UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

TEMA

"ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL FUNCIONAMIENTO DE BAMBÚES COMO RESTAURADOR ECOLÓGICO. CON ENFASIS EN *Guadua angustifolia*."

AUTOR

GUILLERMO RENE TRUJILLO LEON

DIRECTOR DEL PROYECTO

PEDRO DAMIAN RIOS GUAYASAMÍN

PASTAZA-ECUADOR

2020

DECLARACION DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe Trujillo León Guillermo Rene con C.I. 1600538571, hace constar que es autor/a del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "Análisis bibliográfico del funcionamiento de bambúes como restaurador ecológico, con énfasis en la *Guadua angustifolia*", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Msc. RIOS GUAYASMÍN PEDRO DAMIÁN. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 22 días del mes de septiembre del 2020

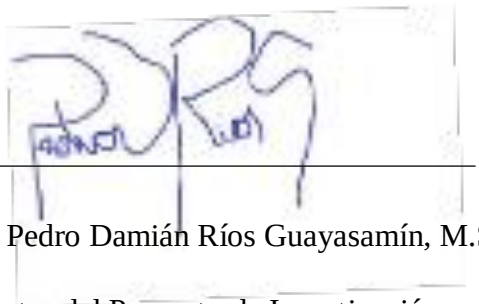


TRUJILLO LEON GUILLERMO RENE
C.I: 1600538571

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO

Quien suscribe el presente Ing. Pedro Damián Ríos Guayasamín, M.Sc. con CI: 1716132590 certifica que el proyecto de investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL FUNCIONAMIENTO DE BAMBÚES COMO RESTAURADOR ECOLÓGICO, CON ÉNFASIS EN Guadua angustifolia", ha sido examinado a través del sistema antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 11%.

En el cantón Pastaza a 22 días del mes de septiembre del 2020



Ing. Pedro Damián Ríos Guayasamín, M.Sc.

Director del Proyecto de Investigación

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL FUNCIONAMIENTO DE BAMBÚES COMO RESTAURADOR ECOLÓGICO. CON ENFASIS EN *Guadua angustifolia*.".



M. Sc. Edgar Rubén Chicaiza Reisancho

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



M.Sc. Danilo Pedro Sarabia Guevara

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



M. Sc. Yamila Lazo

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a la Universidad Estatal Amazónica por acogerme dentro de todos estos años de formación profesional y a mis maestros que me ha tocado que son parte de este largo camino de la enseñanza.

También agradezco a mi tutor del Proyecto Pedro Damián Ríos Guayasamín por su disposición, ayuda, y asistencia técnica en el desarrollo de mi proyecto

A mis familiares, compañeros y amigos que me han ayudado en la realización de este estudio.

DEDICATORIA

A mi abuelo Cosme León que supo cuidarme desde que vine al mundo. Este trabajo va dirigido a él, que ha sido un padre de mi vida.

A mi hermosa familia, a mi madre y padre en especial a mi tío Diego León que lastimosamente no me podrá ver en estas instancias de mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros que supieron darme un consejo y mensaje de aliento en las situaciones más difíciles de la vida y formación académica. También quiero extender una dedicatoria a mi abuela Piedad Castillo por su cariño y amor.

Resumen

El presente proyecto estaba basado en un análisis bibliográfico de la importancia que tienen el bambú en la recuperación de suelos intervenidos, mediante el cual pone a discutir la importancia del bambú y más aún de *Guadua angustifolia* Kunth en la restauración, la metodología utilizada es documental analizando cerca de 32 fuentes bibliográficas de todo el mundo en especial en las zonas tropicales y subtropicales. El estudio analizó diferentes factores ambientales que podemos aprovechar de una manera sustentable, si es que se utiliza un sistema adecuado de reproducción, mantenimiento y aprovechamiento, a la hora de ser introducido en un suelo. Se lo demostraron usando distintos factores necesarios que deben tener esta especie para su normal desarrollo como pH, temperatura, precipitación entre otros, se utilizó tabulaciones y gráficas como medios de verificación, sustento e importancia de bambú en recuperación de suelos. Por lo que este estudio determinó que el bambú es apto para la regeneración de suelos es por eso que es importante tener en cuenta las características de los distintos sitios, es ahí donde se puede introducir una de las distintas especies que tiene el bambú.

Palabras clave: Restauración de suelos, bambú, plagas, pH, temperatura, precipitaciones

Abstract

This project was based on a bibliographic analysis of the importance of bamboo in the recovery of intervened soils, through which it discusses the importance of bamboo and even more so of *Guadua angustifolia* Kunth in restoration, the methodology used is documentary analyzing about 32 bibliographic sources from around the world especially in tropical and subtropical areas. The study analyzed different environmental factors that we can take advantage of in a sustainable way, if an adequate system of reproduction, maintenance and use is used, at the time of being introduced into a soil. It was demonstrated using different necessary factors that this species must have for its normal development such as pH, temperature, precipitation among others, tabulations and graphs were used as means of verification, sustenance and importance of bamboo in soil recovery. For this reason, this study determined that bamboo is suitable for soil regeneration, that is why it is important to take into account the characteristics of the different sites, that is where one of the different species that bamboo has can be introduced.

Keywords: Soil restoration, bamboo, pests, pH, temperature, rainfall

Tabla de Contenido

CAPÍTULO 1: Introducción 2

1.1. Planteamiento del problema. 2

1.2. Objetivos 3

1.2.1.- Objetivo General 3

1.2.2.- Objetivos específicos 3

1.3. Justificación 4

CAPÍTULOS 2: Fundamentación Teórica 5

2.1- Distribución geográfica de los bambúes. 5

2.1.1.- Función de los bambúes en la recuperación del suelo. 5

2.2.- Aspectos taxonómicos del Bambú. 6

2.2.1.- Tribu Bambuseae 6

2.2.2.- La subfamilia Bambusoideae 6

2.2.3.- Distribución Geográfica. 6

2.3.- Taxonomía de *Guadua angustifolia*. 7

2.3.1.- Condiciones ecológicas para el cultivo de la *Guadua angustifolia*. 8

2.4.- Restauración Ecológica 8

2.4.1.- Metodología de restauración de suelos. 9

CAPÍTULO 3: Metodología de la Investigación 12

3.1.- Localización. 12

3.2.- Tipo o diseño de investigación. 13

3.3.- Métodos de la investigación 13

3.3.1.- Recopilación de material bibliográfico 14

3.3.2. Clasificación de datos información. 14

3.3.3.- Elaboración de tabulaciones Excel. 14

3.3.4.- Elaboración de gráficas utilizando Excel. 14

3.3.4.- Elaboración de mapa de las localidades en Arcgis. 14

CAPÍTULO 4: Resultados 15

4.1.- Ubicación geográfica de las áreas donde se revisaron los estudios del bambú en zonas tropicales. 15

4.2.- Servicios ambientales de las distintas especies de bambú. 16

4.3.- Métodos de propagación o reproducción. 18

4.4.- Análisis de suelos en las diferentes locaciones que se realizó la investigación. . 19

4.4.1.- Tipos de suelos. 19
4.4.- Factores ambientales para el adecuado desarrollo de las distintas especies de bambú. 21
4.4.1.- Precipitación anuales, necesarias para la adaptabilidad de las diferentes especies de bambú. 22
4.4.2.- Temperaturas y humedad relativa adecuadas para el desarrollo de las distintas especies de Bambú. 23
4.4.3.- Altitud 24
4.4.4.- Ecosistemas donde se realizó investigación y la adaptabilidad de la especie. 25
4.4.5.- Vulnerabilidad y tipo de plaga de las especies de Bambú frente a plagas ... 27
CONCLUSIONES 28
RECOMENDACIONES 29
REFERENCIAS 30
ANEXOS 35

Índice de Figuras.

Figura 1.- Mapa mundial de las zonas tropicales y subtropicales..... 12

Figura 2.- Ubicación de los sitios de estudio..... 15

Figura 3. - pH y densidad del tipo se suelo..... 20

Figura 4.- Precipitaciones necesarias que necesitan estas especies de bambú. 22

Figura 5.- Temperaturas óptimas para el desarrollo del bambú. 23

Figura 6.- Altitud que pueden alcanzar las distintas especies de bambú. 24

Figura 7.- Porcentaje de ecosistemas estudiados. 25

Figura 8.- Gráfico de barras del número de ataque de plagas al bambú.. 27

Índice de tablas.

Tabla 1.- Taxonomía del Bambú. 6

Tabla 2.- Taxonomía *Guadua angustifolia*. 7

Tabla 3.- Servicios ambientales del bambú. 16

Tabla 4.- Métodos de Reproducción del Bambú. 18

Tabla 5.- Tipos de suelos con su pH, y especie de bambú. 20

Tabla 6.- Ecosistema con especies de bambú adaptadas. 26

CAPÍTULO 1: Introducción

1.1. Planteamiento del problema.

En el Ecuador las tierras que durante muchos años se ha destacado por poseer grandes Bosques, en la actualidad, se encuentran en el camino de convertirse en zonas áridas y desiertos. Lo cual se debe a la interacción de tres ámbitos que son el socioeconómico (que implica todo lo antrópico), biológico (plantas y animales) y físico (clima y suelo). (González *et al.*, 2018). La acción antropogénica como la agricultura sin prácticas sostenibles, la expansión de la frontera agrícola, la tala indiscriminada de árboles y las actividades extractivistas han conllevado a causar daños permanentes en el suelo que antes eran productivos. Lo que ocasiona una reducción del espacio efectivo necesario para las labores antrópicas y una constante necesidad del incremento de tierra agrícola, por un lado, así como de pasivos ambientales por otro. Por ello es necesario evaluar alternativas que permitan paliar este escenario actual para las futuras generaciones.

1.2. Objetivos

1.2.1.- Objetivo General

Realizar un análisis bibliográfico compilando la información de los bambúes en procesos de restauración de suelo.

1.2.2.- Objetivos específicos

Demostrar la importancia de la *Guadua angustifolia* en la restauración de suelos tropicales mediante la revisión de investigaciones experimentales.

Elaborar esquemas gráficos con información detallada de los aspectos necesarios que deben tener las especies de Bambú en procesos de restauración de suelos.

Conocer el funcionamiento de las especies de bambúes en las distintas zonas del mundo para resolver disturbios antrópicos en suelos.

1.3. Justificación

Los efectos del cambio climático se han ido intensificando en las últimas décadas, siendo las problemáticas recurrentes la degradación, funcionalidad y productividad a largo plazo de los ecosistemas debido a los disturbios, de los cuales no se pueden recuperar sin la intervención humana. Es por eso que una alternativa para la recuperación de ecosistemas es la restauración de suelos mediante la siembra de bambúes, debido a su rápido crecimiento, colonizan y mejoran las condiciones abióticas de sitios degradados rápidamente, es una alternativa a la explotación maderera, reduce los deslizamientos y derrumbes en laderas, controlan la erosión de suelos lo que evita la pérdida de nutrientes y mejora la estructura del suelo, gracias a su gran aporte de biomasa, y sobre todo los bosques de bambúes tienen un alto potencial para secuestrar carbono (Ceccon y Gómez, 2019). Es por eso que al realizar un análisis bibliográfico se pretende demostrar la aplicabilidad y uso efectivo en suelos degradados. Además de favorecer al componente socioeconómico por todos los servicios ecosistémicos que se le atribuyen. La importancia de esta investigación se ve ligada al conocimiento de las características principales que nos puede ofrecer el bambú ya que abre posibilidades de implementación en suelos que hayan sido fuertemente intervenidos y sobre todo dar seguimiento a los posibles estudios e investigaciones. Dando grandes beneficios sociales, ambientales y económicos. Como se mencionó anteriormente la alternativa para la restauración ecológica es la utilización de bambúes debido a la gran variedad de servicios ambientales con un gran potencial para ser empleados en proyectos de restauración. (Ceccon y Gómez 2019). Es por eso que, a través de compilación de literatura, se aspira que este proyecto de investigación se enfoque en realizar un análisis de las características primordiales y funciones ecológicas de los bambúes, ya que se trata de un elemento a considerar para recuperar la funcionalidad y la productividad de diversos ecosistemas.

CAPÍTULOS 2: Fundamentación Teórica

2.1- Distribución geográfica de los bambúes.

Los bambúes se encuentran distribuidos especialmente en América, Asia y África (Madagascar). Todos los continentes, con excepción de Europa, poseen especies nativas de Bambú. La tribu Bambusoidae que comprende solo bambúes leñosos, con su única tribu, la Bambuseae, es la más grande y dispersa dentro de la subfamilia Bambusoideae. (Teneche, 2007).

2.1.1.- Función de los bambúes en la recuperación del suelo.

Puede lograrse por medio de diversos servicios ambientales, sirve para controlar la erosión, mediante su extenso y complejo sistema de raíces fibrosas conectado por un sistema de rizomas, el cual retiene y previene que el suelo sea arrastrado cuando hay fuertes corrientes de agua. Estas características determinan que estas especies y comunidades pueden ser de gran interés para los trabajos de protección y refuerzo de suelos y laderas, particularmente en áreas donde el bambú es nativo, asegurando una cobertura eficiente del suelo y funciones de refuerzo a través de sus tallos altos y ligeramente densos y sus sistemas de raíces densos y resistentes. (Fernández *et al*., 2018). Un gran porcentaje de rizomas y raíces más del 80% se encuentran en la capa superior del suelo (0-30 cm), donde existe mayor eficiencia para controlar la erosión en (Ceccon y Gómez, 2019). Por lo que se puede afirmar que esto reduciría el impacto de las inundaciones en los márgenes de cuerpos de agua, simulando ser una barrera. Algo particularidad que caracteriza a estas especies es su gran aporte de biomasa, la descomposición de hojarasca es tardía, lo que permite conservar la humedad del suelo, aumentar la permeabilidad, minimizar la erosión y escurrimiento superficial. (Christanty, Mailly, y Kimmins, 1996).

2.2.- Aspectos taxonómicos del Bambú.

El Bambú es una planta gramínea, se clasifica en Cormofitos, dentro de la subdivisión de los espermatofitos. (Pérez, 2014)

Tabla 1.- Taxonomía del Bambú.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Monocotiledóneas
Orden:	Gluminofloralejo
Familia:	Gramínea o Placea
Subfamilia:	Bambusoideae
Tribu:	Bambusae o Placea

Fuente: Pérez, 2014.

En cuanto a la subfamilia Bambusoideae existen 90 géneros de los cuales se clasifican en más de 1250 especies dentro de seis tribus (Anomochloeae, Olyreae, Buerge, Siochioeae, Sreptochacteae y Bambusae.)

2.2.1.- Tribu Bambuseae

La tribu Bambuseae en América reúne los bambúes leñosos y tienen como centro de diversidad la cordillera de los Andes, albergando el 33% de las especies. Se sabe, por ejemplo, que estos bambúes presentan un incremento en su diversidad a medida que se asciende en las montañas, observándose una mayor concentración de especies entre los 2000-3000 m sobre el nivel del mar. (Clark, 2001)

2.2.2.- La subfamilia Bambusoideae

Incluye dos tribus: Bambuseae (bambúes leñosos) y Olyreae (Bambúes herbáceos) y está representada en América por 41 géneros y 473 especies (Judziewicz & Clark, 2004).

2.2.3.- Distribución Geográfica.

Los bambúes leñosos de la subfamilia Bambusoideae están ampliamente distribuidos a través de los trópicos, específicamente los del género Guadua Kunth son comunes en las regiones bajas

de América Latina. El género Guadua se distribuye desde el sur de México hasta el norte de Argentina con grandes vacíos en su distribución. (Young y Judd 1992).

2.3.- Taxonomía de *Guadua angustifolia*.

Tabla 2.- Taxonomía *Guadua angustifolia*.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Angiosperma	Subdivision
Clase	Monocotiledonea
Orden	Glumiflorales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Bambusoideae
Tribu	Bambuseae
Subtribu	Guaduinae
Género	*Guadua*
Especie	*Angustifolia*
Variedad	*Nigra*
Nombre Común	Caña brava, caña espinuda o guadua, caña Guayaquil

Fuente:(Universidad de Sassara, 2017)

Es una planta muy resistente endémica de Centroamérica la han utilizado para la construcción debido a sus culmos de gran resistencia, es de gran importancia desde el punto de vista económico y social. (Freire, *et al*. 2008). sirve para la estabilización del suelo, para reducir significativamente la escorrentía superficial y el impacto de residuos nitrogenados, De crecimiento rápido ya que el brote termina de crecer a los 9 meses, puede alcanzar hasta los 30 metros de altura y 22 centímetros de diámetro (Romero, 2019). Está considerada como el tercer bambú más grande del mundo, y como unas de las veinte mejores especies de bambúes en el mundo debido a la gran capacidad que tiene la misma para absorber altas cantidades de energía y tolerar una mayor flexión ideales para la construcción sismo resistentes (Morán, 2015). Esta especie vegetal tiene varias utilidades y una de ellas es la de aportar nutrientes y equilibrio ambiental a suelos intervenidos. Se encuentra en estado natural en Ecuador, donde forma colonias dominantes conocidas popularmente como “guaduales” concentrados principalmente en la región andina, entre los 0 y 2000 msnm. Plantas perennes, herbáceas o leñosas, con raíces adventicias. (Pérez, 2014).

2.3.1.- Condiciones ecológicas para el cultivo de la *Guadua angustifolia.*

La especie *Guadua angustifolia* asociadas con una vegetación variada y numerosa, originada de una flora heterogénea, con los mismos géneros y familias iniciales, que determinan una triestratofitia característica de las sociedades vegetales más altamente desarrolladas y evolucionadas del mundo. conocido en países como Colombia como guaduales. Las condiciones ecológicas son necesarias para el óptimo desarrollo, fundamentalmente el suelo según las características físicas y químicas. Por ejemplo, para que esta especie se desarrolle necesita de suelos arenosos-limosos, francos, francos-arenosos, franco - limosos, con texturas gruesas y medias. Los suelos pesados o arcillosos no son buenos, de tal forma los suelos donde mejor se ha adaptado la *G. angustifolia* es en suelos ricos en materia orgánica, buenos drenajes no inundables. una característica química de suelo muy importante es el pH, tiene que estar en un rango de 5,5 a 6,0, moderadamente ácidos. Además, los distintos tipos de factores ambientales necesarios para el desarrollo se necesita de una temperatura de 20º a 26º C. Esta especie tiene sus carencias en cuanto a la cantidad de precipitaciones en donde sí es inferior a 1200 mm muestra deficiencia en su crecimiento, en cambio en precipitaciones mayores a 2000 mm anuales se ha comprobado un magnífico desarrollo. Por otro lado, la humedad relativa está comprendida entre el 75% y 85% donde favorece el desarrollo de guaduales. (Teneche, 2007).

2.4.- Restauración Ecológica

Los ecosistemas que han sufrido disturbios se reponen automaticamente cuando no existen o se eliminan tensiones que impidan su regeneración, este proceso es conocido como sucesión natural. Para recuperar un ecosistema una de las primeras acciones es retirar factores que impiden la expresión de mecanismos de regeneración natural. Cuando los ecosistemas están muy degradados o destruidos, han perdido sus mecanismos de regeneración y en consecuencia es necesario asistirlos, en lo que se denomina restauración activa o asistida (sucesión dirigida o asistida). La restauración activa implica, que, con intervención humana, se ayude el ecosistema para superar tensiones que impiden la regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación (Vargas, 2011).

2.4.1.- Metodología de restauración de suelos.

Para que una restauración ecológica sea exitosa es importante seguir con estos 13 pasos importantes (Vargas *et al.,* 2012) que son:

Paso 1.- Establecer el ecosistema de referencia. - En este primer se debe tomar en cuenta estas recomendaciones que señala el autor:

1. Revisión de descripciones ecológicas y listas de especies antes de la perturbación
2. Revisión de fotografías históricas.
3. Ubicación de remanentes del sitio que se va a restaurar que indiquen las condiciones físicas anteriores y la biota.
4. Revisión de descripciones ecológicas y listas de especies de ecosistemas similares e intactos.
5. Revisión de versiones históricas de personas familiarizadas con el sitio del proyecto antes del daño.
6. Evidencias paleoecológicas.
7. Estudios geológicos e hidrológicos.

Paso 2.- Evaluar el estado actual del ecosistema. Se precisa con los objetivos de restauración. Una de las recomendaciones o condiciones que podemos presentar son:

- Condiciones del paisaje
- Condiciones Bióticas
- Condiciones abióticas

Paso 3.- Definir las escalas y niveles de Organización. Los proyectos de restauración abarcan diferentes niveles de organización desde poblacional de especies hasta ecosistemas o paisajes y dentro de cada uno de estos niveles se tendrá los objetivos de trabajo ya sea a escala local, nivel de comunidad, regional o nivel ecosistémico y escala de paisaje en este último se resalta la reintegración de ecosistemas fragmentados y paisajes.

Paso 4.- Establecer las escalas y jerarquías de disturbios. Todos los ecosistemas están sujetos a un régimen de disturbios naturales y antrópicos, la combinación de estos establece una dinámica espacial y temporal en los paisajes (Vargas *et al.,* 2012). Por ejemplo la gran mayoría de ecosistemas están sujetos a sufrir distintos tipos de disturbios naturales como son deslizamientos, vulcanismo, huracanes, tormentas, lluvias y vientos fuertes, inundaciones, heladas cambios climáticos, fuego, sequía y procesos erosivos en cambio los disturbios antrópicos se relacionan con ganadería y agricultura, minería, deforestación, quemas , la

construcción de obras civiles, explotación de especies, siembra de especies forestales exóticas e invasiones biológicas.

Paso 5.- Participación comunitaria. Es vital la participación de las personas, desde su formulación en los proyectos de restauración, lo cual puede garantizar su continuidad y consolidación. Cano y Vargas (citado de Vargas *et al*. 2012).

Paso 6.- Evaluar el potencial de regeneración. Aquí se realizó un diagnóstico de evaluación del potencial de regeneración es decir la disponibilidad de especies en la región como su ubicación, abundancia y etapa sucesional.

Paso 7.- Establecer las tensiones para la restauración. En este paso tenemos una clasificación que son:

- Ecológico. - se relacionan con los factores biológicos y abióticos resultantes del régimen de disturbios antrópico y natural.

Factores que limitan o desvían la sucesión natural. - Tensionantes relacionados con la dispersión de las plantas, Tensionantes relacionados con el establecimiento de las plantas, Tensionantes relacionados con la persistencia de las plantas, Tensionante sociales

- Socioeconómico. - Factores políticos, económicos y sociales que limitan los procesos principalmente los tipos de uso de tierra.

Paso 8.- Seleccionar las especies adecuadas para la restauración. El éxito de los proyectos de restauración depende fundamentalmente de este paso ya que la selección de la especie es un aspecto muy importante.

Para la selección de la especie bajo escala de atributos o rasgos que pueden ser útiles en los sitios que se van a restaurar, en especial en áreas donde hay que recuperar el suelo es importante tener en cuenta especies fijadoras de nitrógeno con especies que produzcan gran cantidad de hojarasca. Para ello se necesita tener el conocimiento de la gente y el conocimiento de expertos locales y científicos.

Paso 9.- Propagar y manejar las especies. Una vez que se ha realizado el paso número 8, ahora se presenta el problema de la consecución del material debido a que en los viveros locales no tienen la cantidad necesaria que abarca el proyecto.

La propagación es la capacidad que tienen las plantas para reproducirse, ya sea de forma sexual o vegetativa. (Vargas *et al.,* 2012). Existen tres tipos de propagación:

1. Por rizomas, estacas, esquejes, bulbos, tubérculos, estolones y segmento de órganos con tallos y hojas.
2. Por injertos donde segmentos de una planta se adhieren a otra receptiva
3. Propagación in vitro, en las cuales, partes de tejido u órganos son cultivados en laboratorio.

La construcción de viveros o invernaderos es muy importante para la propagación y crecimiento.

Paso 10.- Seleccionar los sitios a restaurar. Es el conjunto de recomendaciones para la selección de los sitios hace referencia principalmente a una combinación de factores, bióticos, abióticos y las poblaciones humanas locales Vargas (citado de, Vargas *et al*., 2012).

Paso 11.- Diseño de acciones para superar las tensiones para la restauración

Se plantea cinco conjuntos de acciones

1. Basadas en la remoción y control de los tensionantes leves (frecuencia de quemas, sobrepastoreo, tasa de cosecha, erosión moderada).
2. Basadas en la adición de especies (plantas, animales o microorganismos) o materiales (fertilizantes, materia orgánica, agua).
3. Basadas en la regulación de la tasa de procesos ecosistémicos, es decir, los flujos entre los compartimientos
4. Basadas en la remoción de los tensionantes severos.
5. Basadas en la regulación de las fuentes de entradas de energía.

Paso 12.- Monitoreo el proceso de restauración. Consiste en dar el seguimiento y evaluación continuos de los cambios que experimentan el ecosistema, bajo los diferentes tratamientos de restauración aplicada, nos asegura el éxito de la restauración.

Paso 13.- Consolidación del proceso de restauración. Esto implica que la restauración ha superado todos los tensionales del disturbio y que el ecosistema marcha de acuerdo a los objetivos planteados. (Vargas *et al.*, 2012).

CAPÍTULO 3: Metodología de la Investigación

3.1.- Localización.



Figura 1.- Mapa mundial de las zonas tropicales y subtropicales
Fuente: MONGABAY 2007.

Para el presente estudio la investigación estuvo enfocada en los bosques tropicales húmedos que se encuentran entre las latitudes 10° N y 10°S y representan casi un 25% de la superficie total de bosques en el mundo. Según la (FAO, 1993) están incluidos: bosques húmedos, bosques húmedos bajos, bosques siempre verdes, bosques húmedos semicaducifolios, terrenos boscosos y sabanas arboladas, en regiones donde la precipitación media anual es superior a los 1.000 mm. (Sayer y Whitmore, 1991). Hay aproximadamente 70 países que se encuentran en la región de los bosques tropicales húmedos, que abarca 23 países en América, 16 en Asia y 31 en África. (Ofosu-Asiedu, 2002).

3.2.- Tipo o diseño de investigación.

El tipo o diseño de investigación es Exploratorio cualitativo documental, porque el estudio en la actualidad del bambú es poco investigado y tiene muchas dudas además de existir pocas bibliografías del tema, esta investigación se realizará tabulaciones y análisis de contenidos para demostrar el uso del bambú en procesos de restauración ecológica. Tiene como objetivo realizar estudios exploratorios, analíticos, teóricos e históricos.

3.3.- Métodos de la investigación

Para el proyecto de titulación, la investigación a realizarse es bibliográfica o documental porque incluye un conjunto de fases que abarcan la observación, la indagación, la interpretación, la reflexión y el análisis para obtener bases necesarias para el desarrollo de este estudio, además del futuro no lejano de la aplicación de la caña guadua en suelos con disturbio antrópico, abre las posibilidades a la continuación de estudios de las utilidades que tiene esta especie nativa. Involucrando directamente a la población y a los gobiernos locales para contribuir al planeta de una manera sustentable.

Para el estudio se pretende buscar información calificada en alrededor de 32 fuentes bibliográficas, que informen de las bondades de *Guadua spp*. En proceso de recuperación de suelos tropicales.

Con ello se pretende realizar un mapa sectorizando las especies de bambú dando énfasis a la *G. angustifolia,* así como la colección de datos (precipitación, latitud, longitud, tipos de plagas, temperatura, clima, referencias y tipos de suelo donde su cultivo sea apto, entre otros) que permita discernir la eficacia de la especie. Además de compilar los pasos necesarios para el uso adecuado de esta especie como potencial recuperador de suelos en zonas tropicales.

3.3.1.- Recopilación de material bibliográfico

En esta etapa se realizó una investigación acerca de las diferentes especies de bambú como restauradores de suelo, para buscar la aplicabilidad en suelos intervenidos. En esta etapa de la investigación se logró discernir material bibliográfico apto para el estudio que se desea interpretar. En el cual fueron alrededor de 32 fuentes bibliográficas en distintas localidades especialmente en los trópicos que demostraron la importancia del bambú como regenerador de suelos.

3.3.2. Clasificación de datos información.

Para la siguiente etapa se utilizaron datos redundantes para conocer efectivamente el funcionamiento del bambú y cuáles son las condiciones necesarias para su desarrollo como fueron datos de precipitación, temperatura, altitud, coordenadas geográficas, ecosistemas, tipo de suelo, y plagas

3.3.3.- Elaboración de tabulaciones Excel.

Mediante los datos encontrados y ya mencionados en la fase anterior se prosiguió a desarrollar tabulaciones para clasificar de una manera ordenada.

3.3.4.- Elaboración de gráficas utilizando Excel.

Se desarrollaron gráficas de pasteles y de barras para interpretar los datos obtenidos en esta investigación, de los cuales se tomó en cuenta lo más importante. Y se analizó cualitativamente los resultados obtenidos.

3.3.4.- Elaboración de mapa de las localidades en Arcgis.

Con la ayuda de este software se desarrolló el mapa de las localidades en las diversas partes del mundo. Ya que en cada una de estas localidades se realizaron la investigación con bambú, es importante mencionar que el mapa está seccionado en dos partes, debido a la cantidad de sitios encontrados, de esta manera se puede visualizar de una manera adecuada.

CAPÍTULO 4: Resultados

4.1.- Ubicación geográfica de las áreas donde se revisaron los estudios del bambú en zonas tropicales.

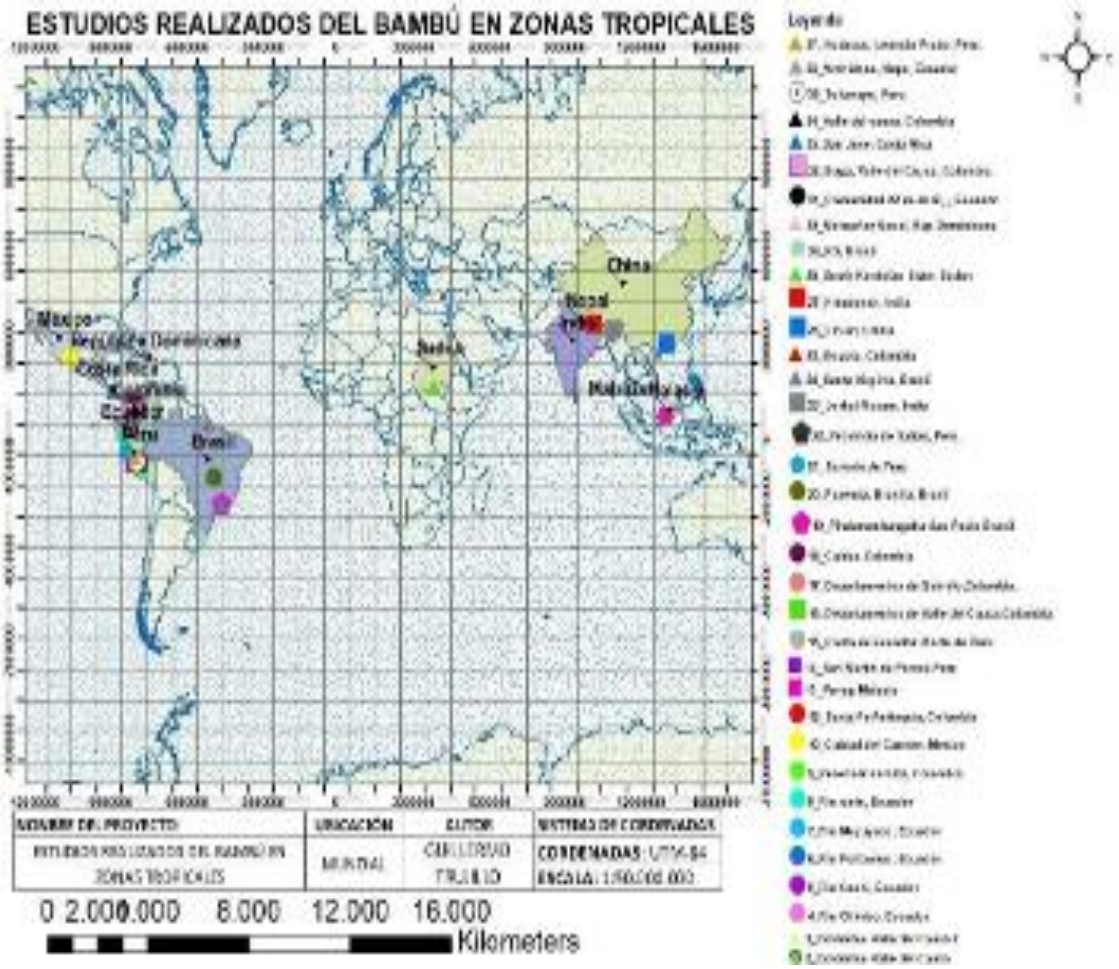


Figura 2.- Ubicación de los sitios de estudio
Fuente: ArcGis

La investigación está enfocado en las zonas tropicales como se puede apreciar en el mapa los sitios de interés demostraron dificultad a la hora de ser investigados por varios motivos como son el idioma, y la difícil de descarga de artículos es por eso que está basado con cerca del 82% es un estudio hecho en el continente americano más aún en centro y sur de américa, y en el continente asiático con un 16% de la investigación en donde hay muchos estudios con bambú pero es difícil acceso y más aún interpretar debido a la diversidad de idiomas.

4.2.- Servicios ambientales de las distintas especies de bambú.

En la siguiente tabla se indica el servicio ambiental que brindan algunas especies de bambú (Ceccon, 2019).

Tabla 3.- Servicios ambientales del bambú.

SERVICIOS AMBIENTALES			
Especie	**Servicio ambiental**	**País**	**Referencia**
Bambusa nutanas	Preservación de la erosión	India	Eashwar, 2018
Bambusa spinosa Roxb.	Mejoramiento de la estructura del suelo.	China	Fu *et al*., 2000
Bambusa vulgaris	Permeabilidad del suelo, Aporte de materia orgánica, Almacenamiento de agua, Prevención de la erosión.	Cuba/ India	Cairo *et al.*, 2017
Chusquea culeou	Deposición de hojarasca	Chile	Veblen *et al*., 1980
Dendrocalamus giganteus	Prevención de la erosión	India	Eashwar, 2018
Dendrocalamus strictus	Aporte de nutrientes al suelo	India	Eashwar, 2018
Gigantochloa aspera	Deposición de hojarasca, Prevención de la erosión	Filipina/ India	Toledo et al., 2017; Eashwar, 2018
Guadua angustifolia	Estabilización del suelo, Regulación Hídrica, Ciclado de nutrientes	Colombia/ Venezuela	Judziewicz, Clark, Londoño y Stern, 1999; Camargo, Arango, Maya, y Bueno, 2018
Nastus chusque	Estabilización del suelo, Protección del suelo por sombras y hojarasca, Prevención de la erosión	Ecuador	Stern, 1995
Phyllostachys bambusoides	Retención de suelo y Almacenamiento de agua	China	Yanxia y Yiping, 2018
Phyllostachys edulis	Mejoramiento de la estructura del suelo	China	Fu *et al*., 2000; Yanxia y Yiping, 2018
Phyllostachys iridescens	Retención de suelo y Almacenamiento de agua	China	Yanxia y Yiping, 2018
Phyllostachys makinoi	Almacenamiento de agua	China	Huang, Liang, y Zeng, 1994

Fuente: (Ceccon, 2019).

Para la recuperación de suelos *G. angustifolia* una característica distintiva de esta especie es su gran aporte de biomasa, contribuyendo a la productividad del suelo, aumentando la materia orgánica, lo que es esencial para la disponibilidad de nutrientes. (Ceccon, 2019). *G. angustifolia* cumple con varios roles, que son la protección contra el deslizamiento de tierra, la defensa de las riberas de los ríos, funciona como un muro que detiene los sedimentos, árboles, rocas, arrastrados por las corrientes de agua. (Añazco, 2019).

> En diferentes países del trópico se habla del bambú como una opción para reducir los efectos del calentamiento global. En América, *Guadua angustifolia* contribuye a la conservación y mejoramiento de la calidad del aire, el guadual captura el dióxido de carbono (CO_2) que se encuentra en el ambiente y lo traslada a su ciclo biológico, donde lo retiene durante determinado período en su composición estructural. Esta función de reservorio es la que aporta positivamente a disminuir el cambio climático. (Umana, 2009, p.7).

Por otro lado, (Eshwar, 2018). Demostró una efectividad del 92% con la especie *Dendrocalamus giganteus*, en viveros, lo que demuestra que es una especie de fácil crecimiento y desarrollo, para luego ser implementada en suelos erosionados, ocasionando un suelo rico en nutrientes. Una especie que es totalmente distinta por su crecimiento es la *Chusquea culeou* ya que el crecimiento de estas plantas es lento hasta su etapa adulta, pero tiene un gran aporte de hojarasca como menciona Veblen *et al*. 1980. La especie más común de bambúes *Bambusa vulgaris* en donde un estudio experimental del impacto de esta especie como regenerador de un suelo en una subcuenca de una fuente hídrica concluye que *B. vulgaris* mejora las propiedades físicas y la materia orgánica, mejorando también las reservas de agua y macrofauna. Cairo-Cairo *et al*. (2017). Un estudio realizado sobre una mina de carbón se introdujo la especie *Dendrocalamus strictus* lo que determinó (Singh y Singh, 1999). es que tiene un gran aporte de nutrientes ya que se recuperó el 36% de la función del ecosistema, incluso aumentar los procesos microbiológicos como el porcentaje de calcio en el suelo. Una especie muy importante para la regeneración de suelos sin duda alguna es la *Nastus chusquea* Kunth. ya que esta especie tiene varias características que la hacen importante ya que previene la erosión, estabiliza el suelo y mantiene la sombra y hojarasca. (Stern, 1995). Esta investigación es realizada en los Andes ecuatorianos.

4.3.- Métodos de propagación o reproducción.

Para la restauración de suelos intervenidos es importante tener en cuenta varios factores necesarios para su adaptabilidad y desarrollo. Es por eso que se debe llevar a cabo un método adecuado de reproducción de bambú. Existen diferentes métodos de reproducción que pueden ser replicados a la hora de hacer una restauración que son de manera sexual o asexual a continuación en la siguiente tabla podemos identificar varios métodos de reproducción qué plantea (Mercedes, 2006).

Tabla 4.- Métodos de Reproducción del Bambú.

Métodos de reproducción			
Métodos	**Características y formas sembrar**	**Efectividad**	**Forma de Propagación**
1.- Reproducción por semillas	No es común el empleo de semillas debido a su lento crecimiento y a penas con un 50% de germinación.	50%	Propagación por semillas
2.- Reproducción vegetativo o asexual	Reproducción por cortes del rizoma. - Existen dos maneras la primera es sacar rizomas de 2-4 años, cortandolos en secciones de 30cm, cavar un hoyo de 1m de ancho, 60 cm de profundidad para colocarlos acostados los rizomas para luego taparlos con tierra. (10cm). La otra es trasplantar matas de 2 años, excavar e introducirlas con toda raíz.	100%	Propagación por Rizoma, tallos y sección de tallos
	La Propagación por sección de tallos.- Tallos jóvenes de 2-3 años, se divide el tallo en secciones (3 o 4 nudos), cada dos nudos se hace un hueco llenándose de tierra, para plantar de manera inclinada (Enda, 1990).		
	Siembra del Tallo.- Se entierra el tallo entero sin dividirlo.		
	Método de Chusquines. - Se utilizan plantas de (1-3 años), se colocan en fundas durante tres semanas para posteriormente llevarlas al campo.		
	Propagación In Vitro.- Es una técnica de micropropagación pudiendo reproducir millones de réplicas de una planta		
3.- Establecimiento del Vivero	Requiere cuidados especiales, épocas de siembra recomendable entre (abril-septiembre), es importante establecer los viveros donde existan agua abundante y permanente, los trasplantes deben hacerse con cuidado, los canteros deben estar libres de hierbas.	100%	Plántulas

Tomando en cuenta este análisis sobre los beneficios ambientales que tiene el bambú, existen factores ambientales, que deben ser tomados en cuenta a la hora de rehabilitar un suelo. Con la ayuda de *G. angustifolia*. En eso se ha basado parte de este estudio para demostrar la importancia de esta especie, su funcionamiento mediante gráficas que se verán a continuación.

4.4.- Análisis de suelos en las diferentes locaciones que se realizó la investigación.

4.4.1.- Tipos de suelos.

La siguiente gráfica representa el porcentaje total de tipos de suelo en donde se hizo investigación con bambú, en distintas partes del mundo. De los 50 artículos revisados en este estudio alrededor de 32 están ligados la calidad de suelo y sus características principales. Podemos decir que la cantidad de artículos que nos presentan suelos ácidos son alrededor de 19 estudios son suelos ácidos, en cambio dos investigaciones se basan en suelos básicos, por otro lado 11 artículos no consideraron el pH del suelo es sus estudios ya qué se habla más de las características de la especie vegetal. 15 investigaciones demuestran la introducción de una especie de bambú en zonas planas, 18 artículos hablan del estudio de bambú en laderas y zonas que sobrepasan los 900 msnm. La textura del suelo se ve reflejada en 18 investigaciones que comprime en suelos franco arenosos con la presencia de *B. vulgaris.* y *D. giganteus.* Suelos áridos con la presencia de *G. angustifolia.* Suelos aluviales con presencia de especies como son *Bambusa dolychoclada, Bambusa stenostachya, B. vulgaris, Phyllostachy markinoi.*

Cabe rescatar que el sobrante de artículos está relacionado con la taxonomía de las especies, formas de restauración de suelo e información necesaria para complementar el proyecto como es en el Capítulo 2 en el marco teórico.

Tabla 5.- Tipos de suelos con su pH, y especie de bambú.

Tipo de Suelo	pH	Densidad aparente	Especie
Suelos moderadamente ácidos	5,5	0,455	*Guadua angustifolia.*
Suelo de laderas de cuencas hidrográficas	5	0,455	*Guadua angustifolia, Brachiaria spp.,*
Suelos semiárido	5	0,5	*Guadua angustifolia.*
Suelos provenientes de calizas y arcillas calcáreas	6,6	0,8	*Guadua angustifolia.*
Suelos árido	5	0,47	*Guadua angustifolia.*
Suelos andosoles-molisoles	6,5	0,7	*Guadua angustifolia.*
Suelos ácidos	5,5	0,55	*Guadua angustifolia.*
Suelos aluviales	5,5	X	*Guadua angustifolia.*
Suelos erosionados	3,5	X	*Bambusa vulgaris*
Suelos arenoso	7	X	*Guadua angustifolia.*
Suelos fértiles, bien drenados, con alto contenido de nitrógeno	5,5; 6,5	X	*Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia, Bambusa vulgaris*
Suelos deforestado	5,3	X	*Dendrocalamus aspes, Bambusa vulgaris, Gigantochloa apus*

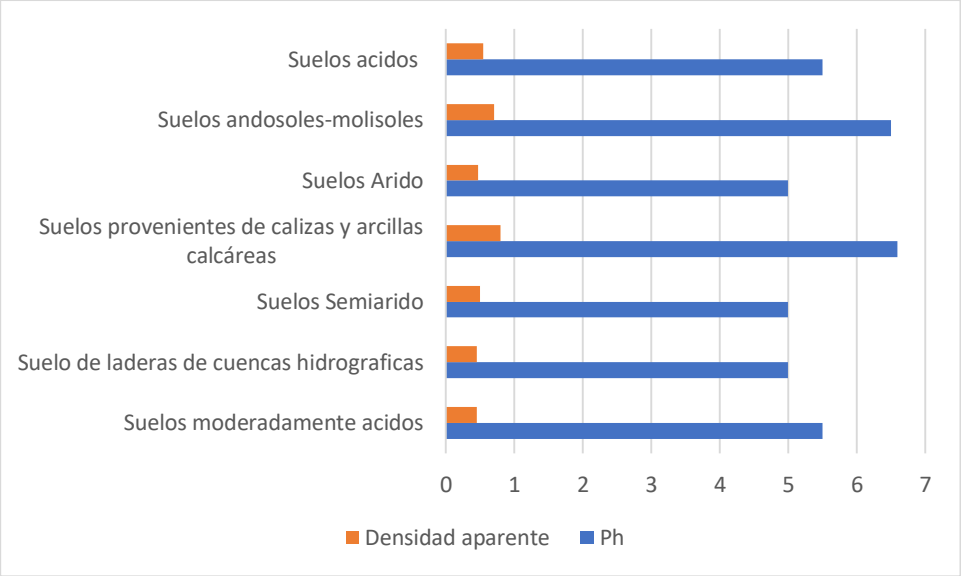


Figura 3. - pH y densidad del tipo se suelo

La figura nos demuestra los suelos que fueron estudiados de los distintos artículos para demostrar que las especies de bambú pueden adaptarse a estos dos factores encontrando ahí adaptabilidad exitosa.

La *G. angustifolia* es una de las especies que se puede adaptar en los distintos tipos de suelos, Lo que nos demuestra que esta especie se desarrolla en suelos ácidos y suelos con buena humedad que tienen un pH entre 5-7 respectivamente.

Cabe mencionar que el análisis estudiado fue realizado en 32 artículos científicos en los cuales no todos los autores representaban el tipo de suelo. Un dato a tener en cuenta que mencionar (Mercedes, 2006). Es que el pH óptimo de suelo se encuentre en un rango de 5.0 a 6.5 para el desarrollo adecuado del bambú. Un estudio de (Gui *et al.*, s.f). En donde establece qué especie como *Phyllostachys praecox* se desarrolla con pH de suelo de 3,85. (INTECAP, 1990). Recomienda la implementación de suelos arenosos con buena humedad, que tenga un drenaje adecuado y la capacidad de retención húmedas y cuando los terrenos son muy fangosos no son buenos.

4.4.- Factores ambientales para el adecuado desarrollo de las distintas especies de bambú.

Una de las partes más importantes de esta investigación se encuentra en este apartado en el cual se desarrolló un análisis de los factores a tomar en cuenta en el desarrollo de estas especies vegetales.

4.4.1.- Precipitación anuales, necesarias para la adaptabilidad de las diferentes especies de bambú.

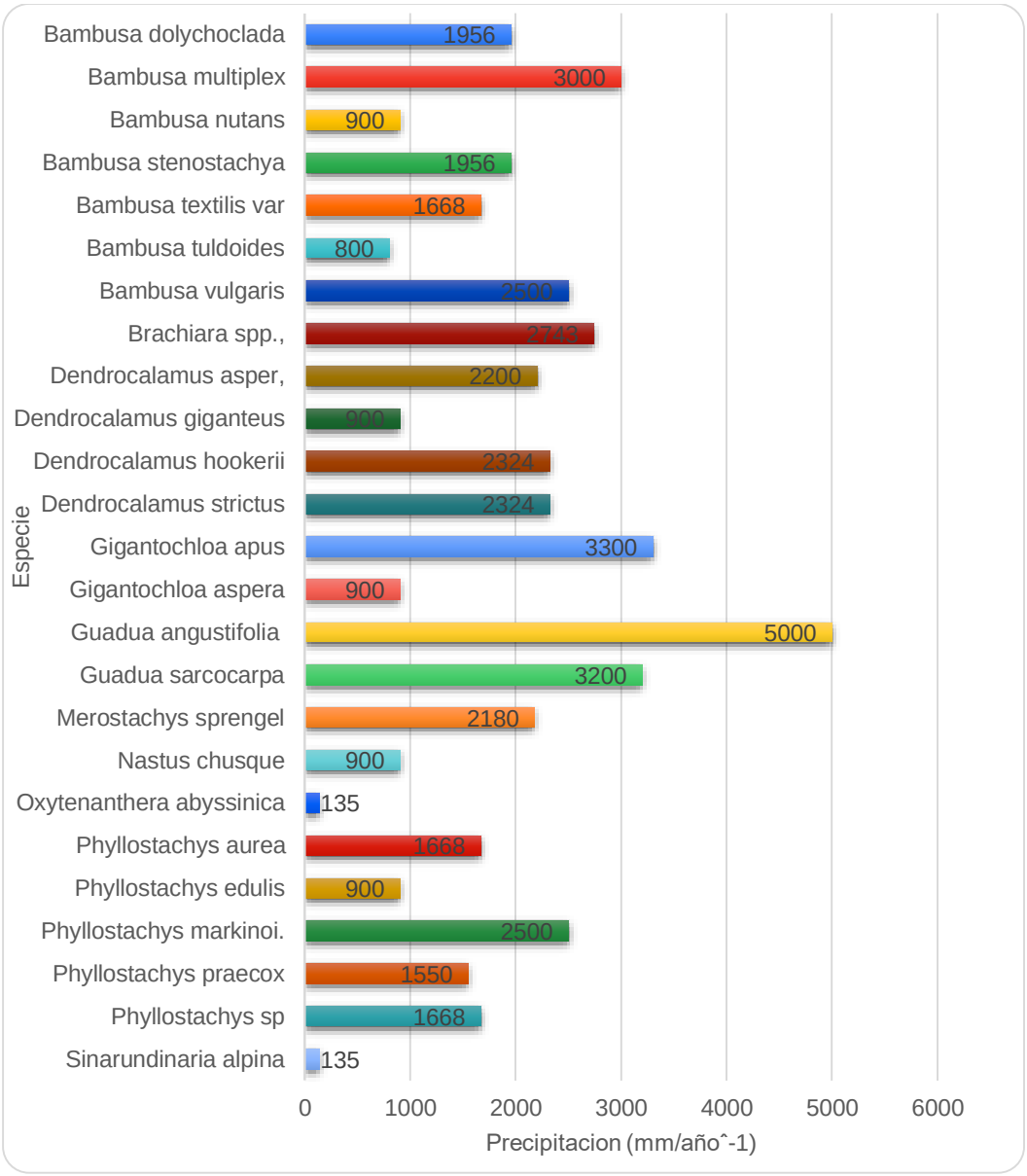


Figura 4.- Precipitaciones necesarias que necesitan estas especies de bambú.

Mediante el gráfico de barras de la precipitación podemos demostrar que *G. angustifolia* es la especie más representativa ya que el rango de adaptabilidad está hasta 5000 mm anuales esto quiere decir que tanto en clima seco, como lluviosos, esta especie no tendría inconvenientes en su desarrollo.

4.4.2.- Temperaturas y humedad relativa adecuadas para el desarrollo de las distintas especies de Bambú.

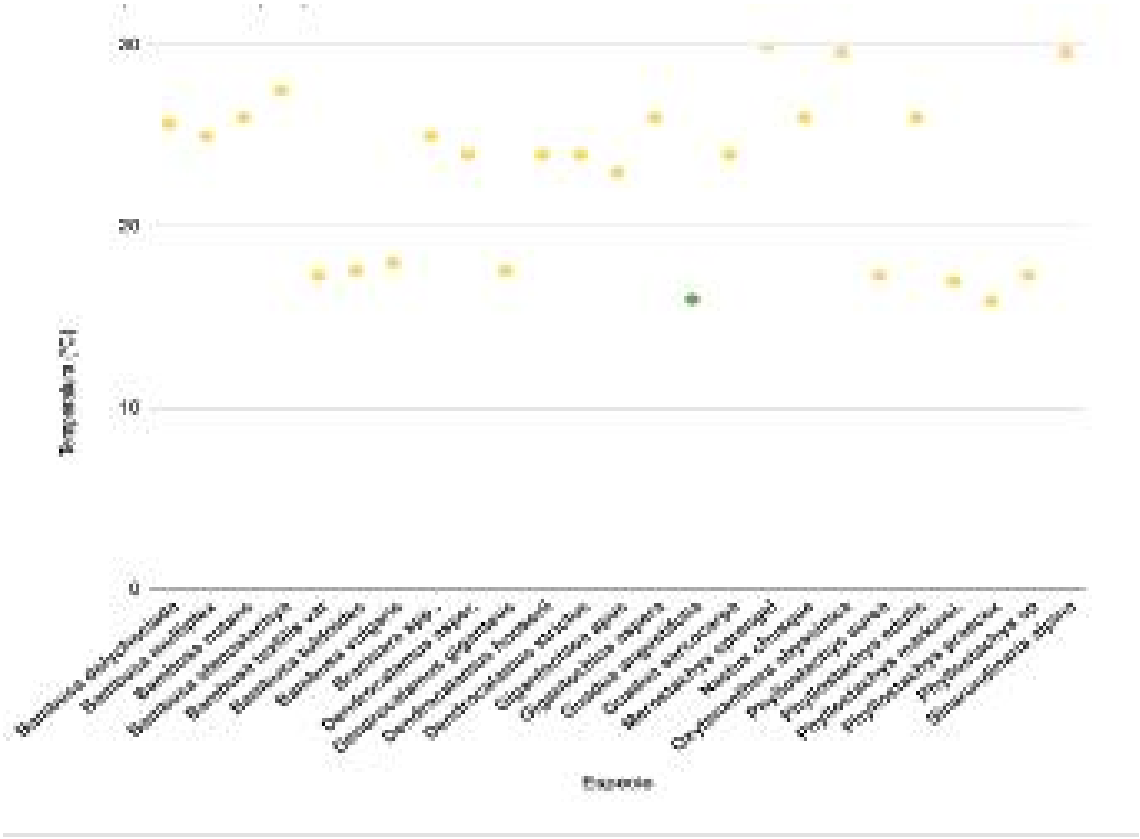


Figura 5.- Temperaturas óptimas para el desarrollo del bambú.

Esta investigación está centrada en los trópicos es por eso que podemos constatar que las temperaturas óptimas para el crecimiento de bambú, se encuentra entre los 10º y los 30º C. Especies como *Dendrocalamus giganteu*s son especies que están en un rango de temperatura de 18º hasta los 30ºC, en cambio *Phyllostachys praecox* se encuentra en un rango de los 15, 9º a los 24º C. La restauración ecológica de suelos intervenidos no es de inconveniente dentro de nuestro país. La humedad relativa necesaria para el desarrollo del bambú es del 80%, es decir que estas especies pueden soportar grandes precipitaciones (Mercedes, 2006). Sin embargo, otros autores como (Flores, 2019). Estableció un rango óptimo de temperatura que va desde los 9º hasta los 36º C.

4.4.3.- Altitud

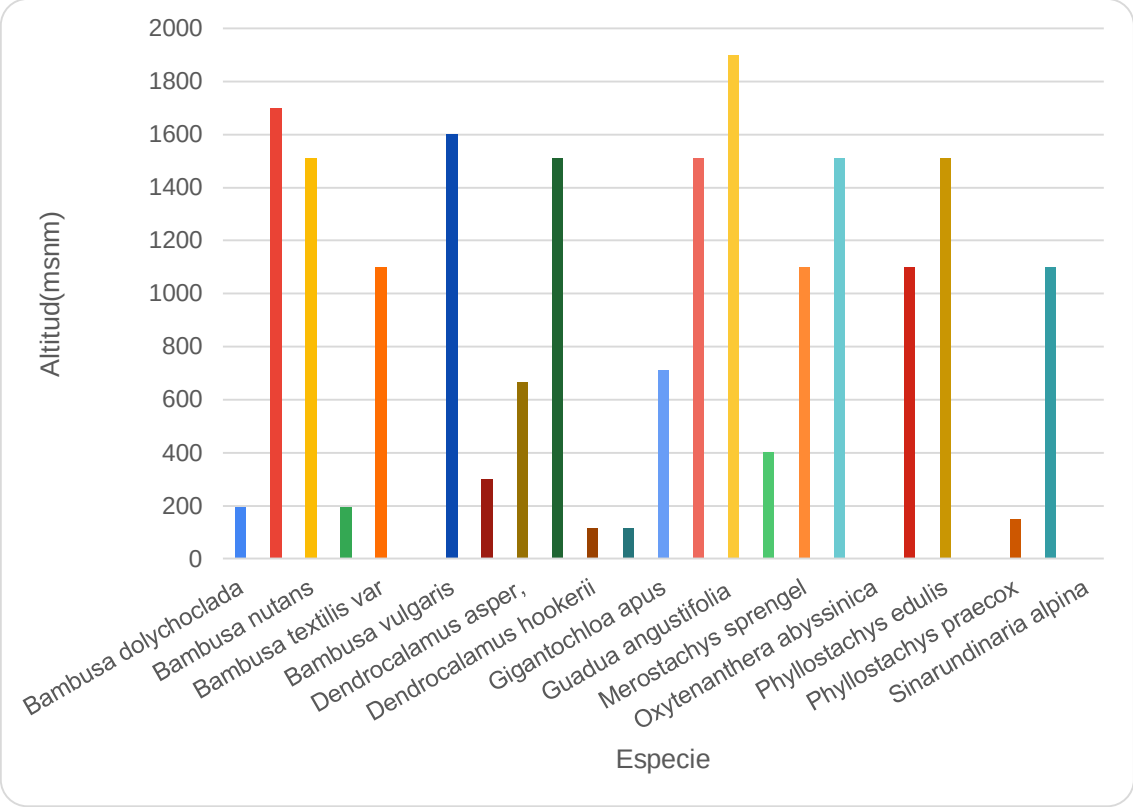


Figura 6.- Altitud que pueden alcanzar las distintas especies de bambú.

Las 32 especies de bambú estudiadas en el presente demuestra que su adaptabilidad frente a la altitud va desde los cero msnm hasta cerca de los 2000 msnm. La *G. angustifolia* al ser de mayor relevancia en el estudio cumple este rango y la utilidad en suelos intervenidos mediante estos factores indican adaptabilidad en la restauración de un suelo intervenido. En cambio (ICTA, 2013). Establece que esta especie puede desarrollarse hasta los 3300 msnm.

4.4.4.- Ecosistemas donde se realizó investigación y la adaptabilidad de la especie.

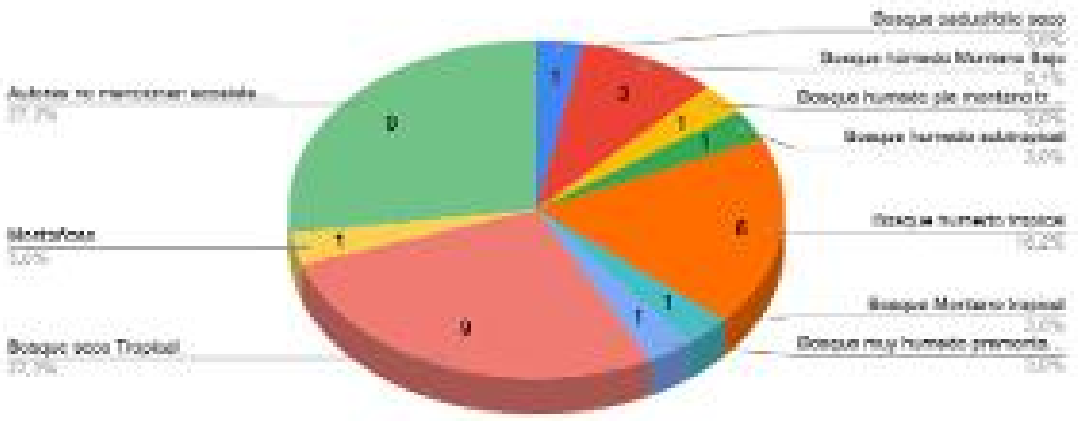


Figura 7.- Porcentaje de ecosistemas estudiados.

Dentro del estudio bibliográfico pudimos identificar alrededor de 12 tipos de ecosistemas donde se han hecho investigaciones de la importancia del bambú como restaurador ecológico, ya que un 22% de los estudios investigados se desarrollaron dentro de un Bosque Seco Tropical, otros ecosistemas de mucha importancia como demuestra la gráfica de pasteles se han hecho investigaciones que sustentan la aplicabilidad de el bambú como una fuente apropiada de restauración dentro de estos ecosistemas.

Tabla 6.- Ecosistema con especies de bambú adaptadas.

Ecosistema	Especie	Artículos
Bosque caducifolio seco	*Dendrocalamus asper*	1
Bosque húmedo Montano Bajo	*Guadua Angustifolia*	3
Bosque húmedo pie montano tropical	*Dendrocalamus asper, Bambusa vulgaris , Guadua angustifolia*	1
Bosque húmedo subtropical	*Bambusa dolychoclada, B. stenostachya, B. vulgarum, Phyllostachy markinoi.*	1
Bosque húmedo tropical	*Guadua angustifolia, Bambusa vulgaris Dendrocalamus strictus, Dendrocalamus giganteus, Dendrocalamus hookeri, Bambusa nutans,*	6
Bosque Montano tropical	*Merostachys sprengel, Guadua angustifolia*	1
Bosque muy húmedo premontano Tropical	*Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia, Bambusa vulgaris*	1
Bosque seco Tropical	*Guadua angustifolia*	9
Bosque Montañoso	*Phyllostachys praecox*	1
Los autores no mencionan el ecosistema.	*Bambusa nutans, Bambusa vulgaris l., Dendrocalamus giganteus, Gigantochloa aspera, Nastus chusque, Phyllostachys edulis, Phyllostachys makinoi, Guadua angustifolia, Bambusa multiplex, Guadua sarcocarpa, Oxytenanthera abyssinica, Sinarundinaria alpina.*	9

En la tabla 6, encontramos los ecosistemas más importantes que varios autores mencionan, se rescató la adaptación de la especie frente al ecosistema, *G. angustifolia* es una especie que se encuentra en 8 de los 12 ecosistemas estudiados, demuestra su supervivencia a pesar de cambios drásticos que tienen los uno con otros.

4.4.5.- Vulnerabilidad y tipo de plaga de las especies de Bambú frente a plagas

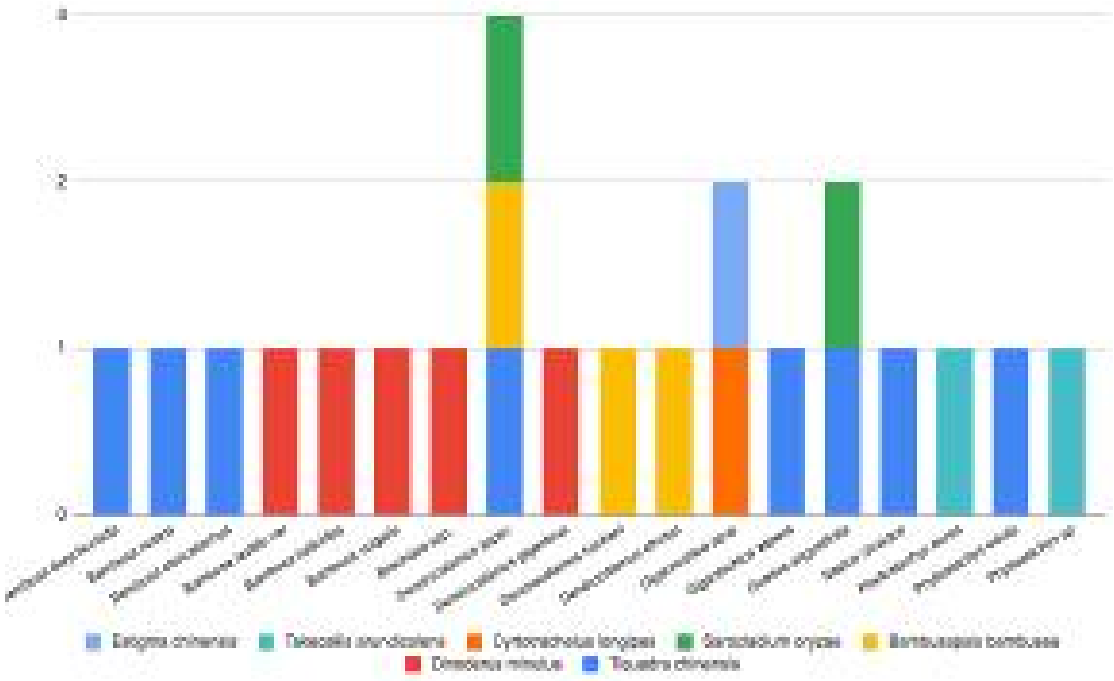


Figura 8.- Gráfico de barras del número de ataque de plagas al bambú.

En el gráfico podemos observar las plagas que presentan cada una de las especies de Bambú, donde *Dendrocalamus asper*, es la única especie que presenta tres tipos de plagas diferentes, en cambio en donde no presentan plagas se debe a la poca información de la especie frente a plagas. Una de las plagas más frecuente es la *Estigma chinensis* qué su modo de ataque es en tallos nuevos, estos depositan los huevos en los entrenudos del tallo deteniendo el crecimiento del bambú es muy frecuente en la *G. angustifolia*. Otra plaga que no es muy relevante en el ataque de bambú, pero cabe mencionar su modo de empleo o ataque, este es un gusano que se alimenta del ápice superior. Se pudo demostrar la existencia de 7 tipos de plagas que son la *Tiquadra chinensis, Dinoderus minutus, Bambusapsis bambusea, Sarocladium oryzae, Cyrtotrachelus longipes, Takecallis arundicolens, Estigma chinensis,* lastimosamente este dato no es muy estudiado y hay poca información acerca del tipo de plaga que existen. Es por eso que se desarrolló la gráfica para demostrar la vulnerabilidad de las especies de bambú frente a las plagas. Y una de la más vulnerable a sufrir afectación por plagas con un porcentaje del 14% es la *Dendrocalamus asper*, mientras que la *G. angustifolia* tiene un porcentaje de vulnerabilidad del 9%.

CONCLUSIONES

La investigación bibliográfica de alrededor de 32 artículos científicos nos demostró la importancia de la recuperación de suelos intervenidos en zonas tropicales con especies de bambú, en donde su adaptabilidad es exitosa con un buen método de reproducción y un adecuado cuidado durante su crecimiento y desarrollo. Por lo cual es necesario tener los datos de precipitación, temperatura, altitud, tipo de suelo, entre otros, para que de esta manera puedan ser introducidos, donde se logrará un óptimo desempeño evitando problemas en el suelo y en las plantaciones. De tal forma al ser una especie de rápido crecimiento es muy importante considerarla en un proceso de restauración de suelo.

Con la elaboración de esquemas gráficos y datos investigadas se sustenta el objetivo específico número dos. Debido a que mediante estas podemos detallar los aspectos necesarios que deben tener las distintas especies de bambú a la hora de restaurar un suelo. Los materiales y métodos utilizados son en base a experimentaciones de varios autores, lo que demuestra cuáles especies de bambú son adecuadas para el tratamiento de suelo que se quiera realizar, de esto dependerá la eficacia y aplicabilidad en la zona a que se quiera introducir.

Para el crecimiento y desarrollo del bambú los suelos óptimos van con un pH de 5 a 7. Como se demostró en la investigación, además que varios autores mencionan este rango necesario de pH. El bambú puede ser utilizado en cualquier suelo intervenido siempre y cuando se respeten los parámetros que deben cumplir, de esta manera se podrán resolver varios disturbios antrópicos en suelos con la acción del bambú. Es por eso que el funcionamiento adecuado del bambú depende de la zona en donde se quiera introducir gracias a la investigación de este proyecto podemos tener un acercamiento al tipo de especie de bambú con las características que tenga el suelo.

RECOMENDACIONES

Se necesita ampliar el estudio de la importancia del suelo en donde se vaya a introducir el bambú como es su comportamiento, Estudiar la importancia de los nutrientes necesarios como son nitrógenos, potasio, etc. para de esta manera identificar cuál de estos son necesarios para un mejor desarrollo del bambú.

Es importante utilizar la *G. angustifolia* en suelos intervenidos, ya que en el Ecuador y más aún en la región amazónica una problemática es la extracción minera a gran escala y es ahí donde la aplicabilidad de esta especie nativa sería de vital importancia para el desarrollo de la comunidad tanto en el ámbito económico, social y ambiental.

Es además importante ampliar el estudio de la introducción de bambú en cuencas hídricas contaminadas por diferentes actividades, ya que se podría utilizar alguna especie de bambú que depure estas aguas y sea beneficioso para la comunidad, el ambiente y la economía.

REFERENCIAS

Agarwal, A., y Purwar, J. (2008). Evaluation of Above Ground Biomass produced by Dendrocalamus asper in North Western Himalayan Region of India. En V. Brias(Presidencia), Resources – Forestry, Plantations and Conservation. Congreso llevado a cabo en VII World Bamboo Congress Proceedings de Tailandia."

Añazco, A. (2013). Estudio de las vulnerabilidades del Bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático. Quito, Ecuador: INBAR.

Añazco. (2019). "Vulnerability of ecosystems with *Guadua angustifolia* in Ecuador in light of climate changes". *Pesquisa Agropecuaria Tropical.* 49(55405):1–10.

Arango, A., Camargo, J., y Castaño, J. (2017). Sustainability calculation approach of guadua *(Guadua angustifolia Kunth.*) forests throughout the use of energetic analysis. Biodiversidad y Servicios ecosistémicos, 66(4), 531-537. doi.org/10.15446/acag.v66n4.57478"

Arbeláez, A. (1996). Regeneración Natural de la Guadua (*Guadua angustifolia* kunt) por activación de las yemas del rizoma. Agr. Medellín, 49(1-2), 65-81.

Cairo, P., Yamisey, Y., Torres, P., Rodríguez, A., Gatorno, S., Rodríguez, O., Jiménez, R., y Pérez, J. (2017). Impacto del Bambú (Bambusa vulgaris Schrader ex. Wendlan) sobre el suelo, subcuenca del río Bayamo, Cuba. *Centro Agrícola. 44*(2), 92-94.

Camargo, J., Chara, J., Giraldo, L., Chara, A., y Pedraza, G. (s.f). Beneficios de los corredores ribereños de *Guadua angustifolia* en la protección de ambientes acuáticos en la Ecorregión Cafetera de Colombia. Recursos Naturales y Ambiente, 61(1), 53-59.

Castro, B. (2018). PROPAGACIÓN DE GUADUA (*Guadua angustifolia* Kunth) COMO OPCIÓN DE REHABILITACIÓN DE UNA ÁREA DEGRADADA POR PASTO GRAMALOTE. (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador."

Ceccon, E., y Gómez, P. (2019). "Las funciones ecológicas de los bambúes en la recuperación de servicios ambientales y en la restauración productiva de ecosistemas". *Biología Tropical* 67(09):679–91.

Chica, P., Guzmán, O., y Cruz, G. (2013). NEMATODE FAUNA ASSOCIATED TO BAMBOO (*Guadua angustifolia* Kunth) AND SECONDARY FOREST ECOSYSTEMS IN SANTAGUEDA, PALESTINA, CALDAS. ResearchGate. 17(1), 226-250. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262434185

Christanty, L., Mailly, D., y Kimmins, J. (1996). "'Without bamboo, the land dies': Biomass, litterfall, and soil organic matter dynamics of a Javanese bamboo talun-kebun system".

Forest Ecology and Management 87(1–3):75–88.

Clayton, A., (2012). Bioengenharia utilizando bambus em faixas para o controle de processos erosivos: Uma análise qualitativa. Polibotánica, 33(1) ,223-243.

Eldoman, A., Diab, E., y Abbakar, G.(s.f). Distribution and Assessment of Bamboo in South Kordofan State, Sudan. En V. Brias(Presidencia), Resources – Forestry, Plantations and Conservation. Congreso llevado a cabo en VII World Bamboo Congress Proceedings de Tailandia.

Fajardo, L., Fajardo, J., Gamero, A., y Campomanes, R. (2014). Beneficios do bambu na recuperação de terras degradadas. En B. Gonçalves (Presidência). IV Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, RS, Brasil.

FAO (1993). The Challenge of Sustainable Forest Management. What Future for the World's Forest FAO, Roma, Italia.

FAO (2018). *Bamboo for land restoration*. Recuperado de https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo

Flores, Y. (2019). EFECTO DE LA HORMONA ROOT-HOR EN EL ENRAIZAMIENTO DEL BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth) EN CONDICIONES DE VIVERO. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

França, C. (2011). Potencialidades de especies de bambú para a estabilidad de solos de Cerrado (tesis postgrado). Universidad de Brasilia, Brasilia: Brasil.

Freire, M., Gallardo, J., Garcia, Y., Leon, J., Milagros, G., y Perez, S.,(2008). Comportamiento en la brotación de las yemas de estacas de *Guadua angustifolia kunth* empleadas en la propagación. Cultivos Tropicales. 29(1):17–22.

González, J., Dávila, A., y Paredes, T. (2013). "Aprendiendo a luchar contra la desertificación, degradación de tierras y sequía en el Ecuador". *Ministerio del Ambiente – MAE 2013*. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/06/aprendiendo3.pdf

Griscom, B., y Ashton, P. (2001). Bamboo control of forest succession: Guadua sarcocarpa in Southeastern Peru. ELSEVIER. Recuperado de http://www.elsevier.com/locate/foreco/.

Gui, R., Zhuang, S., Li, G., y Zhu, Y. (s f). Lei Bamboo (*Phyllostachys praecox*) Growth Degradation associated with Soil Properties using an Organic Material Mulching Technique. En V. Brias(Presidencia), Resources – Forestry, Plantations and Conservation. Congreso llevado a cabo en VII World Bamboo Congress Proceedings de Tailandia.

Khalil, A. (2018). Capítulo introductorio: una descripción general de la investigación en bambú y los descubrimientos científicos. DOI: 10.5772 / intechopen.77094

Más, B. (2010). Siembra de tres especies de Bambú a través de secciones de culmo en un Área deforestada del Bosque reservado de la Universidad Agraria de la selva. (Tesis de pregrado). Universidad Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

Mercedes, J. (2006). Guía Técnica del Cultivo de bambú. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2006. 38p.

Mishra, G., Giri, K., Panday, S., Kumar, R., y Bisht, N. (2014). Bamboo: potential resource for eco-restoration of degraded lands. Journal of Biology and Earth Sciences. 4(2), 130-136. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309457014.

Morán, J. (2015). *Manual de construcción con bambú*. Lima, Perú: INBAR

Morán, J., (2015). Construir con Bambú (Caña de Guayaquil). San Martin de Porras, Perú: INBAR.

Ofusu-Asiedu, A., (2002). El intercambio de experiencias y situación del conocimiento sobre la ordenación forestal sostenible de los bosques tropicales húmidos. INPE 5(38), 257-270.

Pedroza, J. (2014). PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS BOSQUES DE GUADUA (*Guadua angustifolia*. KUNTH), EN SEIS FINCAS DEL MUNICIPIO DE CALIMA DARIÉN, VALLE DEL CAUCA. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Valle, Tuluá, Colombia.

Pérez, C. (2014). Caracterización Genética de Relictos de *Guadua angustifolia*, Un ecosistema Estratégico de la Ecorregión Valle del Cauca Mediante Stress (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Riaño, N., Londoño, X., Londoño, X., y Gómez, J. (2002). Plant growth and biomass distribution on *Guadua angustifolia* Kunth in relation to ageing in the Valle del Cauca – Colombia. Bamboa Sáciense and Culture, 16(1): 43-51.

Rodríguez, A., Sepúlveda, I., Camargo, J., y Quintero, J. (2009). Pérdidas de suelo y nutrientes bajo diferentes coberturas vegetales en la zona Andina de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 58(3), 160-166. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v58n3/v58n3a07.pdf

Ruso, R. (2013). Aportes de las plantaciones de bambú´ en el manejo de cuencas. San José, Costa rica: EDITEC

Sánchez, M. (2017). Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, *Guadua angustifolia* Y Bambusa vulgaris (Bambú), En el vivero Bambú Net del cantón Arciona, provincia de Napo. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Técnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Sayer, J., Y Whitmore, T., (1991). Tropical Moist Forest: Destruction and Species Extinction. Biological Conservation. 55(1), 199-213.

Singh, A., y Singh, J. (1999). Biomass, net primary production and impact of bamboo plantation on soil redevelopment in a dry tropical region. *Forest Ecology and Management ,119*(1), 195-207.

Stern, M. (1995). An Inter-Andean Forest Relict: Vegetation Chance on Pascha Volcano, Ecuador. *Mountain in Research and Development, 15*(4), 339-348.

Tamberelli, M., y Mantuan, W. (2000). Gap-phase regeneration in a tropical montane forest: the effects of gap structure and bamboo species. Plant Ecology. 148, 149-155.

Teneche, G., (2007). "Guadua y Bambu Colombia (gbc) *Guadua angustifolia kunth.* Obtenido de: http://guadua bambu.es.tl/Studio-5.htm.

Trillo, Y., (2014). "PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE Dendrocalamus asper (Schult. Schult. f.) Backer ex K. Heyne, Bambusa vulgaris Schrad. ex H. Wendl. var. vittata. Riviere & C. Riviere, *Guadua angustifolia* Kunth y Guadua aff. Angustifolia Kunth EN EL FUNDO BIO SELVA – SATIPO". (Tesis pregrado). Universidad Nacional del centro del Perú, Satipo, Perú.

Vargas, O., (2011). "Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación". *Acta Biológica Colombiana* 16(2):221–246.

Vargas, O., Diaz, J., Reyes, S., y Gomez, P. (2012). "Guías Técnicas para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas de Colombia". Bogotá, Colombia: GREUNAL World 's Forests FAO, Roma; pág.128.

Veblen, T., Schlegel., F., y Escobar, R. (1980). Dry-matter Production of Two Species of Bamboo (*Chusquea Culeou* and C. Tenuiflora) In South-central Chile. *Jornal of ecology*. *68*(1), 397-404.

Velez, S. (s.f). Actualidad y futuro de la arquitectura del bambú en Colombia. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Villanueva, F., Condor, J., y Mendez, A. (s.f.). Experiencias sobre la silvicultura y usos del bambú en Colombia. Xilema. 27(1), 17-23.

Viswanath, S., Joshi, G., y Jadadish, M. (2012). *Guadua angustifolia* Kunth: Potencial Bamboo Species for Humid Tropics of Peninsular India. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/312023803.

ANEXOS

Tabla A1.- Ecosistemas

Ecosistema	Especie	Investigaciones
Bosque caducifolio seco	*Dendrocalamus asper*	1
Bosque húmedo Montano Bajo	*Guadua Angustifolia*	3
Bosque húmedo pie montano tropical	*Dendrocalamus asper, Bambusa vulgaris , Guadua angustifolia*	1
Bosque húmedo subtropical	*Bambusa dolychoclada, B. stenostachya, B. vulgarum, Phyllostachy markinoi.*	1
Bosque húmedo tropical	*Guadua Angustifolia*	1
Bosque Montano tropical	*Merostachys sprengel, Guadua angustifolia*	1
Bosque muy húmedo premontano Tropical	*Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia, Bambusa vulgaris*	1
Bosque seco Tropical	*Guadua angustifolia*	7
Bosque Tropical	*Dendrocalamus strictus, Dendrocalamus giganteus, Dendrocalamus hookeri, Bambusa nutans,*	2
Desértico	*Guadua angustifolia*	1
Montañoso	*Phyllostachys praecox*	1
Selva Tropical	*Guadua angustifolia, Bambusa vulgaris*	3
Los autores no mencionan el ecosistema.	*Bambusa nutans, Bambusa vulgaris l., Dendrocalamus giganteus, Gigantochloa aspera, Nastus chusque, Phyllostachys edulis, Phyllostachys makinoi, Guadua angustifolia, Bambusa multiplex, Guadua sarcocarpa, Oxytenanthera abyssinica, Sinarundinaria alpina.*	9

Tabla A2.- Suelos

N.-	Autor	Tipo de suelo	Especie	pH	Densidad (g/cm3)
1	Rodríguez *et al.* (2009)	Suelos moderadamente ácidos	*Guadua Angustifolia*	5,5	0,455
2	Riaño *et al.* (2002)	Suelos moderadamente ácidos	*Guadua Angustifolia*	6,8	0,455
3	Añazco. (2019)	Suelo de laderas de cuencas hidrográficas	*Guadua angustifolia*, Brachiaria spp.,	5	0,455
		Suelo de laderas de cuencas hidrográficas	*Guadua angustifolia*, Brachiaria spp.,	5	0,455
		Suelo de laderas de cuencas hidrográficas	*Guadua angustifolia*,	5	0,455
		Suelo de laderas de cuencas hidrográficas	*Guadua angustifolia*,	5	0,455
		Suelo de laderas de cuencas hidrográficas	*Guadua angustifolia*,	5	0,455
4	Arango *et al*. (2017)		-*Guadua angustifolia*		0,455
5	Ceccon *et al*. (2019)		-*Bambusa nutans, Bambusa vulgaris l., Dendrocalamus giganteus, Gigantochloa aspera, Nastus chusque, Phyllostachys edulis, Phyllostachys makinoi.*		
6	Viswanath *et al.* (2017)	Suelo Semiárido	*Guadua Angustifolia*	5	0,5
7	Arbelaez. (1996)	Suelos provenientes de calizas y arcillas calcáreas	*Guadua Angustifolia*	6,6	0,8
8	Khalil. (2016)	Franco arenosos	*Bambusa vulgaris*		
9	Moran. (2015)	Suelos Árido	*Guadua Angustifolia*	5	0,47
10	Añazco. (2013)	andosoles-molisoles	*Guadua Angustifolia*	6,5	0,7
11	Perez. (2014)	Suelos moderadamente ácidos	*Guadua Angustifolia*	5,4; 6,8	0,47
12	Camargo *et al* .(s.f)	Suelos ácidos	*Guadua Angustifolia*	5,5	0,55
13	Chica *et al*. (2013)		*Guadua Angustifolia*	6,5	0,7
14	Clayton.(2012)		*Bambusa multiplex*		
15	De Franca (2011)		*Bambusa vulgaris, Phyllostachys aurea, Bambusa textilis var. Phyllostachys sp*		
16	Griscom y Ashton(2003)		*Guadua sarcocarpa*		
17	Trillo.(2014		*Dendrocalamus asper*,	6,11	0,7

	)		*Bambusa vulgaris, Guadua angustifolia Kunth y Guadua aff. angustifolia Kunth*		
18	Mishra *et al*.(2014)		*Dendrocalamus strictus, D. giganteus, D. hookerii and B. nutans,*		
19	Tabarelli, M., y Mantovani, W.,		*Chusquea kunth, Merostachys sprengel, Angustifolia Kunth*		
20	Vélez.(sf)	Suelos aluviales ricos en ceniza	*Guadua angustifolia*		0.69 gr/cc
21	Gui *et al* (s.f)		*Phyllostachys praecox*	3,85	
22	Agarwal y Purwar(2008)	Guijarros, grava y arena gruesa, entremezclada con limo y arcilla.	*Dendrocalamus asper*		
23	Eldoma *et al* (s.f)		*Oxytenanthera abyssinica, Sinarundinaria alpina*		
24	Fajardo *et al* (2014)		*Bambusa vulgaris Schrad, B. vulgaris var. vittata, B. tuldoides, Dendrocalamus giganteus e Phyllostachys*		
25	Mercedes.(2006)	suelos aluvionales	*Bambusa dolychoclada, B. stenostachya, B. vulgarum, Phyllostachy markinoi.*		
26	Castro. (2018).		*Guadua angustifolia*		
27	Villanueva. (2014)	Diabasas, cenizas volcánicas, aluviones	*Guadua angustifolia*	5,5-7	
28	Ruso. (2013)	Pérdida de suelos por erosión en cuencas hidrográficas	*Bambusa vulgaris(bambú)*	3,5	
29	Pedroza (2014)		*Guadua angustifolia*		
30	Flores (2019)	Arenoso con buena humedad. (fangosos muy húmedos no son buenos)	*Guadua angustifolia*	7	
31	Sanchez (2017)	texturas francas, Franco-arcillosas, Franco-arenoso, suelos fértiles, bien drenados, con alto contenido de nitrógeno	*Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia, Bambusa vulgaris*	5,5; 6,5	
32	Más (2010)	(suelo deforestado) recomienda el autor que Suelos franco arenosos, franco arcillosos, arenosos	*Dendrocalamus aspes, Bambusa vulgaris, Gigantochloa apus*	5,3	

Tabla A3.- Datos generales

ESPECIE DE BAMBÚ	Altitud (msnm)	Temperatura ºC	Precipitaciones mm	Tipo de Plagas
Guadua angustifolia		18	2700	Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia	967- 1415	18	2000	Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia, Brachiaria spp.,	100	25	2383	Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia, Brachiaria spp.,	300	25	2743	Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia,	6-100	21	400-1000	Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia,	6-101	21	400-1000	Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia,	6-102	21	400-1000	Tiquadra chinensis
-Guadua angustifolia	1200	22	2000	Tiquadra chinensis
-Bambusa nutans, Bambusa vulgaris l., Dendrocalamus giganteus, Gigantochloa aspera, Nastus chusque, Phyllostachys edulis, Phyllostachys makinoi.	1510	26	900	Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia	908	16	984	Odontotermes feae/Odontotermes obesus
Guadua angustifolia	550	26,3	1244	no presenta
Bambusa vulgaris	3	32	595	no presenta
Guadua Angustifolia	111	24,2	176	no presenta
Guadua Angustifolia	400-2200	24	500-1000-2000	no presenta
Guadua Angustifolia	900-1600	20	2000-2500	no presenta
Guadua Angustifolia	1160-1200	17	1700	no presenta
Guadua Angustifolia	1050	22,5	2100	no presenta
Bambusa multiplex	1600-1700	25	3000	no presenta
Bambusa vulgaris, Phyllostachys aurea, Bambusa textilis var. Phyllostachys sp	1100	17,3	1668	no presenta
Guadua sarcocarpa		24	2000- 3200	no presenta
Dendrocalamus asper, Bambusa vulgaris , Guadua angustifolia Kunth y Guadua aff. angustifolia Kunth	628	24	1575,4	no presenta
Dendrocalamus strictus, D. gigantells, D. hookerii and B. nutans,	116	24	2324	no presenta
Chusquea kunth, Merostachys sprengel, Angustifolia Kunth	870- 1100	30	2180	no presenta
Phyllostachys markinoi.	500-1500	17	1200-2500	no presenta

Phyllostachys praecox	150	15,9	1550	no presenta
Dendrocalamus asper	1000	32,1	554,3	no presenta
Oxytenanthera abyssinica, Sinarundinaria alpina		29,6	135	no presenta
Bambusa vulgaris Schrad, B. vulgaris var. vittata, B. tuldoides, Dendrocalamus giganteus e Phyllostachys	1	17,6	800	no presenta
Bambusa dolychoclada, B. stenostachya, B. vulgarum, Phyllostachy markinoi.	194	25.7	1956	Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia	500-700	21,3	3000-5000	no presenta
Guadua angustifolia	600-2000	23,8	950-5000	no presenta
Bambusa vulgaris(bambú)	1300	17	1798	no presenta
Guadua angustifolia	1485	18		Tiquadra chinensis
Guadua angustifolia	1898	34,2	491,1	no presenta
Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia, Bambusa vulgaris	665	29,96	1800-2200	no presenta
Dendrocalamus aspes, Bambusa vulgaris, Gigantochloa apus	710	23	3300	Estigmene sinensis, Cytotrachelus longipes, (en la yema apical, langostas, termes, pulgones, cochinillas. del bambú Asterolecanium miliaris y A. bambuseae)

Tabla A4.- Tipos de Plagas

Especie	*Plagas*						
	Tiquadra chinensis	*Dinoderus minutus*	*Bambusapsis bambuseae*	*Sarocladium oryzae*	*Cyrtotrachelus longipes*	*Takecallis arundicolens*	*Estigma chinensis*
Bambusa dolychoclada	1	0	0	0	0	0	0
Bambusa multiplex	0	0	0	0	0	0	0
Bambusa nutans	1	0	0	0	0	0	0
Bambusa stenostachya	1	0	0	0	0	0	0
Bambusa textilis var	0	1	0	0	0	0	0
Bambusa tuldoides	0	1	0	0	0	0	0
Bambusa vulgaris	0	1	0	0	0	0	0
Brachiaria spp.,	0	1	0	0	0	0	0
Dendrocalamus asper,	1	0	1	1	0	0	0
Dendrocalamus giganteus	0	1	0	0	0	0	0
Dendrocalamus hookeri	0	0	1	0	0	0	0
Dendrocalamus strictus	0	0	1	0	0	0	0
Gigantochloa apus	0	0	0	0	1	0	1
Gigantochloa áspera	1	0	0	0	0	0	0
Guadua angustifolia	1	0	0	1	0	0	0
Guadua sarcocarpa	0	0	0	0	0	0	0
Macrostachys sprengel	0	0	0	0	0	0	0
Nastus chusque	1	0	0	0	0	0	0
Oxytenanthera abyssinica	0	0	0	0	0	0	0
Phyllostachys aurea	0	0	0	0	0	1	0
Phyllostachys edulis	1	0	0	0	0	0	0
Phyllostachys markinoi.	0	0	0	0	0	0	0
Phyllostachys praecox	0	0	0	0	0	0	0
Phyllostachys sp	0	0	0	0	0	1	
Sinarundinaria alpina	0	0	0	0	0	0	0
Total plagas presentes	8	5	3	2	1	2	1

Tabla A5.- Coordenadas

País	Latitud y Longitud
Colombia- Valle del Cauca	4°30'32.0"N, 76°14'13.0"W
Colombia- Valle del Cauca	3°41'05.0"N, 76°18'48.0"W
Rio Chimbo, Ecuador	2°11'43.0"S, 79°52'12.0"W
Río Caoni, Ecuador	0°09'00.0"N, 79°18'00.0"W
Río Portoviejo, Ecuador	0°47'45.0"S, 80°31'19.9"W
Rio Muyuyaco, Ecuador	3°16'00.0"S, 79°58'00.0"W
Río siete, Ecuador	3°16′0.01″ S, 79°58′0.12″ W
Pereira-Risaralda, Colombia	4°48'48.0"N, 75°41'41.0"W
México	18°55'34.0"N, 99°13'50.7"W
Bangalore/ Kerala/ Karnataka-India	12°58'19.0"N, 77°35'37.3"E
Santa Fe Antioquia, Colombia	6°33'32.0"N, 77°04'51.0"W
Penang-Malasia	2°30'00.0"N, 112°30'00.0"E
San Martin de Porres-Perú	12°01'49.0"S, 77°03'26.0"W
Costa de Ecuador -Norte de Perú	0°42'00.0"S, 80°00'00.0"W
Departamentos de Valle del Cauca-Risaralda-Quindío, Colombia.	4°30'32.0"N, 76°14'13.0"W
Departamentos de Quindío, Colombia.	4°32′0″ N, 75°42′0″ W
Caldas-Colombia	6°05'19.0"N, 75°38'10.0"W
Pindamonhangaba-São Paulo,Brasil	22°55'26.0"S, 45°27'42.0"W
Fazenda, Brasília. Brasil	15°46'28.0"S, 48°04'38.0"W
Sureste de Perú	8°06'57.6"S, 79°01'48.0"W
Provincia de Satipo, Perú.	11°15'15.0"S, 74°38'17.0"W
Jorhat-Assam. India	26°45'27.0"N, 94°12'11.0"E
Santa Virginia, Brasil	23°17'00.0"S, 45°30'00.0"W
Colombia	4°34'15.2"N, 74°17'50.3"W
Lin-an, China.	22°53'42.4"N, 112°34'46.4"E
Himalayan, India	27°59'17.0"N, 86°55'31.0"E
South Kordofan State, Sudan	11°08'00.0"N, 29°53'00.0"E
RS, Brasil	32°02'06.0"S, 52°05'56.0"W
Monseñor Nouel, Rep Dominicana	18°57'00.0"N, 70°24'36.0"W
Comunidad 22 de abril, parroquia Veracruz, Cantón y Provincia de Pastaza, Ecuador	1°29'25.0"S, 78°00'08.0"W
Buga, Valle del Cauca, Colombia.	3°54'13.0"N, 76°17'55.0"W
San José, Costa Rica	9°56'00.0"N, 84°05'00.0"W
Valle del cauca, Colombia	4°30'32.0"N, 76°14'13.0"W
Tulumayo, Perú.	11°07'26.1"S, 75°21'34.6"W
Arciona, Napo, Ecuador	0°55'00.0"S, 77°47'00.0"W
Huanuco, Leoncio Prado, Perú.	9°55'46.0"S, 76°14'23.0"W

Tabla A6.- Elaboración del mapa en ArcGis.

Nº	Longitud	Latitud	Localidad
1	-76,2369444	4,5088889	Colombia- Valle del Cauca
2	-76,3133333	3,6847222	Colombia- Valle del Cauca
3	-79,87	-2,1952778	Rio Chimbo, Ecuador
4	-79,3	0,15	Río Caoni, Ecuador
5	-80,5221944	-0,7958333	Río Portoviejo, Ecuador
6	-79,9666667	-3,2666667	Rio Muyuyaco, Ecuador
7	-79,9667	-3,2666694	Río siete, Ecuador
8	-75,6947222	4,8133333	Pereira-Risaralda, Colombia
9	-99,23075	18,9261111	Ciudad de México
10	77,5936944	12,9719444	Bangalore/ Kerala/ Karnataka-India
11	-77,0808333	6,5588889	Santa Fe Antioquia, Colombia
12	112,5000000	2,5	Penang-Malasia
13	-77,0572222	-12,0302778	San Martin de Porres-Perú
14	-80	-0,7	Costa de Ecuador -Norte de Perú
15	-76,2369444	4,5088889	Valle del Cauca-Risaralda-Quindío, Colombia.
16	-75,7000000	4,5333333	Departamentos de Quindío, Colombia.
17	-75,6361111	6,0886111	Caldas-Colombia
18	-45,4616667	-22,9238889	Pindamonhangaba-São Paulo,Brasil
19	-48,0772222	-15,7744444	Fazenda, Brasília. Brasil
20	-79,03	-8,116	Sureste de Perú
21	-74,6380556	-11,2541667	Provincia de Satipo, Perú.
22	94,2030556	26,7575	Jorhat-Assam. India
23	-45,5	-23,2833333	Santa Virginia, Brasil
24	-74,2973056	4,5708889	Colombia
25	112,5795556	22,8951111	Lin-an, China.
26	86,9252778	27,9880556	Himalayan, India
27	29,8833333	11,1333333	South Kordofan State, Sudan
28	-52,0988889	-32,035	RS, Brasil
29	-70,4100000	18,95	Monseñor Nouel, Rep Dominicana
30	-78,0022222	-1,4902778	Veracruz, Ecuador
31	-76,2986111	3,9036111	Buga, Valle del Cauca, Colombia.
32	-84,0833333	9,9333333	San José, Costa Rica
33	-76,2369444	4,5088889	Valle del cauca, Colombia
34	-75,3596111	-11,1239167	Tulumayo, Perú.
35	-77,7833333	-0,9166667	Arciona, Napo, Ecuador
36	-76,2397222	-9,9294444	Huanuco, Leoncio Prado, Perú.