con etiqueta *plantas acuáticas*, agrupa palabras como fitorremediación, metales pesados y humedales; La esfera verde con etiqueta *eutrofización*, ubica palabras como agricultura y estanque; estas dos últimas esferas tienen relación a temas del estado trófico de los humedales y sus posibles tratamientos incluyendo plantas acuáticas. El documento más relevante para este grupo es:

- Interactions between nutrient status and weevil herbivory in the biological control of water hyacinth (Heard & Winterton, 2000). Contribución: 95,86.

**Cuadrante 2:** esfera morada con etiqueta *control de plantas acuáticas*, agrupa términos como ecosistema, herbicida y control biológico. Esfera naranja con etiqueta *crecimiento, desarrollo y envejecimiento*, incluye expresiones como soporte, larva y *Anopheles*. La esfera café con etiqueta *manejo de humedales* contiene léxicos como manejo de eutrofización y biodegradación de metales pesados. Aquí se logra establecer que los temas periféricos que se presentan en el primer periodo de tiempo son los que tienen relación con el control de la planta y se establece relación de esta con el flujo de nutrientes, proporcionando sostén para algunos insectos. Además de su uso para manejo de humedales, se observa un aspecto mayormente integrado en comparación con el planteado en el cuadrante anterior, ya que los términos aquí mencionados van encaminados al manejo general del cuerpo de agua. Los documentos más relevantes para este cuadrante, en este periodo de tiempo son:

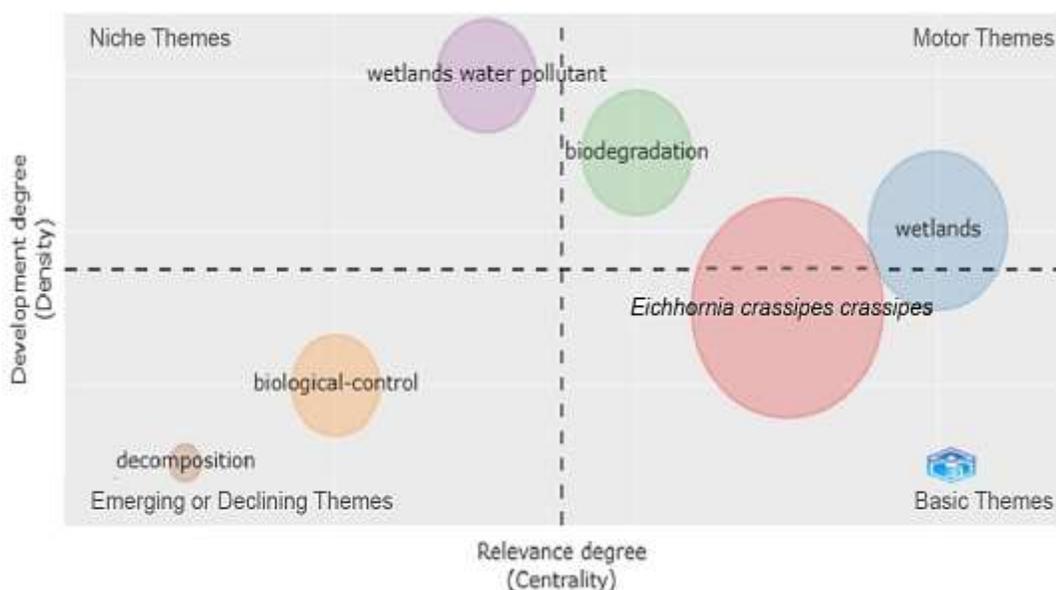
- Magnitude and distribution of contaminants in salt marsh sediments of the Essex coast, UK. iii. chlorophenoxy acid and s-triazine herbicides (Fletcher *et al.*, 1994). Contribución: 91,95.
- The aquatic plant communities of the lake Naivasha wetland, Kenya: pattern, dynamics and conservation (Harped *et al.*, 1995). Contribución: 73,31.

**Tabla 12.** Medidas de densidad y centralidad para el mapa temático para el periodo 1, 1990-2000.

Clúster	Centralidad	Densidad	Rango de Centralidad	Rango de densidad
<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>	15,23	108,15	5	2
Plantas acuáticas	19,98	81,76	6	1
Eutrofización	14,26	118,12	4	3
Control de plantas acuáticas	11,39	166,40	1	4
Crecimiento, desarrollo y envejecimiento	11,41	247,32	2	6
Manejo de humedales	12,05	177,79	3	5

Las palabras usadas y su acomodación para la obtención de los artículos del periodo 1 se encuentran en el anexo 4.

- **Periodo de tiempo 2, 2001-2006:** el mapa temático adquirido (Ilustración 14), muestra 6 grupos, distribuidos en los 4 cuadrantes, las medidas de densidad y centralidad se registran en la Tabla 13. En el anexo 5 se registran las palabras agrupadas en cada clúster.



**Ilustración 14.** Mapa temático del periodo 2, 2001-2006.

**Cuadrante 1:** para este periodo de tiempo los contenidos que se posicionaron como motores están representados por 2 grupos; la esfera azul con etiqueta *humedales* concentra léxicos como estudio controlado, ecosistemas de humedales, África, Argentina y Brasil; términos que pueden relacionarse a estudios de control con el buchón de agua en diferentes países, el cual es un resultado coherente si se observa la línea de tiempo en la Ilustración 10, a causa de que, para este periodo de tiempo hubo un auge de estudios en

tres temáticas de *P. crassipes* y, por tanto, más países involucrados en las investigaciones. La esfera verde con etiqueta *biodegradación* incluye vocablos como biogás, suelos, compostaje y celulosa, palabras que en su conjunto tienen relación con la utilización específica del buchón a partir de su biodegradación. El documento más relevante para este grupo es:

- Potassium recovery from farm wastes for crop growth (Adeoye *et al.*, 2001). Contribución: 92,79.

**Cuadrante 2:** los temas con lazos internos mayormente definidos y lazos externos poco específicos para el periodo 2 están representados por la esfera morada, con etiqueta *contaminante del agua de humedales*, esta esfera tiene términos como químicos, crecimiento, desarrollo y envejecimiento, léxicos que se asocian para este clúster a las causas de la contaminación de humedales y la presencia del jacinto de agua. Representando de esta manera la aparición como trama central y con conformación de clúster, el impulso de las investigaciones en donde se busca el porqué de la presencia del buchón en los cuerpos de agua, si bien, el hecho de su aparición no indica que sea un tema nuevo (por tanto, no se encuentra como tema emergente), sí hace referencia a la marcada relevancia que posee el tema para los años de este lapso. Los documentos más relevantes para este cuadrante, en este periodo de tiempo son:

- Kinetic and equilibrium characterization of phenols adsorption onto a novel activated carbon in water treatment (Varghese *et al.*, 2004). Contribución: 77,46.
- Role of water hyacinth in the health of a tropical urban lake (Singhal & Mahto, 2004). Contribución: 73,85.

**Cuadrante 3:** el contenido de este cuadrante se encuentra representado por dos esferas, el círculo naranja de etiqueta *control biológico* con vocablos como control de plantas acuáticas, impacto, control biológico y ecología, temas relacionados al control de la presencia del jacinto de agua dadas las consecuencias que trae consigo esta planta

acuática; y el círculo café con etiqueta *descomposición* y con terminología como Eurasia, Asia, dinámica de nutrientes y alternaría, hace referencia a los temas concernientes al flujo de energía del que hace parte *P. crassipes*. Así pues, se logra establecer que para este periodo de tiempo los temas emergentes o en declive son los relacionados a dos de las esferas descritas para el periodo 1 en el cuadrante 2, temas periféricos. Este movimiento de cuadrante puede deberse al hecho de no poseer relaciones fuertes con temas externos y, al ser concretos o especializados, además, del poco desarrollo que en temas de avances se logra evidenciar en alternativas del manejo y erradicación del buchón de agua en los ecosistemas de humedal para la época. Los documentos más relevantes para este cuadrante en este periodo de tiempo son:

- Leaf scarring by the weevils *neochetina eichhorniae* and *n-bruchi* enhances infection by the fungus *Cercospora piaropi* on water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Moran, 2005). Contribución: 93,88.
- Integrated control of water hyacinth with a mycoherbicide and a phenylpropanoid pathway inhibitor (Shabana & Mohamed, 2005). Contribución: 64,07.

**Cuadrante 4:** son los temas básicos y ubica la esfera roja de etiqueta *Eichhornia crassipes crassipes* que para este tiempo está representada por términos como fitorremediación, plantas acuáticas, pH, eutrofización, metales pesados y biomasa; por consiguiente, se establece que los temas bases para este periodo son los mismos que para el periodo 1 (usos generales y usos específicos del jacinto de agua como el tratamiento de aguas mediante la absorción de metales pesados y el aprovechamiento de su biomasa), no obstante, se hace preciso establecer que con una dinámica de palabras diferente al periodo 1 de acuerdo al anexo 3. El documento más relevante para este grupo es:

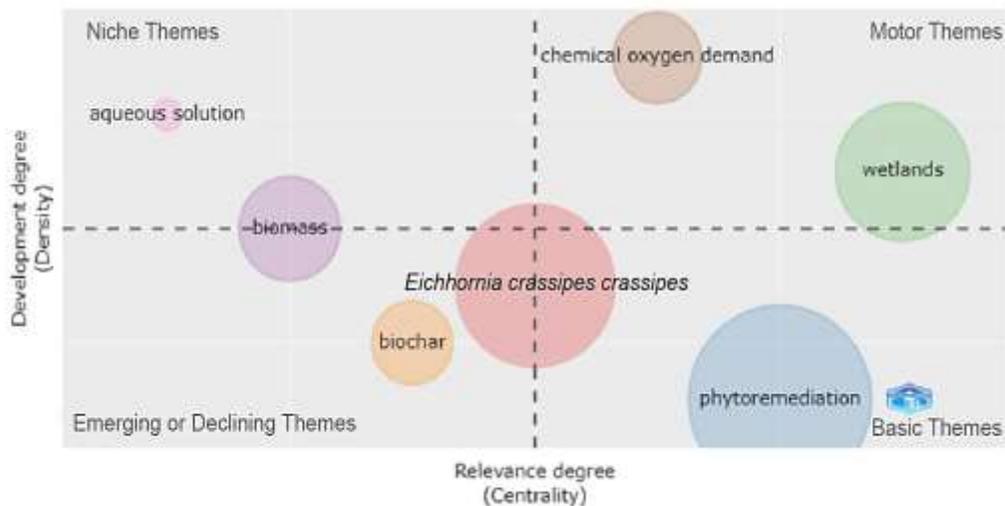
- Cadmium absorption and accumulation and its effects on the relative growth of water hyacinths and salvinia (Oliveira *et al.*, 2001). Contribución: 16,99.

**Tabla 13.** Medidas de densidad y centralidad para el mapa temático del periodo 2, 2001-2006.

Clúster	Centralidad	Densidad	Rango de Centralidad	Rango de densidad
<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>	30,64	114,99	5	3
Humedales	32,55	154,71	6	4
Biodegradación	23,89	166,21	4	5
Contaminante del agua de los humedales	21,79	205,55	3	6
Control biológico	6,27	107,17	2	2
Descomposición	3,63	90,43	1	1

Las palabras usadas y su acomodación para la obtención de los artículos del periodo 2 se encuentran en el anexo 6.

- **Periodo de tiempo 3, 2007-2012:** el mapa temático adquirido (Ilustración 15), muestra 7 grupos, distribuidos en los 4 cuadrantes, las medidas de densidad y centralidad se registran en la Tabla 14. En el anexo 7 se registran las palabras agrupadas en cada clúster.



**Ilustración 15.** Mapa temático del periodo 3, 2007-20012.

**Cuadrante 1:** constituido por dos clústeres, la esfera verde de etiqueta *humedales* con términos como contaminante del agua, metabolismo y química; la esfera café con etiqueta *demanda química de oxígeno* con palabras tales como demanda bioquímica de oxígeno, mercurio y oxígeno disuelto. De manera consecuente, se tiene entonces que, para este lapso de tiempo los temas motores son los relacionados a la contaminación y a las fluctuaciones de las características fisicoquímicas de los humedales, así pues, al observar la ilustración 9 se logra referenciar que, para este periodo los estudios en cuanto a metales pesados y pH en cuerpos de agua, tuvieron pequeñas cúspides, además de, ya un camino recorrido en cuanto a publicaciones en relación a este tema lo que explicaría el desarrollo de este tópico. Los documentos más relevantes para este cuadrante en este periodo de tiempo son:

- Water hyacinth in China: a sustainability science-based management framework (Lu *et al.*, 2008). Contribución: 99,52

- Influences of microwave-assisted alkali pretreatment on the enzymatic hydrolysis of water hyacinth (Jun *et al.*, 2009). Contribución: 78,49

**Cuadrante 2:** contiene la esfera rosada de etiqueta *solución acuosa*, con palabras como raíz y concentración (parámetros), por tanto, los temas periféricos tienen relación al tema específico de las características (concentraciones de parámetros fisicoquímicos) del agua en el que se encuentra *P. crassipes*; la ubicación de este grupo puede estar relacionada al crecimiento de publicaciones con la trama de metales pesados para esta época (Ilustración 10) ya que de manera directa o indirecta aportan información precisa respecto a las características de los cuerpos de agua. Los documentos más relevantes para este cuadrante en este periodo de tiempo son:

- Adsorption of methylene blue dye on pure and carbonized water weeds (Tarawou & Horsfall, 2007). Contribución: 79,7.
- Batch equilibrium analysis for the removal of hexavalent chromium: analysis of uncertainties using numerical modelling (Singha *et al.*, 2012). Contribución: 61,59.

**Cuadrante 3:** la esfera naranja con etiqueta *biocarbón* contiene términos como suelo, celulosa, hierba y oxígeno, palabras que se pueden relacionar a usos específicos del jacinto de agua. Así pues, se logra establecer que el surgimiento o declive de este clúster puede ser consecuencia de que este tópico no resalta en crecimiento para el periodo de tiempo analizado, debido a que temas como fitorremediación (uso más general del buchón en las investigaciones) y las plantas acuáticas fueron los protagonistas en el auge de los estudios. Además, es importante resaltar que la temática de esta esfera naranja se encontró haciendo parte del círculo *Eichhornia crassipes crassipes* para los dos periodos de tiempo descritos anteriormente; por lo que se evidencia un aumento en el número de palabras que logra hacerla un grupo aparte para este periodo. El documento más relevante para este cuadrante en este periodo de tiempo es:

- Effect of temperature and water activity on spore germination and mycelial growth of three fungal biocontrol agents against water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) (Dagno *et al.*, 2011). Contribución: 56,22.

**Cuadrante 4:** determinado por la esfera azul de etiqueta *fitorremediación* con términos como metales pesados, plantas acuáticas y eutrofización, hace referencia a temas básicos relacionados al uso general del buchón de agua como fitorremediador mediante la absorción de metales pesados; así como también sucede con el clúster naranja, este, el azul hacia parte de la esfera *Eichhornia crassipes crassipes* para los dos periodos ya descritos, no obstante, el tópico establece su propio clúster y se mantiene en el mismo cuadrante desde el 1990. Esto posiblemente relacionado a que la fitorremediación fue el tema con más picos y mayor crecimiento que se presentó en el lapso estudiado (ilustración 10). El documento más relevante para este grupo es:

- Mercury uptake and accumulation by four species of aquatic plants (Skinner *et al.*, 2007). Contribución: 25,37.

**Esfera morada:** etiqueta *biomasa* con términos como celulosa, degradación y descomposición; se encuentra entre los cuadrantes 2 y 3, temas periféricos y temas emergentes o en declive, respectivamente. Este clúster al igual que la esfera naranja y azul, era un subtema de la esfera roja de los periodos de tiempo analizados anteriormente; quizás esto se deba al cambio en la dinámica de léxicos del clúster rojo y al auge del enfoque en determinados estudios como usos generales (fitorremediación) y usos específicos (aprovechamiento de su biomasa y la obtención de materia prima). Los documentos más relevantes para este cuadrante en este periodo de tiempo son:

- Zoo-heloplankton structure in three artificial ponds of north-eastern Argentina (Frutos & Carnevali, 2008). Contribución: 99,65.
- Antifungal activity of certain aquatic angiosperms against some pathogenic fungi (Vasu & Charya, 2010). Contribución: 93,78.

**Esfera roja:** etiqueta *Eichhornia crassipes crassipes* con términos como estudio controlado, abundancia y especies invasoras; este clúster se encuentra situado entre el cuadrante 3 y 4, temas en declive o emergentes y temas básicos, respectivamente, por consiguiente, su análisis se realizó respecto al movimiento en relación con el periodo pasado, puesto que, dado los análisis de las esferas azul y naranja, se logra comprobar que la dinámica del agrupamiento en esta esfera cambio. en los 2 periodos de tiempo analizados los temas bases fueron los mismos (usos generales y usos específicos), en donde la esfera roja agrupaba la mayor cantidad de palabras que contribuyen a la ubicación de este clúster en el cuadrante 4, no obstante, dado el crecimiento de los subtemas que este abarcaba (ilustración 10), se produce una reducción en la relevancia y desarrollo de la esfera, moviéndola hacia los temas en declive. Los grupos emergentes de esta, se posicionan entre los cuadrantes 2 y 3 (excepto la esfera azul que logra mantenerse en el cuadrante 4), ubicación que se ajusta al cambio de la dinámica de la esfera roja y a los subtemas que la componen (palabras que se pueden relacionar a los estudios respecto a especies invasoras). El documento más relevante para este grupo es:

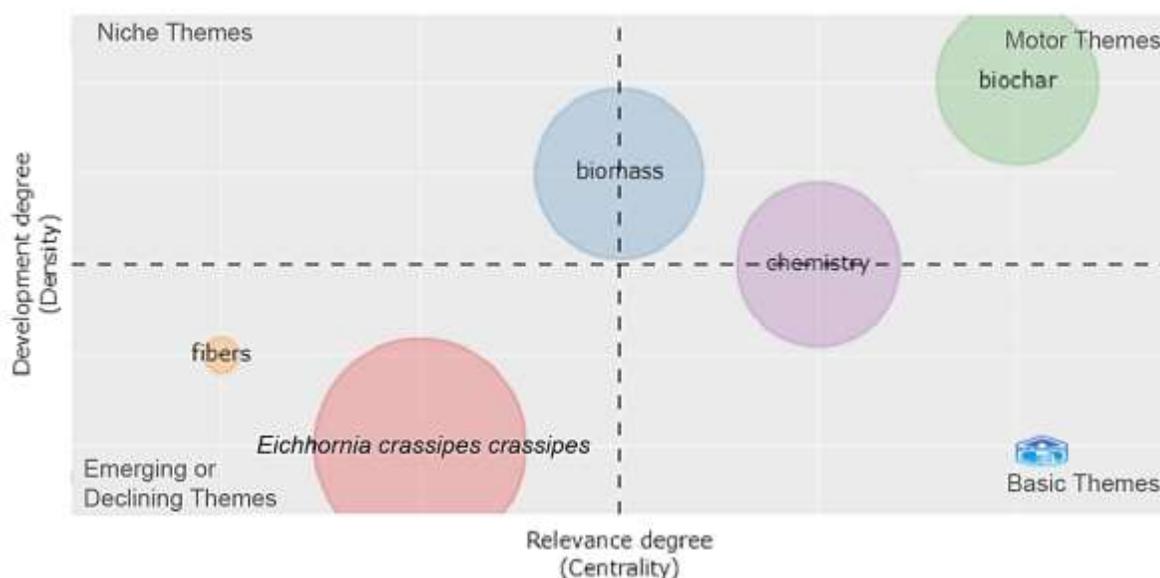
- Microbial enrichment of vermicompost prepared from different plant biomasses and their effect on rice (*Oryza sativa*) growth and soil fertility (Mahanta *et al.*, 2012). Contribución: 95,79.

**Tabla 14.** Medidas de densidad y centralidad para el mapa temático del periodo 3, 2007-20012.

Grupo	Centralidad	Densidad	Rango de Centralidad	Rango de densidad
<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>	11,9913	52,797	4	3
Fitorremediación	19,4231	35,7708	6	1
Humedales	22,7742	69,5164	7	5
Biomasa	7,58858	60,5369	2	4
Biocarbón	10,6317	45,5225	3	2
Demanda química de oxígeno	17,8779	85,9806	5	7
Solución acuosa	6,7295	80,6889	1	6

Las palabras usadas y su acomodación para la obtención de los artículos del periodo 3 se encuentran en el anexo 8.

- **Periodo de tiempo 4, 2013-2016:** el mapa temático adquirido (Ilustración 16), muestra 5 grupos, distribuidos en los 4 cuadrantes, las medidas de densidad y centralidad se registran en la Tabla 15. En el anexo 9 se registran las palabras agrupadas en cada clúster.



**Ilustración 16.** Mapa temático del periodo 4, 2013-2016.

**Cuadrante 1:** esfera verde con etiqueta *biocarbón* y con términos como suelo, metales pesados y toxicidad, se encuentra situada en los temas base para este periodo de tiempo; el movimiento de esta trama del cuadrante 3 al cuadrante 1 para este lapso de tiempo puede estar relacionado al incremento de estudios en usos específicos de *P. crassipes* y al decremento en la publicación de artículos sobre eutrofización permitiendo la visualización de otros tópicos (ilustración 10); así pues, se tiene que este grupo pasó de ser un tema emergente en el periodo 3 a ser un tema motor para el periodo 4, teniendo en

cuenta así mismo, la dinámica de palabras a las que se encuentra sujeto cada agrupamiento. El documento más relevante para este grupo es:

- Suitability of marginal biomass-derived biochars for soil amendment (Buss *et al.*, 2016). Contribución: 13,21.

**Cuadrante 3:** se ubican dos esferas, la roja con etiqueta *Eichhornia crassipes crassipes* que cuenta con términos como fitorremediación, metales pesados y pH, la naranja con etiqueta *fibras* con léxicos como fibras de *Eichhornia crassipes* y polietilenos; estos clústeres pueden relacionarse a usos del buchón de agua, generales con su capacidad de fitorremediador y específicos con el uso de sus fibras; siendo este último un uso que no se había destacado antes, por lo que podría tratarse de un tema emergente. Además, es interesante destacar que para esta ocasión el clúster rojo ya hace parte en su totalidad del cuadrante 3 (anteriormente 3 y 4 para el periodo 3) y que el subtema que se había logrado separar y mantenerse en el cuadrante 4 (*fitorremediación*) volvió a ser parte del grupo rojo, quizás debido a que se presentó un declive en el número de documentos publicados bajo esta trama para el periodo de tiempo en cuestión, además de la relevancia destacada que se le da a usos específicos del jacinto de agua. El documento más relevante para este grupo es:

- Water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (pontederiaceae), reduces benthic macroinvertebrate diversity in a protected subtropical lake in South Africa (Coetzee *et al.*, 2014). Contribución: 17,4.

**Esfera azul:** etiqueta *biomasa* con términos biodegradación, celulosa e hidrólisis; La dinámica de este clúster lo llevo desde los cuadrantes 2 y 3 (temas periféricos y emergentes o en declive) a los cuadrantes 1 y 2 (temas motor y periféricos, respectivamente); en la Ilustración 10, se evidencia que este tema obtiene un incremento en publicaciones en la fase analizada y en consecuencia posiblemente sea la razón del

movimiento de la esfera, además de que el conocimiento sobre la biomasa está directamente relacionada a los posibles usos que se le pueden dar al buchón como materia prima, así pues, el incremento en una de estas temáticas contribuye al desarrollo de la otra. El documento más relevante para este grupo es:

- Improved enzymatic hydrolysis of lignocellulosic biomass through pretreatment with plasma electrolysis (Gao *et al.*, 2014). Contribución: 15,14.

**Esfera morada:** con etiqueta *química* agrupa palabras como contaminante de los cuerpos de agua, estudio control y metabolismo; la esfera ubicada entre los cuadrantes 1 y 4, temas motores y básicos, respectivamente. El incremento en las publicaciones relacionadas a la biomasa y a los usos alternativos pueden ser la razón de la consolidación del clúster y la ubicación de esta esfera, a consecuencia de que en su conjunto este agrupamiento puede asociarse a las características químicas y metabólicas que posee *P. crassipes*, temáticas básicas para el desarrollo de las esferas azul y verde. El documento más relevante para este grupo es:

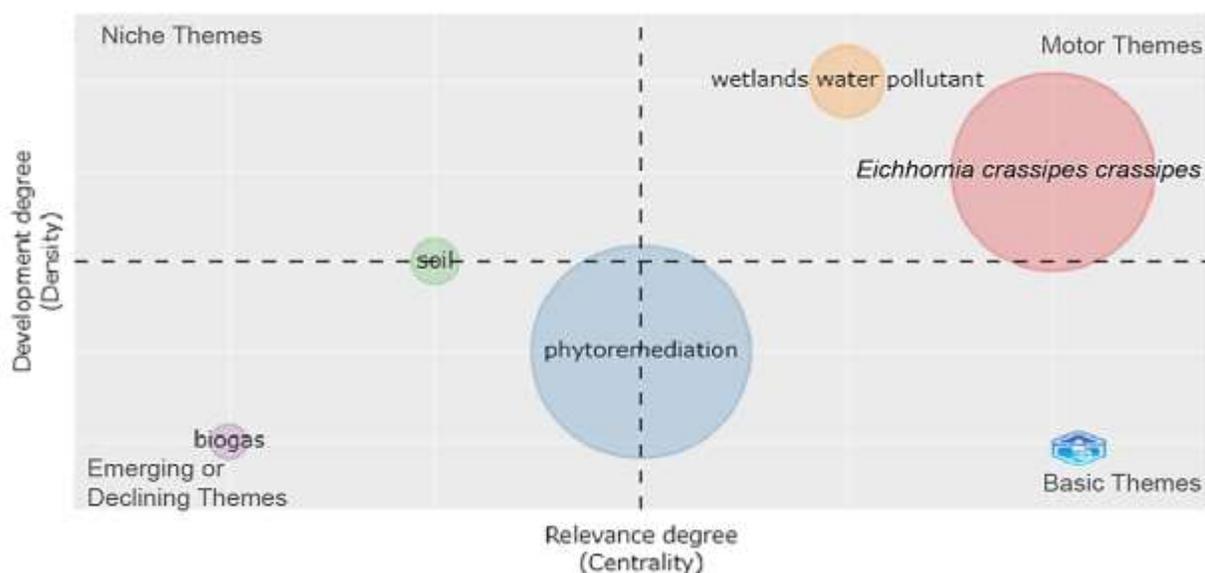
- Trophic ecology of the exotic lerma livebearer *Poeciliopsis infans* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in the lago de Pátzcuaro, Central México [ecología trófica del pez exótico (Ramírez-Herrejón *et al.*, 2013). Contribución: 91,24.

**Tabla 15.** Medidas de densidad y centralidad para el mapa temático del periodo 4, 2013-2016.

Grupo	Centralidad	Densidad	Rango de Centralidad	Rango de densidad
<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>	14,73	35,04	2	1
Biomasa	21,02	71,69	3	4
Biocarbón	25,74	99,32	5	5
Química	23,03	70,86	4	3
Fibras	0,43	36,93	1	2

Las palabras usadas y su acomodación para la obtención de los artículos del periodo 4 se encuentran en el anexo 10.

- **Periodo de tiempo 5, 2017-2021:** el mapa temático adquirido (Ilustración 17), muestra 5 grupos, distribuidos en los 4 cuadrantes, las medidas de densidad y centralidad se registran en la Tabla 16. En el anexo 11 se registran las palabras agrupadas en cada clúster.



**Ilustración 17.** Mapa temático del periodo 5, 2017-2021.

**Cuadrante 1:** ubica dos esferas, la roja con etiqueta *Eichhornia crassipes crassipes* agrupa términos como pH, biomasa, biocarbón. Esta agrupación muestra como la asociación de clústeres que en un inicio (periodo 1 y 2) ya eran parte del círculo rojo, vuelven a unirse (excepto fitorremediación); además, la dinámica del movimiento de esta esfera y los subtemas que la componen van desde el cuadrante 3 al cuadrante 1 para este lapso de tiempo, puede ser consecuencia de los picos en publicaciones concernientes a diferentes

usos de *P. crassipes* (ilustración 10); la esfera naranja con etiqueta *contaminante del agua de los humedales* con léxicos como demanda química de oxígeno, metales pesados y contaminantes de humedal, también se ubica para este periodo como temas motores, ya que para esta época se consolida el pico más alto en publicaciones en torno a la eutrofización (ilustración 10). El documento más relevante para este grupo es:

- Potentials of using mixed culture bacteria incorporated with sodium bicarbonate for hydrogen production (Wazeri *et al.*, 2018). Contribución: 72.4.

**Cuadrante 3:** esfera morada con etiqueta *biogás* agrupa términos como digestión anaerobia, pre-tratamiento y producción de etanol. Para este periodo de tiempo se presentó un auge y por tanto un pico alrededor de este uso alternativo del jacinto de agua, no obstante, según la Ilustración 10 es un tema que se ha encontrado desde 1990; así pues, se podría establecer que los últimos años han vuelto a surgir investigaciones alrededor de este tópico. El documento más relevante para este grupo es:

- Bund removal to re-establish tidal flow, remove aquatic weeds and restore coastal wetland services-north Queensland, Australia (Abbott *et al.*, 2020). Contribución: 16,2.

**Esfera azul:** con etiqueta *fitorremediación* agrupa palabras como eutrofización y metales pesados; este clúster se encuentra ubicado entre los cuadrantes 3 y 4, temas emergentes o en declive y temas básicos, respectivamente. Este tópico, relacionado a la esfera roja en la mayor parte de este estudio, se encontraba como subtema del cuadrante 1, no obstante, la ubicación que presenta para este periodo puede deberse a que, si bien, es uno de los temas con mayor número de publicaciones, presentó un punto de declive que se puede observar en la ilustración 10, motivo quizás relacionado a la dinámica de su movimiento. El documento más relevante para este grupo es:

- Arsenic and smokeless tobacco exposure induces DNA damage and oxidative stress in reproductive organs of female swiss albino mice (Nath *et al.*, 2020).  
Contribución: 42,87.

**Esfera verde:** etiqueta *suelo* con términos como compostaje y propiedad fisicoquímica; hace parte de los cuadrantes 2 y 3, periféricos y emergentes o en declive, respectivamente. La agrupación de palabras aquí presente se relaciona a la esfera verde del periodo 2, que se ubicaba en el cuadrante 1 y se asocia a la utilización del buchón a partir de su biodegradación. La localización de esta temática (con variación en los subtemas que lo componen), para el último periodo de tiempo analizado muestra cómo algunos usos específicos del buchón tienden a la periferia quizás por la especialización que se requiere para poder llevarse a cabo, así pues, en este orden de ideas, el desarrollo de estudios específicos para el jacinto de agua, se ve beneficiado según las facilidades de replicación que estos representen y los nexos que tengan con demás temas sobresalientes. El documento más relevante para este grupo es:

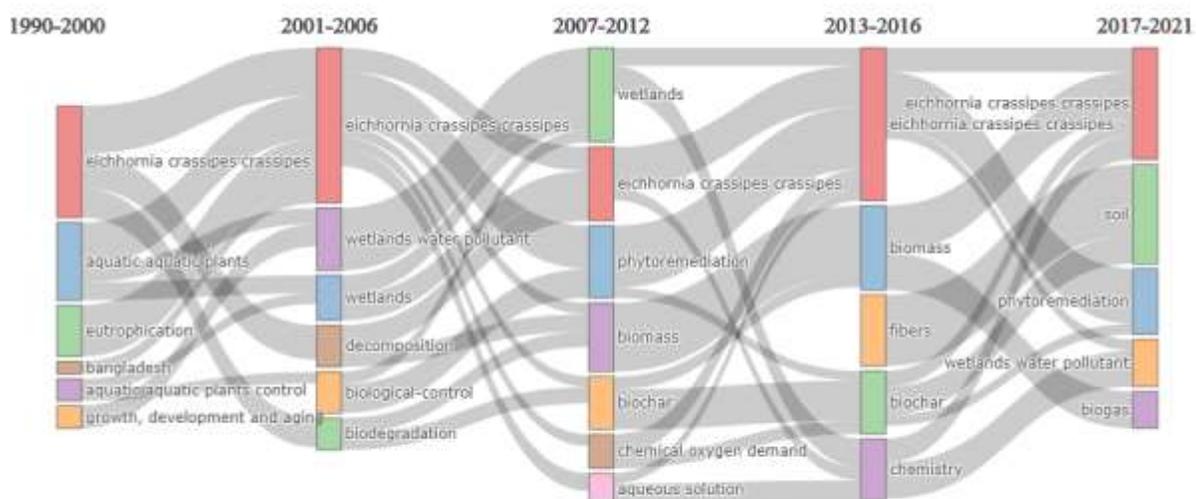
- A glimpse into the compatibilities and conflicts between arthropods and fungal biological control agents of aquatic weed water hyacinth (Dutta & Ray, 2017).  
Contribución: 26,6.

**Tabla 16.** Medidas de densidad y centralidad para el mapa temático del periodo 5, 2017-2021.

Grupo	Centralidad	Densidad	Rango de Centralidad	Rango de densidad
<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>	15,17	44,25	5	4
Fitorremediación	8,44	20,18	3	2
Suelo	7,88	26,61	2	3
Biogás	2,95	20,15	1	1
Contaminante del agua de los humedales	12,68	45,93	4	5

Las palabras usadas y su acomodación para la obtención de los artículos del periodo 5 se encuentran en el anexo 12.

En la Ilustración 18 se muestra sintetizada la evolución y la dinámica en los nexos de los clústeres con sus principales temáticas expuestas, en los 5 períodos de tiempo analizados; esta ilustración permite observar como subtemas que hacen parte de una temática empiezan a dividirse en otros grupos según la coocurrencia de palabras y, además, enseña cómo estos mismos subtemas establecen agrupaciones independientes y en algunos casos vuelven a agruparse a clústeres ya existentes, como es el caso de fitorremediación.



**Ilustración 18.** Evolución temática a través de los 5 períodos de tiempo establecidos.

De acuerdo con lo expuesto, la interpretación del movimiento de las esferas que se han agrupado de manera variable y que abarcan las principales temáticas (usos específicos y

generales del jacinto de agua, incluyen agrupaciones de palabras como fitorremediación, eutrofización, biocarbón, biomasa, biogás) a través de los periodos establecidos, logran evidenciar cómo estas responden a determinados auges y detrimentos en algunos años en relación a las investigaciones desarrolladas sobre *P. crassipes*; de esta manera se tiene que temáticas como la fitorremediación se encuentran en declive para el periodo general, sin embargo para el último periodo la esfera con esta temática se encuentra dividida entre el cuadrante 3 y 4, es decir que también se considera tema básico en los estudios del jacinto; adicionalmente, es importante resaltar que la fitorremediación y la eutrofización han presentado dinámicas diferentes en cada periodo, pasando desde ser temas motores y básicos hasta los emergentes o en declive; y se destaca que estas temáticas hacen referencia al mayor número de publicaciones referentes al buchón y que según la tabla 7, la eutrofización junto con biogás, control biológico y digestión anaerobia presentan los menores valores en crecimiento para los últimos años; no obstante, dado las variaciones en el cambio en la posición de las esferas y los subtemas que las componen, el hecho de que para los últimos años no hayan presentado un crecimiento significativo no es indicio de que sean temas en declive dado que para los próximos años puede volverse a presentar crecimientos en determinadas temáticas contribuyendo de manera directa e indirecta a la ampliación en el desarrollo y relevancia de dichos temas, posicionándolos con índices de crecimiento mayores.

Por otro lado, es interesante notar como para el primer periodo analizado no se visualizan temas en el cuadrante 1 y 3 (temas motores y emergentes o en declive), aunque teniendo en cuenta que es el inicio de la investigación y primero se deben establecer los lazos de los temas básicos (cuadrante 4) y se podría esperar, como es consecuente a lo observado que el desarrollo de las temáticas que representan un auge en el momento se presenten de manera aislada con pocos nexos a las temáticas externas; no obstante, el hecho de la no presencia en el cuadrante 3 puede indicar como el desarrollo de las tramas relacionadas al buchón de agua implicaron casi de manera inmediata relevancia científica.

#### 6.4 Análisis del contenido de los temas más destacados en *P. crassipes*.

Las Ilustración 9a y 9b permiten observar la evolución entre 1990 y 2021 de los 12 principales temas de manera detallada, adicionalmente, la Tabla 7 permite visualizar los temas con mayor AGR y PDLY, es decir los de mayor crecimiento y los de mayor tendencia, de esta manera teniendo en cuenta los mayores valores de estos indicadores, su evolución y su promedio se tiene que *biocarbón* (23,55), *fitorremediación* (16,9), *humedales* (14,6), *plantas acuáticas* (12,65) y *biomasa* (11,2), son las palabras que representan los temas más relevantes asociados al buchón de agua; la agrupación de estas temáticas representan un total de 1.202 documentos (31% aproximadamente de la base de datos general), de los cuales 1.154 (96%) hacen referencia a publicaciones tipo artículo y 48 (4%) a revisiones bibliográficas (Tabla 17); estos provienen de 438 fuentes de información (33% de las fuentes de la base de datos general).

Los análisis realizados se trabajaron con 3.871 palabras clave (32% de las palabras usadas para los análisis generales). Los autores señalados para estas temáticas en los 31 años de estudio son en total 3.491, de estos, 22 (1% aproximadamente) han publicado documentos de un solo autor y 3.469 (99%) con coautoría, por consiguiente, cuentan con un índice de colaboración de 2,97, es decir con aproximadamente 3 autores firmantes en promedio por documento, valores semejantes a los expuestos para la base de datos general.

**Tabla 17.** Información sobre la base de datos de los 5 principales temas de *P. crassipes*.

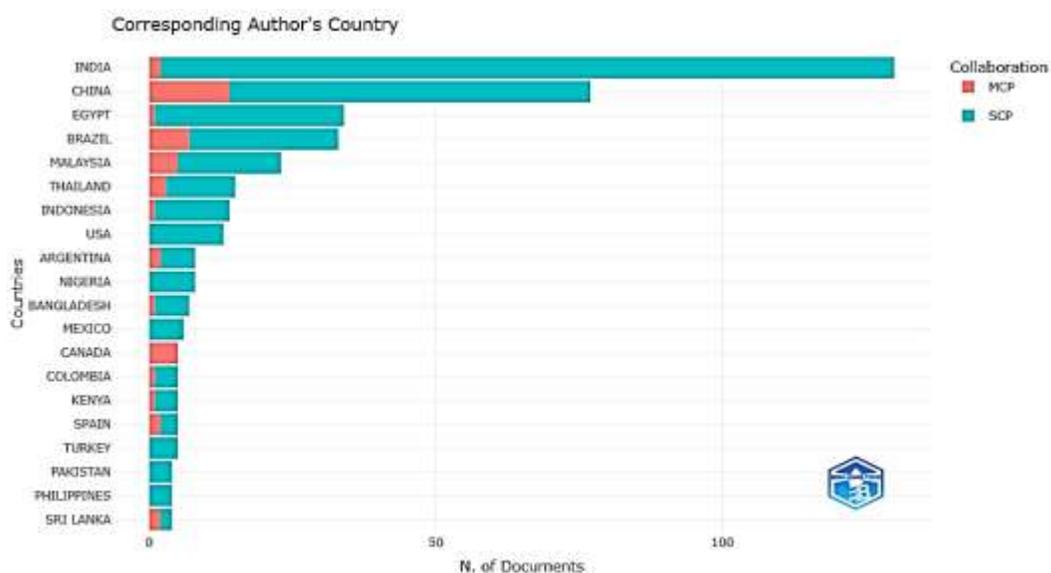
Descripción	Resultados
<b>Información principal sobre datos</b>	
Espacio de tiempo	1991:2021
Fuentes (revistas, libros, etc.)	438
Documentos	1.202
Años promedio de la publicación	8,26
Citas promedio por documentos	21,19
Citas promedio por año por documento	2,34
Referencias	1

<b>Tipos de documentos</b>	
Artículo	1.154
Revisión	48
<b>Contenido de documentos</b>	
Palabras clave Plus (ID)	3.871
Palabras clave del autor (DE)	2.219
<b>Autores</b>	
Autores	3.491
Aparición de autor	7.778
Autores de documentos de un solo autor	22
Autores de documentos de varios autores	3.469
<b>Autores colaboración</b>	
Documentos de un solo autor	33
Documentos por autor	0,34
Autores por documento	2,9
Coautores por documento	6,47
Índice de colaboración	2,97

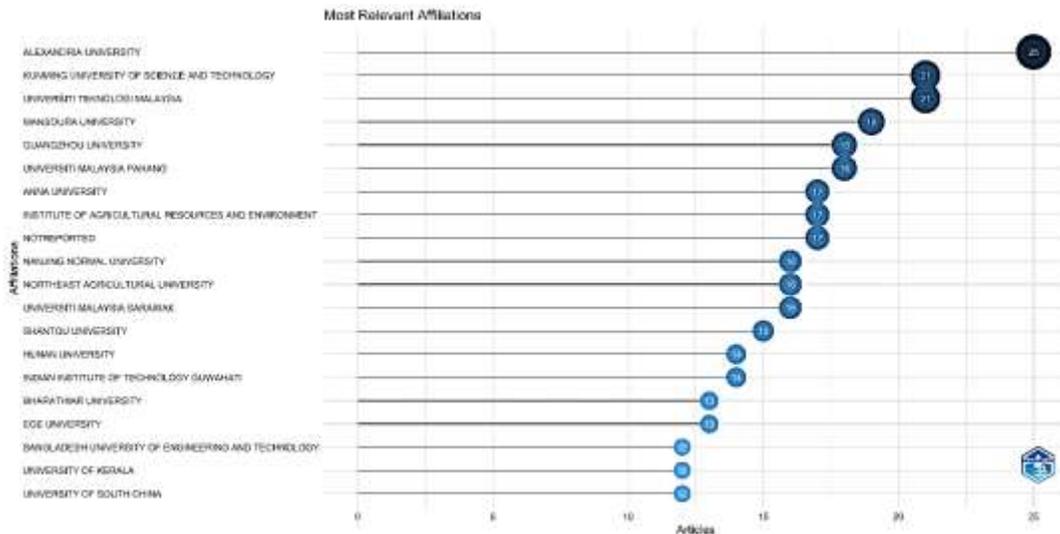
Dentro de los países que llevan el liderazgo por el número de publicaciones en los temas destacados del jacinto de agua (**Ilustración 19**. Principales países que han desarrollado estudios de las 5 principales temáticas de *P. crassipes*. Ilustración 19), se tiene que los 4 primeros, en orden descendente son India, China, Egipto y Brasil, coincidiendo con los países que mayor número de documentos han publicado de manera general información sobre el buchón (Ilustración 4) con la variación en las posiciones 3 y 4; así mismo, el 5 lugar hace referencia a Malasia, país que ocupa el noveno lugar en el listado ya mencionado, el cambio de posición de este país para esta base de datos infiere el hecho de que sus estudios se encuentran centrados en estas tramas, por consiguiente al eliminar del panorama temáticas que no representan un mayor número de publicaciones para ellos, Malasia logra posicionarse entre los 5 países más influyentes. Adicionalmente, se tiene que esta nación hace parte de una de las regiones con mayor crecimiento económico de Asia basando su economía en la extracción y/o transformación de materias primas (aceite de palma, ropa y petróleo refinado) (Mora, 2022; Quispe, 2021), así pues, es congruente

que la nación se interese en posibles potenciales económicos o que sus intereses se basen en mantener los que ya existen mediante la protección del recurso hídrico.

Por otro lado, las afiliaciones relevantes (Ilustración 20) entre estos temas específicos son la Universidad de Alejandría ubicada en Egipto, con 25 publicaciones, la Universidad de Ciencia y Tecnología de Kunming, en China, con 21 publicaciones al igual que la Universidad Tecnológica de Malasia, seguida a estas instituciones se tiene la Universidad de Mansoura de Egipto con 19 artículos. De esta manera se tiene que las principales afiliaciones se encuentran de manera correspondiente, ubicadas en los países que ocupan los lugares destacados por número de artículos publicados.



**Ilustración 19.** Principales países que han desarrollado estudios de las 5 principales temáticas de *P. crassipes*.



**Ilustración 20.** Principales instituciones que han desarrollado estudios relacionados a los 5 principales temas de *P. crassipes*.

En cuanto a las 5 revistas que han publicado mayormente los temas destacados del jacinto de agua (Tabla 18), se tiene que estas se encuentran haciendo ya parte de las principales fuentes de información con diferentes número de publicaciones, en posiciones diferentes (Tabla 3); por consiguiente, se tiene que las principales 5 fuentes de información reúnen un total de 156 publicaciones tipo artículo, es decir el 13% de los 1.202 artículos que representan las temáticas destacadas. *International Journal Of Phytoremediation* es la revista que más ha publicado entre los temas destacados de *P. crassipes*, presenta un impacto local medido por Índice H 17, SJR y JCI de 0,60, seguida a esta se encuentra *Bioresource technology* (fuente con el mayor número de publicaciones a nivel general) con 36 artículos y los valores más altos de índices de impacto. Seguida a esta fuente, por número de publicaciones, se encuentran *Environmental science and pollution research*, *Journal Of Environmental Management* y *Ecological Engineering*; el análisis que se realiza en este apartado evidencia lo ya expuesto para las revistas de manera general: la productividad en muchas de ellas refleja valores altos de impacto local, así como también la evolución de estas es propia de cada una y responden a años de producción variable.

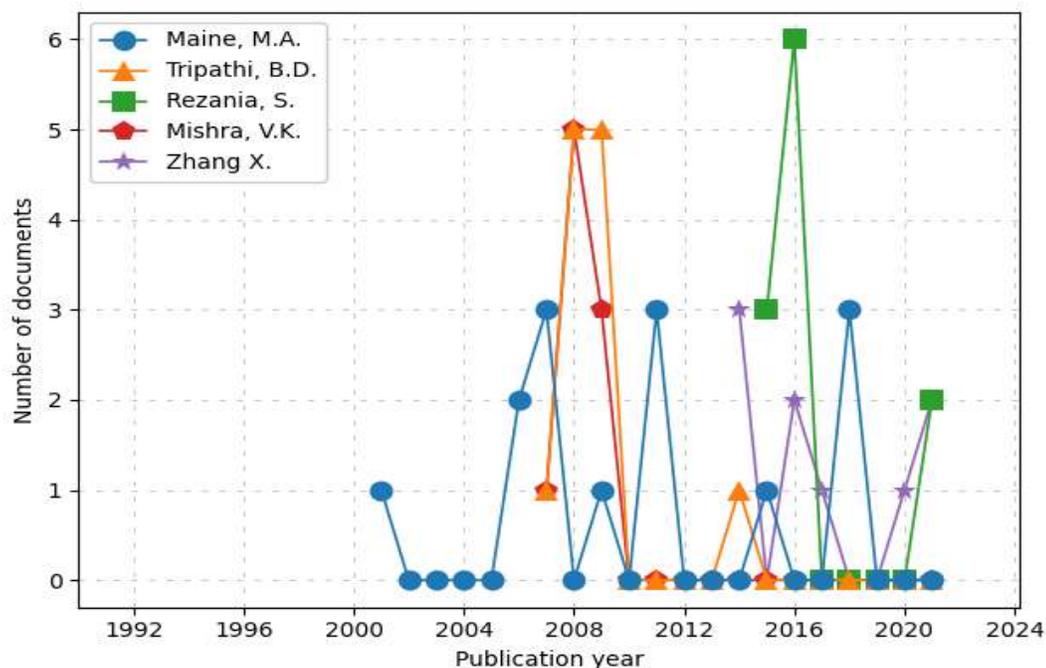
Los autores destacados (Tabla 19), a diferencia de lo ya analizado en este apartado, en donde se han encontrado similitudes y correspondencias con el análisis de la base de datos general, difieren de los autores que más han publicado de manera general información de *P. crassipes*. Así mismo, los valores de tendencia y crecimiento de los autores son bajos comparados con los observados en la Tabla 4, esto puede deberse en gran medida a que la mayoría de dichos autores no se encuentran publicando de manera activa en la actualidad, salvo 2 de estos: Rezania, S. y Zhang, X. (Ilustración 21), aunque estos autores no representan el mayor número de publicaciones, cuentan con los valores de PDLY y ADY mas altos, lo que indica que son los autores que se encuentran publicando en los últimos años, adicionalmente, Zhang, X. posee el AGR más bajo de la tabla 19 debido al decrecimiento que presento en sus publicaciones respecto al número total de estas.

**Tabla 18.** Principales 5 revistas que han publicado la mayor parte de la información de las temáticas destacadas de *P. crassipes*, con sus respectivos índices de impacto, año de inicio, total de citas y número de publicaciones.

Nombre de la revista	H índice	H índice	CT	NP	AÑO DE INICIO	Factor de impacto SJR 2021	Factor de impacto JCI 2021	País	Área
International Journal Of Phytoremediation	17	26	793	42	2005	0,60	0,60	Reino Unido	Ciencias de las plantas, ambiental, química
Bioresource Technology	145	73	5890	36	1991	2,35	1,76	Reino Unido	Ingeniería química, energía, ciencias ambientales, medicina
Environmental Science And Pollution	15	25	801	35	2012	0,83	0,81	Alemania	Ciencia ambiental, medicina
Research Journal Of Environmental Management	16	32	1275	22	1993	1,48	1,39	Estados Unidos	Ingeniería Ambiental Gestión, monitoreo, política y derecho
Ecological Engineering	26	41	2511	21	1992	1.01	0,75	Países Bajos	Ingeniería Ambiental

**Tabla 19.** Principales 5 autores que han publicado la mayor parte de la información de las temáticas destacadas de *P. crassipes*, con sus respectivos índices de impacto, año de inicio, total de citas y número de publicaciones.

Pos	Autor	NP	AGR	ADY	PDLY	H índice	Año de inicio
1	Maine, M.A.	14	0,0	0,0	0,0	11	2001
2	Tripathi, B.D.	12	0,0	0,0	0,0	12	2007
3	Rezania, S.	11	0,0	1,0	18,2	9	2015
4	Mishra, V.K.	9	0,0	0,0	0,0	9	2007
5	Zhang, X.	9	-0,5	1,0	22,2	6	2014



**Ilustración 21.** Línea de tiempo de los principales 5 autores que han publicado la mayor parte de la información de las temáticas destacadas de *P. crassipes*.

El documento más citado en esta base datos (Tabla 20) corresponde al más citado a nivel general en las publicaciones del buchón de agua (Tabla 5); *The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review* (Kivaisi, 2001). De las publicaciones referenciadas en la tabla 20, se tiene que 2 corresponden a

autores destacados en este apartado: *Comprehensive review on phytotechnology: heavy metals removal by diverse aquatic plants species from wastewater* (Rezania *et al.*,2016) y *Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes* (Mishara, 2008). Es interesante destacar que estas tres publicaciones no son estudios exclusivos de *P. crassipes*, al igual que 8 de las publicaciones aquí referenciadas, poniendo de manifiesto la multidisciplinariedad del buchón de agua y que la construcción de ciencia alrededor de este hace alusión a temas en donde se destacan sus posibles usos.

**Tabla 20.** Principales 10 documentos citados entre las temáticas destacadas de *P. crassipes*, con su respectivo promedio de citas.

<b>Artículo</b>	<b>Referencia bibliográfica</b>	<b>Citaciones totales</b>
The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review.	(Kivaisi, 2001)	662
Metal hyperaccumulation in plants: Biodiversity prospecting for phytoremediation technology	(Majeti & Freitas, 2003)	493
Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants.	(Zhang <i>et al.</i> , 2015)	349
Environmental challenge vis a vis opportunity: The case of water hyacinth.	(Malik, 2007)	308
Comprehensive review on phytotechnology: heavy metals removal by diverse aquatic plants species from wastewater	(Rezania <i>et al.</i> ,2016)	263
Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes	(Mishara, 2008)	255

Artículo	Referencia bibliográfica	Citaciones totales
Phytomelatonin: a review	(Paredes, 2009)	248
Aquatic arsenic: phytoremediation using floating macrophytes	(Rahman, 2011)	222
Biosorption of Cr(VI) from aqueous solutions by <i>Eichhornia crassipes</i>	(Mohanty, 2006)	215
Lead heavy metal toxicity induced changes on growth and antioxidative enzymes level in water hyacinths [ <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.)]	(Malar, 2014)	204

### **6.5 Determinación de los vacíos de información en *P. crassipes* y recomendaciones para futuras investigaciones.**

De acuerdo al análisis de los mapas científicos obtenidos en el punto 6.3 se logra determinar con base en estos y de acuerdo a las dinámicas de movimiento de las esferas y a los subtemas que las componen, que los temas que presentan vacíos de información se encuentran representados en el cuadrante 3 del periodo general por el clúster verde y dado que para cada uno de los 5 lapsos de tiempo, la agrupación de los subtemas varía, se tuvo en cuenta la formación de clústeres relacionadas a la temática inicial en este mismo cuadrante a lo largo del tiempo estudiado. De esta manera, *estudio control*, determinado por subtemas del uso experimental no definido de *P. crassipes* es la temática que carece de información consistente porque, aunque los usos específicos y generales de la planta han sido ampliamente analizados y existen campos de acción en donde los estudios se encuentran en crecimiento, como es el caso de la medicina (Ayanda *et al.*, 2020), aún existen posibles usos que se encuentran en análisis para el caso de las industrias y el

aprovechamiento de las fibras del buchón de agua (Ilo *et al.*, 2020; Koutika & Rainey, 2015; Mishra & Maiti, 2017; Yan *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2020). Así mismo es importante mostrar cómo temáticas sobre usos específicos (biogás, biocarbón y biomasa), se establecen en el cuadrante 3 en determinados periodos, mostrando así que aún usos ya establecidos presentan detrimentos en sus estudios en determinados lapsos y aunque para el periodo general se encuentran establecidos ya como temas motores, la Tabla 7 presenta valores de crecimiento bajos en comparación con su tendencia; así pues, también se puede establecer que estas temáticas aún presenta vacíos de información, no obstante se tiene en cuenta que sus análisis se encuentran en auge para el periodo actual y general.

## 7. CONCLUSIONES

- El crecimiento en las publicaciones tipo artículo relacionadas al Jacinto de agua creció de manera exponencial en la segunda mitad del periodo de tiempo estudiado (2006), hecho que puede estar relacionada a la disponibilidad de recursos para publicar y al incremento en los estudios para recuperar cuerpos de agua debido a la eutrofización, situación que presenta relación con el crecimiento de la planta en cuestión, además, de su capacidad fitorremediadora.
- La presencia de India ocupando el primer lugar de países que encabezan el número de publicaciones tipo artículo de *P. crassipes* en este apartado puede estar relacionado a la inversión en el mantenimiento de sus principales fuentes de ingreso.
- La relación entre las principales fuentes de publicaciones y los países a los que se les atribuye la mayor parte de las publicaciones del jacinto de agua, refuerzan y evidencian la dispersión en la que se encuentra la información disponible de esta especie vegetal.
- La fitorremediación es la temática más desarrollada a los largos de los 31 años estudiados y actualmente se encuentra en declive, una razón que puede explicar este comportamiento son las desventajas que representa usar la especie dado su

propagación y la carga contaminante con la que queda, impidiendo su utilización en usos posteriores. Así mismo, esta trama ha contribuido indirectamente al avance en la exploración de diferentes usos ya que posee los índices más altos de productividad por número de publicaciones y de citas, aportando teoría relevante en el momento de crear ciencia alrededor de la especie.

- El análisis de la evolución en los 31 años de los temas relacionados a *P. crassipes* muestra de manera general que entre 1990 y 2021 los temas motores son los relacionados a los usos que se le pueden dar al buchón de acuerdo a sus características, además, los temas motores se presentan compartiendo subtemas con tramas básicas que contribuyen a la explicación de la presencia del buchón de agua y sus necesidades; y tramas periféricas relacionadas a la argumentación de la presencia del buchón como detonante de contaminación de los cuerpos de agua. Las temáticas emergentes o en declive, diferenciadas por los tamaños de las esferas, establecen a la fitorremediación con elementos como metales pesados, humedales, eutrofización y control biológico como materias en declive y a los estudios en la exploración de usos no especificados sobre el buchón como áreas de análisis emergentes.
- La evolución de las temáticas a través de los 5 lapsos analizados mostró auges y detrimentos en determinadas tramas que contribuyeron en su momento a las ubicaciones de los agrupamientos a través del tiempo entre los cuadrantes, evidenciando en primera instancia la dinámica de movimiento y de los subgrupos que hacen parte de cada una de las tramas centrales, indicando la relevancia y el desarrollo de los temas en cada lapso.
- Los temas relacionados y destacados de *P. crassipes* por crecimiento e índices de tendencia son *biocarbón*, *fitorremediación*, *humedales*, *plantas acuáticas* y *biomasa*, de estas tramas se tiene que, a pesar de los valores de PDLY y ADY que exponen, los autores principales de estas no presentan incrementos en su AGR por lo que se presume que la evolución de estas temáticas se ha construido por autorías dispersas y

que en su conjunto exponen un crecimiento exponencial que les permitió posicionarse como temas destacados.

- El área temática que presenta vacíos de información por número de publicaciones es el uso experimental no definido de *P. crassipes*, esto debido a que los sectores como la medicina y la industria se encuentran en la exploración de estudios sobre el aprovechamiento de la planta y en específico el uso de sus fibras.
- Las temáticas biogás, biocarbón y biomasa son temas motores que representan el mayor auge para el periodo actual, esto a pesar de haber presentado detrimentos en el número de estudios en algunos periodos de tiempo analizados. Así pues, se podría esperar que son tramas que emergen para la profundización de su conocimiento.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda continuar los estudios relacionados a los usos experimentales no definidos por parte de las industrias y el sector de la medicina; así como también para las temáticas biogás, biocarbón y biomasa. De esta manera se logrará una ampliación en la información que toma relevancia alrededor de los estudios del buchón de agua.
- Una posible alternativa al aprovechamiento de la información existente en torno a la temática fitorremediación y debido a que se encuentra en declive, es replantear posibles nexos a los usos alternativos del jacinto de agua, puesto que, aunque la temática está en detrimento representa el principal tema estudiado a lo largo del análisis de este estudio. Así pues, se hace factible un replanteamiento en el enfoque que se ha abordado para esta trama, buscando resaltar la versatilidad con la que cuenta la especie vegetal.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2010). Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 919–937. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2009.11.006>
- Abbott, B., Wallace, J., Nicholas, D., Karim, F., & Waltham, A. P. N. (2020). Bund removal to re-establish tidal flow, remove aquatic weeds and restore coastal wetland services—North Queensland, Australia. *PLOS ONE*, 15, e0217531. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217531>
- Abdel-Fattah, A. F., & Abdel-Naby, M. A. (2012). Pretreatment and enzymic saccharification of water hyacinth cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 87(3), 2109–2113. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.10.033>
- Aboul-Enein, A. M., Shanab, S. M. M., Shalaby, E. A., Zahran, M. M., Lightfoot, D. A., & El-Shemy, H. A. (2014). Cytotoxic and antioxidant properties of active principals isolated from water hyacinth against four cancer cells lines. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14(1), 397. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-397>
- Adejoro, M. A., Akinyemi, S. O. S., Fagbola, B. O., & Adebayo, O. S. (2013). Bibliometric analysis of disease incidence on Musa species in Africa. In *Acta Horticulturae* (Vol. 1007). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1007.38>
- Adeoye, G. O., Sridhar, M. K. C., & Ipinmoroti, R. R. (2001). Potassium recovery from farm wastes for crop growth. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32(15–16), 2347–2358. <https://doi.org/10.1081/CSS-120000377>
- Ajithram, A., Winowlin Jappes, J. T., & Brintha, N. C. (2021). Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) natural composite extraction methods and properties – A review. *Materials*

*Today: Proceedings*, 45, 1626–1632. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.472>

Ajithram, A., Winowlin Jappes, J. T., & Siva, I. (2021). Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Natural Fiber Composite Properties—A Review. In *Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 183–193). [https://doi.org/10.1007/978-981-15-9809-8\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-15-9809-8_15)

Akankali, J., & Elenwo, A. (2019). Use of Water Hyacinth as Feed Stuff for Animals in Niger Delta, Nigeria. In *ASJ International Journal of Advances in Scientific Research and Reviews*. [www.academiascholarlyjournal.org/ijasrr/index\\_ijasrr.htmVol.4](http://www.academiascholarlyjournal.org/ijasrr/index_ijasrr.htmVol.4)

Álvarez Bernal, D., Lastiri Hernández, M. A., Buelna Osben, H. R., Contreras Ramos, S. M., & Mora, M. (2016). Vermicompost as an alternative of management for water hyacinth. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(4), 425–433. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.04.06>

Ardanuy, J. (2012). Breve introducción a la bibliometría. In 2012. *Pág* (Vol. 1).

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/J.JOI.2017.08.007>

Ayanda, O. I., Ajayi, T., & Asuwaju, F. P. (2020). *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: Uses, Challenges, Threats, and Prospects. *Scientific World Journal*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3452172>

Baldikova, E., Pospiskova, K., Ladakis, D., Kookos, I. K., Koutinas, A. A., Safarikova, M., & Safarik, I. (2017). Magnetically modified bacterial cellulose: A promising carrier for immobilization of affinity ligands, enzymes, and cells. *Materials Science and Engineering C*, 71, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.10.009>

Barua, V. B., & Kalamdhad, A. S. (2017). Effect of various types of thermal pretreatment

techniques on the hydrolysis, compositional analysis and characterization of water hyacinth. *Bioresource Technology*, 227, 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.12.036>

Bibliometrix, (s.f). visitado el 19 de enero del 2022. <https://www.bibliometrix.org/index.html>

Borker, A. R., Mane, A. V., Saratale, G. D., & Pathade, G. R. (2013). Phytoremediation potential of *Eichhornia crassipes* for the treatment of cadmium in relation with biochemical and water parameters. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(6), 443–456. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i6.13970>

Bouyahya, A., Zengin, G., Belmehdi, O., Bourais, I., Chamkhi, I., Taha, D., Benali, T., Dakka, N., & Bakri, Y. (2020). *Origanum compactum* Benth., from traditional use to biotechnological applications. *Journal of Food Biochemistry*, 44(8), 17-67. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13251>

Buss, W., Graham, M. C., Shepherd, J. G., & Mašek, O. (2016). Suitability of marginal biomass-derived biochars for soil amendment. *Science of The Total Environment*, 547, 314–322. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2015.11.148>

Cascón Katchadourian, J., Moral-Munoz, J., Liao, H., & Cobo, M. (2020). Análisis bibliométrico de la Revista Española de Documentación Científica. *Revista Española de Documentación Científica*, 43. <https://doi.org/10.3989/redc.2020.3.1690>

Chelghoum, M., Khitri, W., Bouzid, S., & Lakermi, A. (2021). New trends in the use of medicinal plants by Algerian diabetic patients, considerations of herb-drug interactions. *Journal of Ethnopharmacology*, 274. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.113984>

Chen, B. M., Peng, S. L., Wu, X. P., Wang, P. L., & Ma, J. X. (2016). A bibliometric analysis of researches on topics related to the ecological damage caused by and risk assessments of exotic invasive species from 1995 to 2014. *Shengtai Xuebao/ Acta*

*Ecológica Sinica*, 36(20), 6677–6685. <https://doi.org/10.5846/stxb201504060690>

Chuang, Y. S., Lay, C. H., Sen, B., Chen, C. C., Gopalakrishnan, K., Wu, J. H., Lin, C. S., & Lin, C. Y. (2011). Biohydrogen and biomethane from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) fermentation: Effects of substrate concentration and incubation temperature. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(21), 14195–14203. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.04.188>

Cobo, M. J., Martínez, M. A., Gutiérrez-Salcedo, M., Fujita, H., & Herrera-Viedma, E. (2015). 25 years at Knowledge-Based Systems: A bibliometric analysis. *Knowledge-Based Systems*, 80, 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.12.035>

Coetzee, J., Jones, R., & Hill, M. (2014). Water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae), reduces benthic macroinvertebrate diversity in a protected subtropical lake in South Africa. *Biodiversity and Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0667-9>

Costa, C., Schurr, U., Loreto, F., Menesatti, P., & Carpentier, S. (2019). Plant phenotyping research trends, a science mapping approach. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01933>

Cruz, V. M. V., & Dierig, D. A. (2012). Trends in literature on new oilseed crops and related species: Seeking evidence of increasing or waning interest. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.11.029>

Dagno, K., Lahlali, R., Diourté, M., & Jijakli, M. (2011). Effect of temperature and water activity on spore germination and mycelial growth of three fungal biocontrol agents against water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Journal of Applied Microbiology*, 110, 521–528. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04908.x>

Dagno, K., Lahlali, R., Friel, D., Bajji, M., & Haïssam Jijakli, M. (2007). Review: Problems

of the water hyacinth, *Eichhornia crassipes*, in the tropical and subtropical areas of the world, in particular its eradication using biological control method by means of plant pathogens | Synthèse bibliographique: Problématique de la jac. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 11(4), 144–150.

Datta, A., Maharaj, S., Prabhu, G. N., Bhowmik, D., Marino, A., Akbari, V., Rupavatharam, S., Sujeetha, J. A. R. P., Anantrao, G. G., Poduvattil, V. K., Kumar, S., & Kleczkowski, A. (2021). Monitoring the Spread of Water Hyacinth (*Pontederia crassipes*): Challenges and Future Developments. In *Frontiers in Ecology and Evolution* (Vol. 9). <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.631338>

Dutta, W., & Ray, P. (2017). A glimpse into the compatibilities and conflicts between arthropods and fungal biological control agents of aquatic weed waterhyacinth. *Phytoparasitica*, 45. <https://doi.org/10.1007/s12600-017-0605-y>

Dwivedi, M., & Dwivedi, A. K. (2018). Valuable Product from Water Hyacinth-Review Paper. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 838–842. [www.irjet.net](http://www.irjet.net)

Edwards, D., & Musil, C. J. (1975). *Eichhornia crassipes* in South Africa - A general review. *Journal of the Limnological Society of Southern Africa*, 1(1), 23–27. <https://doi.org/10.1080/03779688.1975.9632904>

Elenwo, E. I., & Akankali, J. A. (2016). The Estimation of Potential Yield of Water Hyacinth: A Tool for Environmental Management and an Economic Resource for the Niger Delta Region. *Journal of Sustainable Development Studies*, 9(2), 115–137.

Fakchich, J., & Elachouri, M. (2021). An overview on ethnobotanico-pharmacological studies carried out in Morocco, from 1991 to 2015: Systematic review (part 1). *Journal of Ethnopharmacology*, 267. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113200>

- Fletcher, C. A., Meakins, N. C., Bubb, J. M., & Lester, J. N. (1994). Magnitude and distribution of contaminants in salt marsh sediments of the Essex coast, UK. III. Chlorophenoxy acid and s-triazine herbicides. *Science of The Total Environment*, 155(1), 61–72. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(94\)90361-1](https://doi.org/10.1016/0048-9697(94)90361-1)
- Frutos, S. M., & Carnevali, & R. (2008). Zoo-heloplankton structure in three artificial ponds of North-eastern Argentina. In *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN (Vol. 56, Issue 3)*.
- Ganguly, A., Chatterjee, P. K., & Dey, A. (2012). Studies on ethanol production from water hyacinth - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 966–972. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.09.018>
- Gao, J., Chen, L., Zhang, J., & Yan, Z. (2014). Improved enzymatic hydrolysis of lignocellulosic biomass through pretreatment with plasma electrolysis. *Bioresource Technology*, 171, 469–471. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.07.118>
- Gaurav, G. K., Mehmood, T., Cheng, L., Klemeš, J. J., & Shrivastava, D. K. (2020). Water hyacinth as a biomass: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122214>
- Goyal, S., Dhull, S. K., & Kapoor, K. K. (2005). Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity. *Bioresource Technology*, 96(14), 1584–1591. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2004.12.012>
- Gupta, A., & Balomajumder, C. (2015). Removal of Cr(VI) and phenol using water hyacinth from single and binary solution in the artificial photosynthesis chamber. *Journal of Water Process Engineering*, 7, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2015.05.008>

- Hadad, H. R., Maine, M. A., Mufarrege, M. M., Del Sastre, M. V., & Di Luca, G. A. (2011). Bioaccumulation kinetics and toxic effects of Cr, Ni and Zn on *Eichhornia crassipes*. *Journal of Hazardous Materials*, 190(1–3), 1016–1022. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.04.044>
- Harped, D. M., Adams, C., & Mavuti, K. (1995). The aquatic plant communities of the Lake Naivasha wetland, Kenya: pattern, dynamics and conservation. *Wetlands Ecology and Management*, 3(2), 111–123. <https://doi.org/10.1007/BF00177693>
- Heard, T. A., & Winterton, S. L. (2000). Interactions between nutrient status and weevil herbivory in the biological control of water hyacinth. In *Journal of Applied Ecology* (Vol. 37).
- Hokkanen, S., Repo, E., & Sillanpää, M. (2013). Removal of heavy metals from aqueous solutions by succinic anhydride modified mercerized nanocellulose. *Chemical Engineering Journal*, 223, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.02.054>
- Hossain, M. E., Sikder, H., Kabir, M. H., & Sarma, S. M. (2015). Nutritive value of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Online Journal of Animal and Feed Research*, 5(2), 40–44.
- Ilo, O. P., Simatele, M. D., Nkomo, S. L., Mkhize, N. M., & Prabhu, N. G. (2020). The benefits of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for Southern Africa: A review. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su12219222>
- Jin, X., Xiang, Z., Liu, Q., Chen, Y., & Lu, F. (2017). Polyethyleneimine-bacterial cellulose bioadsorbent for effective removal of copper and lead ions from aqueous solution. *Bioresource Technology*, 244, 844–849. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.072>
- Joshi, G. (2020). Visualization of research trends in aster yellow disease in plants: An

- overview. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21(59–60), 67–74.
- Jun, C., Cong, Y. U., Ting, G., Wen-lu, S., Jun-hu, Z., & Ke-fa, C. E. N. (2009). Influences of Microwave-assisted Alkali Pretreatment on the Enzymatic Hydrolysis of Water Hyacinth. *Zhongguo Dianji Gongcheng Xuebao/Proceedings of the Chinese Society of Electrical Engineering*, 29.
- Kew, (2022). Royal Botanic Gardens. Plants of the world Online. Visitado el 19 de enero del 2022. <https://powo.science.kew.org/results?q=Eichhornia%20crassipes>
- Kivaisi, A. K. (2001). The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. *Ecological Engineering*, 16(4), 545–560. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(00\)00113-0](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(00)00113-0)
- Koutika, L.-S., & Rainey, H. J. (2015). A review of the invasive, biological and beneficial characteristics of aquatic species *Eichhornia crassipes* and *Salvinia molesta*. *Applied Ecology and Environmental Research*, 13(1), 263–275. [https://doi.org/10.15666/aeer/1301\\_263275](https://doi.org/10.15666/aeer/1301_263275)
- Kulak, M., Ozkan, A., & Bindak, R. (2019). A bibliometric analysis of the essential oil-bearing plants exposed to the water stress: ¿How long way we have come and how much further? *Scientia Horticulturae*, 246, 418–436. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.031>
- Lalitha, P., Sripathi, S. K., & Jayanthi, P. (2012). Secondary metabolites of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth): A review (1949 to 2011). *Natural Product Communications*, 7(9), 1249–1256. <https://doi.org/10.1177/1934578x1200700939>
- Lara-Serrano, J. S., Miriam Rutiaga-Quiñones, O., López-Miranda, J., Fileto-Pérez, H. A., Pedraza-Bucio, F. E., Rico-Cerda, J. L., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2016). Water hyacinth. In *BioResources*, 11(3), 157-164.

- Li, F., He, X., Srishti, A., Song, S., Tan, H. T. W., Sweeney, D. J., Ghosh, S., & Wang, C.-H. (2021). Water hyacinth for energy and environmental applications: A review. *Bioresource Technology*, 327. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124809>
- Li, J., Goerlandt, F., & Reniers, G. (2021). An overview of scientometric mapping for the safety science community: Methods, tools, and framework. *Safety Science*, 134, 105093. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2020.105093>
- Lima, N. E., Guimarães, R. A., Almeida-Júnior, E. B., Vitorino, L. C., & Collevatti, R. G. (2020). Temporal trends, impact and partnership in floristic and phytosociology literature in the Brazilian Cerrado. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 273. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151721>
- López, J. A. (2004). Notas para la historia de la sistematización de la bibliografía médica cubana. *ACIMED*, 12(6), 1–1. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352004000600006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000600006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Lu, J., Wu, J., Fu, Z., & Zhu, L. (2008). Water Hyacinth in China: A Sustainability Science-Based Management Framework. *Environmental Management*, 40, 823–830. <https://doi.org/10.1007/s00267-007-9003-4>
- Lu, K., Yang, X., Gielen, G., Bolan, N., Ok, Y. S., Niazi, N. K., Xu, S., Yuan, G., Chen, X., Zhang, X., Liu, D., Song, Z., Liu, X., & Wang, H. (2017). Effect of bamboo and rice straw biochars on the mobility and redistribution of heavy metals (Cd, Cu, Pb and Zn) in contaminated soil. *Journal of Environmental Management*, 186, 285–292. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.068>
- Mahmood, S., Khan, N., Iqbal, K., Ashraf, M., & Khalique, A. (2018). Evaluation of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) supplemented diets on the growth, digestibility and histology of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fingerlings. *Journal of Applied*

*Animal Research*, 46, 24–28. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1256291>

Majeti, P., & Freitas, H. (2003). Metal hyperaccumulation in plants: Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Electronic Journal of Biotechnology (ISSN: 0717-3458) Vol 6 Num 3*, 6. <https://doi.org/10.2225/vol6-issue3-fulltext-6>

Malar, S., Sahi, S., Favas, P., & Perumal, V. (2014). Lead heavy metal toxicity induced changes on growth and antioxidative enzymes level in water hyacinths [*Eichhornia crassipes* (Mart.)]. *Botanical Studies*, 55, 54. <https://doi.org/10.1186/s40529-014-0054-6>

Malik, A. (2007). Environmental challenge vis a vis opportunity: The case of water hyacinth. *Environment International*, 33(1), 122–138. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2006.08.004>

Masondo, N. A., & Makunga, N. P. (2019). Advancement of analytical techniques in some South African commercialized medicinal plants: Current and future perspectives. *South African Journal of Botany*, 126, 40–57. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.06.037>

Mehra, A., Farago, M. E., Banerjee, D. K., & Cordes, K. B. (1999). The water hyacinth - an environmental friend or pest? A review. *Resource and Environmental Biotechnology*, 2(4), 255–281.

Mishra, V. K., & Tripathi, B. D. (2008). Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes. *Bioresource Technology*, 99(15), 7091–7097. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.01.002>

Mishra, S., & Maiti, A. (2017). The efficiency of *Eichhornia crassipes* in the removal of organic and inorganic pollutants from wastewater: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(9), 7921–7937. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8357-7>

- Mohanty, K., Jha, M., Meikap, B. C., & Biswas, M. N. (2006). Biosorption of Cr(VI) from aqueous solutions by *Eichhornia crassipes*. *Chemical Engineering Journal*, 117(1), 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2005.11.018>
- Mora, H., Deka, S., & C. K. B. (2013, December 29). *Vermicomposting of Water Hyacinth Eichhornia crassipes (Mart. Solms) Employing Indigenous Earthworm Species*. <https://doi.org/10.15242/iicbe.c1213074>
- Mora, A. S. (2022). Costos de producción en la agroindustria de palma de aceite. In *Revista Palmas. Bogotá (Colombia)* (Vol. 43, Issue 3).
- Moran, P. (2005). Leaf scarring by the weevils *Neochetina eichhorniae* and *N. bruchi* enhances infection by the fungus *Cercospora piaropi* on waterhyacinth, *Eichhornia crassipes*. *BioControl*, 50. <https://doi.org/10.1007/s10526-004-4254-y>
- Nath Barbhuiya, S., Barhoi, D., Giri, A., & Giri, S. (2020). Arsenic and smokeless tobacco exposure induces DNA damage and oxidative stress in reproductive organs of female Swiss albino mice. *Journal of Environmental Science and Health Part C*, 38, 384–408. <https://doi.org/10.1080/26896583.2020.1860400>
- Ndimele, P. E. (2010). A review on the phytoremediation of petroleum hydrocarbon. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 13(15), 715–722. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2010.715.722>
- Nugraha, W. D., Syafrudin, Pradita, L. L., Matin, H. H. A., & Budiyono. (2018). Biogas Production from Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*): The Effect of F/M Ratio. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 150, 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/150/1/012019>
- Oliveira, J. A. De, Cambraia, J., Cano, M. A., & Jordao, C. P. (2001). Absorção e acúmulo

- de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de aguapé e de salvinia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13(3), 329–341. <https://doi.org/10.1590/S0103-31312001000300008>
- Pandey, S., Singh, N., Nirala, A., & Giri, A. (2015). Dynamics of Water Weed *Eichhornia crassipes*: A Review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 3, 137–140.
- Paredes, S. D., Korkmaz, A., Manchester, L. C., Tan, D.-X., & Reiter, R. J. (2009). Phyto melatonin: a review. *Journal of Experimental Botany*, 60(1), 57–69. <https://doi.org/10.1093/jxb/ern284>
- Patra, M., & Sharma, A. (2000). Mercury toxicity in plants. *The Botanical Review*, 66, 379–422. <https://doi.org/10.1007/BF02868923>
- Pillai, S. S., Deepa, B., Abraham, E., Girija, N., Geetha, P., Jacob, L., & Koshy, M. (2013). Biosorption of Cd(II) from aqueous solution using xanthated nano banana cellulose: Equilibrium and kinetic studies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 98, 352–360. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.09.003>
- Putro, J. N., Kurniawan, A., Ismadji, S., & Ju, Y.-H. (2017). Nanocellulose based biosorbents for wastewater treatment: Study of isotherm, kinetic, thermodynamic and reusability. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*, 8, 134–149. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2017.07.002>
- Putro, J. N., Santoso, S. P., Ismadji, S., & Ju, Y.-H. (2017). Investigation of heavy metal adsorption in binary systems by nanocrystalline cellulose – Bentonite nanocomposite: Improvement on extended Langmuir isotherm model. *Microporous and Mesoporous Materials*, 246, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2017.03.032>
- Quispe Quezada, U. R. (2021). Agronegocios y sus potencialidades productivas rumbo al

- bicentenario. *Puriq*, 3(3), 377–388. <https://doi.org/10.37073/puriq.3.3.201>
- Ramírez-Herrejón, J. P., Castañeda-Sam, L., Moncayo-Estrada, R., Caraveo-Pati, J., & Balart, E. (2013). Trophic ecology of the exotic Lerma livebearer *Poeciliopsis infans* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in the Lago de Pátzcuaro, Central Mexico. *Revista de Biología Tropical (in Press)*.
- Rahman, M. A., & Hasegawa, H. (2011). Aquatic arsenic: Phytoremediation using floating macrophytes. *Chemosphere*, 83(5), 633–646. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.02.045>
- Rezania, S., Taib, S. M., Md Din, M. F., Dahalan, F. A., & Kamyab, H. (2016). Comprehensive review on phytotechnology: Heavy metals removal by diverse aquatic plants species from wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 318, 587–599. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.07.053>
- Ruiz, J., Ramirez, G., & Viveros-Delgado, J. (2019). Software survey: ScientoPy, a scientometric tool for topics trend analysis in scientific publications. *Scientometrics*, 121(2), 1165–1188. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03213-w>
- Salmerón, E., Garrido, J. A., & Manzano-Agugliaro, F. (2020). Worldwide research trends on medicinal plants. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10) 1201-1218. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103376>
- Saman, N., Johari, K., Song, S.-T., Kong, H., Siew Chin, O., & Mat, H. (2016). High removal efficacy of Hg(II) and MeHg(II) ions from aqueous solution by organo alkoxysilane-grafted lignocellulosic waste biomass. *Chemosphere*, 171. 357-369. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.12.049>
- Sanmuga, E., & Senthamil, P. (2017). Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) – An efficient and economic adsorbent for textile effluent treatment – A review. *Arabian Journal of*

*Chemistry*, 10, S3548–S3558. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.03.002>

Sarker, M., & Aziz, I. (2020). Incorporation of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Feed for Developing Eco-friendly Low Cost Feed of Mirror Carp, *Cyprinus carpio* var. *specularis* (Linnaeus, 1758). *Ecological Engineering*, 4, 5–9.

Sayago, U., Castro, Y., Rivera, L., & Mariaca, A. (2020). Estimation of equilibrium times and maximum capacity of adsorption of heavy metals by *E. crassipes* (review). *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 461-470. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-8032-9>

ScietyPy, (s.f). visitado el 19 de enero del 2022. <https://www.scientopy.com/en/>

SciMat, (s.f). visitado el 19 de enero del 2022. <https://sci2s.ugr.es/scimat/>

Shabana, Y., & Mohamed, Z. A. (2005). Integrated control of water hyacinth with a mycoherbicide and phenylpropanoid pathway inhibitor. *Biocontrol Science and Technology*, 15, 659–669. <https://doi.org/10.1080/09583150500135842>

Shah, F., Mahmood, Q., Pervez, A., Rashid, N., Shah, M., & Iqbal, A. (2015). Anaerobic Digestion of Water Hyacinth, Giant Reed, Maize and Poultry Waste for Biogas Generation. *EC Agriculture*, 2.

Sharma, A., Aggarwal, N., Saini, A., & Yadav, A. (2016). Beyond biocontrol: Water hyacinth-Opportunities and challenges. *Journal of Environmental Science and Technology*, 9(1), 26–48. <https://doi.org/10.3923/jest.2016.26.48>

Singh, D. H., Batish, D., & Kohli, R. (2003). Allelopathic Interactions and Allelochemicals: New Possibilities for Sustainable Weed Management. *Critical Reviews in Plant Sciences - CRIT REV PLANT SCI*, 22, 239–311. <https://doi.org/10.1080/713610858>

Singha, S., Sarkar, U., Dutta, S., & Bhaduri, B. (2012). Batch equilibrium analysis for the

- removal of hexavalent chromium: Analysis of uncertainties using numerical modelling. *Desalination and Water Treatment*, 48, 70–81. <https://doi.org/10.1080/19443994.2012.698797>
- Singhal, P., & Mahto, S. (2004). Role of water hyacinth in the health of a tropical urban lake. *Journal of Environmental Biology / Academy of Environmental Biology, India*, 25, 269–277.
- Sipaúba, L., Da Silva, J., & Fernandes, J. (2019). *Eichhornia crassipes* biomass as a dietary supplement for *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823). *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 41(1), 899-913. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.43690>
- Skinner, K., Wright, N., & Porter-Goff, E. (2007). Mercury uptake and accumulation by four species of aquatic plants. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 145, 234–237. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.03.017>
- Slak, A., Griessler Bulc, T., & Vrhovsek, D. (2005). Comparison of nutrient cycling in a surface-flow constructed wetland and in a facultative pond treating secondary effluent. *Water Science and Technology : A Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 51, 291–298. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0486>
- Sukumaran, R. K., Singhanian, R. R., Mathew, G. M., & Pandey, A. (2009). Cellulase production using biomass feed stock and its application in lignocellulose saccharification for bio-ethanol production. *Renewable Energy*, 34(2), 421–424. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2008.05.008>
- Snehalata, A., & Rao, K. (2018). *Bioenergy Conversion from Aquatic Weed Water Hyacinth into Agronomically Valuable Vermicompost* (pp. 245–269). [https://doi.org/10.1007/978-981-10-7434-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-10-7434-9_15)
- Su, W., Sun, Q., Xia, M., Wen, Z., & Yao, Z. (2018). Resources The Resource Utilization

- of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms) and Its Challenges. *Resources*, 7(3), 46. <https://doi.org/10.3390/resources7030046>
- Sukarni, S., Zakaria, Y., Sumarli, S., Wulandari, R., Ayu Permanasari, A., & Suhermanto, M. (2019). Physical and Chemical Properties of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as a Sustainable Biofuel Feedstock. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 515, 012070. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/515/1/012070>
- Swain, G., Adhikari, S., & Mohanty, P. (2014). Phytoremediation of copper and cadmium from water using water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. *International Journal of Agricultural Science and Technology*, 2, 1. <https://doi.org/10.14355/ijast.2014.0301.01>
- Tarawou, T., & Horsfall Jnr, M. (2007). Adsorption of Methylene Blue Dye on Pure and Carbonized Water Weeds. *Bioremediation Journal*, 11, 77–84. <https://doi.org/10.1080/10889860701369433>
- Thiripura Sundari, M., & Ramesh, A. (2012). Isolation and characterization of cellulose nanofibers from the aquatic weed water hyacinth - *Eichhornia crassipes*. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 1701–1705. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.09.076>
- Thuraisami, S., & Sornalaksmi, V. (2019). Nutrients Analysis of Vermicompost of Water Hyacinth Supplemented with Probiotics. *Acta Scientific Agriculture*, 3, 10–13. <https://doi.org/10.31080/ASAG.2019.03.0637>
- Ting, W., Tan, I., Salleh, S., & Wahab, N. (2018). Application of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for phytoremediation of ammoniacal nitrogen: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 22, 239–249. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.02.011>
- Universidad Católica de Valparaíso., M. N., & Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica., H. M. (1997). Electronic journal of biotechnology : EJB. In *Electronic Journal of Biotechnology* (Vol. 6, Issue 3). Universidad Católica de

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-34582003000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-34582003000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=en)

- Uka, U. N., Chukwuka, K. S., & Daddy, F. (2007). Water hyacinth infestation and management in Nigeria inland waters: A review. *Journal of Plant Sciences*, 2(5), 480–488. <https://doi.org/10.3923/jps.2007.480.488>
- Varghese, S., Vinod, V., & Anirudhan, T. (2004). Kinetic and equilibrium characterization of phenols adsorption onto a novel activated carbon in water treatment. *Indian Journal of Chemical Technology*, 11.
- Villamagna, A. M., & Murphy, B. R. (2010). Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review. *Freshwater Biology*, 55(2), 282–298. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02294.x>
- Vallejo, P., Monsalve, J., & Tabares, M. (2021). A systematic mapping review of context-aware analysis and its approach to mobile learning and ubiquitous learning processes. *Computer Science Review*, 39, 100335. <https://doi.org/10.1016/J.COSREV.2020.100335>
- Vara Prasad, M. N., & de Oliveira Freitas, H. M. (2003). Metal hyperaccumulation in plants: Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Electronic Journal of Biotechnology*, 6(3), 285–321. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-34582003000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-34582003000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
- Vasu, K., & Charya, M. A. S. (2010). Antifungal activity of certain aquatic angiosperms against some pathogenic fungi. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 12, 583–584.

- Vincent Enontiemonria EFEOVBOKHAN Tech, B., & Regd Engr, C. (2013). *Investigating Bio-Diesel Production using Potash from Agricultural Wastes*.
- VOSviewer, (s.f). visitado el 19 de enero del 2022. <https://www.vosviewer.com/>
- Wang, C., Sample, D. J., Day, S. D., & Grizzard, T. J. (2015). Floating treatment wetland nutrient removal through vegetation harvest and observations from a field study. *Ecological Engineering*, 78, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.05.018>
- Wang, C., Wang, H., & Gu, G. (2018). Ultrasound-assisted xanthation of cellulose from lignocellulosic biomass optimized by response surface methodology for Pb(II) sorption. *Carbohydrate Polymers*, 182, 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.11.004>
- Wang, J., Lu, X., Ng, P. F., Lee, K. I., Fei, B., Xin, J. H., & Wu, J.-Y. (2015). Polyethylenimine coated bacterial cellulose nanofiber membrane and application as adsorbent and catalyst. *Journal of Colloid and Interface Science*, 440, 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2014.10.035>
- Wazeri, A., Elsamadony, M., Roux, S. Le, Peu, P., & Tawfik, A. (2018). Potentials of using mixed culture bacteria incorporated with sodium bicarbonate for hydrogen production from water hyacinth. *Bioresource Technology*, 263, 365–374. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.021>
- Yan, S., Song, W., & Guo, J. (2017). Advances in management and utilization of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in aquatic ecosystems—a review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 37(2), 218–228. <https://doi.org/10.3109/07388551.2015.1132406>
- Zambrano, G., Ramirez, G., & Almanza, P., (2017). The evolution of knowledge in sericultural research as observed through a science mapping approach [version 1; peer review: 2 approved with reservations]. *F1000Research* 2017, 6:2075

<https://doi.org/10.12688/f1000research.12649.1>

- Zhang, N., Sun, Q., Zhang, H., Cao, Y., Weeda, S., Ren, S., & Guo, Y.-D. (2015). Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. *Journal of Experimental Botany*, 66(3), 647–656. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru336>
- Zhao, L., Wang, Q., & Yang, H. (2020). Analysis of composition and succession characteristics of apple pests based on bibliometrics in China | 基于文献计量的中国苹果害虫组成及演替特点分析. *Journal of Fruit Science*, 37(8), 1218–1226. <https://doi.org/10.13925/j.cnki.gsx.20190400>
- Zhou, C., Wu, Q., Lei, T., & Negulescu, I. I. (2014). Adsorption kinetic and equilibrium studies for methylene blue dye by partially hydrolyzed polyacrylamide/cellulose nanocrystal nanocomposite hydrogels. *Chemical Engineering Journal*, 251, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.04.034>
- Zheng, J.-C., Feng, H., Lam, M., Lam, P., Ding, Y.-W., & Yu, H.-Q. (2009). Removal of Cu(II) in aqueous media by biosorption using water hyacinth roots as a biosorbent material. *Journal of Hazardous Materials*, 171, 780–785. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.06.078>

## 10. ANEXOS

**Anexo 1.** Listado de palabras del periodo general de cada clúster.

Listado de palabras del periodo general de cada clúster			
Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
1.428	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>		<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>
464	pH		
284	Biomass		
149	Biochar		
116	Cellulose		
116	Biodegradation		
103	Biogas		
113	Optimization		
49	Pyrolysis		
57	Hydrolysis		
57	Anaerobic Digestion		
44	Lignin		
43	Decomposition	1	
46	Ethanol-Production		
36	Enzyme Activity		
39	Ethanol		
41	Pretreatment		
35	Biofuels		
37	Sludge		
28	Biofuel		
38	Invasive Species		
22	Thermodynamics		
35	Chemical Analysis		
31	Saccharification		
36	Bioconversion		
31	Eutrophication Management		
22	Biochar Dioxide		

---

**Listado de palabras del periodo general de cada clúster**

---

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
32	Moisture		
32	Bacterium		
29	Bacteria		
32	Bacteria (Microorganisms)		
31	Biotechnology		
30	Fibers		
31	Experimental Study		
26	Aquatic Aquatic Plants Control		
29	Fourier Transform Infrared Spectroscopy		
22	Particle Size		
26	Biosynthesis		
25	Comparative Study		
24	Energy		
24	Enzymatic-Hydrolysis		
22	Enzymes		
22	Fertilizers		
23	Straw	1	
24	X Ray Diffraction		
23	Biomass Production		
19	Lignocellulose		
23	Microorganisms		
21	Protein		
22	Monocotyledon		
20	Recovery		
21	Biocontrol Agent		
20	Chemical Composition		
20	Fungus		
20	Anaerobic-Digestion		
19	Bioreactors		
19	Lignocellulosic Biomass		
20	pH Effect		
19	Bio Chars		

---

***Eichhornia crassipes crassipes***

**Listado de palabras del periodo general de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
19	Hemicellulose	1	
19	Morphology		
818	Phytoremediation	2	Phytoremediation
445	Heavy Metals		
608	Aquatic Aquatic Plants		
471	Eutrophication		
372	Wetlands		
99	Biological-Control		
71	Heavy Metalss		
64	Toxicity		
63	Impact		
61	Aqueous-Solution		
56	Diversity		
51	Effluents		
56	Management		
49	Heavy Metals Phytoremediation		
52	Nutrient Phytoremediation		
41	Biodiversity		
43	River		
42	L.		
41	Crassipes		
36	pH Phytoremediation		
27	Denitrification		
32	Brazil		
38	Impacts		
36	Efficiency		
37	Sediments		
31	Nickel		
36	Pistia-Stratiotes		
34	Abundance		
28	Photosynthesis		
33	Aqueous-Solutions		

---

**Listado de palabras del periodo general de cada clúster**

---

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
25	Chlorophyll		
33	Dynamics		
28	Effluents Treatment		
29	Mercury		
31	Climate-Change		
31	Crassipes Mart Solms		
31	Reduction		
29	Contamination		
30	Eutrophication-Phytoremediation		
30	Ions		
30	Mart Solms		
29	Submerged Aquatic Aquatic Plants		
27	Chemicals Phytoremediation (Phytoremediation)		
27	Floodplain		
27	Nanoparticles		
25	Pond	<b>2</b>	<b>Phytoremediation</b>
27	Populations		
24	Salvinia		
27	Wetlands Aquatic Aquatic Plants		
24	Lemna		
25	Remediation		
26	Trace-Elements		
23	Cyanobacteria		
23	Ecosystems		
25	Patterns		
25	Roots		
25	Tolerance		
21	Africa		
24	Equilibrium		
21	Oxidative Stress		
24	Phragmites-Australis		
24	Responses		

---

**Listado de palabras del periodo general de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster	
23	Duckaquatic Aquatic Plants			
23	Translocation			
22	Communities			
22	Dye			
22	Eutrophications			
22	Wetlandseichhornia Crassipes Crassipes			
21	Herbivory			
20	Eutrophication-Sludge			
20	Leaves	<b>2</b>	<b>Phytoremediation</b>	
19	Lettuce			
20	Organic-Matter			
19	Establishment			
19	Methylene-Blue			
19	Phytotoxicity			
19	Productivity			
19	Salvinia-Molesta			
19	System			
148	Controlled Study			<b>Controlled Study</b>
61	Unclassified Drug			
20	Arsenic			
33	Aquatic Aquatic Plants Extract			
34	Concentration (Parameters)	<b>3</b>		
20	Female			
25	Extraction			
24	Aquatic Envheavy Metalsment			
19	Animal Experiment			
19	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i> Extract			
108	Soil		<b>Soil</b>	
56	Chemical Oxygen Demand			
48	Composting	<b>4</b>		
47	Nutrients			
40	Biochemical Oxygen Demand			

**Listado de palabras del periodo general de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
33	Oxygen		
39	Aquatic Aquatic Plants Growth		
37	Ecology		
31	Compost		
36	Physicochemical Property		
33	Nutrient		
31	Nitrate		
24	Soil Wetlands Water Pollutant		
27	Agriculture		
25	Dissolved Oxygen		
26	Phosphate		
26	Absorption	<b>4</b>	<b>Soil</b>
26	Growth Rate		
24	Manganese		
24	Potassium		
27	Physical Chemistry		
22	Organic Matter		
24	Purification		
20	Wetlands Supply		
22	Biochemistry		
21	Earthworm		
20	Calcium		
20	Herb		
106	Wetlands Water Pollutant		
93	Chemistry		
77	Metabolism		
73	Wetlands Water Pollutants, Chemical		
36	Ecosystem		
49	Biodegradation, Heavy Metals	<b>5</b>	<b>Wetlands Water Pollutant</b>
44	Wetlands Management		
36	Aqueous Solution		
36	Sediment		

---

**Listado de palabras del periodo general de cada clúster**

---

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
28	Industrial Eutrophication		
39	Wetlands Purification		
33	Growth, Development And Aging		
30	Dyes		
30	Infrared Spectroscopy		
30	Procedures		
29	Isolation And Purification		
29	Physiology		
25	Classification		
27	Isotherm		
27	Methodology	<b>5</b>	
19	Araceae		
26	Eutrophication Disposal, Fluid		
21	Poaceae		
23	Aquatic Aquatic Plants Roots		
21	Heavy Metals Compounds		
21	Heavy Metals, Heavy		
20	Angiosperm		
19	Hydrogen-Ion Concentration		
19	Microbiology		
19	Isotherms		

---

**Wetlands Water Pollutant**

**Anexo 2.** Acomodación de palabras para el periodo general.

<b>Acomodación de palabras para el periodo general</b>			
<b>Cuadrante 3</b>		<b>Cluster Morado</b>	<b>Cluster Naranja</b>
<b>Cluster Azul</b>	<b>Cluster Verde</b>		
Phytoremediation, heavy metals phytoremediation, nutrient phytoremediation, ph phytoremediation, eutrophication-phytoremediation, chemicals phytoremediation (phytoremediation)	Controlled study, animal experiment	Soil	Wetlands water pollutant, wetlands water pollutants, chemical
Heavy metals, heavy metalss	Unclassified drug	Chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, oxygen, dissolved oxygen	Chemistry
Aquatic aquatic plants, duckaquatic aquatic plants, submerged aquatic aquatic plants, wetlands aquatic aquatic plants	Arsenic	Composting, compost	Metabolism
Eutrophication, eutrophication-sludge, eutrophications, contamination	Aquatic aquatic plants extract, aquatic aquatic plants extract, eichhornia crassipes crassipes extract	Nutrients, nutrient	Ecosystem
Biological-control			

<b>Acomodación de palabras para el periodo general</b>			
<b>Cuadrante 3</b>		<b>Cluster Morado</b>	<b>Cluster Naranja</b>
<b>Cluster Azul</b>	<b>Cluster Verde</b>		
	Concentration (parameters)	Aquatic aquatic plants growth, growth rate	Biodegradation, heavy metals
Toxicity	Female	Ecology	Wetlands management, wetlands purification
Impact	Extraction	Physicochemical property	Sediment
Aqueous-solution	Aquatic heavy metals, aquatic heavy metals		Industrial eutrophication
Diversity, communities, biodiversity, populations, ecosystems		Nitrate	
Effluents, river, wetlands		Soil wetlands water pollutant	Growth, development and aging
Management		Agriculture	Dyes
Denitrification		Phosphate	Infrared spectroscopy
Brazil		Absorption	Procedures
Impacts		Manganese	Isolation and purification
Efficiency		Potassium	Physiology
Sediments			Isotherm

Acomodación de palabras para el periodo general			
Cuadrante 3		Cluster Morado	Cluster Naranja
Cluster Azul	Cluster Verde		
Nickel			Eutrophication disposal, fluid, aqueous solution
Pistia-stratiotes			Aquatic aquatic plants roots
Abundance			
Photosynthesis			
Aqueous-solutions			
Chlorophyll			
Dynamics			
Effluents treatment, remediation			
Mercury			
Climate-change			
Reduction			
Ions			
Floodplain			
Nanoparticles			
Pond			
Salvinia			
Lemna			
Trace-elements			
Cyanobacteria			
Patterns			
Roots			
Tolerance			
Africa			

<b>Acomodación de palabras para el periodo general</b>			
<b>Cuadrante 3</b>		<b>Cluster Morado</b>	<b>Cluster Naranja</b>
<b>Cluster Azul</b>	<b>Cluster Verde</b>		
Equilibrium			
Oxidative stress			
Phragmites-australis			
Responses			
Translocation			
Wetlandseichhornia crassipes			
crassipes			
Herbivory			
Leaves			
Lettuce			
Organic-matter			
Establishment			
Methylene-blue			
Phytotoxicity			
Productivity			
Salvinia-molesta			

**Anexo 3.** Listado de palabras del periodo 1 de cada clúster.

<b>Listado de palabras del periodo 1 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta de clúster</b>
150	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>		
41	pH		
17	Biomass		
11	Biogas		
11	Biodegradation		
9	Anaerobic Digestion		
10	Higher Aquatic Aquatic Plants		
8	Bacteria (Microorganisms)		
7	Bacteria		
6	Biotechnology		
5	Cellulose		
6	Decomposition		
5	Bos Taurus		
4	Cattle		
5	Fatty Acids		
5	Floodplain		
5	Leaves	1	
4	Bacterium		
4	Biochemical Oxygen Demand		
4	Bioreactors		
3	Hydrolysis		
3	Lignin		
3	Oryza Sativa		
4	Straw		
4	Time		
3	Biochar		
3	Bioherbicide		
3	Bioreactor		
3	Compost		
3	Dynamics		
3	Energy		
3	Farmyard Manure		
3	Litter		

*Eichhornia crassipes crassipes*

**Listado de palabras del periodo 1 de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
3	Macroinvertebrate	1	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>
3	Methanogenesis		
3	Methanogens		
3	Nigeria		
3	Nutrient Dynamics		
3	Paddy Straw		
3	Release		
3	Saccharum Hybrid Cultivar		
2	Agricultural Eutrophications		
2	Anaerobic Bacterium		
2	Anaerobic Biodegradation		
2	Argentina, Parana River		
2	Asia		
2	Bioconversion		
2	Biological Eutrophication Treatment		
2	Cassiae		
2	Composition Effects		
2	Diatom		
2	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i> Biodegradation		
50	Heavy Metals		
81	Aquatic Aquatic Plants		
61	Phytoremediation		
33	Wetlands		
10	Controlled Study		
10	Heavy Metals Uptake		
6	Brazil		
8	Aquatic Flora		
8	Heavy Metalss		
6	Nickel		
7	Wetlands Water Pollutant		
6	Crassipes		
5	Mercury		
6	Protein		
6	Soil		
6	Systems		

**Listado de palabras del periodo 1 de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
5	Toxicity		
4	Absorption		
4	Photosynthesis		
5	Wetlands Water Pollutants, Chemical		
4	Binding		
4	Chlorophyll		
4	Crassipes Mart Solms		
4	Exchange		
3	Extraction		
3	Nuclear Magnetic Resonance		
3	Plankton		
2	Soil Wetlands Water Pollutant		
3	Animal Experiment		
3	Aquatic Fauna		
3	Biological Treatment		
3	Biomass Production		
3	Cd		
3	Chemical Analysis		
3	Chemicals Phytoremediation (Phytoremediation)	2	
3	Ecotoxicity		
2	Heavy Metals Tolerance		
2	Industrial Effluents		
3	Lemna-Minor		
3	Mart Solms		
3	Metabolism		
3	Neochetina		
3	Phytochelatins		
3	Rivers		
3	Sediments		
3	Tomato		
3	Zn		
2	Adsorbents		
2	Anatomy		
2	Animal Tissue		

**Aquatic Aquatic Plants**

<b>Listado de palabras del periodo 1 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta de clúster</b>
2	Atmospheric Co2	<b>2</b>	<b>Aquatic Aquatic Plants</b>
2	Biological Phytoremediation		
2	Biology		
2	Chemistry		
2	Cobalt		
2	Comparative Study		
2	Complexes		
2	Cr		
2	Efficiency		
31	Eutrophication	<b>3</b>	<b>Eutrophication</b>
8	Effluents Treatment		
7	Agriculture		
6	Chemical Oxygen Demand		
7	Pond		
6	Aquatic Aquatic Plants Growth		
6	Effluents		
5	Biological-Control		
5	Lemna		
5	Nitrate		
3	Aeration		
4	Eichhornia Crassipes Crassipes		
3	Nutrient		
4	Nutrient Phytoremediation		
4	Nutrients		
4	Phosphate		
3	Purification		
4	Seasonal Variation		
4	Stabilization Ponds		
2	Australia		
3	Conference Paper		
3	Eichhornia Crassipes Crassipes		
3	Ponds		
3	Forest		
3	Nitrification		
3	Nutrition		
2	Aquaculture		

<b>Listado de palabras del periodo 1 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta de clúster</b>
2	Aquatic Aquatic Plants, Medicinal	<b>3</b>	<b>Eutrophication</b>
2	Aquatic Aquatic Plantss		
2	Denitrification		
2	Duckaquatic Aquatic Plants		
8	Aquatic Aquatic Plants Control	<b>4</b>	<b>Aquatic Aquatic Plants Control</b>
5	Ecosystem		
4	Herbicide		
4	Mexico		
6	Salvinia Molesta		
6	Wetlandseichhornia Crassipes		
6	Crassipes		
5	Biological Control		
5	Unclassified Drug		
3	Azolla Filiculoides		
4	Egypt		
4	Herbicides		
4	Phragmites Australis		
4	Potamogeton Pectinatus		
4	Sediment		
3	Eichhornia Crassipes Crassipes		
3	Azurea		
2	Envheavy Metalsmental Impact Assessment		
2	Glyphosate		
2	Hydrilla Verticillata		
3	Ludwigia Stolonifera		
2	Melaleuca Quinquenervia		
3	Stratiotes		
3	Swamp		
3	Typha Domingensis		
3	Wetlands Wetlands Water Pollutant Control		
2	Abundance		
2	Alternanthera Philoxeroides		
2	Aquatic Aquatic Aquatic Plants Control		

**Listado de palabras del periodo 1 de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster	
2	Aquatic Envheavy Metalsment			
2	Azolla			
2	Biological Invasion			
2	Biological Pest Control			
2	<i>Ceratophyllum demersum</i>			
2	<i>Cynodon dactylon</i>			
2	Cyperus	4	Aquatic Aquatic Plants Control	
2	<i>Cyprinus carpio</i>			
2	Decapoda			
2	Diquat			
2	<i>Echinochloa</i>			
2	<i>Echinochloa stagnina</i>			
2	<i>Egeria densa</i>			
8	Growth, Development And Aging			
5	Larva			
3	Anopheles			
5	Methodology			
5	Support, Non-U.S. Gov't			
2	Analysis Of Variance			
4	Aquatic Aquatic Plants Extract			
2	Breeding			
2	Culex			
4	Disease Carrier			
3	Female			
4	Medicinal Aquatic Aquatic Plants	5	Growth, Development And Aging	
3	Argentina			
2	Chlorophyta			
3	Culicidae			
2	Cyanobacteria			
3	Disease Transmission			
2	Ecology			
3	Geographic Distribution			
3	Insect			
3	Insect Vectors			
2	Male			
3	Mosquito			

<b>Listado de palabras del periodo 1 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta de clúster</b>
3	Physiology	<b>5</b>	<b>Growth, Development And Aging</b>
2	Aquatic Aquatic Plants Management		
2	Botany		
4	Eutrophication Management	<b>6</b>	<b>Wetlands Management</b>
4	Bangladesh		
4	Envheavy Metalsmental Biodegradation		
4	Envheavy Metalsmental Impact		
5	Wetlands Management		
4	Animal Food		
3	Developing Countries		
2	Envheavy Metalsment		
3	Thailand		
3	Wetlands Water Pollutant Control		
3	Anaerobic Metabolism		
3	Composting		
3	Conservation		
2	Envheavy Metalsmental Protection		
3	Eutrophication Utilization		
3	Manures		
3	Sus Scrofa		
3	Victoria		
2	Wetlands Supply		
2	Africa, Wetlands Victoria		
2	Cellular Organisms		
2	Cichlidae		
2	Cost Benefit Analysis		
2	Developing Region		

**Anexo 4.** Acomodación de palabras para el periodo 1.

Acomodación de palabras para el periodo 1					
Cuadrante 4			Cuadrante 2		
Cluster rojo	Cluster azul	Cluster verde	Cluster morado	Cluster naranja	Cluster café
pH	Heavy metals, nickel, heavy metals uptake, heavy metals, mercury, zn, cr, cd, heavy metals tolerance, cobalt,	Eutrophication	Aquatic aquatic plants control, biological control, aquatic aquatic aquatic plants control, biological pest control	Growth, development and aging	Eutrophication management, wetlands water pollutant control
Biomass	Aquatic aquatic plants, aquatic flora	Effluents treatment, purification	Ecosystem	Larva	Bangladesh
Biogas	Phytoremediation, absorption, adsorbents (phytoremediation), biological phytoremediation, chemicals phytoremediation	Agriculture	Herbicide, herbicides	Anopheles	Envheavy metalsmental biodegradation
Biodegradation, <i>Eichhornia crassipes crassipes</i> biodegradation	Wetlands, rivers	Chemical oxygen demand	Mexico	Support	Envheavy metalsmental impact
Anaerobic digestion	Controlled study, comparative study	Pond	<i>Salvinia molesta</i>	Analysis of variance	Wetlands management

**Acomodación de palabras para el periodo 1**

Cuadrante 4			Cuadrante 2		
Cluster rojo	Cluster azul	Cluster verde	Cluster morado	Cluster naranja	Cluster café
Higher aquatic plants	Brazil	Aquatic aquatic plants growth, aquatic aquatic plantss	Wetlands	Aquatic aquatic plants extract	Animal food
Bacteria (microorganisms), bacteria, bacterium	Wetlands water pollutant	Effluents	Unclassified drug	Breeding	Developing countries
Biotechnology	Protein	Biological-control	<i>Azolla filiculoides</i>	Culex	Envheavy metalsment
Cellulose	Toxicity	Lemna	Egypt	Disease carrier	Thailand
Decomposition	Photosynthesis	Nitrate, nitrification	Aquatic envheavy metalsment	Medicinal aquatic aquatic plants	Anaerobic metabolism
Cattle	Wetlands water pollutants, chemical	Aeration	Phragmites australis	Argentina	Composting
Fatty acids	Chlorophyll	Nutrient, nutrients	Potamogeton pectinatus	Chlorophyta	Conservation
Floodplain	Exchange	Nutrient phyto remediation	Sediment	Culicidae	Envheavy metalsmental protection
Leaves	Extraction	Phosphate	Envheavy metals mental impact assessment	Cyanobacteria	Eutrophication utilization
Biochemical oxygen demand	Nuclear magnetic resonance	Seasonal variation	Glyphosate	Disease transmission	Manures

**Acomodación de palabras para el periodo 1**

Cuadrante 4			Cuadrante 2		
Cluster rojo	Cluster azul	Cluster verde	Cluster morado	Cluster naranja	Cluster café
Bioreactors, bioreactor	Plankton	Stabilization ponds	<i>Hydrilla verticillata</i>	Ecology	Sus scrofa
Hydrolysis	Soil wetlands water pollutant, soil, sediments	Australia	<i>Ludwigia stolonifera</i>	Geographic distribution	Wetlands supply
Lignin	Animal experiment	Conference paper	<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Insect	Africa, wetlands victoria, victoria
Oryza sativa	Aquatic fauna	Forest	Stratiotes	Insect vectors	Cellular organisms
Straw	Biological treatment	Nutrition	Swamp	Mosquito	Cichlidae
Time	Biomass production	Aquaculture	<i>Typha domingensis</i>	Physiology	Cost benefit analysis
Biochar	Chemical analysis	Aquatic aquatic plants, medicinal	Wetlands wetlands water pollutant control	Aquatic aquatic plants management	Developing region
Bioherbicide	Ecotoxicity	Denitrification	Abundance	Botany	
	Industrial effluents	Duckaquatic aquatic plants	<i>Alternanthera philoxeroides</i>		
Compost Dynamics	Lemna-minor Metabolism		Azolla		
Energy	Neochetina		Biological invasion		
Farmyard manure	Phytochelatin		<i>Ceratophyllum demersum</i>		
Litter	Anatomy		<i>Cynodon dactylon</i>		
			Cyperus		

**Acomodación de palabras para el periodo 1**

<b>Cuadrante 4</b>			<b>Cuadrante 2</b>		
<b>Cluster rojo</b>	<b>Cluster azul</b>	<b>Cluster verde</b>	<b>Cluster morado</b>	<b>Cluster naranja</b>	<b>Cluster café</b>
Macroinvertebrate	Animal tissue		<i>Cyprinus carpio</i>		
Methanogenesis, methanogens	Atmospheric co2		Decapoda		
Nigeria	Biology		Echinochloa		
Nutrient dynamics	Chemistry		<i>Echinochloa stagnina</i>		
Paddy straw Release	Efficiency		<i>Egeria densa</i>		
Saccharum hybrid cultivar					
Agricultural eutrophications					
Anaerobic bacterium					
Anaerobic biodegradation					
Argentina, Paraná river					
Asia					
Bioconversion					
Biological eutrophication treatment					
Cassiae					
Composition effects					

---

**Acomodación de palabras para el periodo 1**

---

<b>Cuadrante 4</b>			<b>Cuadrante 2</b>		
<b>Cluster rojo</b>	<b>Cluster azul</b>	<b>Cluster verde</b>	<b>Cluster morado</b>	<b>Cluster naranja</b>	<b>Cluster café</b>
Diatom					

---

**Anexo 5.** Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster.

<b>Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Cluster</b>	<b>Etiqueta de cluster</b>
169	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>		<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>
62	Phytoremediation		
73	Aquatic Aquatic Plants		
36	Heavy Metals		
46	pH		
42	Eutrophication		
30	Biomass		
14	Biochar		
9	Effluents Treatment		
6	Toxicity		
8	Concentration (Parameters)		
7	Effluents		
6	Envheavy Metalsmental Impact		
6	Heavy Metalss		
6	pH Effects		
4	Chemical Oxygen Demand		
6	Crassipes	1	
6	Lemna		
6	Organic Matter		
5	Aquatic Aquatic Plants Growth		
4	Biochemical Oxygen Demand		
4	Contamination		
5	Nutrient Phytoremediation		
5	Pond		
4	Azolla Pinnata		
3	Bangladesh		
4	Chemical Analysis		
4	Concentration (Process)		
4	Concentration Response		
4	Eutrophication Component		
4	Phytoremediation		
3	Ipomoea		
4	Lactuca		

Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster			
Ocurrencias	Palabras	Cluster	Etiqueta_de_cluster
2	Manganese		
4	Mart Solms		
4	Nitrate		
4	Phosphate		
4	Productivity		
4	Purification		
4	Reduction		
4	Roots		
4	Salvinia		
4	Stratiotes		
2	Textile Industry		
3	Aquatic Flora		
3	Aqueous Solution		
2	Biological Phytoremediation		
3	Chemical Parameters		
2	Chemicals Phytoremediation (Phytoremediation)		
3	Color	1	
3	Crops		
3	Envheavy Metalsmental Parameters		
3	Eutrophication-Phytoremediation		
2	Hydrilla Verticillata		
3	Lemna Minor		
3	Mathematical Models		
3	Mercury		
3	Model		
3	Organic-Matter		
3	Polygonum		
3	Raw Materials		
2	Salvinia Auriculata		
3	Sludge		
3	Spinacia Oleracea		
3	Sus Scrofa		
3	Suspended Particulate Matter		

*Eichhornia crassipes crassipes*

Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster			
Ocurrencias	Palabras	Cluster	Etiqueta_de_cluster
3	Typha	1	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>
2	Acidity		
2	Adsorbent		
2	Alternanthera Sessilis		
2	Amaranthus Tricolor		
2	Ash		
47	Wetlands	2	Wetlands
19	Controlled Study		
8	Africa		
6	Brazil		
7	Ecosystems		
7	Aquatic Envheavy Metalsment		
5	Argentina		
6	Wetlands Ecosystem		
5	Ecosystem		
5	Eichhornia Crassipes Crassipes		
5	Azurea		
5	Floodplain		
3	Larva		
6	Victoria		
5	Biodiversity		
4	Dissolved Oxygen		
4	Population Density		
4	Reproduction		
5	Sediments		
2	Uganda		
3	Computer Simulation		
4	Crustacea		
4	Diversity		
4	Dynamics		
4	East African Wetlands		
2	Escherichia Coli		
2	Filtration		
4	Invertebrata		

**Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Cluster	Etiqueta_de_cluster
4	Nutrition		
4	<i>Oreochromis niloticus</i>		
4	Remote Sensing		
4	Sediment		
4	South America		
4	Sub-Saharan Africa		
4	Wetlands Microbiology		
4	Wetlands Wetlands		
4	Zooplankton		
3	Climatology		
3	Envheavy Metalsmental		
3	Engineering		
3	Gastropoda		
3	Insecta		
2	Irrigation	2	Wetlands
3	Populations		
3	Rain		
3	Sampling		
3	Season		
3	Seasons		
3	Snail		
3	Socioeconomic Impact		
3	Solid Eutrophication		
3	Survival		
2	Tanzania		
2	Agriculture		
2	Annelida		
2	Arthropoda		
2	Asteraceae		
9	Biodegradation		
8	Biogas		
7	Composting	3	Biodegradation
5	Cellulose		
7	Soil		

<b>Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Cluster</b>	<b>Etiqueta_de_cluster</b>
5	Bovidae		
3	Pleurotus		
4	Proteins		
5	Soil Wetlands Water Pollutant		
4	Anaerobic Digestion		
4	Angiosperms		
4	Animal Feed		
4	Earthworm		
4	Energy		
3	Eudrilus Eugeniae		
4	Eutrophication Management		
3	Fertilizers		
3	Fungus		
4	Optimization		
4	Pheretima Sieboldi		
4	Triticum Aestivum		
3	Aquatic Aquatic Plants Residue	<b>3</b>	
3	Bioreactors		
3	Biotechnology		
2	Compost		
2	Cost		
3	Mortality		
2	Nutrient		
3	Organic Compound		
3	Parthenium		
2	Phanerochaete		
3	Poaceae		
2	Potassium		
3	Protein		
3	Saccharum Hybrid Cultivar		
3	Seaaquatic Aquatic Plants		
2	Urea		
3	Vermicompost		

**Biodegradation**

<b>Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Cluster</b>	<b>Etiqueta_de_cluster</b>
3	Volatile Fatty Acid		
3	Wetlands Water Pollutant Control		
2	Anaerobic Biodegradation	<b>3</b>	<b>Biodegradation</b>
2	Anaerobic Process		
2	Basidiomycota		
10	Wetlands Water Pollutant		
10	Chemistry		
9	Growth, Development And Aging		
8	Biodegradation, Environmental		
8	Metals		
4	Industrial Eutrophication		
3	Lantana		
7	Metabolism		
6	Drug Effect		
4	Phenols		
6	Wetlands Water Pollutants, Chemical		
5	Methodology		
4	Aquatic Aquatic Plants Extract		
4	Aquatic Aquatic Plants Roots	<b>4</b>	
4	Biological Treatment		
4	Heavy Metals Phytoremediation		
3	Nickel		
4	Physiology		
4	Wetlands Management		
3	Aquatic Aquatic Plants Extracts		
2	Bacteria		
2	Eichornia Crassipes		
2	Eutrophication Reclamation		
3	Heavy Metals Ion		
3	Heavy Metals, Heavy		
3	Isolation And Purification		
3	Microbiology		
3	Wetlands Purification		

**Wetlands Water Pollutant**

<b>Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Cluster</b>	<b>Etiqueta_de_cluster</b>
3	Wetlands Water Pollutant Effect	4	<b>Wetlands Water Pollutant</b>
2	Animal Food		
2	Aquatic Aquatic Plants Growth Regulators		
6	Aquatic Aquatic Plants Control	5	<b>Biological-Control</b>
7	Biological-Control		
7	Crassipes Mart Solms		
7	Impact		
5	Ecology		
4	Araceae		
5	Rates		
5	Wetlandseichhornia Crassipes Crassipes		
3	Aquaculture		
4	Bioherbicide		
4	Biological Pest Control		
4	Management		
3	Neochetina Eichhornia Crassipes Crassipese		
4	Weevil		
3	Biological-Control Agent		
3	Feeding Behavior		
2	Female		
3	Food Intake		
3	Leaf Dynamics		
3	Leaves		
2	Male		
3	Neochetina		
2	Neochetina Bruchi		
3	Pathogen		
3	River		
2	Abolition		
2	Agent		
2	Aquatic Aquatic Plants Salvinia		

<b>Listado de palabras del periodo 2 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Cluster</b>	<b>Etiqueta_de_cluster</b>
2	Aquatic Aquatic Plantss	5	Biological-Control
7	Decomposition		<b>Decomposition</b>
5	Asia		
5	Eurasia		
4	Nutrient Dynamics		
3	Alternaria	6	
2	Alternaria Alternata		
3	Bacteria (Microorganisms)		
3	Detritus		
3	South Asia		
3	Species Diversity		

**Anexo 6.** Acomodación de palabras para el periodo 2.

<b>Acomodación de palabras para el periodo 2</b>					
<b>Cuadrante 1</b>		<b>Cuadrante 2</b>		<b>Cuadrante 3</b>	
<b>Clúster azul</b>	<b>Clúster verde</b>	<b>Clúster morado</b>	<b>Clúster naranja</b>	<b>Clúster café</b>	<b>Clúster rojo</b>
Wetlands, wetlands wetlands, wetlands ecosystem	Biodegradation	Wetlands water pollutant, wetlands water pollutants, chemical, wetlands management	Aquatic aquatic plants control, biological-control	Decomposition	Phytoremediation, nutrient phytoremediation
Controlled study, sampling	Biogas	Chemistry	Impact, biological pest control, biological-control agent	Asia, south asia	Aquatic aquatic plants, biological phytoremediation, phytoremediation, adsorbent
Africa, east African wetlands, sub-saharan Africa, uganda	Composting, compost, vermicompost	Growth, development and aging	Ecology	Eurasia	Heavy metals, heavy metals, mercury
Brazil	Cellulose	Biobiodegradation, envheavy metalsmental	Araceae	Nutrient dynamics	pH
Ecosystems	Soil	Industrial eutrophication, wetlands water pollutant effect	Wetlands, river	Alternaria, alternaria alternata	Eutrophication, contamination, eutrophication component
Aquatic envheavy metalsment	Bovidae	Lantana	Aquaculture	Bacteria (microorganisms)	Biomass

**Acomodación de palabras para el periodo 2**

<b>Cuadrante 1</b>		<b>Cuadrante 2</b>		<b>Cuadrante 3</b>		<b>Cuadrante 4</b>	
<b>Clúster azul</b>	<b>Clúster verde</b>	<b>Clúster morado</b>	<b>Clúster naranja</b>	<b>Clúster café</b>	<b>Clúster rojo</b>		
Argentina	Pleurotus	Metabolism	Bioherbicide	Detritus	Biochar		
Ecosystem	Proteins, protein	Drug effect	Management	Species diversity	Effluents treatment		
Floodplain	Soil wetlands water pollutant	Phenols	Neochetina, neochetina, neochetina bruchi		Toxicity		
Larva	Anaerobic digestion, anaerobic process, anaerobic biodegradation	Aquatic aquatic plants extract, aquatic aquatic plants roots	Weevil		Concentration (parameters), ph effects, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, phosphate, chemical parameters, acidity, concentration (process), concentration response, color, manganese, nitrate		

<b>Acomodación de palabras para el periodo 2</b>					
<b>Cuadrante 1</b>		<b>Cuadrante 2</b>		<b>Cuadrante 3</b>	
<b>Clúster azul</b>	<b>Clúster verde</b>	<b>Clúster morado</b>	<b>Clúster naranja</b>	<b>Clúster café</b>	<b>Clúster rojo</b>
Victoria	Angiosperms	Biological treatment, aquatic aquatic plants growth regulators, eutrophication reclamation	Feeding behavior		Effluents, pond
Biodiversity, diversity	Animal feed	Heavy metals phytoremediation	Food intake		Envheavy metalsmental impact
Dissolved oxygen	Earthworm	Nickel	Leaf dynamics, leaves		Lemna
Population density, populations	Energy	Physiology	Pathogen		Organic matter, organic-matter
Reproduction	Eudrilus eugeniae	Aquatic aquatic plants extracts	Abolition		Aquatic aquatic plants growth, aquatic flora
Sediments	Eutrophication management	Bacteria	Aquatic aquatic plantss		Azolla pinnata
Computer simulation	Fertilizers	Heavy metals ion, heavy metalss, heavy			Bangladesh
Crustacea	Fungus	Microbiology			Chemical analysis

Acomodación de palabras para el periodo 2					
Cuadrante 1		Cuadrante 2		Cuadrante 3	
Clúster azul	Clúster verde	Clúster morado	Clúster naranja	Clúster café	Clúster rojo
Dynamics	Optimization	Wetlands purification, isolation and purification			Ipomoea
Escherichia coli	Pheretima sieboldi	Animal food			Lactuca
Filtration	Triticum aestivum				Productivity
Invertebrata	Aquatic aquatic plants residue				Purification
Nutrition	Bioreactors				Reduction
Oreochromis niloticus	Biotechnology				Roots
Remote sensing	Cost				Salvinia
Sediment	Mortality				Stratiotes
South america	Nutrient				Textile industry
Wetlands microbiology	Organic compound				Aqueous solution
Zooplankton	Parthenium				Crops
Climatology	Phanerochaete				<i>Hydrilla verticillata</i>
Envheavy metalsmental engineering	Poaceae				<i>Lemna minor</i>
Gastropoda	Potassium				Polygonum

**Acomodación de palabras para el periodo 2**

Cuadrante 1		Cuadrante 2		Cuadrante 3		Cuadrante 4	
Clúster azul	Clúster verde	Clúster morado	Clúster naranja	Clúster café	Clúster rojo		
Insecta	Saccharum hybrid cultivar					Raw materials	
Irrigation	Seaaquatic aquatic plants					<i>Salvinia auriculata</i>	
Rain	Urea					Sludge	
Season, seasons	Volatile fatty acid					<i>Spinacia oleracea</i>	
Snail	Wetlands water pollutant control					Sus scrofa	
Socioeconomic impact	Basidiomycota					Suspended particulate matter	
Solid eutrophication						Typha	
Survival						<i>Alternanthera sessilis</i>	
Tanzania						<i>Amaranthus tricolor</i>	
Agriculture						Ash	
Annelida							
Arthropoda							
Asteraceae							

**Anexo 7.** Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster.

<b>Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta de clúster</b>
364	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>		<b><i>Eichhornia crassipes crassipes</i></b>
34	Controlled Study		
19	Abundance		
14	Invasive Species		
14	Unclassified Drug		
9	Ipomoea Aquatic		
10	Angiosperm		
9	Leptysminae		
8	Nigeria		
8	Aquatic Aquatic Plants Extract		
7	Ecosystems		
8	Ipomoea		
6	Kenya		
5	Male		
6	Population Density		
8	Typha Domingensis	1	
7	Africa		
7	Antioxidant		
7	Aquatic Envheavy Metalsment		
6	Brazil		
7	Hexapoda		
7	Orthoptera		
6	Poaceae		
6	Vallisneria Spiralis		
5	Argentina		
4	Chheavy Metalsomidae		
6	Cornops Aquaticum		
6	East African Wetlands		
5	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i> <i>azurea</i>		
6	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i> Extract		

Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster			
Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta de clúster
6	Eurasia		<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>
3	Female		
6	Floodplain		
5	Hydrilla Verticillata		
5	Nutrient Availability		
6	Phytotoxicity		
6	Salvinia		
6	Sub-Saharan Africa	1	
5	Animal Experiment		
5	Aquatic Aquatic Plants Control		
5	Asia		
5	Echinochloa		
5	Grasshopper		
5	Magnoliophyta		
5	Manihot Esculenta		
4	Nelumbo Nucifera		
174	Phytoremediation		<i>Phytoremediation</i>
94	Heavy Metals		
158	Aquatic Aquatic Plants		
94	Ph		
92	Eutrophication		
32	Biological-Control		
21	Biogas		
19	Effluents		
19	Impact	2	
16	Heavy Metalss		
16	Toxicity		
15	Diversity		
13	Heavy Metals Phytoremediation		
13	Nutrient		
8	Denitrification		
12	Ions		
11	Aqueous-Solutions		
9	Anaerobic Digestion		

<b>Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta de clúster</b>
10	Aqueous-Solution		
10	Crassipes		
10	Efficacy		
8	Effluents Treatment		
10	Management		
10	Nutrient Phytoremediation		
9	Nutrients		
10	Roots		
10	Sludge		
8	Chemicals Phytoremediation (Phytoremediation)		
9	Eutrophication-Phytoremediation		
9	Herbivory		
9	Monocotyledon		
6	Lemna Minor		
8	Mart Solms		
8	Pistia-Stratiotes	<b>2</b>	
8	Reduction		
3	Biofiltration		
5	Chlorophyll		
7	Crassipes Mart Solms		
7	Eccritotarsus-Catarinensis		
6	Eutrophication Disposal		
7	Eutrophications		
7	Insects		
7	L.		
7	Leaves		
7	Nutrient Storage		
7	Populations		
7	Sediments		
7	Tolerance		
7	Wetlands Aquatic Aquatic Plants		
7	Wetlands Recycling		

**Phytoremediation**

**Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster**

<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>	
6	Anaerobic-Digestion			
4	Concentration (Process)			
6	Eutrophication Reclamation			
4	Nitrification			
5	Stabilization			
6	Trace-Elements			
6	Translocation			
6	Wetlandseichhornia Crassipes			
6	Crassipes			
6	Zn			
5	Biocontrol	<b>2</b>	<b>Phytoremediation</b>	
5	Biological Uptake			
5	Community			
5	Dynamics			
5	Equilibrium			
4	Eutrophication Treatment Aquatic			
4	Aquatic Plants			
5	Lemna			
5	Mechanisms			
5	Numerical Model			
90	Wetlands			<b>Wetlands</b>
22	Wetlands Water Pollutant			
21	Metabolism			
17	Wetlands Water Pollutants, Chemical			
16	Biodegradation, Envheavy Metalsmental			
12	Industrial Eutrophication	<b>3</b>		
15	Methodology			
12	Aquatic Aquatic Plants Growth			
9	Ecosystem			
11	Classification			
12	Chemistry			
12	Wetlands Purification			
10	Aquatic Aquatic Plants Roots			

<b>Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster</b>				
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>	
9	Germination			
10	Growth, Development And Aging			
10	River			
9	Bacteria (Microorganisms)			
8	Ecology			
8	Microbiology			
9	Wetlands Management			
8	Bacterium			
8	Chemical Analysis			
8	Eutrophication Disposal, Fluid			
4	Solutions			
7	Absorption			
6	Biochemistry			
3	Geography			
7	Isolation And Purification			
3	Acetic Acid	<b>3</b>	<b>Wetlands</b>	
5	Anoxic Conditions			
6	Araceae			
6	Bacteria			
5	Biosynthesis			
5	Comparative Study			
6	Drug Effect			
6	Heavy Metalss, Heavy			
6	Sediment			
5	Zea Mays			
3	Amino Acids			
5	Aquatic Aquatic Plantss			
5	Aquatic Species			
3	Egypt			
4	Forestry			
5	Heavy Metals Ions			
5	North America			
<b>56</b>	<b>Biomass</b>	<b>4</b>		<b>Biomass</b>

<b>Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
16	Cellulose		
17	Biodegradation		
12	Decomposition		
11	Ethanol		
11	Bioconversion		
8	Saccharification		
7	Bagasse		
9	Hydrolysis		
4	Aspergillus Niger		
7	Enzymes		
8	Optimization		
7	Ethanol-Production		
3	Pyrolysis		
3	Trichoderma	<b>4</b>	<b>Biomass</b>
7	Xylose		
5	Cyanobacteria		
5	Enzyme Activity		
5	Proteins		
5	Sugars		
5	Triticum Aestivum		
5	Biomass Production		
5	Chlorophyta		
5	Enzymatic-Hydrolysis		
5	Extraction		
4	Glucose		
5	Hemicellulose		
4	Lignin		
18	Biochar		
17	Soil		
10	Oxygen		
13	Herb	<b>5</b>	<b>Biochar</b>
10	Physicochemical Property		
7	Composting		
9	Growth Rate		

<b>Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta de clúster</b>
9	Experimental Study		
7	Biotechnology		
7	Compost		
6	Earthworm		
3	Hydrogen		
5	Cultivation		
5	Eisenia Fetida		
6	Eutrophication Management	<b>5</b>	<b>Biochar</b>
6	Food		
6	Moisture		
5	Ph Effects		
4	Biochar Dioxide		
5	Biofilm		
4	Bioreactor		
5	Bos		
16	Chemical Oxygen Demand		
12	Biochemical Oxygen Demand		
12	Mercury		
9	Biodiversity		
9	Potassium		
6	Dissolved Oxygen		
7	Nickel		
9	Physical Chemistry		
9	Wetlands Supply		
7	Calcium	<b>6</b>	<b>Chemical Oxygen Demand</b>
7	Nitrate		
8	Reservoir		
5	Cobalt		
6	Sodium		
5	Arsenic		
6	Chloride		
6	Magnesium		
6	Phenol		
5	Phenols		

**Listado de palabras del periodo 3 de cada clúster**

<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta de clúster</b>
6	Phosphate	6	Chemical Oxygen Demand
5	Protein		
6	Wetlands Contamination		
4	Alkalinity		
4	Aluminum		
3	Color		
5	Efficiency		
4	Industrial Effluents		
5	Manganese		
9	Aqueous Solution	7	Aqueous Solution
8	Dewetlandsing		
7	Dyes		
4	Methylene Blue		
6	Concentration (Parameters)		
4	Mathematical Models		
6	Root		
5	Chemical Phytoremediation		
4	Diffusion		
5	Isotherm		
5	Isotherms		

**Anexo 8.** Acomodación De Palabras Para El Periodo 3.

<b>Acomodación De Palabras Para El Periodo 3</b>						
<b>Cuadrante 1</b>	<b>Cuadrante 2</b>	<b>Cuadrante 3</b>	<b>Cuadrante 4</b>	<b>Clúster Morado</b>	<b>Clúster Rojo</b>	
<b>Clúster Verde</b>	<b>Clúster Café</b>	<b>Clúster Rosado</b>	<b>Clúster Naranja</b>	<b>Clúster Azul</b>		
Wetlands, river	Chemical oxygen demand	Aqueous solution	Biochar	Phytoremediation, effluents treatment, heavy metals phytoremediation, chemicals phytoremediation (phytoremediation), eutrophication-phytoremediation, eutrophication treatment aquatic aquatic plants, biological uptake, eutrophication reclamation, eutrophication disposal	Biomass, biomass production	Controlled study
Wetlands water pollutant, wetlands water pollutants, chemical	Biochemical oxygen demand	Dewetlandsing	Soil	Heavy metals, heavy metals, zn	Cellulose	Abundance, population density
Metabolism	Mercury	Dyes	Oxygen	Aquatic aquatic plants, wetlands aquatic aquatic plants	Biodegradation	Invasive species

Acomodación De Palabras Para El Periodo 3						
Cuadrante 1	Cuadrante 2	Cuadrante 3	Cuadrante 4	Clúster Morado	Clúster Rojo	
Clúster Verde	Clúster Café	Clúster Rosado	Clúster Naranja	Clúster Azul		
Biodegradación, envases pesados, metales pesados	Biodiversidad	Methylene blue	Herb	Ph	Decomposition	Unclassified drug
Industrial eutrofication	Potassium	Concentration (parameters)	Physicochemical property	Eutrophication, eutrophications,	Ethanol, ethanol-production	Ipomoea aquatica
Ecosystem	Dissolved oxygen	Root	Composting	Biological-control, biocontrol	Bioconversion	Angiosperm
Wetlands purification	Nickel	Chemical phytoremediation	Growth rate	Biogas	Saccharification	Leptysminae
Aquatic plants roots	Physical chemistry	Diffusion	Experimental study	Effluents, wetlands, management	Bagasse	Nigeria
Germination	Wetlands supply	Isotherm, isotherms	Biotechnology	Impact	Hydrolysis	Aquatic plants extract, eichhornia
Growth, development and aging Bacteria (microorganisms)	Calcium		Compost	Toxicity	Aspergillus niger	Ecosystems
Bacterium, bacteria	Nitrate		Earthworm	Diversity	Enzymes	Ipomoea
Ecology	Reservoir		Hydrogen	Nutrient, nutrients, nutrient storage	Optimization	Kenya

Acomodación De Palabras Para El Periodo 3						
Cuadrante 1	Cuadrante 2	Cuadrante 3	Cuadrante 4	Clúster Morado	Clúster Rojo	
Clúster Verde	Clúster Café	Clúster Rosado	Clúster Naranja			
Microbiology	Cobalt		Cultivation	Denitrification	Pyrolysis	Typha domingensis
Wetlands management	Sodium		Eisenia fetida	Ions	Trichoderma	Africa
Chemical analysis, chemistry	Arsenic		Eutrophication management	Aqueous-solutions, aqueous-solution	Xylose	Antioxidant
Eutrophication disposal, fluid	Chloride		Food	Anaerobic digestion, anaerobic-digestion	Cyanobacteria	Aquatic envheavy metalsment
Solutions	Magnesium		Moisture	Efficacy	Enzyme activity	Brazil
Absorption	Phenol, phenols		Ph effects	Roots	Proteins	Hexapoda
Biochemistry	Phosphate		Biochar dioxide	Sludge	Sugars	Orthoptera
Geography	Protein		Biofilm	Herbivory	Triticum aestivum	Poaceae
Isolation and purification	Wetlands contamination		Bioreactor	Monocotyledon	Chlorophyta	Vallisneria spiralis
Acetic acid	Alkalinity			<i>Lemna minor</i>	Enzymatic-hydrolysis	Argentina
Anoxic conditions	Aluminum			<i>Pistia-stratiotes</i>	Extraction	Cornops aquaticum
Araceae	Color			Reduction	Glucose	East african wetlands

**Acomodación De Palabras Para El Periodo 3**

Cuadrante 1	Cuadrante 2	Cuadrante 3	Cuadrante 4	Clúster Morado	Clúster Rojo
Clúster Verde	Clúster Café	Clúster Rosado	Clúster Naranja	Clúster Azul	
Biosynthesis	Efficiency			Biofiltration	Eurasia
Comparative study	Industrial effluents			Chlorophyll	Floodplain
Drug effect	Manganese			<i>Eccritotarsus-catarinensis</i>	Hydrilla verticillata
Heavy metalss, heavy, heavy metals ions				Insects	Nutrient availability
Sediment				Leaves	Phytotoxicity
Zea mays				Populations	Salvinia
Amino acids				Sediments	Sub-saharan africa
Aquatic aquatic plants growth, aquatic aquatic plants, aquatic species				Tolerance	Animal experiment
Egypt				Wetlands recycling	Aquatic aquatic plants control
Forestry				Nitrification	Asia
North america				Stabilization	Echinochloa
				Trace-elements	Grasshopper
				Community	Magnoliophyt a
				Lemna	Manihot esculenta

<b>Acomodación De Palabras Para El Periodo 3</b>						
<b>Cuadrante 1</b>	<b>Cuadrante 2</b>	<b>Cuadrante 3</b>	<b>Cuadrante 4</b>	<b>Clúster Morado</b>	<b>Clúster Rojo</b>	
<b>Clúster Verde</b>	<b>Clúster Café</b>	<b>Clúster Rosado</b>	<b>Clúster Naranja</b>	<b>Clúster Azul</b>		
						Nelumbo nucifera

**Anexo 9.** Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster.

<b>Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
284	<i>Eichhornia crassipes crassipes</i>		
185	Phytoremediation		
108	Heavy Metals		
108	pH		
129	Aquatic Aquatic Plants		
105	Eutrophication		
71	Wetlands		
24	Optimization		
24	Biological-Control		
18	Aqueous-Solution		
14	Diversity		
12	Photosynthesis		
7	Chlorophyll		
13	Dyes		
13	River		
12	L.	<b>1</b>	
12	Pistia-Stratiotes		
10	Biochemical Oxygen Demand		
5	Ecosystem		
11	Management		
11	Nutrient Phytoremediation		
8	Oxygen		
11	Physiology		
10	Chemical Oxygen Demand		
10	Oxidative Stress		
9	Ph Phytoremediation		
9	Salvinia		
8	Brazil		
9	Impact		
8	Submerged Aquatic Aquatic Plants		
8	Biocontrol Agent		

***Eichhornia crassipes crassipes***

**Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta_de_clúster
8	Climate-Change		
8	Herbivory		
8	Impacts		
8	Lettuce		
8	Tolerance		
8	Wetlands Aquatic Aquatic Plants		
7	Communities		
7	Dissolved Oxygen		
7	Duckaquatic Aquatic Plants		
7	Ecritotarsus-Catarinensis		
7	Effluents		
5	Egypt		
7	Equilibrium		
7	Eutrophication-Sludge		
7	Floodplain		
7	Purification		
6	Aqueous-Solutions	1	
6	Biodiversity		
6	Cyanobacteria		
6	Dye		
6	Eutrophications		
6	Mart Solms		
6	Methylene-Blue		
6	Neochetina-Eichhornia Crassipes		
6	Crassipese		
6	Nitrate		
6	Patterns		
6	Salvinia-Molesta		
6	System		
6	Trace-Elements		
6	Translocation		
5	Abundance		
5	Capacity		

*Eichhornia crassipes crassipes*

**Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster**

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta_de_clúster
5	Contaminated Wetlands		
5	Crassipes		
5	Eutrophication-Phytoremediation		
5	Evolution		
5	Experimental Study		
5	Exposure		
5	Lipid-Peroxidation		
5	Mercury		
3	Natural Fibers		
4	Nitrates		
5	Nutrient Storage	1	
5	Populations		
5	Resource-Allocation		
5	Responses		
3	Runoff		
5	Season		
5	Seasons		
5	Solms-Laubach Eichhornia		
5	Crassipes Crassipes		
5	Speciation		
5	Stabilization		
5	Stress		
73	Biomass		
27	Biodegradation		
28	Cellulose		
15	Hydrolysis		
11	Lignin		
16	Biogas	2	<b>Biomass</b>
14	Enzyme Activity		
19	Ethanol-Production		
14	Ethanol		
16	Pretreatment		
13	Saccharification		

*Eichhornia crassipes crassipes*

---

**Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster**

---

<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
14	Bioconversion		
9	Agriculture		
9	Biofuel		
12	Biofuels		
6	Thermodynamics		
10	Biotechnology		
10	Straw		
4	Hydrogen		
7	Anaerobic Digestion		
8	Sludge		
5	Sugar		
8	Decomposition		
8	Ecology		
5	Eutrophication Disposal		
8	Identification		
7	Biofuel Production	<b>2</b>	<b>Biomass</b>
7	Enzymatic-Hydrolysis		
7	Enzymes		
7	Rice		
6	Yeast		
6	Acid Pretreatment		
6	Bacteria (Microorganisms)		
4	Biochar Dioxide		
6	Biomass Production		
5	Compressive Strength		
6	Energy		
6	Enzymatic Hydrolysis		
5	Fuels		
6	Hemicellulose Acid Hydrolysate		
5	Lignocellulosic Biomass		
6	Monocotyledon		
6	pH Effect		

---

---

**Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster**

---

Ocurrencias	Palabras	Clúster	Etiqueta_de_clúster
6	Sugarcane		
6	Xylose		
5	Activation Energy		
4	Bioenergy		
5	Bioethanol Production		
5	Chemical Analysis		
3	Combustion		
5	Fatty Acids	<b>2</b>	<b>Biomass</b>
5	Fuel		
4	Growth Rate		
4	Heavy Metals Ion		
5	Hemicellulose		
4	Lignocellulose		
5	Moisture		
3	Saccharomyces Cerevisiae		
5	Solid Eutrophication		
<hr/>			
44	Biochar		
23	Soil		
19	Heavy Metalss		
14	Pyrolysis		
17	Toxicity		
13	Composting		
8	Arsenic		
13	Nutrients		
9	Bioavailability	<b>3</b>	<b>Biochar</b>
12	Biodegradation, Environmental		
12	Invasive Species		
9	Poaceae		
12	Concentration (Parameters)		
6	Industrial Eutrophication		
9	Manganese		
10	Nickel		

---

---

**Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster**

---

<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
5	Soil Wetlands Water Pollutant		
10	Analysis		
10	Biochemistry		
6	Leaching		
9	Organic Biochar		
5	Soil Pollutant		
8	Compost		
9	Contamination		
7	Heavy Metals Compounds		
6	Organic Matter		
8	Physicochemical Property		
7	Remediation		
5	Risk Assessment		
7	Aquatic Aquatic Plants Growth		
7	Bio Chars		
7	Biocharization	<b>3</b>	<b>Biochar</b>
7	Earthworm		
7	Heavy Metals, Heavy		
7	Nutrient		
4	Total Organic Biochar		
5	Alkalinity		
6	Calcium		
5	Heavy Metals Oxide		
4	Soil Amendment		
6	X Ray Diffraction		
5	Agricultural Eutrophication		
5	Bos		
4	Eisenia Fetida		
4	Electric Conductivity		
5	Extraction		
3	Fatty Acid		
5	Grass		

---

**Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster**

<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
5	Growth, Development And Aging	<b>3</b>	<b>Biochar</b>
5	Microbial Activity		
5	Nigeria		
3	Oryza		
5	Soil Pollutants		
4	Solubility		
28	Wetlands Water Pollutant	<b>4</b>	<b>Chemistry</b>
35	Chemistry		
35	Controlled Study		
25	Metabolism		
24	Unclassified Drug		
22	Wetlands Water Pollutants, Chemical		
18	Heavy Metals Phytoremediation		
15	Aqueous Solution		
14	Wetlands Purification		
14	Aquatic Aquatic Plants Extract		
14	Wetlands Management		
12	Infrared Spectroscopy		
13	Procedures		
11	Sediment		
8	Absorption		
10	Eichhornia Crassipes Crassipes Extract		
6	Escherichia Coli		
10	Isolation And Purification		
8	Hydrogen-Ion Concentration		
9	Isotherm		
4	Introduced Species		
8	Sediments		
7	Aquatic Aquatic Plants Leaves		
5	Araceae		
7	Comparative Study		

**Listado de palabras del periodo 4 de cada clúster**

<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>	
7	Eutrophication Disposal, Fluid			
7	Ions			
7	Numerical Model			
6	Bark			
5	Chemical Structure			
3	Fluorescence			
5	Geologic Sediments			
4	Particle Size			
6	Physical Chemistry			
6	Phytoremediation Capacities			
5	Acetic Acid Ethyl Ester			
4	Aquatic Species	<b>4</b>	<b>Chemistry</b>	
4	Bacteria			
5	Chemical Composition			
4	Chlorophyll Fluorescence			
5	Flavonoid			
5	Fungus			
4	Herbicide			
3	Microspheres			
5	Phytoremediation Phytoremediation			
3	Silver			
3	Solution And Solubility			
4	Solutions			
9	Fibers			<b>Fibers</b>
7	Eichhornia Crassipes Crassipes	<b>5</b>		
5	Polyethylenes			

**Anexo 10.** Acomodación De Palabras Para El Periodo 4.

<b>Acomodación De Palabras Para El Periodo 4</b>				
<b>Cuadrante 1</b>	<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>	<b>Clúster Morado</b>
<b>Clúster verde</b>	<b>Clúster rojo</b>	<b>Clúster naranja</b>		
Biochar, biochars, total organic biochar, organic biochar,	Phytoremediation, nutrient phytoremediation, pH phytoremediation, eutrophication-phytoremediation	Fibers, eichhornia crassipes crassipes fibers	Biomass, lignocellulosic biomass	Wetlands water pollutant, wetlands water pollutants, chemical
Soil, soil wetlands water pollutant, soil pollutant, soil pollutants	Heavy metals	Polyethylenes	Biodegradation, decomposition	Chemistry
Heavy metals, arsenic, heavy metalss, heavy	pH		Cellulose	Controlled study, comparative study, numerical model
Pyrolysis	Aquatic aquatic plants, wetlands aquatic aquatic plants		Hydrolysis	Metabolism
Toxicity	Eutrophication, contaminated wetlands, eutrophication-sludge, eutrophications		Lignin	Unclassified drug
Composting, compost	Wetlands, river		Biogas	Heavy metals phytoremediation, phytoremediation phytoremediation,

**Acomodación De Palabras Para El Periodo 4**

<b>Cuadrante 1</b>	<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>	<b>Clúster Morado</b>
<b>Clúster verde</b>	<b>Clúster rojo</b>	<b>Clúster naranja</b>		
				phytoremediation capacities
Nutrients, nutrient	Optimization		Enzyme activity	Aqueous solution, solutions
Bioavailability	Biological-control		Ethanol-production, ethanol	Wetlands purification
Biodegradation, envheavy metalsmental	Aqueous-solution, aqueous-solutions		Pretreatment	Aquatic aquatic plants extract, eichhornia crassipes crassipes extract, aquatic species
Invasive species	Diversity		Saccharification	Wetlands management
Poaceae	Photosynthesis		Bioconversion	Infrared spectroscopy
Concentration (parameters)	Chlorophyll		Agriculture	Procedures
Industrial eutrophication	Pistia-stratiotes		Biofuel, biofuels	Sediment
Manganese	Biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand		Thermodynamics	Absorption
Nickel	Ecosystem		Biotechnology	Escherichia coli
Analysis	Physiology		Hydrogen	Isolation and purification
Biochemistry	Oxidative stress		Anaerobic digestion	Hydrogen-ion concentration
Leaching	Salvinia		Sludge	Isotherm

**Acomodación De Palabras Para El Periodo 4**

<b>Cuadrante 1</b>	<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>	<b>Clúster Morado</b>
<b>Clúster verde</b>	<b>Clúster rojo</b>	<b>Clúster naranja</b>		
Contamination	Brazil		Ecology	Introduced species
Heavy metals compounds	Impact, impacts		Eutrophication disposal	Sediments
Organic matter	Submerged aquatic aquatic plants		Biofuel production	Aquatic aquatic plants leaves
Physicochemical property	Biocontrol agent		Enzymatic-hydrolysis, enzymatic hydrolysis	Araceae
Remediation	Climate-change		Enzymes	Eutrophication disposal, fluid ions
Risk assessment	Herbivory		Rice	
Aquatic aquatic plants growth	Lettuce		Acid pretreatment	Chemical structure
Biocharization	Tolerance, capacity		Bacteria (microorganisms)	Geologic sediments
Earthworm	Communities		Biochar dioxide	Particle size
Alkalinity	Dissolved oxygen, oxygen		Biomass production	Physical chemistry
Calcium	Eccritotarsus-catarinensis		Compressive strength	Acetic acid ethyl ester
Heavy metals oxide	Effluents		Energy	Bacteria
Soil amendment	Egypt		Fuels	Chemical composition
X ray diffraction	Equilibrium		Ph effect	Chlorophyll fluorescence, fluorescence

**Acomodación De Palabras Para El Periodo 4**

<b>Cuadrante 1</b>	<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>	<b>Clúster Morado</b>
<b>Clúster verde</b>	<b>Clúster rojo</b>	<b>Clúster naranja</b>		
Agricultural eutrophication	Floodplain		Sugarcane	Flavonoid
Eisenia fetida	Purification		Xylose	Fungus
Electric conductivity	Biodiversity		Activation energy	Herbicide
Extraction	Cyanobacteria		Bioenergy	Microspheres
Fatty acid	Neochetina		Bioethanol production	Silver
Growth, development and aging	Salvinia-molesta		Chemical analysis	Solution and solubility
Microbial activity	Trace-elements		Combustion	
Nigeria	Translocation		Fatty acids	
Oryza	Abundance		Fuel	
Solubility	Evolution		Growth rate	
	Experimental study		Heavy metals ion	
	Exposure		Hemicellulose, hemicellulose acid hydrolysate	
	Lipid-peroxidation		Lignocellulose	
	Mercury		Moisture	
	Natural fibers		Saccharomyces cerevisiae	
	Nitrates, nitrate		Solid eutrophication	
	Nutrient storage			
	Populations			
	Resource-allocation			

---

**Acomodación De Palabras Para El Periodo 4**

---

<b>Cuadrante 1</b>	<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>	<b>Clúster Morado</b>
<b>Clúster verde</b>	<b>Clúster rojo</b>	<b>Clúster naranja</b>		
	Responses			
	Season, seasons			
	Speciation			
	Stabilization			
	Stress			

---

**Anexo 11.** Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster.

<b>Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
461	<i>Eichhornia crassipes</i> <i>crassipes</i>		
175	pH		
108	Biomass		
70	Biochar		
62	Cellulose		
32	Pyrolysis		
52	Biodegradation		
50	Controlled Study		
30	Hydrolysis		
24	Lignin		
34	Chemistry		
16	Biofuel		
19	Biofuels		
13	Biochar Dioxide		
21	Fourier Transform Infrared Spectroscopy	1	
18	Moisture		
14	Combustion		
15	Particle Size		
13	Thermodynamics		
11	Catalysis		
18	Unclassified Drug		
18	X Ray Diffraction		
15	Chemical Analysis		
15	Enzyme Activity		
13	Oxygen		
15	Sludge		
14	Eutrophication Management		
16	Experimental Study		
9	Mass Spectrometry		

*Eichhornia crassipes crassipes*

<b>Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
14	Recovery		
9	Thermogravimetry		
10	Activation Energy		
15	Biosynthesis		
10	Heating		
10	Decomposition		
10	Gas Chromatography		
12	Bio Chars		
9	Catalyst		
11	Chemical Composition		
12	Infrared Spectroscopy		
12	Optimization Assessment		
11	Substrates		
9	Biochar Source		
9	Bioreactor		
11	Catalysts		
11	Detection Method		
9	Lignocellulose	1	
11	Physical Chemistry		
10	Bio Oil		
8	Biocharization		
9	Comparative Study		
8	Fuels		
7	Phenol		
7	Porosity		
7	Starch		
9	Biomass Production		
9	Chlorine Compounds		
9	Energy		
9	Hydrothermal		
9	Biocharization		
9	Pre-Treatment		
8	Agricultural Robots		
7	Biofuel Production		

*Eichhornia crassipes crassipes*

<b>Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
8	Enzymatic Hydrolysis		<b><i>Eichhornia crassipes</i></b> <b><i>crassipes</i></b>
8	Hemicellulose		
8	High pH		
8	Hydrogen Production		
8	pH Effect		
8	Surface Area		
8	Thermogravimetric Analysis	<b>1</b>	
7	Abundance		
7	Animal Experiment		
7	Behavior		
336	Phytoremediation		<b>Phytoremediation</b>
157	Heavy Metals		
201	Eutrophication		
167	Aquatic Aquatic Plants		
131	Wetlands		
77	Optimization		
33	Aqueous-Solution		
31	Biological-Control		
31	Management		
21	Biodiversity		
28	Impact		
28	Impacts	<b>2</b>	
24	Efficiency		
24	Nanoparticles		
21	Ph Phytoremediation		
23	Diversity		
22	Climate-Change		
12	Ecosystem		
22	L.		
22	Nutrient Phytoremediation		
20	Nutrients		
12	Denitrification		
20	Toxicity		

<b>Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
19	Dynamics		
18	Phragmites-Australis		
16	Aqueous-Solutions		
15	Reduction		
15	Remediation		
15	River		
15	Submerged Aquatic Aquatic Plants		
14	Crassipes		
14	Ecology		
14	Establishment		
14	Patterns		
14	Pistia-Stratiotes		
11	Sediment		
14	Sediments		
13	Eutrophication- Phytoremediation	<b>2</b>	<b>Phytoremediation</b>
13	Methylene-Blue		
12	Classification		
12	Contamination		
12	Populations		
12	Responses		
11	Eutrophication-Sludge		
11	Green Synthesis		
11	Mechanisms		
8	Oxidative Stress		
11	Wetlands Aquatic Aquatic Plants		
10	Aquatic Ecosystems		
10	Communities		
10	Crassipes Mart Solms		
10	Equilibrium		
10	Productivity		
9	River Wetlands Water Pollutant		

<b>Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
10	Trace-Elements		
10	Translocation		
9	Alternanthera- Philoxeroides		
9	Chlorophyll		
9	Domestic Eutrophication		
9	Duckaquatic Aquatic Plants		
9	Dye		
9	Inorganic Pollutants		
9	Mart Solms		
9	Model		
9	Organic-Matter		
9	Stress		
9	Tolerance		
8	Competition		
8	Conservation	<b>2</b>	
8	Cr(Vi)		
8	Ecosystems		
8	Eutrophications		
8	Grass		
8	Heavy-Heavy Metals		
8	Identification		
8	Ions		
8	Lemna-Minor		
8	Phenotypic Plasticity		
8	Potassium		
8	Release		
8	Salvinia-Molesta		
7	Aquatic Envheavy Metalsment		
7	Biocontrol Agent		
7	Biological-Control Agent		
55	Soil	<b>3</b>	<b>Soil</b>
18	Composting		

**Phytoremediation**

<b>Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
17	Fibers		
10	Female		
17	Physicochemical Property		
11	Compost		
11	Reinforcement		
11	Extraction		
10	Growth Rate		
8	Photosynthesis		
10	Sustainable Development		
10	Invasive Species		
7	Natural Fibers		
9	Nitrate		
9	Sodium Hydroxide		
9	Aquatic Aquatic Plants Growth	<b>3</b>	<b>Soil</b>
8	Compressive Strength		
9	Cyanobacteria		
9	Eichhornia Crassipes Crassipes Fibers		
9	Morphology		
8	Salinity		
8	Soil Wetlands Water Pollutant		
8	Nutrient		
7	Organic Matter		
7	Solid Eutrophication		
7	Agriculture		
47	Biogas		
28	Anaerobic Digestion		
22	Pretreatment		
19	Ethanol-Production	<b>4</b>	<b>Biogas</b>
13	Ethanol		
13	Anaerobic-Digestion		
12	Fertilizers		

<b>Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster</b>			
<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
13	Lignocellulosic Biomass		
12	Enzymatic-Hydrolysis		
10	Saccharification		
11	Bioethanol Production		
10	Anaerobic Co-Digestion		
10	Enzymatic Saccharification		
8	Food Eutrophication	<b>4</b>	<b>Biogas</b>
9	Ph Production		
8	Bioconversion		
8	Chemical-Composition		
8	Rice Straw		
7	Acid		
39	Wetlands Water Pollutant		
20	Chemical Oxygen Demand		
22	Heavy Metalss		
23	Wetlands Water Pollutants, Chemical		
21	Metabolism		
15	Bacterium		
16	Procedures		
11	Microbial Community		
12	Effluents		
13	Biobiodegradation, Envheavy Metalsmental	<b>5</b>	<b>Wetlands Water Pollutant</b>
13	Microorganisms		
9	Phosphate		
10	Bacteria		
12	Heavy Metals Compounds		
12	Heavy Metals		
12	Phytoremediation		
12	Wetlands Management		
8	Aqueous Solution		
10	Biochemical Oxygen Demand		
11	Isotherm		

**Listado de palabras del periodo 5 de cada clúster**

<b>Ocurrencias</b>	<b>Palabras</b>	<b>Clúster</b>	<b>Etiqueta_de_clúster</b>
	Chemicals		
10	Phytoremediation (Phytoremediation)		
7	Dissolved Oxygen		
7	Glucose		
10	Phytoremediation Efficiencies		
9	Dyes		
8	Electrical Conductivity		
8	Response Surface Methodology	<b>5</b>	
8	Adsorbent		
8	Eutrophication Disposal, Fluid		
7	Immobilization		
8	Isolation And Purification		
8	Isotherms		
8	Phytoremediation Capacities		
7	Purification		
8	Wetlands Purification		

**Wetlands Water Pollutant**

**Anexo 12.** Acomodación De Palabras Para El Periodo 5.

<b>Acomodación De Palabras Para El Periodo 5</b>				
<b>Cuadrante 1</b>		<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>
<b>Clúster Rojo</b>	<b>Clúster Naranja</b>	<b>Clúster Verde</b>	<b>Clúster Morado</b>	
pH, high pH, pH effect	Wetlands water pollutant, wetlands water pollutants, chemical	Soil, soil wetlands water pollutant	Biogas, lignocellulosic biomass	Phytoremediation, remediation
Biomass, biomass production	Chemical oxygen demand	Composting	Anaerobic digestion	Heavy metals, heavy-heavy metals, aquatic envheavy metalsment
Biochar, biochars, biochar dioxide, biochar source	Heavy metalss	Fibers, natural fibers, eichhornia crassipes crassipes fibers	Pretreatment	Eutrophication, domestic eutrophication, eutrophications, eutrophication-phytoremediation, contamination, inorganic pollutants
Cellulose	Metabolism	Physicochemical property	Ethanol, ethanol-production, bioethanol production	Aquatic aquatic plants, submerged aquatic aquatic plants, wetlands aquatic aquatic plants
Pyrolysis	Procedures	Compost	Anaerobic-digestion, anaerobic co-digestion	Optimization
Biodegradation	Microbial community, bacterium, microorganisms, bacteria	Reinforcement	Fertilizers	Aqueous-solution, aqueous-solutions

### Acomodación De Palabras Para El Periodo 5

Cuadrante 1		Cuadrante 3		Clúster Azul
Clúster Rojo	Clúster Naranja	Clúster Verde	Clúster Morado	
Controlled study, experimental study, comparative study,	Effluents	Extraction	Enzymatic- hydrolysis	Biological-control
Hydrolysis	Biobiodegradation, envheavy metalsmental	Growth rate, aquatic aquatic plants growth	Saccharification	Management
Lignin	Phosphate	Photosynthesis	Enzymatic saccharification	Biodiversity
Chemistry, chemical composition, chemical analysis	Heavy metals compounds	Sustainable development	Food eutrophication	Impact, impacts
Biofuel, biofuels, fuels, biofuel production	Heavy metals phytoremediation, phytoremediation capacities, chemicals phytoremediation, phytoremediation efficiencies, (phytoremediation), Purification, wetlands purification, eutrophication disposal, fluid, adsorbent	Invasive species	pH production	Efficiency
Fourier transform infrared spectroscopy	Wetlands management	Nitrate	Bioconversion	Nanoparticles

**Acomodación De Palabras Para El Periodo 5**

<b>Cuadrante 1</b>		<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>
<b>Clúster Rojo</b>	<b>Clúster Naranja</b>	<b>Clúster Verde</b>	<b>Clúster Morado</b>	
Moisture	Aqueous solution	Sodium hydroxide	Chemical-composition	pH phytoremediation
Combustion	Biochemical oxygen demand	Compressive strength	Rice straw	Diversity
Particle size	Isotherm	Cyanobacteria	Acid	Climate-change
Thermodynamics	Dissolved oxygen	Morphology		Ecosystem, ecosystems
Catalysis	Glucose	Salinity		Nutrients, nutrient phytoremediation
Unclassified drug	Electrical conductivity	Nutrient		Denitrification
X ray diffraction	Response surface methodology	Organic matter		Toxicity
Enzyme activity	Immobilization	Solid eutrophication		Dynamics
Oxygen	Isolation and purification	Agriculture		Phragmites-australis
Sludge	Isotherms			Reduction
Eutrophication management				Ecology
Mass spectrometry				Establishment
Thermogravimetry				Pistia-stratiotes
Activation energy				Sediment, sediments
Biosynthesis				Classification
Heating				Populations
Decomposition				Responses
Gas chromatography				Eutrophication-sludge
Catalyst				Green synthesis

**Acomodación De Palabras Para El Periodo 5**

<b>Cuadrante 1</b>		<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>
<b>Clúster Rojo</b>	<b>Clúster Naranja</b>	<b>Clúster Verde</b>	<b>Clúster Morado</b>	
Infrared spectroscopy				Mechanisms
Optimization assessment				Oxidative stress
Substrates				Aquatic ecosystems, wetlands, river
Bioreactor				Communities
Catalysts				Equilibrium
Detection method				Productivity
Lignocellulose				River wetlands water pollutant
Physical chemistry				Trace-elements
Bio oil				Translocation
Biocharization				Alternanthera-philoxeroides
Phenol				Chlorophyll
Porosity				Duckaquatic aquatic plants
Starch				Organic-matter
Chlorine compounds				Stress
Energy				Tolerance
Hydrothermal biocharization				Competition
Pre-treatment				Conservation
Enzymatic hydrolysis				Cr(vi)
Hemicellulose				Ions
Hydrogen production				Lemna-minor
Thermogravimetric analysis				Phenotypic plasticity
Abundance				Potassium

---

**Acomodación De Palabras Para El Periodo 5**

---

<b>Cuadrante 1</b>		<b>Cuadrante 3</b>		<b>Clúster Azul</b>
<b>Clúster Rojo</b>	<b>Clúster Naranja</b>	<b>Clúster Verde</b>	<b>Clúster Morado</b>	
Animal experiment				Release Salvinia-molesta Biocontrol agent, biological- control agent

---

