



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO EN RODALES NATURALES
ENTRE DOS ESPECIES DE BAMBÚ EN LA PARROQUIA
SEVILLA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

SONIA KATERINE DELGADO VERDUGO

Macas – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO EN RODALES NATURALES
ENTRE DOS ESPECIES DE BAMBÚ EN LA PARROQUIA
SEVILLA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: SONIA KATERINE DELGADO VERDUGO

DIRECTOR: ING. GOERING OCTAVIO ZAMBRANO CÁRDENAS

Macas – Ecuador

2024

© 2024, Sonia Katerine Delgado Verdugo

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

Yo, Sonia Katerine Delgado Verdugo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Macas, 3 de junio de 2024

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature reads "Sonia Katerine Delgado Verdugo".

Sonia Katerine Delgado Verdugo

140094952-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO EN RODALES NATURALES ENTRE DOS ESPECIES DE BAMBÚ EN LA PARROQUIA SEVILLA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**, realizado por la señora: **SONIA KATERINE DELGADO VERDUGO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Miguel Ángel Osorio Rivera PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-06-03
Ing. Goering Octavio Zambrano Cárdenas DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-03
Ing. Jessica Paola Arcos Logroño ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-03

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a quien merece todo el crédito **YHWH** el **Gran Yo Soy**, a mi esposo David Villagómez. S., a mi madre Jeaneth Verdugo B., e hijos por su apoyo constante e incondicional brindando esperanza cada día, siendo de tal manera el soporte fundamental en el transcurso de la carrera.

Sonia

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi amado esposo y aún más a **JAH** por permitirme estudiar en la querida “ESPOCH” SEDE Morona Santiago y a cada uno de los docentes de la Institución quienes fueron de gran apoyo en mi formación académica; un cordial agradecimiento al Ing. Goering Zambrano director de tesis y a la Ing. Ing. Jessica Paola Arcos asesora, así mismo un caluroso agradecimiento a la Ing. Carla Viviana Haro y al Ing. Andrés Carranco por estar prestos con sus conocimientos y apoyo incondicional en el transcurso de la investigación, con el mismo ímpetu a la Ing. Rashell Cazorla quien nos presentó a la Organización Internacional del Bambú y Ratán (INBAR), de la misma manera a Carlos Falconí y Laura Lessio del Equipo INBAR por su apoyo arduo a lo largo del proceso de la Investigación, y de manera grata al señor Gerardo Peralta y su esposa por su apoyo, generosidad y disposición a la apertura en la finca "Arrayan y Piedra" en la cual se hizo la investigación.

Sonia

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1.	Planteamiento del Problema	3
1.2.	Objetivos.....	4
1.2.1.	<i>Objetivo General</i>	4
1.2.2.	<i>Objetivos específicos</i>	4
1.3.	Justificación.....	5
1.4	Hipótesis	5

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1	Bases conceptuales.....	6
2.1.1	<i>Ciclo Hidrológico</i>	6
2.1.2	<i>Balance Hídrico</i>	6
2.1.3	<i>Bambú</i>	6
2.1.4	<i>Agua</i>	6
2.1.5	<i>Evapotranspiración</i>	6
2.1.6	<i>Precipitación</i>	7
2.1.7	<i>Infiltración</i>	7

2.1.8	<i>Escorrentía</i>	7
2.1.9	<i>Rodal Natural</i>	7
2.1.10	<i>Muestra</i>	7
2.1.11	<i>Suelo</i>	7
2.1.12	<i>Temperatura</i>	8
2.2	Bases teóricas	8
2.2.1	<i>Beneficios del bambú</i>	8
2.2.2	<i>Bambú Nivel Global</i>	8
2.2.3	<i>Bambú en Ecuador</i>	9
2.2.4	<i>Aporte de materia orgánica al suelo</i>	10
2.2.5	<i>Escasez de agua</i>	10
2.2.6	<i>Recuperación del suelo</i>	10
2.2.7	<i>Beneficios de la siembra del bambú</i>	11
2.2.8	<i>Semejanzas y diferencias entre las especies G. angustifolia y B. Phyllostachys</i>	11
2.2.9	<i>Velocidad de infiltración</i>	12
2.3	Base legal	12
2.3.1	<i>Suelo-hábitat seguro</i>	12

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	13
3.1.	Enfoque de la Investigación	13
3.2.	Alcance	13
3.2.1.	<i>Análisis exploratorio</i>	13
3.2.2.	<i>Análisis descriptivo</i>	13
3.3.	Diseño de la investigación	14
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	14
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i>	15

3.4.	Tipo de estudio	16
3.5.	Población	16
3.5.1.	<i>Población y localización de Estudio</i>	16
3.5.2.	<i>Tamaño y selección de la muestra.</i>	17
3.6.	Métodos, técnica e instrumentos	18
3.6.1.	<i>Método de muestreo</i>	18
3.6.2.	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	18
3.6.3.	<i>Instrumentos-materiales</i>	19
3.6.4.	<i>Diagrama de flujo ‘Balance hídrico’</i>	20
3.7.	Fase Post Experimental	21
3.7.1.	<i>Análisis de la Infiltración</i>	22
3.7.2	<i>Análisis del Balance Hídrico</i>	26

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	31
4.1.	Procesamiento, análisis e interpretación de resultados	31
4.1.1	<i>Análisis del balance hídrico</i>	31
4.1.2	<i>Análisis de la Infiltración</i>	32
4.2	Discusión	32
4.3	Comprobación de la hipótesis	34

CAPÍTULO V

5.	MARCO PROPOSITIVO	35
5.1.	Propuesta	35

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES.....	37
--------------------------	-----------

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES.....	38
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Zonas con presencia de bambú en Ecuador.....	9
Tabla 2-2: Semejanzas y diferencias entre las especies <i>Guadua Angustifolia</i> y Bambú <i>Phyllostachys aurea</i>	11
Tabla 3- 3: Matriz de consistencia	14
Tabla 3-4: Operación de variables	15
Tabla 3-5: Población de Sevilla Don Bosco	16
Tabla 3-6: Localización del área de estudio.....	17
Tabla 3-7: Instrumentos y materiales para la obtención de datos para la realización del balance hídrico.....	19
Tabla 3-8: Datos de la infiltración de la <i>Guadúa angustifolia</i>	22
Tabla 3-9: Datos de la evaporación.....	25
Tabla 3-10: Balance hídrico del área de la especie del <i>Phyllostachys aurea</i> del mes: mayo/junio según/método de Thornthwaite	26
Tabla 3-11: Balance hídrico del área de la especie de la <i>Guadua angustifolia Kunth</i> del mes: mayo/junio.....	27
Tabla 3-12: Balance hídrico del área de la especie del área Césped del mes: mayo/junio según/método de Thornthwaite	28
Tabla 3-13: Promedio de los porcentajes de humedad en las tomas de muestra para los tres tipos de especie, Guadúa, Bambú y césped, en relación a la precipitación, temperatura, evapotranspiración real y ancho de ambas especies de Bambú y Guadua durante el periodo del mes de mayo y junio de 2023.....	29
Tabla 5-14: Propuesta para prevenir y mitigar impacto ambiental.....	36

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Zonas con presencia de bambú en Ecuador	10
Ilustración 2-2: Las 5 regiones biogeográficas del mundo por Takhtajan (1986).....	12
Ilustración 3-3: Mapa de ubicación de la Finca Arrayan y Piedra	17
Ilustración 3-4: Diagrama de flujo del balance hídrico según Thornthwaite	20
Ilustración 3-5: Línea de tendencia del punto 1 de la especie <i>Guadúa angustifolia</i> Kunth (cm/min).....	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: CAPACITACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS

ANEXO B: ENTREGA DE LOS EQUIPOS Y CAPACITACIÓN POR PARTE DE LA ORGANIZACIÓN INBAR

ANEXO C: LIMPIEZA DEL TERRENO PARA LA COLOCACIÓN DEL INFILTRÓMETRO DE DOBLE ANILLO

ANEXO D: NIVELACIÓN DEL INFILTRÓMETRO DE DOBLE DE ANILLO

ANEXO E: PASE DE DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS

ANEXO F: BALANCE HÍDRICO DE LAS ESPECIES TOMADA DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS Y MEDIANTE EL ALMACENAMIENTO TEÓRICO

ANEXO G: CURVA DE CRECIMIENTO ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL *BAMBÚ PHYLLOSTACHYS AUREA* Y *GUADUA ANGUSTIFOLIA*

ANEXO H: RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO E INFILTRACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL *BAMBÚ PHYLLOSTACHYS AUREA*, *GUADUA ANGUSTIFOLIA* Y CÉSPED

RESUMEN

En Ecuador existe 47 especies de Bambú de las cuales no existen información sobre su balance hídrico, el cual es fundamental para el desarrollo de las plantas, sin embargo los recursos naturales están llegando a su límite por las actividades antropogénicas afectando al aire, agua, suelo, siendo causante de erosiones y disminución del porcentaje de agua para el abastecimiento básico de los seres vivos, una alternativa para su mitigación es el bambú, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue analizar el balance hídrico en rodales naturales entre dos especies de bambú *Guadua angustifolia* y *Phyllostachys aurea* en la parroquia Sevilla Don Bosco provincia de Morona Santiago. La metodología implementada tuvo un enfoque mixto, tipo exploratorio y descriptivo, con un diseño experimental de tipo transversal puesto que existe manipulación de variables y se desarrolló en un periodo de tiempo diurno procurando mantener las mismas condiciones atmosféricas con el fin de reducir errores accidentales, la población en estudio fueron las especies de bambú ubicados en la Finca Arrayán y Piedra, siendo el tipo de estudio de campo y documental necesarios para obtener datos e información mediante diferentes métodos-técnicas e instrumentos como: método Thornthwaite, Almacenamiento Teórico, la estación meteorológica Davis, etc. Mediante esta metodología se logró analizar el balance hídrico entre las especies donde el *Bambú phyllostachys aurea* (b) tiene una capacidad de almacenamiento del recurso agua de un 96%, la *Guadua angustifolia* con un 90.13% y el césped con el 56.81% (a) existiendo diferencias entre las mismas, concluyendo que el *B.phyllostachys* contiene la mayor capacidad de almacenamiento de agua por los dos métodos, comprobando que el bambú es un excelente controlador de la erosión y rehabilitación del suelo, a más de evitar fragmentos de impurezas en ríos.

Palabras clave: <BALANCE HÍDRICO>, <RODAL NATURAL>, <MÉTODO THORNTHWAITE>, <BAMBÚ (*Phyllostachys aurea*)>, <BAMBÚ (*Guadua angustifolia*)>

0916-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

In Ecuador, there are 47 species of bamboo of which there is no information on its water balance, which is essential for the development of plants; however, natural resources are reaching their limit by anthropogenic activities affecting the air, water, soil, Therefore, the aim of this research was to analyze the water balance in natural stands between two species of bamboo *Guadua angustifolia* and *Phyllostachys aurea* in the parish of Sevilla Don Bosco, in Morona Santiago province. The methodology implemented had a mixed approach, exploratory and descriptive type, with an experimental design of transversal type since there is manipulation of variables and it was developed in a diurnal period of time trying to maintain the same atmospheric conditions in order to reduce accidental errors. The population under study were the bamboo species located in the Arrayan and Piedra Farm, being the type of field and documentary study necessary to obtain data and information through different methods-techniques and instruments such as: Thornthwaite method, Theoretical Storage, the Davis meteorological station, and so on. By means of this methodology it was possible to analyze the water balance among the species where *Bamboo phyllostachys aurea* (b) has a water storage capacity of 96%, *Guadua angustifolia* with 90.13% and grass with 56.81% (a) with differences between them, concluding that the *B.phyllostachys* contains the highest water storage capacity by the two methods, proving that bamboo is an excellent erosion controller and soil rehabilitation, in addition to avoiding fragments of impurities in rivers.

Key words: <WATER BALANCE>, <NATURAL RODAL>, <THORNTHWAITE METHOD>, <BAMBOO (*Phyllostachys aurea*)>, <BAMBOO (*Guadua angustifolia*)>.



Silvia Elizabeth Cárdenas Sánchez

C.I 0603927351

INTRODUCCIÓN

El ecosistema es la interrelación del conjunto de comunidades entre, el ser humano, flora y fauna, siendo importante por la relación simbiótica que existe entre especies (Medina et al., 2016), generando así un equilibrio medioambiental; pero debido al mal manejo de los servicios que presta el suelo, como servicio de aprovisionamiento constandingo de agua, alimento, servicio de regulación como: regulación de agua, erosión desastres, etc., los culturales consta de estéticos-recreativos, entre otros. (Hernández-Félix et al., 2017), se han ido degradando, sin mencionar que el cambio climático genera la degradación de estos a nivel mundial, a más de disminuir la eficiencia, calidad de los recursos naturales como: aire, suelo, agua, (Uribe, 2015), a tal razón, si modificamos el recurso agua, los demás recursos incluyendo la biota se van a ver alterados. El agua es un recurso que se usa para varias actividades, desde el uso para el consumo humano hasta el uso en las industrias. (Diario Oficial de la Unión Europea 2006), (Agudelo, 2005), por lo tanto, se deduce que toda actividad antropogénica genera un impacto ambiental generando la degradación de los ecosistemas.

El ente suelo se ve afectado por la sobreexplotación, y reutilización, dando como resultado un suelo erosionado, con pocos nutrientes (Arnulfo, 2022), también se ve deteriorado por los cambios bruscos que se da en el ambiente, como: los vientos violentos, la nubosidad, humedad, fuertes lluvias, radiación solar, entre otras variables de la climatología (Núñez & Higuera, 2018), por lo comentado, se ha buscado alternativas para atenuar la erosión de los suelos y de esta manera mitigar el cambio climático, una de estas alternativas es el bambú, esta especie pertenece a la familia de la gramínea y subfamilia *Bambusoideae* y se dividen en herbáceos y leñosos (Kaushal et al., 2018), estos poseen una altitud arborescente, su sistema de rizomas son desarrolladas, tienen un crecimiento acelerado, no necesita fertilizantes, ni pesticidas o grandes cantidades de agua para expandirse, crecer y desarrollarse, (Herrera, 2010).

A nivel mundial se cuenta con 1681 especies de bambú, (Trillo, 2019) de las cuales 47 de ellas se encuentra en Ecuador, siendo 12 de ellas nativas de la nación, (Vargas, 2022) En Morona Santiago se cuenta con 4 especies de bambú las cuales son: bambú nativo: *Guadua angustifolia Kunth*, *Chusquea serpens* y los bambús exóticos están: *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus asper* siendo los 4 tipos de bambú leñosos, cabe mencionar que dentro de los bambús exóticos y con mayor presencia están: *Bambusa eutuldoide*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper* y *Phyllostachys aurea* (Londoño, 2021), cabe recalcar que la especie *Phyllostachys aurea* no es endémica (Izquierdo & Moreno, 2019).

Las plantaciones de bambú a más de evitar la erosión del suelo por las diferentes actividades como es la obtención de alimentos en la agricultura, ganadería, avicultura, entre otros; todas las especies de bambú brindan un buen almacenamiento y filtración de agua, son de soporte en actividades humanas, retiene dióxido de carbono, protege riveras, recicla nutrientes, entre otros, (Burbano-Orjuela, 2016), con mayor claridad éste recurso protege e enriquece el suelo con sus hojas al momento de descomponerse, además ayuda a regular la humedad del suelo y en el caso de entes hídricas regula las aguas y protege las orillas de los ríos de la erosión producida por el arrastre de nutrientes (Carmioli, 2009). En Ecuador, provincia de Manabí, donde el suelo es seco-húmedo, el bambú es representativo por la presencia aproximada de 145.529 hectáreas de la especie gramínea, en los cantones de Carmen y Pedernales, se desarrolla juntamente con el programa INBAR una escuela de taller de construcciones sostenibles del bambú, con el fin de conservar el medio ambiente mediante la disminución del cambio climático. (Cujilema, 2021), (Mejía et al., 2009) mencionan que el bambú es desarrollable y demandante dentro de la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética en la elaboración de textiles de calcetines, toallas, pañales, ropa de cama siendo este cuatro veces más absorbentes que el algodón, (Gómez S, 2019). Ante sus demandantes beneficios se desconoce el entorno de su balance hídrico, siendo este igual a la relación de entradas y salidas del agua (Montero et al., 2018), el cual es importante porque nos ayuda a tener una estimación de la disponibilidad de agua que requiere la planta para su expansión, desarrollo y crecimiento (Gómez, 2013).

Con la finalidad de mitigar la problemática existente en la erosión de los suelos la presente investigación estará enfocado en analizar el estudio del balance hídrico en dos rodales naturales entre dos especies de bambú en la parroquia Sevilla Don Bosco provincia de Morona Santiago, con el fin de obtener información en condiciones medioambientales para dar solución a la problemática encontradas en el ecosistema.

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

El agotamiento de los recursos que brinda la tierra están llegando a su límite (Verstappen, 2020), y el ente que mayor problema tiene y afronta la sociedad es el agua (Jara, 2021); puesto a que del 100% de la superficie terrestre el 70% es agua y 30% es suelo, del 70% correspondiente al agua se considera que el 97.5% del agua se encuentra en los océanos, y el 2.5% tan solo representa el agua dulce, de este porcentaje se establece que el 68.7% se encuentra en glaciares y casquetes polares, el 30,1% es agua subterránea y el 1,2% corresponde al agua superficial que se encuentra en lago, ríos, vapor de agua y biomasa (Martínez et al., 2018, pp 170-171) por lo tanto, es importante conocer el balance hídrico porque éste evalúa de manera cuantitativa el recurso agua y mediante los resultados se modifican por necesidad a las actividades antropogénicas (Sokolov & Grandin, 1974) con el fin de que el agua alcance para la mayoría de actividades, puesto que se dispone para el consumo menos al 1%. Una de las problemáticas actuales que se debe considerar es el daño que genera la aplicación de plaguicidas, el cual genera diversidad de problemas como: disfunción del sistema ecológico en aguas superficiales, problemas reproductores, muerte de organismos, efectos intergeneracionales, contaminación al ecosistema, etc, (Orta, 2002) en otras palabras, los plaguicidas causan alteraciones al ciclo hidrológico debido a que más del 98% de los insecticidas y del 95% de los herbicidas llegan a toda la biósfera, (Fernández, 2012, afectando a todo ser biótico (animales, plantas, etc.). A más del ciclo de agua se debe considerar que los cambios de temperatura afectan al crecimiento, desarrollo de las plantas y a la descomposición del C, N y otros nutrientes en el suelo,(Otani, 2014) dando como resultado un suelo erosionado, a tal evento, el bambú es una especie óptima para la recuperación y restauración de suelos degradados (INBAR, 2023) considerándolo importante por su aporte a la mitigación del cambio climático (LouYiping et al., 2010). Para el año 2019 la organización INBAR mencionó que los bambúes en Ecuador y en Perú, en relación con su aprovechamiento es mínimo, (INBAR, 2019). Ante lo mencionado en el sector de estudio Finca Arrayan y Piedra no se conoce el balance hídrico, ni las condiciones medio ambientales en donde se desarrolla la especie de *Guadua angustifolia* y *Phyllostachys aurea*, tampoco se conoce si estas especies están afectando o aportando nutrientes al suelo en mencionada Finca.

Formulación

¿Cuál es el balance hídrico en los rodales naturales entre dos especies de bambú en la parroquia Sevilla Don Bosco, provincia de Morona Santiago?

1.2. **Objetivos**

1.2.1. *Objetivo General*

Analizar el balance hídrico en rodales naturales entre dos especies de bambú *Guadua angustifolia* y *Phyllostachys aurea* en la parroquia Sevilla provincia de Morona Santiago

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Comparar los valores del balance hídrico en los rodales naturales del bambú *Guadua angustifolia* y *Phyllostachys aurea* mediante una estación meteorológica.
- Identificar como se ven afectadas las áreas de bambú *Guadua angustifolia* y *Phyllostachys aurea* ante el balance hídrico.

1.3. Justificación

El balance hídrico es el equilibrio entre aportaciones y salidas del agua, este recurso nos ayuda a entender, gestionar y planificar la distribución del agua para mejoras de productos, siendo uno de mayor importancia en la entrada la precipitación y de salida la evapotranspiración. (Vaca & Golicher, 2016). (Duque-Sarango et al., 2019) la precipitación anual en forma de nieve y lluvia sobre la superficie terrestre por año es de 110000.00Km³, y la evaporación diaria de los océanos en el Ecuador es de 0.4cm y menos del 0.1cm en los polos (Jackson et al., 2001), la reserva de agua dulce disponible en Suramérica se estima que es aproximadamente de 17987.00 Km³, y por media per cápita de 44.249m³/hab/año, es decir, al ritmo del crecimiento poblacional, la contaminación, el manejo de desechos, estimando que 1 de 4 personas a nivel mundial no dispondrán del ente hídrico para su respectivo consumo iniciando un caos de manera inmediata (Semarnat, 2008).

En la provincia de Morona Santiago en los años 2014 a 2019 hubo una precipitación aproximada de 2667.02mm al año, con una temperatura promedio de 20.96°C (Pañi & Jerves, 2021) y en 2018 se realizó una tabla de las provincias del Ecuador con respecto a las hectáreas de bambú de mayor a menor, en donde Morona Santiago se encuentra en una de las 6 provincias donde mayormente se ve machas o plantaciones de bambú. Dicho esto, se opta por estudiar dos rodales naturales de bambú, específicamente fracciones o estratos de cada una de las especies antes mencionadas (*Guadua angustifolia* y *Phyllostachys aurea*, (Corvalán & Hernández, 2006).), una de las características del bambú en medio del balance hídrico son sus rizomas, la cual, contribuye directamente a la mitigación de suelos erosionados, protege y conserva el suelo con su alto contenido de raíces, aproximadamente 20kg en la capa vegetal, siendo adecuado para la regulación hídrica y por su almacenamiento hasta 30000.00 litros por hectárea (L/ha) del recurso agua, (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021), aportando de esta manera alrededor de dos a cuatros (2 a 4) toneladas por hectárea de biomasa, , entonces, el bambú mejora la calidad del suelo y reduce su compactación, volviéndolo más poroso, facilitando la infiltración del agua, por ende mejorando el desarrollo de la vida tanto de micro como macroorganismos (Camargo et al., 2010).

1.4 Hipótesis

¿Existe una diferencia significativa entre el balance hídrico de la especie *Guadua angustifolia* y el balance hídrico de la especie *Bambú Phyllostachys aurea*?

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Bases conceptuales

2.1.1 *Ciclo Hidrológico*

Es la circulación del agua en todos sus estados siendo cambiante (estado sólido, líquido, gaseoso), encontrándose en la atmósfera, litósfera e hidrósfera y se estima que inicia en mares y océanos porque ocupa un aproximado del 70% de la superficie terrestre (Rigoberto, 2002).

2.1.2 *Balance Hídrico*

Es la relación de entradas y salidas del agua, siendo así la variación en el volumen de almacenamiento, el cual ayuda a cuantificar los recursos que se dispone para determinar las necesidades de cada especie, (Martínez et al., 2018, pp 170-171).

2.1.3 *Bambú*

El bambú es subfamilia de gramíneas de tipo perennes, se encuentra mayormente en África, Asia y Centro América; en Asia sus brotes son el principal alimento de los osos panda, crece en zonas de clima tropical y subtropical, aunque se adapta a climas con baja temperatura; asimismo crecen a partir de raíces que forman rizomas de manera acelerada. (Torres, 2017).

2.1.4 *Agua*

Es un patrimonio nacional realizado de manera estratégica para el uso de toda la población, siendo un elemento muy trascendental y utilizado por todos los seres vivos, naturaleza, animales y personas (Barrezueta, 2014).

2.1.5 *Evapotranspiración*

Es el conjunto de la combinación de la evaporación y la transpiración, siendo este la pérdida del agua a través de la superficie del suelo, mediante la radiación solar y el vapor producido en hojas, cortezas del tallo y ramas, estos procesos ocurren de manera proporcional, es decir, la evaporación proviene del suelo y la transpiración de cultivos(flora) (León & León, 2023).

2.1.6 Precipitación

Es la caída del agua comúnmente en gotas, nieve o granizo sobre la superficie terrestre, también se le asocia a los fenómenos de las variaciones y cambio climáticos (Pérez-Ortiz et al., 2022).

2.1.7 Infiltración

Es el proceso en que el agua lluvia u otra precipitación penetra al suelo, en donde primero refresca la deficiencia de humedad del suelo, luego pasa a la parte subterránea, saturando espacios vacíos del acuífero (Mencías, 2015).

2.1.8 Escorrentía

Es aquel porcentaje de agua provenientes de una precipitación que no fue capaz de infiltrarse en el suelo, por lo tanto, se escurre sobre la superficie del suelo, y puede presentarse en escorrentía superficial o subterránea (Gaspari et al., 2007).

2.1.9 Rodal Natural

Es en donde la densidad es mayormente homogénea, siendo de manera sencilla saber y conocer cada uno de las coordenadas de la especie en estudio (Rojas-García et al., 2023).

2.1.10 Muestra

Es una porción o parte de una población de interés, siendo éste, el conjunto de todos los posibles individuos, objetos o medidas de interés. (Mason et al., 2002).

2.1.11 Suelo

Es la parte superficial de la corteza terrestre, sirve como soporte para las actividades de los seres vivos y su interacción con el ecosistema y está constituida por minerales con un 45%, materia orgánica 5%, agua y gases con un 25% cada uno (Aguirre, 2010).

2.1.12 Temperatura

Es la medida potencial calorífica del agua, expresado en °C; en el agua subterránea la temperatura no varía de manera importante en un mismo acuífero, usualmente, su valor coincide con la temperatura ambiental media anual incrementada en el gradiente geotérmico. (Alfro et al., 2006).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Beneficios del bambú

Los suelos con presencia de bambú son resistentes y finos haciéndoles fácil de limpiar y adecuados para la realización de cualquier infraestructura, (Sánchez et al., 2016) sus brotes se usan como alimento; en su madurez se usa para construcción, industria textil, fabricación de papel, medicina.

Por su densa red de raíces profundas creadas por las plantas de bambú, éstas especies de gramíneas contribuyen a la mitigación del fenómeno de la inestabilidad hidrogeológica. (Schnabel, 1998) protegiendo las riberas de los entes hídricos de la erosión producida por el arrastre de nutrientes (Carmioli, 2009), otro beneficio de estas especies es su alto almacenamiento de agua en su raíz y tallo, a más de enriquecer el suelo con nutrientes cuando estos se descomponen y a su vez regula la humedad del suelo (Burbano-Orjuela, 2016). Por otra parte y no menos importante se conoce que una hectárea de bambú absorbe aproximadamente hasta 18Tn de dióxido de carbono (CO₂) al cabo del año, siendo mayormente resistente a la madera con 500 kg/cm² o al hierro(Fe) con 3750 kg/cm² y con una resistencia para construcción de 4000 kg/cm² (D'Alessandro, 2016).

2.2.2 Bambú Nivel Global

A nivel mundial, del 100% de las especies de gramíneas existentes, el 65% de las especies de bambú son originarias de Asia Sur-Oriental, al sur de China y al este de India teniendo un aproximado de 900 especies entre 40 a 50 géneros, el 32% está en América Latina con una aproximación de 440 especies con 20 géneros y el 3% se encuentra en África y Oceanía con un aproximado de 40 especies con 13 géneros. (Izquierdo & Moreno, 2019).

A lo largo de la investigación se observó que en el transcurso de los dos años 2019 a 2021 se ha observado un incremento de 301 especies dando un total de 1681 especies.

2.2.3 Bambú en Ecuador

En Ecuador existe 47 especies de bambú, 12 de estas especies son oriundas, esto según Vargas, 2022, también menciona que las especies se agrupan en 5 géneros: *Arthrostylidium*, con tres especies; *Aulonemia*, con cinco especies; *Chusquea*, con 33 especies; *Guadua*, con tres especies; y *Rhipidocladum*, con tres especies dando un total de 47 especies. En Morona Santiago se cuenta con 4 especies de bambú importantes por su procedencia brindando origen exótico como son: la *Guadua angustifolia* Kunth, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper* y *Chusquea serpens*. De la misma manera Londoño, 2021 menciona que los bambúes con mayor presencia en la localidad son: *Bambusa eutuldoide*, *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper* y *Phyllostachys aurea*. En 2018 se realizó un filtro de provincias con mayor cantidad de hectáreas de presencia de bambú hasta con menor cantidad, siendo, Morona Santiago una de las 6 principales provincias en donde mayormente se ve machas o plantaciones de bambú. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018-2022). Véase en la **Tabla 2-1** y la **Ilustración 2-1**.

Tabla 2-1: Zonas con presencia de bambú en Ecuador

<i>Superficie de las principales zonas con presencia de bambú</i>		
Provincia	Hectáreas	%
Manabí	145.529	24.3
Los Ríos	80.763	13.5
Esmeraldas	68.546	11.4
Santo Domingo de los Tsáchilas	44.126	7.4
Guayas	43.825	7.3
Morona Santiago	42.806	7.1
Sucumbíos	27.515	4.6
Pichincha	26.581	4.4
Orellana	24.879	4.1
Pastaza	23.467	3.9
Napo	22.245	3.7
Cotopaxi	19.047	3.2
Santa Elena	11.872	2
Imbabura	7.702	1.3
Bolívar	6.754	1.1
El Oro	4.37	0.7
Total	600,026	100%

Fuente: MAG, 2018-2022

Realizado por: Delgado S., 2024

SUPERFICIE CON PRESENCIA DE BAMBÚ

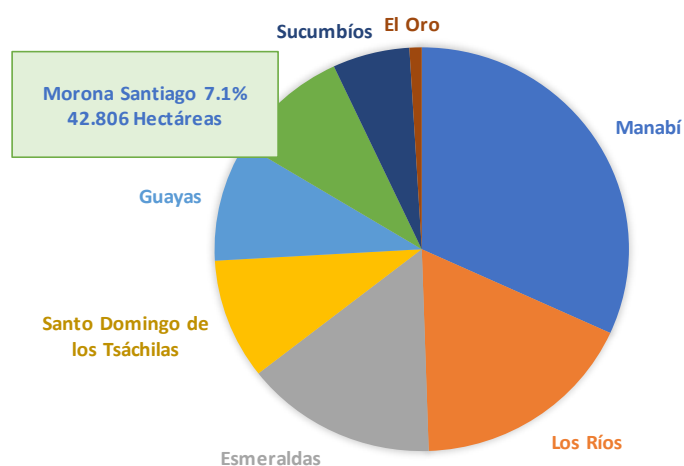


Ilustración 2-1: Zonas con presencia de bambú en Ecuador

Realizado por: Delgado S., 2024
Fuente: MAG, 2018-2022

2.2.4 *Aporte de materia orgánica al suelo*

La aportación de materia orgánica del bambú al suelo es un beneficio que está entre 2 y 4 toneladas por hectárea (Tn/Ha) por su biomasa, incluso constituye entre el 10 y 14% de la totalidad de la materia vegetal que se genera en el guadual; contribuyendo al enriquecimiento y mejora de la textura y estructura del suelo, evitando su erosión, además de tener un mínimo de compuestos orgánicos volátiles (Cecon & Gómez-Ruiz, 2019).

2.2.5 *Escasez de agua*

Es dinámica y su variación es con respecto al tiempo dado como resultado de la variabilidad hidrológica natural, también se entiende por escasez de agua a la insatisfacción del recurso por su demanda, también conocido como estrés hídrico por la sobreexplotación tanto en los entes hídricos subterráneos como superficiales en toda la biosfera (Barrezueta, 2014).

2.2.6 *Recuperación del suelo*

La recuperación del suelo puede lograrse por medio de diversos servicios ambientales que proveen diversas especies de bambúes. Entre las dos especies *G. angustifolia* y *P. aurea* se ha utilizado ampliamente la *Guadua angustifolia* para la estabilización del suelo, por reducir significativamente la escorrentía superficial y el impacto de fertilizantes nitrogenados, particularmente en corredores ribereños, lo que facilita la recuperación de tierras degradadas por

la deforestación y prácticas agrícolas (Ceccon & Gómez-Ruiz, 2019).

2.2.7 Beneficios de la siembra del bambú

El bambú es una especie perenne, evita el movimiento de tierras en taludes y zonas frágiles, también es un regulador y protector de cuencas hídricas, de allí que su siembra resulte ideal en áreas propensas a deslizamientos, derrumbes, erosión y remociones. Además, es una gran fuente de reserva de agua de hasta 30.000 litros / hectárea / año (Camargo et al., 2010).

2.2.8 Semejanzas y diferencias entre las especies *G. angustifolia* y *B. Phyllostachys*

En la **Tabla 2-2** se realizó una comparativa (semejanzas y diferencias) entre las especies *Guadua Angustifolia* (Acosta-Leal et al., 2021) *Bambú Phyllostachys aurea* (Peña, 2015).

Tabla 2-2 Semejanzas y diferencias entre las especies *Bambú guadua angustifolia* y *Bambú phyllostachys aurea*

		<i>Guadua angustifolia</i> y <i>Phyllostachys aurea</i>	
Semejanzas	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas angiospermas y monopodial (crecen por las ramas) • Familia botánica Poaceae • Para mayor productividad se realizan podas (silvicultura) dando bienes y servicios útiles a la sociedad. • Diseño de artesanías, arquitectónicos y muebles. • Suelo con propiedades franco arenosas a húmicas 		
Diferencias	<i>Guadua Angustifolia</i>	<i>Bambú Phyllostachys aurea</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene ramas laterales con espinos • Cañas huecas con 30m alto y aproximadamente 20cmØ • Mayor potencial productivo • Endémica del Neotrópico • Mayor ingreso económico productores 	<ul style="list-style-type: none"> • Cañas huecas con 6m alto y hasta 5-6cmØ • Género con mayor aprovechamiento de brotes (comestible) • Valorado como planta ornamental • Endémico de china entre holártico y paleotropical 	

Fuente: Acosta-Leal et al., 2021; Peña, 2015

Realizado por: Delgado S., 2024

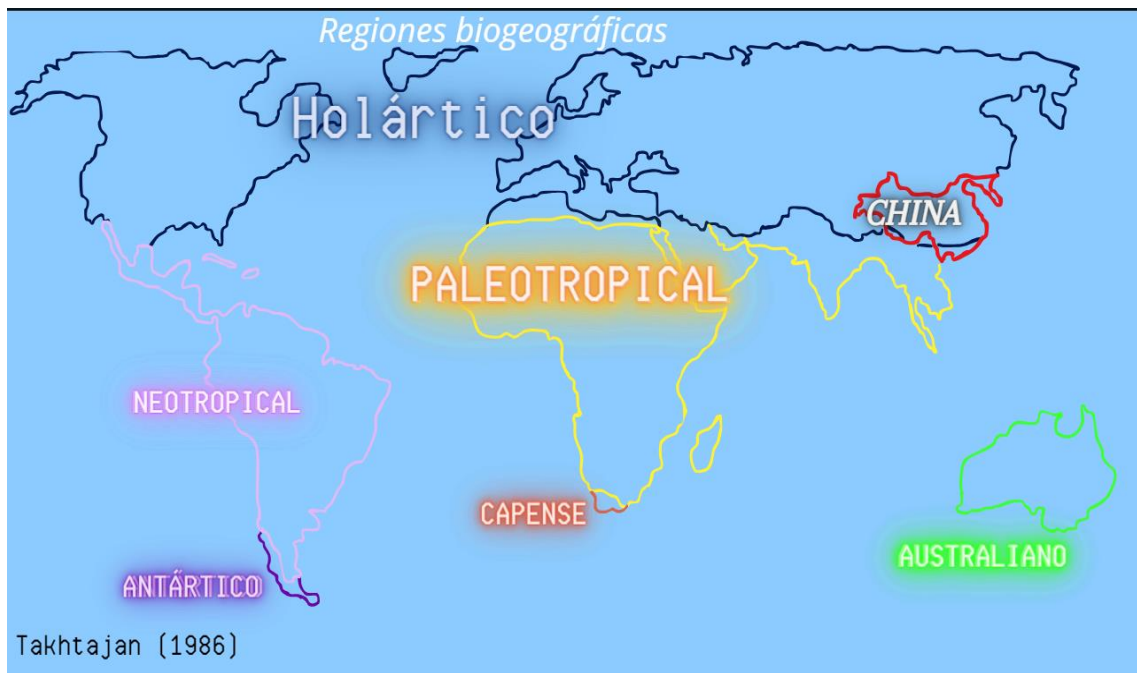


Ilustración 2-2 Las 5 regiones biogeográficas del mundo por Takhtajan (1986)

Realizado por: Delgado S., 2024

Fuente: Takhtajan, 1986

2.2.9 Velocidad de infiltración

Es la velocidad media en el que el agua atraviesa el suelo, se considera que la infiltración depende de la permeabilidad y del gradiente hidráulico, normalmente la expresamos en mm/h y su valor máximo coincide con la conductividad hidráulica del suelo saturado (Ibáñez et al., 2010).

2.3 Base legal

2.3.1 Suelo-hábitat seguro

El Art. 30 de la constitución señala que: “las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna...” “En el Cap. I sección I, se le define al suelo como un soporte físico para las actividades de la humanidad con el fin de buscar su “desarrollo integral sostenible” ..., Dicho esto, se ha buscado y se sigue buscando alternativas para mitigar los impactos negativos en el suelo, con el fin de encontrar y aportar a que la ciudadanía tenga un hábitat seguro ante un suelo libre de contaminación, desertificación y erosión como lo menciona el Art 409 de la CRE, sobre la conservación y normas para proteger el suelo dándole un uso sustentable (CRE., 2008).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la Investigación

El tipo de enfoque de esta investigación fue mixto por su capacidad de no limitar las opciones del investigador, a más de caracterizar y cuantificar los pre resultados mediante la recolección de datos que existen en el ambiente. Todos los resultados obtenidos fueron puestos en el software estadístico ANOVA y TUKEY en una herramienta informática como es Excel, en donde se determinó si existe la diferencia significativa entre los componentes.

3.2. Alcance

La siguiente investigación tiene como alcance a organizaciones públicas y privadas que buscan alternativas para mitigar el impacto ambiental que tienen las actividades antropogénicas, sean estas: edificaciones, construcciones, ganadería, etc., y naturales como: erupciones, deslaves, entre otros, el cual genera cambios al clima; esta investigación está fundamentada con la Organización INBAR la cual se dedica a promover el desarrollo ambiental de manera sostenible utilizando dos plantas distintas como el bambú y ratán, reduciendo el cambio climático y mitigando la pobreza mediante ideas innovadoras, brindando trabajo, generando vínculos en unidades productivas, aportando al rescate cultural, a más de generar aportes a la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018-2022).

3.2.1. *Análisis exploratorio.*

El presente proyecto de investigación fue de tipo exploratorio, debido a que se realizó visitas in situ para la respectiva determinación del área de estudio, en donde se encuentra ambas especies "*Bambú phyllostachys aurea* y *Guadúa angustifolia*" mismas que se encuentran en el mencionado sitio de estudio.

3.2.2. *Análisis descriptivo*

El nivel de la investigación fue descriptivo porque éste detalla los datos obtenidos durante el tiempo de estudio de dos meses, éstas características se consideraron para obtener datos fiables para la investigación, para la ejecución del proyecto investigativo se usó la estación Davis

Instruments, 3465 Ave-Vantage VUE misma que determina las variables de precipitación, humedad y temperatura, abarcando una cobertura de 300m de distancia viable para el estudio.

3.3. Diseño de la investigación

3.3.1. Según la manipulación o no de la variable independiente

El diseño que presenta la investigación es experimental puesto que existe manipulación de variables y las variables de infiltración y evapotranspiración se observaron y midieron en condiciones naturales, como se indica en la **Tabla 3-3** matriz de consistencia y **Tabla 3-4** operación de variables.

3.3.1.1. Variable Independiente

- Rodal Natural
- *Guadua angustifolia*
- *Phyllostachys aurea*.
-

3.3.1.2. Variable Dependiente

- Balance Hídrico
- Evapotranspiración
- Precipitación
- Infiltración

Tabla 3- 3: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p><i>Problema general:</i> Variaciones del ciclo hidrológico como consecuencia del cambio climático.</p>	<p>Objetivo general: Analizar el balance hídrico en rodales naturales entre dos especies de bambú <i>Guadua angustifolia</i> y <i>Phyllostachys aurea</i> en la parroquia Sevilla Don Bosco provincia de Morona Santiago</p>	<p>Hipótesis general: ¿El balance hídrico del rodal 1 <i>Guadua angustifolia</i> es igual o mayor al balance hídrico al rodal 2 <i>Phyllostachys-aurea</i>??</p> <p>Hipótesis específica:</p>	<p>Variable independiente: Rodal Natural (<i>Guadua angustifolia</i> y <i>Bambú phyllostachys aurea</i>)</p>

	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comparar los valores del balance hídrico en los rodales naturales del bambú <i>Guadua angustifolia</i> y <i>Phyllostachys aurea</i> mediante una estación meteorológica. Identificar como se ven afectadas las áreas de <i>Guadua angustifolia</i> y <i>Phyllostachys aurea</i> ante el balance hídrico. 	<p>¿Existe una diferencia significativa en el balance hídrico en la especie <i>Guadua angustifolia</i> y <i>Phyllostachys aurea</i>?</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Balance hídrico: Evapotranspiración, Precipitación e Infiltración.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Realizado por: Delgado S., 2024

Tabla 3-4: Operación de variables

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
<p>Variable independiente:</p> <p>Rodal natural (<i>Guadua angustifolia</i> y <i>Bambú phyllostachys aurea</i>)</p>	Es la toma de datos de cada una de las partes de la circulación del agua en todos sus estados.	Volumen de las especies	Medición directa
<p>Variable dependiente:</p> <p>Son estados en las que el agua se puede encontrar, sólido, líquido y gaseoso, puesto a que este abarca un 70% de la superficie terrestre.</p>			
Evapotranspiración	Es el conjunto de la evaporación y la transpiración	mm	Lisímetro
Precipitación	Es la caída del agua en forma de gotas, nieve o granizo a la superficie.	mm	Pluviómetro
Infiltración	Es el proceso en que el agua lluvia u otra precipitación penetra al suelo.	cm/h	Cilindro de infiltración
Balance Hídrico	Variación en el volumen de almacenamiento.	v/t	Estación meteorológica

Elaborado por: Delgado S., 2024

3.3.2. Según las intervenciones en el trabajo de campo

Esta investigación fue transversal por el tiempo recurrido para la investigación durante los meses de mayo y junio para la obtención de datos y en los meses diciembre 2022 al mes de febrero de 2024 consta la parte de investigación bibliográfica, para la toma de datos se procuró hacerlo en días iguales con las mismas condiciones atmosféricas como temperatura, la humedad, los vientos, precipitaciones, con el fin de reducir errores accidentales, siendo estos pequeñas variaciones con el mismo observador y mismas condiciones.

3.4. Tipo de estudio

El tipo de estudio que se realizó en esta investigación fue de campo y documental, dentro y fuera del lugar de estudio, es decir, de manera in situ y ex situ, insitu-campo, por la obtención de los datos propios del lugar "Finca Arrayán y Piedra" donde se efectuó la selección de cada una de las áreas de estudio con sus respectivas variables como es el caso de la evapotranspiración, infiltración y la precipitación, y es ex situ o documental por la investigación bibliográfica sobre el tema del proyecto.

3.5. Población

3.5.1. Población y localización de Estudio

Para la presente investigación se tomó en cuenta la parroquia Sevilla "Don Bosco", situada en el cantón Morona, más detalle véase en la **Tablas 3-5** y **3-6**

Tabla 3-5: Población de Sevilla Don Bosco

Población "Sevilla Don Bosco"	
Extensión	20 ha
Altura	Desde 400-1100msnm
Clima	Oceánico
Coordenadas	2° 16' 15.0661" N 78° 5' 29" W
Habitantes	16008
Territorio	2.327Km ² Casi un 50% del territorio de Morona Santiago
Temperatura anual	20°C
Precipitación anual	3075mm
Humedad promedio	81%

Fuente: (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Sevilla Don Bosco, 2019).
Elaborado por: Delgado S., 2024

Tabla 3-6 Localización del área de estudio

Localización del área de estudio	
Finca "Arrayan y Piedra"	
Extensión	6 ha
Propietario	Sr. Gerardo Peralta
Km	7 vía Macas Puyo
Coordenadas	2° 16' 15.0661" N 78° 5' 29" W

Fuente: (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Sevilla Don Bosco, 2019).
Elaborado por: Delgado S., 2024

Para lo cual se consideró el área de estudio localizada en la Finca Arrayan y Piedra, constando de 6 hectáreas, ubicada en el Km 7 vía Macas – Puyo en el sector “Las Flores” de la parroquia de Sevilla, a 15 minutos de la ciudad de Macas, mencionada Finca consta de: habitaciones, piscinas, spa, comedor, áreas verdes lleno de armonía y tranquilidad, a más de dos especies de bambú: *Guadua angustifolia* y *Bambú phyllostachys-aurea* y variedad de plantaciones (Arrayán y Piedra, 2023). Véase en la **Ilustración 3-3**

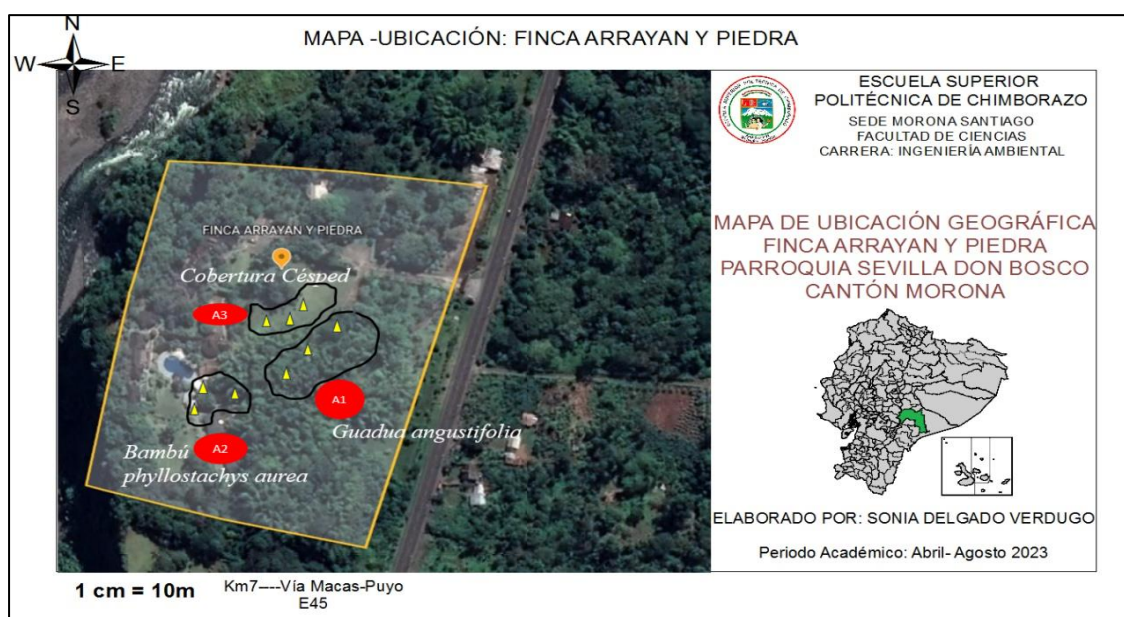


Ilustración 3-3: Mapa de ubicación de la Finca Arrayan y Piedra
Realizado por: Delgado S., 2024

3.5.2. Tamaño y selección de la muestra.

La selección se dedujo en base a las variedades que se encuentran en la Finca, la especie *Guadua angustifolia* y *Bambú phyllostachys-aurea*, el área total de las especies que se estudió fue de 894m², la primera con 530m², la segunda de 184m² y el césped de 180m². En cada superficie se

seleccionó 3 puntos de muestra con 3 repeticiones cada uno infiltración y evapotranspiración, a excepción de la precipitación y temperatura las cuales son las mismas en los 3 estratos, según el área de potencial interés por su dimensionamiento menor a 1 hectárea (Ministerio del Ambiente, 2014), teniendo 6 valores por punto, 18 por área más uno general de la precipitación y temperatura en total son 56 datos para la realización del balance hídrico. La precipitación, temperatura y humedad se tomó cada 5 minutos durante los meses de estudio, estos se sumaron al finalizar las 24 horas dando un total de 288 datos al día por variable, por consiguiente, se obtuvo la sumatoria diaria, semanal y mensual para finalmente tener un promedio de estos que fueron evaluados para la obtención del balance hídrico.

3.6. Métodos, técnica e instrumentos

3.6.1. Método de muestreo

El método de muestreo que se usó fue por conveniencia, éste es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio, porque se obtiene muestras, datos, valores acordes a la facilidad, acceso, disponibilidad y conveniencia del investigador. Establecido lo anterior los datos se obtuvieron netamente en el mismo horario diurno sin presencia de lluvia en el momento (en una misma condición ambiental), con el fin de reducir el margen de error por los cambios repentinos de la naturaleza (paso de sol a lluvia o viceversa).

3.6.2. Técnicas de recolección de datos

La presente investigación y su respectiva toma de datos se procedió en base a la práctica y análisis de los valores obtenidos de los diferentes instrumentos como: Lisímetro, Pluviómetro y Cilindro de infiltración, los datos se llevaron en una hoja de cálculo acorde al tiempo, cantidad de elemento-agua, entre otros, y en base a la observación y análisis directa de las muestras.

Para la obtención de datos de la infiltración el método es del doble anillo o también llamado método de Muntz. Consta en introducir los anillos a una misma profundidad con igualdad de nivel de agua en ambas partes (cilindro interior y exterior) (Albarado & Barahona-Palomo, 2016).

Primero se procedió a la limpieza del terreno, intentando alterar lo menos posible el suelo dejándolo nivelado, se introdujo el cilindro de manera recta y uniforme a 5cm de profundidad, si tiene grietas se introduce hasta las grietas. Por consiguiente, se colocó hasta 25cm de altura de agua en ambos cilindros primero en el de afuera y después en céntrico colocando el agua sobre la funda para evitar levantar sedimentos del suelo, se midieron los tiempos de cada minuto; cuando quede 2cm de agua, se vuelven a llenar hasta la altura máxima, el proceso se detiene hasta obtener una constante en el tiempo bajo la profundidad de la infiltración (Sepúlveda, 1999). Una vez obtenido

los datos para su interpretación se realizó las fórmulas propuestas por (Delgadillo & Pérez, 2016) para determinar su velocidad de infiltración. Para la evapotranspiración se usó el instrumento lisímetro (Méndez et al., 2012). Se realizó un orificio debajo de la planta para la colocación de los lisímetros, la distancia de colocación dependerá del tipo de suelo: 5cm de profundidad en suelo arenoso, 10 en suelos medios o limosos y 15 en suelos pesado o conocido como arcilloso por contener nutrientes, seguidamente se comprime el suelo y se deja reposar un tiempo de 30 minutos a 1 hora en el primer suelo, en el suelo medio de 2 a 4 horas aproximadamente y en suelo compactos entre 3 a 12 horas, (Equipo-Hanna, 2020), cabe destacar que las mediciones no se los realizó seguido de un riego, en este caso se dejó reposar en un tiempo de 2-4 horas por ser un suelo medio franco arenoso arcilloso (Gobierno de Morona Santiago, 2022)

Los datos de la precipitación se tomaron mediante un equipo pluviométrico. (Tapia, 2016), se colocó la estación meteorológica en un espacio abierto a una distancia de 2m del objeto más cercano, a una altura de 1.5m, el área se despejó, niveló y empotró con varillas al suelo por estabilidad del equipo, los datos autoguardados en la consola son extraídos mediante un dispositivo de transferencia de datos estos se pasaron a Excel para su respectivo análisis de datos (VUE, 2013).

3.6.3. Instrumentos-materiales

Para el análisis del balance hídrico de los rodales naturales y el área verde se necesitaron los siguientes materiales descritos en la **Tabla 3-7**:

Tabla 3-7 Instrumentos y materiales para la obtención de datos para la realización del balance hídrico.

<i>Instrumentos:</i>	<i>Descripción</i>
1 infiltrómetro de doble anillo	Sirve para medir la infiltración. Sepúlveda, (1999)
1 lisímetro	Empleada para medir la evaporación del suelo
1 estación meteorológica Davis Instruments, 3465 Ave-Vantage VUE	Sirvió para la obtención de datos de la temperatura, humedad y precipitación.
1 cronómetro	Se usó para medir el tiempo exacto en el que el agua se infiltra.
<i>Materiales:</i>	<i>Descripción</i>
1 machete	Se usó para la limpieza del área de estudio.
1 rastrillo	Se utilizó para la recolección de lo extraído de la limpieza

1 martillo, nivelador y biga	Se usó para nivelar los cilindros de doble anillo del infiltómetro; la biga se colocó sobre los cilindros y se procedió a nivelarle con el martillo.
1 jeringa de 30cm	Se usó para extraer el agua que aproximadamente se evapora
1 cámara, cuaderno de apuntes	Se empleó para las evidencias fotográficas.
Fundas	Se usó para colocar de fondo en el infiltómetro, con el fin de levantar lo menos posible la materia orgánica.
1 tubo	Empleado para realizar los orificios antes de introducir el lisímetro.
4 seguros cóncavos	Se empleó para empotrar la Estación al suelo.

Realizado por: Delgado S., 2024

Una vez obtenido los datos de la temperatura y la precipitación de la estación meteorológica se procedieron a usar el método de Thornthwaite siendo usado en el cálculo de la evapotranspiración para encontrar el porcentaje de almacenamiento del balance hídrico, usando valores antes mencionados, tal como se indica en la Ilustración 3-4 en el diagrama de flujo:

3.6.4. Diagrama de flujo "Balance hídrico"

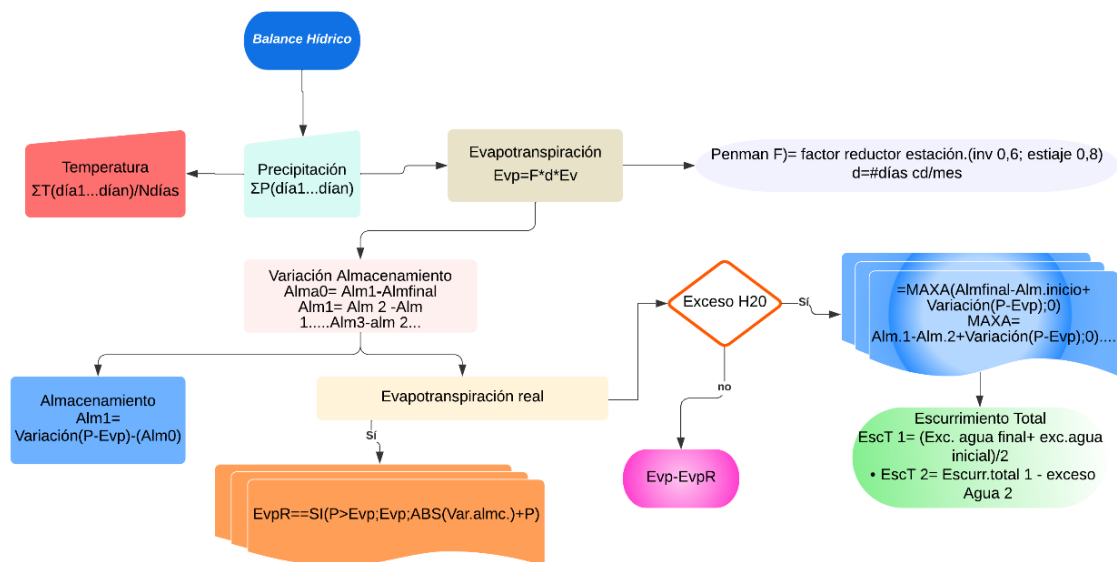


Ilustración 3-4 Diagrama de flujo del balance hídrico según Thornthwaite

Realizado por: Delgado S., 2024

Dentro de los parámetros del cálculo del balance hídrico es necesario la temperatura, precipitación y evapotranspiración la misma que se obtienen por el método de Penman, el cual calcula la evapotranspiración potencial mediante la multiplicación factor reductor (F) dependiendo la estación: 0.6 para invierno y 0.8 para verano o estiaje, estos valores se multiplican por los valores encontrados de la evaporación (Ev) y por los números de días de cada mes (d), en este caso del mes de mayo y junio. Para la variación de almacenamiento cero se resta el almacenamiento uno con el almacenamiento final, para el almacenamiento uno se resta el almacenamiento dos menos el almacenamiento uno y sucesivamente. **Ecuación 1**

$$\text{Variación de almacenamiento} = \Delta S = \Delta S1 = Alm1 - AlmFinal$$

$$\Delta S2 = Alm2 - Alm1$$

$$\Delta S3 = Alm3 - Alm2$$

$$\Delta S4 = Alm4 - Alm3, etc.$$

Para la obtención del almacenamiento uno este es igual a la variación de la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración, este resultado se resta por el almacenamiento cero y así respectivamente. Para encontrar la evapotranspiración real este es igual: Si la precipitación es mayor a la evapotranspiración el resultado es la evapotranspiración, pero en el caso de ser diferente la respuesta es la variación de almacenamiento más la precipitación sin considerar signos positivos o negativos. En el caso de no existir un exceso de agua este es la diferencia entre la evapotranspiración y la evapotranspiración real.

3.7. Fase Post Experimental

Determinación de la velocidad de la infiltración del agua en el suelo mediante el método Muntz. Para los datos de la infiltración en el área uno punto uno de la especie *Guadua angustifolia* en la finca Arrayán y piedra, se procedió a limpiar el punto de estudio y colocar los anillos al suelo mediante el método Muntz, se llenó la lámina hasta una altura de 25cm y se tomó los datos a cada minuto y cuando esté por los dos últimos centímetros se vuelve a rellenar con cuidado hasta los 25 cm, este proceso finalizó cuando se observa una constante en relación al tiempo e infiltración (Sepúlveda, 1999). En la **Tabla 3-8** se observó que a los primeros 25cm de relleno de agua su fluidez es inconstante y rápida, el tiempo de saturación en los primeros 6 minutos es menor que en el segundo y tercer intervalo de tiempo, esto debido a que: a menor humedad mayor tasa de infiltración (H₂O que penetra al suelo/Tiempo), mientras más pequeño sea: el espesor del área de estudio, la altura de agua en el anillo, la estructura y textura del suelo como lo menciona Ibáñez

et al., 2010 mayor será la fluidez del líquido, por tal razón se ve reflejado el aumento del intervalo de tiempo en una misma cantidad de relleno de agua.

3.7.1. Análisis de la Infiltración

En la **tabla 3.8** se detalla los datos obtenidos en el área 1 punto 1 que corresponde a la *Guadua angustifolia Kunth* para obtener la infiltración.

Tabla 3-8 Datos de la infiltración de la *Guadúa angustifolia*

Datos de la Infiltración del Área 1 Punto 1						
Toma 1			Área: <i>Guadua angustifolia</i> 'Kunth'			
Punto 1			Finca: Arrayan y Piedra			
Interv. tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Nivel de agua (cm)	Relleno (cm)	Lam. Infiltr. Interv. tiem. (cm)	Lamina acumulada (cm)	Infiltración Instantánea (cm/h)
0	=	25		-	=	-
1	<u>1</u>	16		9	<u>9</u>	540.0
1	<u>2</u>	12		4	<u>13</u>	240.0
1	<u>3</u>	9		3	<u>16</u>	180.0
1	<u>4</u>	7		2	<u>18</u>	120.0
1	<u>5</u>	5		2	<u>20</u>	120.0
1	<u>6</u>	3		2	<u>22</u>	120.0
	<u>7</u>	0	25	3	<u>25</u>	180.0
1	<u>8</u>	12		13	<u>38</u>	780.0
1	<u>9</u>	11.5		0.5	<u>38,5</u>	30.0
1	<u>10</u>	10.6		0.9	<u>39,4</u>	54.0
1	<u>11</u>	9		1.6	<u>41</u>	96.0
1	<u>12</u>	7		2	<u>43</u>	120.0
1	<u>13</u>	6		1	<u>44</u>	60.0
1	<u>14</u>	5		1	<u>45</u>	60.0
1	<u>15</u>	4.5		0.5	<u>45,5</u>	30.0
1	<u>16</u>	3		1.5	<u>47</u>	90.0

	<u>17</u>	0	25	6	<u>53</u>	360.0
1	<u>18</u>	19		6	<u>59</u>	360.0
1	<u>19</u>	17		2	<u>61</u>	120.0
1	<u>20</u>	15		2	<u>63</u>	120.0
1	<u>21</u>	13		2	<u>65</u>	120.0
1	<u>22</u>	10		3	<u>68</u>	180.0
1	<u>23</u>	9		1	<u>69</u>	60.0
1	<u>24</u>	8		1	<u>70</u>	60.0
1	<u>25</u>	7.8		0.2	<u>70,2</u>	12.0
1	<u>26</u>	6.5		1.3	<u>71,5</u>	78.0
1	<u>27</u>	5.7		0.8	<u>72,3</u>	48.0
1	<u>28</u>	4.3		1.4	<u>73,7</u>	84.0
1	<u>29</u>	3.5		0.8	<u>74,5</u>	48.0
1	<u>30</u>	2.7		0.8	<u>75,3</u>	48.0
1	<u>31</u>	2.6		0.1	<u>75,4</u>	6.0
1	<u>32</u>	2.5		0.1	<u>75,5</u>	6.0
1	<u>33</u>	2.5		0	<u>75,5</u>	0.0
1	<u>34</u>	2		0.5	<u>76</u>	30.0
1	<u>35</u>	0		2	<u>78</u>	120.0

Elaborado por: Delgado S., 2024

En la **ilustración 3-5** se observa la línea de tendencia del punto 1 de la especie *Guadúa angustifolia* Kunth (cm/min), la cual es importante para el cálculo de las ecuaciones de infiltración en función de infiltración acumulada

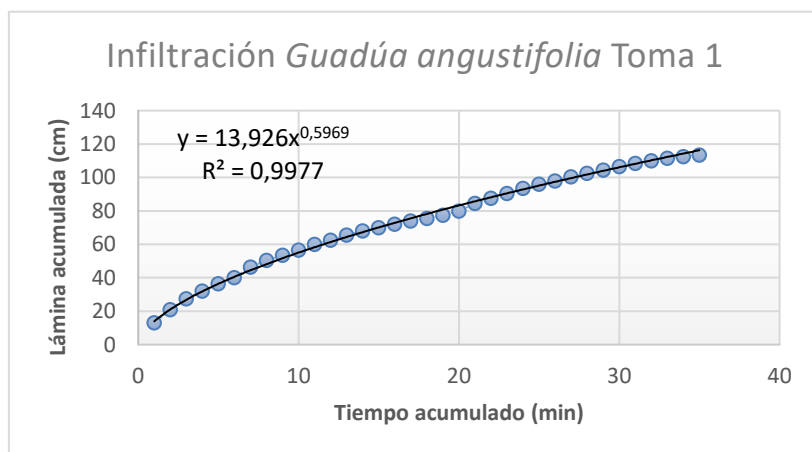


Ilustración 3-5 Línea de tendencia del punto 1 de la especie *Guadúa angustifolia* Kunth (cm/min)

Realizado por: Delgado S., 2024

Para calcular la infiltración básica a partir de la prueba de campo, se utilizó el cilindro infiltrómetro de doble anillo y los datos obtenidos se procedieron a colocar en Excel según (Delgadillo & Pérez, 2016)

$$I = at^b \text{ (2 ecuación)}$$

Donde:

I = Velocidad de infiltración, expresada en mm/hora, cm/hora, etc.

t = Tiempo de oportunidad (tiempo de contacto del agua con el suelo) expresado en minutos u horas

a = Coeficiente-representa la velocidad de infiltración para el intervalo inicial de tiempo

b = Exponente adimensional que varía de acuerdo con las características del suelo entre 0 y -1

$$I_{cum} = At^B \text{ (3 ecuación)}$$

Donde:

$$B = b + 1 \quad A = a/B \quad 0 < B < 1$$

$$t_b = -a(10b)^b \text{ (4 ecuación)}$$

Donde:

t_b = Es el tiempo en horas para alcanzar la infiltración base, entonces, **I_b = a(-10b)^b** (5 ecuación)

Para calcular los valores de A, B y r², se traza una línea de tendencia potencial con los datos del tiempo acumulado y la lámina acumulada, se coloca en la segunda ecuación y una vez obtenidos los datos se coloca en la tercera ecuación y una vez calculado el tiempo en minutos en la ecuación cuarta, colocamos en la ecuación quinta, los minutos pasamos a horas y obtenemos nuestra infiltración básica en mm/h, siendo esta necesaria para obtener la infiltración total de la toma 1.

DATOS

$$X=B=0.5969 \quad Y=A=13.926$$

$$B = b + 1 \Leftrightarrow b = B - 1 \quad a = 13.926 * 0.5969$$

$$b = 0.5969 - 1 \quad a = 8.31 \text{ R//}$$

$$b = -0.4031 \text{ R//} \quad t_b = -10b$$

$$A = \frac{a}{b} \Leftrightarrow a = A * B \quad t_b = -10(-0.4031)$$

$$t_b = 4.031_h * \frac{60_{min}}{1_h} = 241.86_{min} \text{ R//}$$

$$I_b = a(-10b)^b$$

$$I_b = 8.312(241.86_{min})^{-0.4031}$$

$$I_b = 0.910 \frac{cm}{min} * \frac{60_{min}}{1_h} = 54.58 \frac{cm}{h} \text{ R//}$$

En la **tabla 3-9** se coloca los datos de la evaporación obtenida mediante el uso del lisímetro en las respectivas tomas en los meses de mayo y junio

Tabla 3-9 Datos de la evaporación.

<u>Temperatura °C / Toma de muestras</u>		Evaporación				MES
20.80	Toma 1	0.46	0.35	0.52	mm	Mayo-invierno 0.6
21.21	Toma 2	0.49	0.38	0.57	mm	
21.97	Toma 3	0.51	0.45	0.69	mm	
21.76	Toma 4	0.44	0.34	0.63	mm	
20.89	Toma 1	0.47	0.36	0.52	mm	Junio estiaje 0.8
18.90	Toma 2	0.37	0.097	0.1	mm	
20.02	Toma 3	0.43	0.11	0.42	mm	
19.76	Toma 4	0.4	0.1	0.3	mm	
20.66	<u>Especies</u>	Guadua	Bambú	Césped		
Ejemplo <i>Guadua</i> : $0.6 * 31 * 0.46 = 8.64\text{mm}$ Evpr						

Elaborado por: Delgado S., 2024

Para la obtención de la evapotranspiración se procedió a usar la fórmula de Penman $ETP = F * d * Ev$, en donde F es el factor reductor, en donde adopta 0.6 en invierno, 0.8 en estiaje y 0.7 en los meses de primavera y en otoño; d es el número de días del mes y Ev es la evapotranspiración obtenida mediante el método del lisímetro. Ejemplo: $0.6 * 31 * 0.46 = 8.64\text{mm}$ ver *tabla 3-11*.

En la Estación: "MACAS SAN ISIDRO-PNS de tipo meteorológica, con código: M1040 ubicado en la Provincia de Morona Santiago con una latitud y longitud -2.229800 y -78.125000 respectivamente, a una altitud de 1110.00 metros estando en un estado operativo, siendo su propietario INAMHI, éste nos indica un promedio de precipitación para el mes de mayo 282.94mm y para el mes de junio un promedio de 264.54mm. Entonces se acoge al mes de mayo el valor de 0.6 porque se toma en cuenta las precipitaciones medias dadas por el INAMHI desde el año 2009 hasta el año 2013, puesto que en los años anteriores y posteriores de estos no se encuentran en la página respectiva y estos valores de precipitación en el mes de mayo llegan a ser mayores que a las precipitaciones en el mes de junio. (INAMHI, 2012) (INAMHI, 2017). Esto se corrobora en el boletín de predicción climática en el mes de mayo 321.5 mm y junio 315.7mm (INAMHI, 2023) y con los datos obtenidos de la investigación.

3.7.2 Análisis del Balance Hídrico

En la **Tabla 3-10** se detalla los valores respectivos para el cálculo del balance hídrico del área de la especie del *Phyllostachys aurea* del mes: mayo/junio según/método de Thornthwaite

Tabla 3-10 Balance hídrico del área de la especie del *Phyllostachys aurea* del mes: mayo/junio según/método de Thornthwaite

Balance Hídrico mayo/junio <i>Bambú Phyllostachys aurea</i> Estación Meteorológica Davis Vantage Vue										
	Mayo				Junio				Mensual	Comprobación
PARÁMETROS	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4		
TEMPERATURA	20.80	21.21	21.97	21.76	20.89	18.90	20.02	19.76	20.66	
ETP	6.51	7.07	8.37	6.34	8.64	2.32	2.72	2.40	44.37	44.37
Precipitación	15.69	9.79	19.25	3.54	0.25	9.09	21.56	43.00	122.17	122.17
(P-ETP)	9.18	2.72	10.88	-2.80	-8.39	6.77	18.84	40.60	77.80	77.80
Sum (P-ETP)	0.00	0.00	0.00	-2.80	-11.19	0.00	0.00	0.00		
Almacenamiento	9.18	11.90	22.78	19.98	11.59	18.36	37.20	77.80	208.79	
Var. de Alm.	-68.62	2.72	10.88	-2.80	-8.39	6.77	18.84	40.60	0.00	
Evapot. Real	6.51	7.07	8.37	6.34	8.64	2.32	2.72	2.40	44.37	44.37
Def. de Agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exceso de Agua	77.80	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.80	
Escurri. Total	38.90	19.45	9.73	4.86	2.43	1.21	0.61	0.30	77.50	
Almac. 0	9.18	11.90	22.78	19.98	11.59	18.36	37.199	77.80		
Almac.100	100.00	100.00	100.00	97.20	88.81	95.58	114.417	100.00		
Cap máx.	100				Almacenamiento en %				96	

Realizado por: Delgado S., 2024

En la **Tabla 3-11** se observa los valores respectivos para el cálculo del balance hídrico del área de la especie del *Guadua angustifolia Kunth* del mes: mayo/junio según/método de Thornthwaite

Tabla 3-11 Balance hídrico del área de la especie de la *Guadua angustifolia Kunth* del mes: mayo/junio según/método de Thornthwaite

Balance Hídrico mayo/junio <i>Guadua angustifolia Kunth</i> Estación Meteorológica Davis Vantage Vue										
PARÁMETROS	Mayo				Junio				Mensual	Comprobación
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4		
TEMPERATURA	20.80	21.21	21.97	21.76	20.89	18.90	20.02	19.76	20.66	
ETP	8.64	9.11	9.49	8.10	11.20	8.80	10.40	9.60	75.34	75.34
Precipitación	15.69	9.79	19.25	3.54	0.25	9.09	21.56	43.00	122.17	122.17
(P-ETP)	7.05	0.68	9.76	-4.56	-10.95	0.29	11.16	33.40	46.83	46.83
Sum (P-ETP)	0.00	0.00	0.00	-4.56	-15.51	0.00	0.00	0.00		
Almacenamiento.	7.10	7.78	17.54	12.98	2.03	2.32	13.48	46.88	110.11	
Var. de Alm.	-39.78	0.68	9.76	-4.56	-10.95	0.29	11.16	33.40	0.00	
Evapot. Real	8.64	9.11	9.49	8.10	11.20	8.80	10.40	9.60	75.34	75.34
Def. de Agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exceso de Agua	46.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.83	
Escurri. Total	23.42	11.71	5.85	2.93	1.46	0.73	0.37	0.18	46.65	
Almac. 0	7.05	7.73	17.49	12.93	19.84	2.27	13.43	46.83		
Almac.100	100.00	100.00	100.00	95.44	84.49	84.78	95.94	100.00		
Almacenamiento en %										
Cap máx.	100				90.13					

Realizado por: Delgado S., 2024

En la **tabla 3-12** se tiene los valores respectivos para el cálculo del balance hídrico del área del área verde-Césped del mes: mayo/junio según/método de Thornthwaite

Tabla 3-12 Balance hídrico del área de la especie del área verde-Césped del mes: mayo/junio según/método de Thornthwaite

Balance Hídrico mayo/junio Área verde-césped Estación Meteorológica Davis Vantage Vue										
	Mayo				Junio				Mensual	Comprobación
PARÁMETROS	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4		
TEMPERATURA	20.80	21.21	21.97	21.76	20.89	18.90	20.02	19.76	20.66	
ETP	9.67	10.64	12.85	11.76	12.48	2.40	10.08	7.20	77.08	77.08
Precipitación (P-ETP)	15.69	9.79	19.25	3.54	0.25	9.09	21.56	43.00	122.17	122.17
Sum (P-ETP)	6.02	-0.85	6.40	-8.22	-12.23	6.69	11.48	35.80	45.09	45.09
Almacenamiento.	0.00	-0.85	0.00	-8.22	-20.45	0.00	0.00	0.00		
Var. de Alm.	6.02	5.17	11.57	3.35	-8.88	-2.19	9.29	45.09	69.41	
Evapot. Real	-39.07	-0.85	6.40	-8.22	-12.23	6.69	11.48	35.80		
Def. de Agua	9.67	10.64	12.85	11.76	12.48	2.40	10.08	7.20	77.08	77.08
Exceso de Agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Escurri. Total	45.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.09	
Almac. 0	22.54	11.27	5.64	2.82	1.41	0.70	0.35	0.18	44.91	
Almac.100	6.02	5.17	11.57	3.35	-8.88	-2.19	9.29	45.09		
Cap máx.	100	100.00	100.00	91.78	79.55	86.24	97.72	100.00		
			Almacenamiento en %							
					56.81					

Realizado por: Delgado S., 2024

Para las respectivas comprobaciones del balance se considera los factores de la evapotranspiración (Evapot. Real-Def. de agua), evapotranspiración real (ETP-Def. de agua), (P-ETP) este es igual al Exceso de agua - Def. Agua y el Def. de Agua (ETP-Evapot. Real)

En la **Tabla 3-13** se detalla los valores de la precipitación, temperatura, humedad, evapotranspiración real y el ancho de cada especie con sus respectivas tomas.

Tabla 3-13 Promedio de los porcentajes de humedad en las tomas de muestra para los tres tipos de especie, Guadúa, Bambú y césped, en relación con la precipitación, temperatura, evapotranspiración real y ancho de ambas especies de Bambú y Guadua durante el periodo del mes de mayo y junio de 2023.

		PARÁMETROS			Evapotranspiración Real					
Meses		Precipitación	Temperatura	Humedad ambiente %	Guadua	Bambú	Césped	Ancho de:	Guadua	Bambú
Mayo	Toma 1	15.69	20.80	84.17	8.64	6.51	9.67	Promedio	35.70cm	5.60cm
	Toma 2	9.79	21.21	85.84	9.11	7.07	10.64			
	Toma 3	19.25	21.97	84.72	9.49	8.37	12.85			
	Toma 4	3.54	21.76	85.11	8.10	6.34	11.76			
Junio	Toma 1	0.25	20.89	78.45	11.20	8.64	12.48			
	Toma 2	9.09	18.90	83.23	8.80	2.32	2.40			
	Toma 3	21.56	20.02	80.81	10.40	2.72	10.08			
	Toma 4	43.00	19.76	79.98	9.60	2.40	7.20			
	Media	15.27	20.66	82.79	9.42	5.55	9.64			

Realizado por: Delgado S., 2024

En la **Tabla 3-10** se observa que el almacenamiento de agua del bambú es del 96% , en el caso de la **Tabla 3-11** el almacenamiento de la guadua es del 90.13% y en la **Tabla 3-12** el almacenamiento de la especie césped es del 56.81%, estos valores fueron obtenidos con una humedad ambiente promedio para el mes de mayo de 84.96% y para el mes de junio 80.62% como se obtiene de la **Tabla 3-13**, la media en el mes de mayo de la evapotranspiración real de la especie Bambú es de 7.073mm y en junio es 3.25mm, para la especie *Guadua* la evapotranspiración en mayo y junio es de 8.84mm y 9.56mm respectivamente, mientras que para el césped es 11.23 y 7.33mm a los meses de mayo y junio. El promedio del ancho del *Bambú* es 5.60cm y de la *Guadua* es de 35.70cm, respecto a los valores encontrados y mencionados anteriormente se deduce que el porcentaje de almacenamiento dependerá de la evapotranspiración que presente cada especie independiente del ancho de estos.

Para todo el área de estudio en el mes de Mayo en la toma 1 con una precipitación de 15.69mm y con una temperatura de 20.80°C se tiene una humedad del 84.17% a diferencia de la toma 2 que con una precipitación de 9.79mm y una temperatura de 21.21°C se tiene una humedad de 85.84% siendo el valor más alto durante este mes, esta diferencia se atribuye a: con menor precipitación y con una temperatura elevada va existir mayor humedad, por eso es que se ve en el mes de mayo que la toma 3 con una mayor precipitación 19.25mm y mayor temperatura 21.97°C tiene una humedad alta de 84.72%, sin embargo en la toma 4 que es la cantidad con menor precipitación 3.54mm y con una temperatura similar 21.76 tiene una mayor cantidad de humedad de 85.11%, lo mismo ocurre para el mes de Junio sus valores aumentan acorde a la cantidad de precipitación y temperatura, si la temperatura es de 19.76°C como en la Toma 4 y con una precipitación de 43mm su humedad es de 79.98%, sin embargo en la Toma 3 con una menor precipitación 21.56mm y con una temperatura de 20.02°C existe una humedad de 80.81% siendo mayor a la humedad de la toma 4, esto se da por la variabilidad entre: precipitación, temperatura y humedad.

En relación con los tres estratos: *Guadua angustifolia*, *Phyllostachys aurea* y el césped, los tres contienen las mismas cantidades de precipitación la suma de 122.17mm en los dos meses, una humedad media de 82.79% y con un promedio de 20.7°C de temperatura, mientras tanto que para la evapotranspiración los datos varían, pese a que se tomaron en cuenta las mismas condiciones atmosféricas y en el mismo horario diurno, el *Bambú phyllostachys aurea* tiene una evapotranspiración de 44.37 mm, la *Guadua angustifolia kunth* 75.34mm y el césped con una evapotranspiración de 77.08mm al cabo de dos meses.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Análisis del balance hídrico

Una vez analizadas las condiciones específicas del clima, precipitación y temperatura son las mismas para ambas áreas de bambú, se analizó que hay un exceso de 43mm de precipitación en el mes de junio y un déficit de 0,25mm en el mes de mayo; la evapotranspiración en la **Tabla 3-11** se identificó que la toma 4 del mes de mayo existe un déficit de evapotranspiración, a diferencia del mes de junio en la Toma 1 que consta de 11.20 mm de evapotranspiración considerándose como el valor más alto dentro del área; mientras que para la **Tabla 3-10** el déficit en el área del *Bambú phyllostachys aurea* es de 2.32 mm en la Toma 2 del mes de junio y tiene un exceso de 8,64mm de evapotranspiración en la Toma 1 del mismo mes. En el caso del césped la evapotranspiración más alta es en la Toma 3 con 12,85mm y el valor más bajo es en la Toma 2 del mes de junio con 2,40mm, teniendo este un total de 77.08 mm de evapotranspiración en relación a los dos meses anteriores siendo éste el área con mayor Evp emitido, seguidamente de la *Guadua Angustifolia* con 75,3mm evapotranspiración y finalmente, el *Bambú phyllostachys aurea* con un valor de 44,4mm/Evp, todos ellos a una temperatura promedio de 20,7°C, ante el respectivo análisis entre la relación temperatura y evapotranspiración se llega a conocer que la *Guadua angustifolia* tiene la capacidad de almacenar un 90.13% del recurso agua, con un 96% de capacidad de almacenamiento está el *Bambú phyllostachys* y no menos importante el césped teniendo una capacidad de almacenamiento menor del 56.81% debido a que el césped a pesar de que es una gramínea sus raíces son cortas y delgadas al igual que sus hojas lo que no le permite almacenar grandes cantidades de agua.

Con respecto a la temperatura y precipitación en relación con los meses y a cada especie no existe variabilidad por el hecho que son datos encontrados para toda el área de estudio. Sin embargo, cuando se revisa por especies, estos dos parámetros más la humedad e infiltración si genera una diferencia significativa, aceptando de esta manera la hipótesis alternativa recalcando que si hay diferencia entre el balance hídrico del Bambú y la Guadua. Para verificación del almacenamiento entre las dos especies se realizó un almacenamiento teórico mediante el balance de entradas y salidas del agua, y por el test Post-hoc denominado Test de Tukey en donde se verificó que el almacenamiento mediante los dos procedimientos es correcto entre los estratos siendo diferente la especie *Bambú*.

4.1.2 Análisis de la Infiltración

La especie *Bambú phyllostachys aurea* tiene un valor de 36.61cm/h mientras que para la especie *Guadua Angustifolia* tuvo como resultado 50.96 cm/h, con lo que respecta al área de estudio césped se obtuvo un valor de 72.64 cm/h, para una mejor interpretación del análisis de infiltración se realizó mediciones del ancho de los guaduales que se encontraban cerca de cada punto en este caso 6 por punto dando un total de 18 datos por área, mediante un análisis de varianza se reconoció que en los puntos por especie no existe variabilidad, sin embargo, en relación al ancho del *Bambú Phyllostachis* y la *Guadúa angustifolia* si existe una varianza de datos con una diferencia del 76% respecto a su ancho. Ante esto se comprueba que con relación a ambas especies de bambúes *Guadua angustifolia* tiene una infiltración muy rápida a diferencia del *Bambú Phyllostachys aurea* siendo su infiltración rápida, dando a entender que la *G. angustifolia* tiene mayor aprovechamiento dentro del comportamiento hidrológico por su capacidad de almacenamiento de agua en días lluviosos y poder sostenerse y aportar con agua su área en días soleados.

4.2 Discusión

Teniendo en cuenta que los guaduales tienen un promedio de infiltración de 50.73cm/h (Latorre, 2011) y en base a los resultados obtenidos en el *Bambú* 36.62cm/h, y *Guadúa* 50.97 cm/h y en el césped con un valor de 72.65 cm/h; según lo establecido por (USDA, 1999) la velocidad de infiltración > 50.80 cm/h es considerada muy rápida y los que están entre 15.24 – 50.80 cm/h se considera rápido, en correlación al estudio se observa que la *Guadua angustifolia* tiene una infiltración muy rápida al igual que el césped, todo lo opuesto para el *Bambú Phyllostachys aurea* siendo su infiltración rápida por su valor de 36.62cm/h. Ante lo expuesto se ratifica que el valor obtenido de infiltración de la guadua con la media dada por Latorre Muñoz, 2011 coincide con un 0.23 de diferencia entre los decimales. Lo mencionado se complementa con la investigación realizada por (Garate-Quispe, 2022) en donde realiza una comparación de infiltración en diferentes coberturas vegetales “Bosque primario y un pastizal” en Perú, el cual concluyó que a mayor abundancia de especies y fauna habrá una mayor capacidad de infiltración. Dado a lo mencionado en dependencia solo a la infiltración siendo este las aguas de la precipitación que percolan del terreno se deducen que el área de la especie *Guadua angustifolia* 50.96 cm/h, brinda al suelo una mayor proporción de nutrientes regulando las aguas subterráneas y protegiendo las orillas de los ríos de la erosión producida por el arrastre de nutrientes mencionado anteriormente por Carmiol Umaña, 2009.

Es importante mencionar, si bien es cierto que dentro del balance hídrico la especie *Guadua* en su porcentaje de almacenamiento es menor a la especie *Bambú* (90.13 y 96% respectivamente) su

diferencia se le atribuye a la poca diferencia de precipitación durante la toma de datos, mes de mayo 321.5 mm y junio 315.7 mm en el año 2023 tras esto, también se le incluye al que el área de *Bambú* contiene solo esta especie a una distancia de 3 metros de los puntos de estudio se encuentra una única palmera, por lo contrario, el área de la especie *Guadua* sostiene una gran variedad de especies vegetativas entre flores silvestres, palmeras, hasta árboles frutales y maderables.

Argumentado lo mencionado, Acosta-Leal et al., 2021 en su compilación también indica que la *Guadua* en Colombia tiene una precipitación anual 1.027-7.405 mm con una temperatura entre 5 a 35°C, a diferencia del *Bambú* en China tiene una precipitación anual de 68-741mm con una temperatura entre -6 a 37.6°C, en cuanto a esta investigación se identifica que la precipitación anual 3075mm y la temperatura anual 20°C valores obtenidos por la PDOT de Sevilla Don Bosco, 2019. Riera et al., 2021 mencionan que la hidrología estudia la interrelación entre agua y ambiente, y que el ciclo hidrológico es afectado cuando aumenta la temperatura, también menciona que los vientos influyen en la temperatura, precipitación y humedad (cuando vienen del sur existe mayor humedad) y en relación a la investigación se verifica que en el mes de mayo se tiene una temperatura media de 21.44°C, una media de 12.07mm de precipitación, 84.96% de humedad y una dirección del viento en dirección Sureste, a diferencia del mes de Junio tiene una temperatura media de 19.89°C, una precipitación de 18.78mm, una humedad de 80.62% y con una dirección del viento del Noreste, estos datos corroboran lo mencionado por Riera et al., 2021, los vientos del Sur traen consigo mayor humedad del aire del bosque; fortaleciendo la información Tenerife, 2008 menciona que la evapotranspiración está relacionada con los cambios humedad del aire, velocidad del viento y nubosidad (Tenerife, 2008).

Manrique G, 2021 menciona que una de las provincias con mayor deforestación a causa de la actividad agrícola y agropecuaria durante el periodo 2017 a 2018 son Manabí, Morona Santiago, Zamora Chinchipe, Orellana y Esmeraldas, ante lo expuesto, SERFOR, 2019 destaca que el bambú es un ente principal para la recuperación o protección de cuencas y ecosistemas degradados y se ve establecido en el Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018-2022 con respecto a la provincia de Morona Santiago en donde se encuentra una de las mayores cantidades de hectáreas puestas de bambú. Acosta-Leal et al, 2021 compilador de Libro "LA GUADUA (*Guadua angustifolia*) Kunth: El oro verde por descubrir" menciona que entre ambas especies *Guadua angustifolia* y *Bambú Phyllostachys aurea* en relación a una comparación edafológica y climática entre países de Colombia y China en términos de producción la especie *Guadua angustifolia* contiene mayores beneficios en la región Neotropical a diferencia de la especie *P. aurea*, el mismo autor menciona que ambas especies son de gran valor correspondiente al lugar endémico; cabe destacar que dentro de la investigación se corrobora lo mencionado dado a los

valores obtenidos dentro del balance hídrico la especie *Guadua angustifolia* a simple vista presenta un suelo con mayor vegetación a diferencia del Bambú.

4.3 Comprobación de la hipótesis

En relación a los porcentajes de almacenamiento de agua, la especie *Bambú* tiene un 96%, la *Guadua* un 90.13% y el césped con un 56.81%, es decir, sí existe diferencia significativa $F_{calculada}$ 7.8196 $F_{crítico}$ 3.5556 entre especies, siendo el *Bambú phyllostachys aurea* (b) diferente a la *Guadua angustifolia* y al césped (a), por lo que se acepta la hipótesis y dando argumento a que el bambú es un excelente controlador de la erosión y rehabilitación del suelo, a más de evitar fragmentos de basura o lodos en los ríos mejorando la calidad de agua (Ceccon, 2013).

CAPÍTULO V

5. MARCO PROPOSITIVO

5.1 Propuesta

En base a la investigación realizada y los resultados que se obtuvieron se demuestra que la especie *Guadúa angustifolia* tiende a tener un valor menor de almacenamiento a causa de que la especie entre sí se encuentran más dispersas a diferencia del *Bambú Phyllostachys-aurea* que se encuentra más aglomeradas por ello se propone: realizar micro ensayos con ambas especies para descartar cualquier variabilidad e incertidumbre con respecto a los datos obtenidos, mediante una planificación para realizar adecuados sembríos, los cuales ayudarían a mitigar la erosión del suelo, recuperación de cuencas hídricas siendo mayormente productivo para sembríos y sea sostenible y sustentable.

Martínez et al., 2018, pp 170-171, mencionan que en países con climas árido o semiárido es preferible realizar el balance de manera anual, comparando valores cada mes para mayor precisión. Sokolov & Grandin, 1974 mencionan realizar el balance en número de días, mes, estación o año y calcular los componentes con métodos independientes; también menciona que la variación de almacenamiento tiende a equilibrarse siendo su valor final igual a cero para periodos largos y en periodos cortos lo contrario además se deben realizar las mediciones con mayor precisión con el fin de disminuir el margen de error por uso inadecuado de instrumentos o errores causados por el operador.

Mediante investigaciones de varios autores antes ya mencionados se considera realizar estudios en tiempos entre 1 a 60 o más años de investigación, tomando en cuenta las condiciones climáticas como precipitación, humedad en el suelo, superficie, inclinación, temperatura, radiación solar, velocidad del viento, los cuales ayudarán a determinar el porcentaje de evapotranspiración por ende el balance hídrico, brindando una mejor estimación de cálculo en las zonas de estudios. Por lo que en mi investigación propongo realizar estudios del bambú abarcando las especies existentes en la zona: *Guadua angustifolia Kunth*, *Chusquea serpens*, *Bambusa vulgaris* y *Dendrocalamus asper*; que abarque un periodo anual, tomando en cuenta las variaciones estacionarias de la zona.

Mediante las propuestas planteadas en esta investigación y analizadas conjuntamente con la organización INBAR se fomenta el cuidado del suelo, flora, fauna, cuencas hídricas a más promueve la economía con bioemprendimientos en la zona de la Industria farmacéutica, alimentaria, cosmética, textil, etc., Manrique G, 2021 expresa que los bioemprendimientos son

sustentables y sostenibles, debido a su crecimiento, la Organización INBAR promueve el desarrollo ambiental de manera sostenible reduciendo de esta manera el cambio climático y mitigación de la pobreza mediante la oferta laboral, genera vínculos en la sociedad y resaltando la parte cultural aportando a la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030. Con tal efecto, se plantean propuestas mitigadoras que nos ayuden a encontrar soluciones a problemáticas encontradas en el medio ambiente que surgieron de esta investigación, como lo detalla en la **Tabla 5-14 Propuesta**

Tabla 5-14 Propuesta para prevenir y mitigar impacto ambiental

PROPUESTA PARA PREVENIR Y MITIGAR IMPACTO AMBIENTAL					
Objetivo: Prevenir y mitigar impactos ambientales mediante con la inclusión de la especie bambú.					
IMPACTOS IDENTIFICADOS	CAUSA	ACTIVIDAD MITIGADORA	INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO
Erosión del suelo	Escorrentía	Siembra de <i>Guadúa</i> y/o <i>Bambú</i>	Realizar una investigación el cálculo sobre los niveles de escorrentía	Informe de la investigación	Semestral
	Tala ilegal	Siembra de <i>Guadúa</i> y/o <i>Bambú</i>	Monitoreos	Registro fotográfico	Trimestral
	Agricultura	Implementación silvopastoril	Monitoreos	Monitoreo insitu y exsitu	Semestral
	Minería	Siembra de <i>Guadúa</i> y/o <i>Bambú</i>	Monitoreos	Informe de la investigación	Anual
Cuencas hídricas	Afectaciones cuencas hídricas	Siembra de <i>Guadua</i>	Análisis de la calidad de agua en 3 puntos: en presencia, antes y después del bambú	Informe de Investigación	Semestral
Suelo/Agua	Afectación de suelo/agua	Análisis de la calidad de suelo/agua en presencia del bambú	Resultados del análisis	Informe	Anual

Realizado por: Delgado S., 2024

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Se analizó el balance hídrico en los rodales naturales de las especies mediante el método de Thornthwaite y Penman con un porcentaje de almacenamiento de agua del 90.13% para la *Bambú guadua angustifolia* y el *Bambú phyllostachys aurea* con 96%, siendo el *Bambú phyllostachys* la gramínea que contiene la capacidad más alta de almacenamiento de agua teniendo en cuenta que posee mayor aglomeración de especies en una área menor, por el contrario en la *Guadua angustifolia* existe menor aglomeración pero con mayor variedad florística y mayor paso de viento por ende mayor humedad y menor retención o almacenamiento del recurso agua, sin embargo se considera la más apta para recuperación de superficies degradadas por la deforestación y prácticas agrícolas; en relación al césped como parte de estudio éste tiene el menor porcentaje de almacenamiento entre las especies con un porcentaje del 56.81%.

Se comparó los valores obtenidos para el balance hídrico de la estación meteorológica Davis Vantage con el balance teórico mediante el cálculo de entradas y salidas del recurso agua de los rodales naturales de bambú determinando que la especie *Guadua angustifolia* tiene un porcentaje de almacenamiento del 46.83%, a diferencia del *Bambú phyllostachys* de 77.80% que tiene mayor oportunidad de almacenamiento de agua, en relación al espécimen césped, éste consta con un 45.09% siendo la especie con menor capacidad de almacenamiento, por lo que se considera que en tiempo de estiaje la especie con mayor probabilidad de sobrevivir y mitigar la erosión del suelo por su capacidad de almacenamiento es el *Bambú phyllostachys*

Se identificó que el balance hídrico en ambas especies *Guadua angustifolia* y *Phyllostachys aurea* no afecta a las mismas, sin embargo, las condiciones climáticas son factores que influyen al momento de captar el agua y almacenarla, teniendo en cuenta que, a una cantidad baja de precipitación, una temperatura superior y vientos con fluidez dentro del área va a existir mayor humedad, por ende, mayor evapotranspiración independiente de la morfología de la especie.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

Una vez establecidas las propuestas mediante el análisis de la investigación es necesario que exista un mayor interés en la investigación de balance hídrico en distintas especies de bambú con el fin de otorgar datos a nivel local, nacional e internacional para que ayude a determinar la importancia del bambú en la mitigación de la contaminación medioambiental. Considerando que la información obtenida en el desarrollo del estudio presentado sea utilizada para futuras investigaciones como línea base.

Considerar un periodo semestral y/o anual en clima árido o semiárido y/o con un histórico de datos de unos 30-50 años, y factores como: la escorrentía, cuencas hidrográficas y la homogeneidad de las áreas en relación a sus muestras donde se encuentren especies de Bambú, para descartar la posibilidad de que los factores mencionados puedan incidir o no al desarrollo de estas especies, de este modo se puede utilizar la información para crear una línea base para futuras investigaciones con el fin de mitigar el cambio climático.

A los futuros profesionales hacer énfasis en estudios de Bambú y otras especies endémicas de la zona (Morona Santiago) enfocándose en balances hídricos, tomando en cuenta tres componentes principales: I) Resistencia aerodinámica consistiendo en: temperatura: mínima, media y máxima, humedad relativa, horas de luz solar, viento, latitud, altitud. II) La resistencia superficial del cultivo el que constituye: flujo de agua por difusión desde la raíz hasta las estomas de la planta y la evaporación directa del agua desde el suelo. III) Albedo que es la radiación solar reflejada por el cultivo.

Juntamente con la Organización INBAR mantener vínculos o alianzas que nos permitan mantener investigaciones sobre la importancia del bambú en nuestra zona. con el objeto de conservar el suelo, agua, aire, flora y fauna de cada una de nuestras localidades, promoviendo el desarrollo sostenible mitigando los impactos ambientales en el ecosistema.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACOSTA-LEAL, Daniel; et al.** "LA GUADUA (Guadua angustifolia) Kunth: El oro verde por descubrir". *UNIMINUTO*. [En línea] 2021. [Consulta: 30 mayo 2023]. Disponible en: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/13238/3/Libro_La%20guadua%20%28Guardia%20angustifolia%29%20Kunth%20El%20otro%20verde%20por%20descubrir_2021.pdf. 978-958-763-478-5.
2. **AGUDELO, Ruth.** El agua. *recurso estratégico del siglo XXI*. *Scielo*. [En línea] 2005. Vol. 23, 1. 2256-3334. [Consulta: 7 mayo 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2005000100009
3. **AGUIRRE JONES, María de Lourdes.** ASPECTOS TÉCNICOS DE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y PROCESO DE RESTAURACIÓN Y REMEDIACIÓN. *CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO . CIEMAD - IPN*. [En línea] 2010. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: https://paot.org.mx/centro/cursospaot/materialCurso4/Cuerpo_natural.pdf.
4. **ALBARADO BATRES, César & BARAHONA-PALOMO, Marco.** Comparación de tres métodos de infiltración para calcular el balance hídrico del suelo, en la Cuenca del río Suquiapa, El Salvador. [En línea] 2016. [Consulta: 13 julio 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v9n1/1659-4266-cinn-9-01-00023.pdf>.
5. **ARNULFO IBARRA, José Encina.** La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. [En línea] 2022. [Consulta: 7 mayo 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5654360.pdf>.
6. **ARRAYAN Y PIEDRA.** About us. [En línea] 2023. [Consulta: 17 julio 2023]. Disponible en: <http://www.arrayanypiedra.com/about/>.
7. **BARREZUETA, Hugo del Pozo.** *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA)*. Asamblea Nacional. Quito : 2014. pág. 32, Registro Oficial Orgánico del gobierno del Ecuador.
8. **BURBANO-ORJUELA, Hernán.** El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *RevCienc. Agr.* 33(2):117-124. [En línea] 2016. [Consulta: 1 julio 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a11.pdf>.

9. **CAMARGO, Juan Carlos; et al.** Beneficios de los corredores ribereños de Guadua angustifolia en la protección de ambientes acuáticos en la Ecorregión Cafetera de Colombia. *Efectos sobre las propiedades del suelo*. [En línea] 2010. [Consulta: 13 de mayo de 2023]. Disponible en: https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8442/Beneficios_de_los_corredores_riberenos.pdf?sequence=1.
10. **CARMIOL UMAÑA, Virginia.** Bambú Guadua. *Un recurso ecológico*. 2009. Vol. 22, 3, págs. 3-9. [Consulta: 18 julio 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835838.pdf>
11. **CECCON, Eliane & GÓMEZ-RUIZ, Pilar A.** Las funciones ecológicas de los bambúes en la recuperación de servicios ambientales y en la restauración productiva de ecosistemas. *SciELO*. [En línea] 2019. [Consulta: 7 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n4/0034-7744-rbt-67-04-679.pdf>.
12. **CECCON, Eliane.** Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. *Researchgate*. [En línea] 2013. [Consulta: 7 mayo 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Eliane-Ceccon/publication/262010979_Restauracion_en_bosques_tropicales_fundamentos_ecologicos_practicos_y_sociales/links/00463536b906491b3d000000/Restauracion-en-bosques-tropicales-fundamentos-ecologicos-practicos-y-so.978-84-9969-615-7.
13. **CORVALÁN VERA, Patricio & HERNÁNDEZ PALMA, Jaime.** Estructura de rodal. *Cátedra de Dasometría*. [En línea] Depto. Manejo de Recursos Forestales, 2006. [Consulta: 9 mayo 2023]. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/forestal/2010/1/MF004/1/material_docente/bajar?id_material=483202.
14. **CRE.** *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR* 2008. Decreto Legislativo 0. *Registro Oficial 449*. 2008, págs. 17-123.
15. **CUJILEMA, Jacqueline.** Las manos que ayudan al Medio ambiente. [En línea] 2021. [Consulta: 9 mayo 2023]. Disponible en: <https://bambu.com.ec/las-manos-que-ayudan-al-medio-ambiente/>.
16. **D'ALESSANDRO, Manuel.** Bambú. *Características, propiedades, descripción | Planta, caña*. [En línea] Flores, 2016. [Consulta: 5 julio 2023]. Disponible en: <https://www.flores.ninja/bambu/>.
17. **DELGADILLO, Oscar & PÉREZ, Luís.** Medición de la infiltración del agua en el suelo. *Método de la doble anilla*. [En línea] 2016. [Consulta: 10 julio 2023]. Disponible en:

http://www.centro-agua.umss.edu.bo/wp-content/uploads/2022/04/S_T_12016_Medicion_infiltracion_doble_anilla.pdf.

18. **DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA.** Diario Oficial de la Unión Relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga. [En línea] 2006. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2006/064/L00037-00051.pdf>.
19. **DUQUE-SARANGO, Paola; et al.** ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO DE UNA CUENCA ANDINA TROPICAL. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida.* [En línea] 2019. [Consulta: 16 mayo 2023]. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962019000100056.
20. **EQUIPO-HANNA.** Cómo usar los lisímetros de succión para el análisis fotométrico de nutrientes en suelo? Productos para Agricultura Hanna Instruments. Instrumentación Analítica | HANNA Instruments Colombia [en línea]. 22 de junio de 2020 [Consulta: 27 mayo 2023]. Disponible en: <https://hannacolombia.com/agro/blog/item/como-usar-los-lisimetros-de-succion-para-el-analisis-fotometrico-de-nutrientes-en-suelo#:~:text=Coloque%20el%20lisímetro%20dentro%20de,10cm;%20suelo%20compacto:%2015cm..>
21. **FERNÁNDEZ CIRELLI, Alicia.** El agua: un recurso esencial. *Química Viva.* [En línea] 2012. [Consulta: 25 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>.
22. **GARATE-QUISPE, Jorge; et al.** Diferencias en la capacidad de infiltración del suelo en dos tipos de cobertura vegetal en la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica.* [En línea] 2022. [Consulta: 5 enero 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2410-11842022000200227.
23. **GASPARI, Fernanda J; et al.** Relación precipitación - escorrentía y número de curva bajo diferentes condiciones de uso del suelo. Cuenca modal del sistema serrano de La Ventana, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, vol. XXXIX, núm. 1, pp. 21-28.* [En línea] 2007. [Consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837653003.pdf>.
24. **GOBIERNO DE MORONA SANTIAGO.** Actualización del diagnóstico del PDOT 2011. *Diagnóstico Estratégico de la Provincia de Morona Santiago.* [En línea] 2022. : [Consulta: 7 julio 2023]. Disponible en: <https://moronasantiago.gob.ec/wp-content/uploads/2022/01/PDOT-2015-2019.pdf>.

25. **GÓMEZ REYES, Eugenino.** Valoración de las componentes del balance hídrico usando información estadística y geográfica: la cuenca del Valle de México. 2013. Vol. 4, 3.
26. **GÓMEZ SILVESTRE, Sonia.** ASISTER. *Beneficios del bambú.* [En línea] 2019. [Consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.asister.es/beneficios-de-bambu/>.
27. **HERNÁNDEZ-FÉLIX, Lourdes; et al.** Servicios ecosistémicos y estrategias de conservación en el manglar de Isla Arena. *Agricultura, sociedad y desarrollo.* [En línea] 2017. Vol. 14, 3. págs. 1870-5472. [Consulta: 3 mayo 2023].
28. **HERRERA CATALÁN, Nadya.** Bambú para contrarrestar el cambio climático. *BBC Mundo* [En línea] 2010. [Consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/12/101209_bambu_contra_cambio_climatico#:~:text=El%20bamb%C3%BA%20despierta%20inter%C3%A9s%20en,los%20efectos%20del%20calentamiento%20global...
29. **IBÁÑEZ ASENSIO, Sara; et al.** Características del infiltrómetro de doble anillo. *Producción Vegetal-Escuela Técnica Superior de Ingenieros.* [En línea] 2010. [Consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7840/AD%20Infiltrometro.pdf>.
30. **INAMHI.** Instituto nacional de meteorología e hidrogeología. *Anuario Meteorológico.* [En línea] 2012. [Consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/11FSm00siXyysEDknrHPYAEF9bR2Spqhh/view>.
31. **INAMHI.** Instituto nacional de meteorología e hidrogeología. *Anuario Meteorológico.* [En línea] 2017. [Consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1mroZYqKlyNjouAj0nlGD75AO9vDkhNYS/view>.
32. **INAMHI.** Boletín no: 16 - 2023. *BOLETÍN DE PREDICCIÓN CLIMÁTICA.* [En línea] Gobierno del Ecuador, 2023. [Consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: https://www.inamhi.gob.ec/pronostico/cwrf/2023/Boletin_CWRF.pdf.
33. **INBAR.** Bambú sostenible para Ecuador y Perú. *Regulación y promoción de la gestión sostenible del Bambú en Ecuador y Perú para promover el crecimiento económico verde, mejoramiento del agua y mitigar el cambio climático.* [En línea] 2019. [Consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://www.inbar.int/es/project/sustainablebamboolac/#:~:text=El%20bamb%C3%BA%20ambi%C3%A9n%20puede%20desempe%C3%B1ar,utilizado%20en%20todo%20su%20potencial..>

34. **INBAR**. El Grupo Regional de Países de América Latina y el Caribe apuesta fuerte por el bambú. *Noticias*. [En línea] 2023. [Consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://www.inbar.int/es/grulac-en-inbar/>.
35. **IZQUIERDO, Pablo & MORENO, Fabian**. Evaluación regional de recursos de Bambú mediante la aplicación móvil. *INBAR*. [En línea] 2019. [Consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2020/05/1580965616.pdf>.
36. **JACKSON, Robert; et al.** Water in a Changing World. *Ecological Society of America*. [En línea] 2001. [Consulta: 3 julio 2023]. Disponible en: <https://www.esa.org/wp-content/uploads/2013/03/numero9.pdf>
37. **JARA, Katherine**. "Agua para todo, pero no para todos". Una experiencia educativa en el área de Ciencias Sociales durante la emergencia sanitaria. *Scielo.Perú*. [En línea] 2021. [Consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-09592021000200005.
38. **KAUSHAL, Rajesh; et al.** Libro Reach whit bambu. *Research methodologies for field monitoring, analysis and evaluation of resource conservation aspects of bamboos*. [En línea] 2018. [Consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: https://www.inbar.int/es/resources/inbar_publications/research-methodologies-for-field-monitoring-analysis-and-evaluation-of-resource-conservation-aspects-of-bamboo/. 978-92-990082-9-4.
39. **LATORRE MUÑOZ, Tania Lucero**. PLAN DE NEGOCIOS, Y PLAN DE USO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES PARA LA ASOCIACION DE PRODUCTORES E INDUSTRIALES DE LA GUADUA ASOPRIG DEL MUNICIPIO DE MARSELLA RISARALDA . [En línea] 2011. [Consulta: 23 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/651706b9-a0aa-4722-b611-ac1968720c53/content>.
40. **LEÓN RUÍZ, Juan Eduardo & LEÓN TERÁN, Juan Eduardo**. Evapotranspiración de cultivos y lisimetría. [En línea] 2023. [Consulta: 23 junio 2023]. Disponible en: [2023-06-13-222824-Evaporación_de_los_cultivos.pdf](https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2023/06/222824-Evaporación_de_los_cultivos.pdf). 978-9942-44-541-4.
41. **LONDOÑO, Ximena**. Diversidad de Bambúes en las provincias amazónicas del Napo, Pastaza y Morona Santiago. *Ecuador: Guía Técnica. Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR)*. [En línea] 2021. [Consulta: 23 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.inbar.int/wp-content/uploads/2022/03/Guia-Especies-de-Bambu-Amazonia-Ecuador.pdf>

42. **LOUYIPING, LiYansieda; et al.** Bambú y Cambio Climático Mitigación: una comparación análisis de secuestro de carbono. *Red Internacional para el Bambú y el Ratón (INBAR)*. [En línea] 2010. [Consulta: 23 mayo 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/267392447_Bamboo_and_Climate_Change_Mitigation.
43. **MANRIQUE MIRANDA, Gustavo Rafael.** Ministro del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. *Sistema Nacional de Control Forestal y Vida Silvestre*. [En línea] 2021. [Consulta: 3 enero 2023]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/02/DOC_PROY_CONTROL_FORESTAL.pdf.
44. **MANUAL VANTAGE VUE.** Davis Instruments at 3465. *3465 Diablo Ave., Hayward, CA 94545 USA*. [En línea] 2013. [Consulta: 10 abril 2023]. Disponible en: <https://www.weathershack.com/products/davis/manuals/6351-manual.pdf>.
45. **MARTÍNEZ SANTOS, Pedro; et al.** Fundamentos de Hidrogeología. *Hidrogeología Principios y aplicaciones*. Edificio Valrealty, 1.a planta, Madrid : Mc Graw Hill Education, 2018, vol. 1. Ediciones Mundi-Prensa, 2006, págs. 170-171.
46. **MASON, Robert; et al.** Estadísticas para administración y economía. [aut. libro] Lind, Marchal Mason. *Qué es la estadística; muestreo y distribuciones de muestreo*. Décima. Bogotá : ALFAOMEGA COLOMBIANA S.A, 2002, págs. 2-7; 262-268.
47. **MEDINA PEÑA, Rolando; et al.** NATURALEZA, MEDIOAMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS SECOS DESDE EL DERECHO PÚBLICO. 2016. Vol. 8, 3.págs. 2218-3620.
48. **MEJÍA VALLEJO, Amanda; et al.** VITAE, Revista de la facultad de química farmacéutica. *Plantas del genero Bambusa: Importancia y aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria*. [En línea] 2009. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n3/v16n3a14.pdf>.
49. **MENCÍAS IBADANGO, Daniela Karina.** DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA. [En línea] 2015. [Consulta: 17 julio 2023]. Disponible en: https://rraae.cedia.edu.ec/Record/REPSEK_129409dbbdf54c66f73d1cf5ec16a4c5.
50. **MÉNDEZ, Jocik; et al.** Valoración de las incertidumbres en la estimación de la evapotranspiración de referencia en Cuba. *Scielo*. [En línea] 2012. [Consulta: 15 abril 2023].

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000200010.

51. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, MESA SECTORIAL DEL BAMBÚ, RED INTERNACIONAL DEL BAMBÚ Y EL RATÁN.** Ecuador: Estrategia Nacional del Bambú. *Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo*. Quito-Ecuador, 2018-2022.
52. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.** Manual para el manejo agronómico y usos del bambú *Guadua Angustifolia* en zonas rurales de Costa Rica. [En línea] Programa Nacional de Bambú., 2021. [Consulta: 12 julio 2023]. Disponible en: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0301.pdf>.
53. **MINISTERIO DEL AMBIENTE.** GUÍA PARA EL MUESTREO. *Guía para el Muestreo de Suelos*. [En línea] 2014. [Consulta: 9 julio 2023]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>.
54. **MONTERO GONZÁLEZ, Esperanza; et al.** *HIDROGEOLOGÍA: Principios y Aplicaciones*. 1. : McGraw-Hill, 2018. pág. 362. Vol. 1. 9788448617165 .
55. **NÚÑEZ, Alba Cristina & HIGUERAS, Ester.** Altitud, variables climáticas y tiempo de permanencia de las personas en plazas de Ecuador. 2018. Vol. 10. [Consulta: 28 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/KchQzmcy9xXHLN7BtMtSBzP/?lang=es&format=html>
56. **ORTA ARRAZCAETA, Lissette.** CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS POR PLAGUICIDAS QUÍMICOS. 2002. Vol. 6, 3. 1562-3009. *Fitosanidad* [en línea]. 2002, 6(3), págs. 55-62[Consulta: 28 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209118292006>
57. **OTANI ALVAREZ, Alonso.** Evaluación de la biomasa del bambú(*Bambusa Vulgaris* Schrader Ex. Wendland) como una alternativa para la recuperación de suelos degradados. [En línea] 2014. [Consulta: 28 mayo 2023]. Disponible en: https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2157/TESIS_COMPLETA_de_Otani_%5B1%5D%5B1%5D.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
58. **PAÑI RIERA, Flavio Wilfrido & JERVES ZAMBRANO, Carlos Andrés.** Sistema de monitoreo ambiental 2020. *Prefectura de Morona Santiago*. [En línea] 2021. [Consulta: 28 mayo 2023]. Disponible en: <https://moronasantiago.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Revista-Monitoreo-Ambiental-2020.pdf>.

59. **PEÑA, Clara María.** SOLUCIÓN BAMBÚ. *Guía para el manejo sustentable del género Phyllostachys*. [En línea] 2015. [Consulta: 30 julio 2023]. Disponible en: <https://www.unmundodebambu.com.ar/librosdebambu/SB.pdf>. 978-987-33-8429-5.
60. **PÉREZ-ORTIZ, Mayra Alejandra; et al.** Análisis de la influencia de la variabilidad climática en la precipitación de la cuenca del río Cali, Colombia. [En línea] 2022. [Consulta: 4 julio 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v89n221/2346-2183-dyna-89-221-168.pdf>.
61. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Sevilla Don Bosco. PDOT Sevilla Don Bosco.* [En línea] 2019. [Consulta: 25 abril 2023]. Disponible en: https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1460016370001_PDOT%20SEVILLA%20DON%20BOSCO%202014%202019_30-10-2015_22-13-06.pdf
62. **RIGOBERTO LOERA, Amaya.** Selección y establecimiento de especies forestales de acuerdo al régimen pluviométrico de Loma Alta, Arteaga, Coahuila. [En línea] 2002. . [Consulta: 29 junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5499/T13362%20LOERA%20AMAYA,%20RIGOBERTO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.
63. **ROJAS-GARCÍA, Fabiola; et al.** Madera Bosques. *Intituto de estudios superior*. [En línea] 2023. . [Consulta: 29 junio 2023]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712022000200106&script=sci_arttext.
64. **SÁNCHEZ MEDRANO, María Teresa; et al.** El bambú como elemento estructural: la especie *Guadua amplexifolia*. *Nova scientia*. [En línea] 2016. Vol. 8, 17. . [Consulta: 27 junio 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000200657&lng=es&nrm=iso. ISSN 2007-0705.
65. **SCHNABEL, Susanne.** La precipitación como factor en los procesos hídrológicos y erosivos análisis de datos de cáceres capital. [En línea] 1998. . [Consulta: 30 junio 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/109747.pdf>.
66. **SEMARNAT.** Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. *Agua*. [En línea] 2008. . [Consulta: 13 mayo 2023]. Disponible en: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap6_Agua.pdf.
67. **SEPÚLVEDA, Rafael Blanco.** Artículo: El infiltrómetro de cilindro simple como método de cálculo de la conductividad hidráulica de los suelos. Experiencias de campo en ámbitos de montaña mediterránea. [En línea] 1999. . [Consulta: 25 abril 2023]. Disponible en:

<https://revistas.uma.es/index.php/baetica/article/view/480/428>.

0212-5099.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/95442.pdf>. 0212-5099.

68. **SERFOR, SERVICIO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE.** Pautas para la ejecución de inversiones forestales y de fauna silvestre. *MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO*. [En línea] 2019. . [Consulta: 24 julio 2023]. Disponible en:
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepositorio.serfor.gob.pe%2Fbitstream%2FSERFOR%2F917%2F1%2FSERFOR%25202021%2520Pautas%2520Forestales.pdf&psig=AOvVaw2UfF2c15urOAhoGXLfYusV&ust=1706624250157000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQn5>.
69. **SOKOLOV ALEKSANDROVICH, Aleksei & GRANDIN CHAPMAN, Thomas.** Métodos de cálculo del balance hídrico. *Guía internacional de investigación y métodos*. [En línea] 1974. . [Consulta: 30 mayo 2023]. Disponible en:
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000137771>.
70. **TAPIA SISALIMA, Juan Diego.** MEDICIÓN DE LAS PRECIPITACIONES. [En línea] 2016. . [Consulta: 13 julio 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/38670530>
71. **TENERIFE, Cabildo.** Evapotranspiración Penman-Monteith. [aut. libro] Luis Manuel Santana Perez. *Agro Cabildo*. Agrocabildo.com, 2008.
72. **TORRES FRANCO, Erika Yessenia.** Bambú, una cultura y una evolución. *Cuatro conceptos-tres arquitecturas*. [En línea] 2017. [Consulta: 30 junio 2023]. Disponible en:
https://oa.upm.es/47077/1/TFG_Torres_Franco_Erika.pdf.
73. **TRILLO A, Noelia.** Cadena de valor del Bambú. *Emprendimeintos de la mujer en actividades productivas forestales en el marco del cambio climático*. [En línea] FORESTBAMBÚ PERÚ, 2019. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://cicadfor.com/wp-content/uploads/2021/02/2.Cadena.Productiva.Bamb%C3%BA.Noelia-Trillo-FORESTBAMBU.pdf>.
74. **URIBE, Eduardo.** El cambio climatico y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. [En línea] 2015. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1.
75. **USDA.** Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. *Departamento de la agricultura*. [En línea] 1999. [Consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en:
<https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022->

10/Gu%C3%ADa%20para%20la%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20y%20Salud%20del%20Suelo.pdf.

76. **VACA, Raúl. & GOLICHER, Duncan.** Integración del balance hídrico en la modelación de la distribución de especies de árboles mexicanos. Botanical Sciences. [En línea] 2016. [Consulta: 29 mayo 2023]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982016000100025#B22.
77. **VARGAS, Patricia.** Capítulo II El bambú excelente oportunidad de desarrollo sostenible. Docentes y Estudiantes PUCESM. [En línea] 2022. [Consulta: 7 mayo 2023]. Disponible en: <https://arquitecturasostenible.pucem.edu.ec/assets/documentos/EL-BAMBU-EN-EL-CONTEXTO-ECUATORIANO.pdf>.
78. **VERSTAPPEN, Herman.** El planeta Tierra y la humanidad. Investigaciones geográficas. [En línea] 2020. [Consulta: 29 abril 2023]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112019000300002.



ANEXOS

ANEXO A: CAPACITACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS



ANEXO B: ENTREGA DE LOS EQUIPOS Y CAPACITACIÓN POR PARTE DE LA ORGANIZACIÓN INBAR



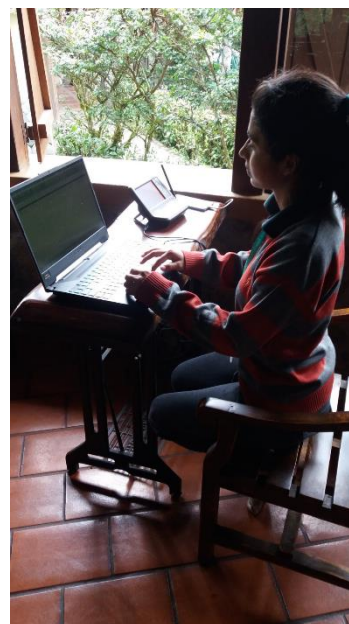
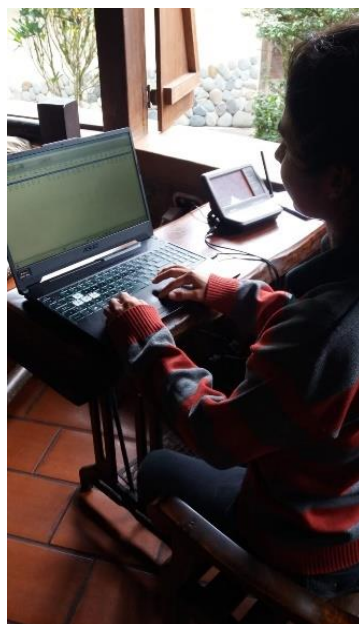
ANEXO C: LIMPIEZA DEL TERRENO PARA LA COLOCACIÓN DEL INFILTRÓMETRO DE DOBLE ANILLO



ANEXO D: NIVELACIÓN DEL INFILTRÓMETRO DE DOBLE DE ANILLO



ANEXO E: PASE DE DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS



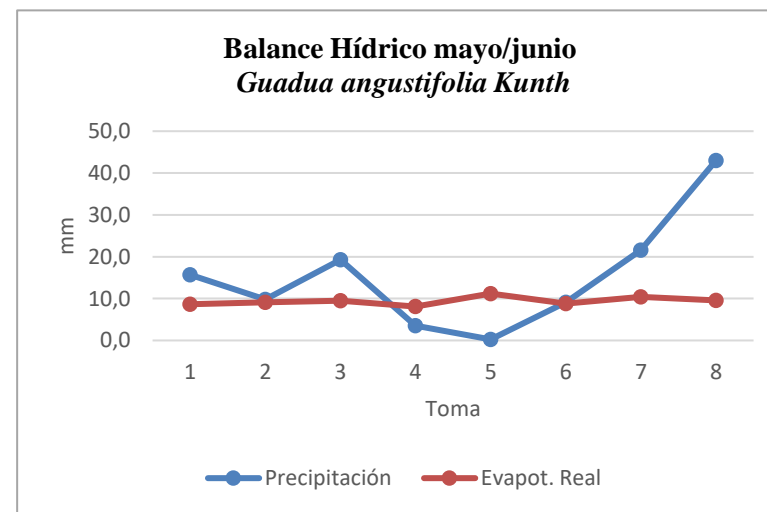
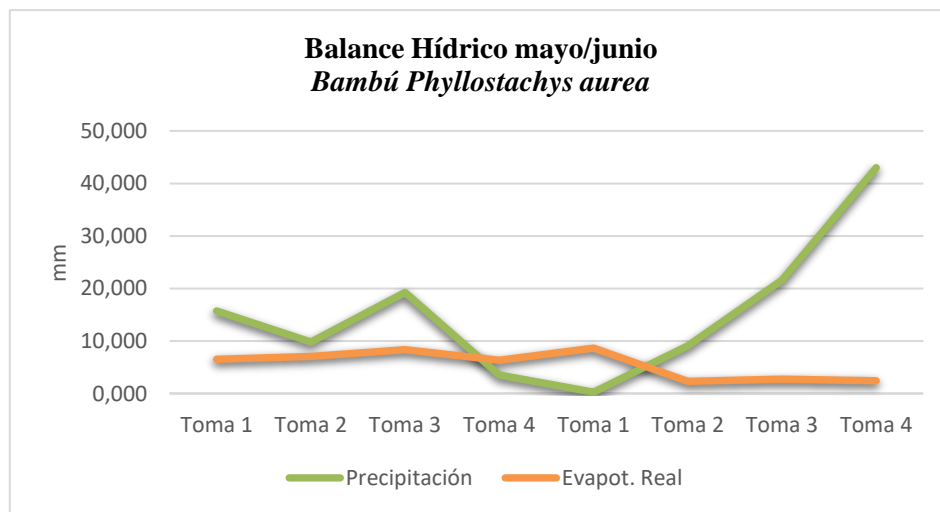
ANEXO F: BALANCE HÍDRICO DE LAS ESPECIES TOMADA DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DAVIS Y MEDIANTE EL ALMACENAMIENTO TEÓRICO.

Balance Hídrico								
Estación Meteorológica Davis Vantage Vue								
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4
	Mayo				Junio			
Precipitación	15.69	9.79	19.25	3.54	0.25	9.09	21.56	43.00
Temperatura	20.80	21.21	21.97	21.76	20.89	18.90	20.02	19.76
EvpT. <i>G.angustifolia</i>	8.64	9.11	9.49	8.10	11.20	8.80	10.40	9.60
EvpT. <i>B. phyllostachys</i>	6.51	7.07	8.37	6.34	8.64	2.32	2.72	2.40
EvpT. césped	9.67	10.64	12.85	11.76	12.48	2.40	10.08	7.20
P-EvpT <i>Angustifolia</i>	7.05	0.68	9.76	-4.56	-10.95	0.29	11.16	33.40
P-EvpT <i>Phyllostachys</i>	9.18	2.72	10.88	-2.80	-8.39	6.77	18.84	40.60
P-EvpT <i>cesped</i>	6.02	-0.85	6.40	-8.22	-12.23	6.69	11.48	35.80

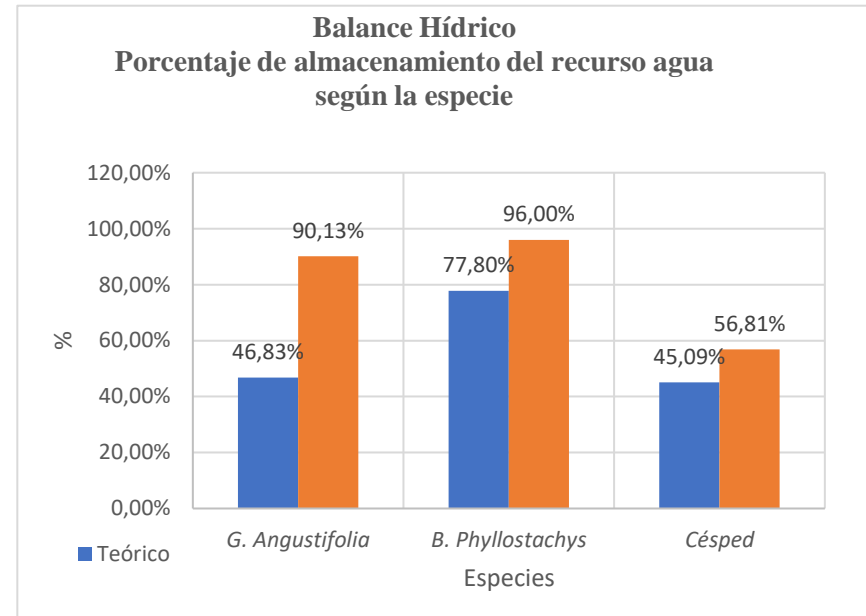
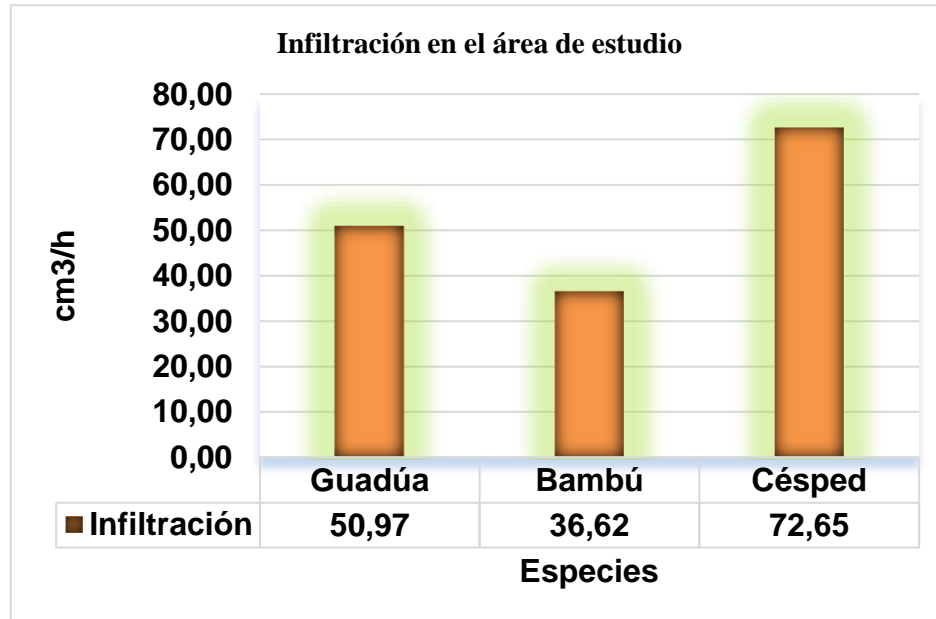
	46.83 mm	90.13
	77.80 mm	96.00
	45.09 mm	56.81

Almacenamiento Teórico Almacenamiento M. Thornthwaite

ANEXO G: CURVA DE CRECIMIENTO ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL BAMBÚ *PHYLLOSTACHYS AUREA* Y *GUADUA ANGUSTIFOLIA*



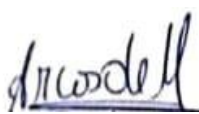
ANEXO H: RESULTADOS DEL BALANCE HÍDRICO E INFILTRACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL *BAMBÚ PHYLLOSTACHYS AUREA*, *GUADUA ANGUSTIFOLIA* Y CÉSPED





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 19/07/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Sonia Katerine Delgado Verdugo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniera Ambiental
 Goering Octavio Zambrano Cárdenas Director del Trabajo de Titulación  Ing. Jessica Paola Arcos Logroño Asesora del Trabajo de Titulación