



“Estudio y Capacitación WAMPIS sobre evapotranspiración así como el monitoreo biológico climático y ambiental” en el marco del Proyecto, PER/ICCA-GSI/2020/03 financiado bajo el Acuerdo entre FT y PNUD-PPD.

Informe Final

Octubre 2021

Consultor: Jorge Gálvez Roeder

INDICE

I.	ANTECEDENTES	4
II.	OBJETIVO	5
III.	DESARROLLO DE ACTIVIDADES	5
	Evaluación.....	5
	Evaluación de la Evapotranspiración	6
	Evaluación de la Biodiversidad	10
IV.	RESULTADOS	11
	Áreas Muestrales.....	11
	Especies Indicadoras.....	12
	Transpiración.....	13
	Evaporación.....	18
	Evapotranspiración.....	21
	Precipitación Pluvial y Balance Hídrico.....	22
	Biodiversidad.....	25
	RIOS VOLADORES.....	32
V.	EXPERIENCIAS SIMILARES EN LA REGIÓN AMAZÓNICA	32
VI.	SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO RECOLECTADA	35
VII.	DISCUSIÓN	36
VIII.	CONCLUSIONES	46
IX.	RECOMENDACIONES	53
X.	BIBLIOGRAFÍA	57
XI.	ANEXOS	58
XII.	LISTA DE CUADROS, TABLAS Y GRÁFICOS	58

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido posible gracias al apoyo y esfuerzo de muchas personas con compromiso y dedicación.

Quiero agradecer en primer lugar a Wrays Pérez y Shapiom Noningo, por el acompañamiento y respaldo en todo momento del desarrollo del estudio. Así mismo a Roberto Espinoza, por la confianza brindada para el desarrollo del presente estudio.

Así también a los técnicos Wampís: Henry López Roger, Dionicio Marian Roger, Idel Ampam Unup y Mario Nanch Mashianda, sin quienes no hubiera sido posible lograr estos resultados; y quienes además han sido capacitados, y cuentan ya con un entrenamiento básico para empoderar al GTANW en futuras investigaciones de campo

I. ANTECEDENTES

La Amazonía cumple un rol importante en el ciclo hidrológico a través de una intensa evapotranspiración de sus bosques, específicamente el bosque tropical lluvioso, el cual predomina en la cuenca amazónica que forma parte de la Nación Wampís.

En el año 2019, el Gobierno Territorial Autónomo de la Nación Wampís desarrolló un estudio preliminar de campo que permitió conocer el estado del proceso de Evapotranspiración y Biodiversidad en el ámbito de la Nación Wampís, entre las cuencas del Río Santiago y Río Morona.

En el mencionado estudio, se diseñó un proceso de evaluación, abarcando cuatro áreas representativas del territorio de la nación Wampís, así como cinco de las seis tipos de formaciones boscosas presentes entre las cuencas de los Ríos Kanus y Kankain (Gálvez, J. 2019).

Por otro lado, debería establecer un relacionamiento con la biodiversidad presente, sobre la base de las evaluaciones realizadas por el Field Museum Of Chicago en el RAP 24: Cerros del Kampamkis.

Posteriormente y de manera subsecuente se desarrolla el Proyecto Fortalecimiento de la gobernanza de la Nación Wampís, PER/ICCA-GSI/2020/03, ejecutado por Forest Trends Association bajo el programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (SGP/GEF) implementado por el PNUD en nombre de las tres Agencias de Implementación del GEF – PNUD, PNUMA y el Banco Mundial – ejecutado por UNOPS.

Este proyecto tiene como finalidad fortalecer la gobernanza territorial del Gobierno Territorial Autónomo de la Nación Wampís – GTANW y funcionamiento como TICCA potenciando sus fortalezas ambientales, climáticas y sociales. En ese sentido se desarrollan líneas de acción que complementan el estudio previamente realizado.

Los aspectos de fortalecimiento desarrollados por el proyecto abarcaron: fortalecer la gobernanza a través de la socialización del proceso de evaluación de los ríos voladores, desarrollar y socializar el monitoreo climático y biológico ante la

asamblea ordinaria del GTANW, a través de la capacitación de jóvenes respecto al monitoreo climático, biológico y variables respecto a los ríos voladores.

El presente informe consolida los resultados de las acciones descritas y así mismo brinda las recomendaciones necesarias a seguir en este proceso de empoderamiento de la Nación Wampís.

II. OBJETIVO

El objetivo central del proyecto es desarrollar los conocimientos, capacidades y usos sociales de la Nación Wampís sobre los procesos de evaporación del suelo y transpiración forestal (evapotranspiración llamada “ríos voladores”) en el territorio de la Nación Wampís.

III. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Evaluación

El proceso de evaluación cumplió con dos objetivos: El primero, proseguir con la evaluación del proceso de Evaporación, Transpiración y evaluación de la Biodiversidad en la Nación Wampís, ampliando ésta a los sectores de Quim, Candungos, Ajachim y Chapiza, sumando a las áreas evaluadas en las comunidades de Shinguito, Soledad, Nauta y Chosica.

El segundo, incorporar nuevos elementos que ayuden a entender el proceso de Cambio climático y su monitoreo por parte de la Nación Wampís.

En el caso de la transpiración, ésta consistió en identificar especies de flora, dominantes en el dosel alto, que permita visualizar cualitativa y cuantitativamente el proceso de transpiración.

En el caso de la Evaporación, esta se calculó a partir de la medición directa y así mismo la determinación de la velocidad de evaporación en las parcelas de evaluación.

Por otro lado, también se ha realizado la medición cuantitativa de la Precipitación Pluvial.

En todos los sectores se realizaron evaluaciones a fin de conjugar indicadores relacionados a la Biodiversidad de Fauna asociada a cada tipo de vegetación identificada. Por otro lado se realizó específicamente una evaluación herpetológica, buscando conocer e identificar probables especies como indicadoras ambientales.

Evaluación de la Evapotranspiración

El proceso de evaluación de la Evapotranspiración abarco dos procesos que ocurren de manera interrelacionada y que dada sus características no pueden verse de manera aislada, siendo estos la Evaporación y la Transpiración.

El proceso de evaluación, comprendió una adaptación de métodos directos para la medida del proceso de Evapotranspiración con información de campo.

Para el desarrollo de este método se ha considerado la medición directa de los dos componentes de la Evapotranspiración: Evaporación y Transpiración.

Transpiración

Para la estimación de la Transpiración, se usó el Método Gravimétrico. Este proceso se describe de la siguiente manera:

En primer lugar, en la colecta de las hojas más apicales de las especies forestales dominantes en el dosel del bosque, este proceso fue posible de dos maneras: Ascendiendo a través del árbol o uno adyacente y con ayuda de una soga atada a un peso muerto colectar porciones de ramas apicales.

En segundo lugar, se seleccionaron varias hojas, que fueron pesadas inmediatamente con ayuda de una balanza gramera de precisión para conocer el peso inicial y luego de una hora se volvía a pesar, para que, por diferencia de peso, conocer la pérdida de agua en las condiciones climáticas de campo (Temperatura, y Viento, principalmente). Cabe resaltar que este paso se realizó siempre en el mismo rango horario a fin de poder contar con los mismos patrones de radiación solar.

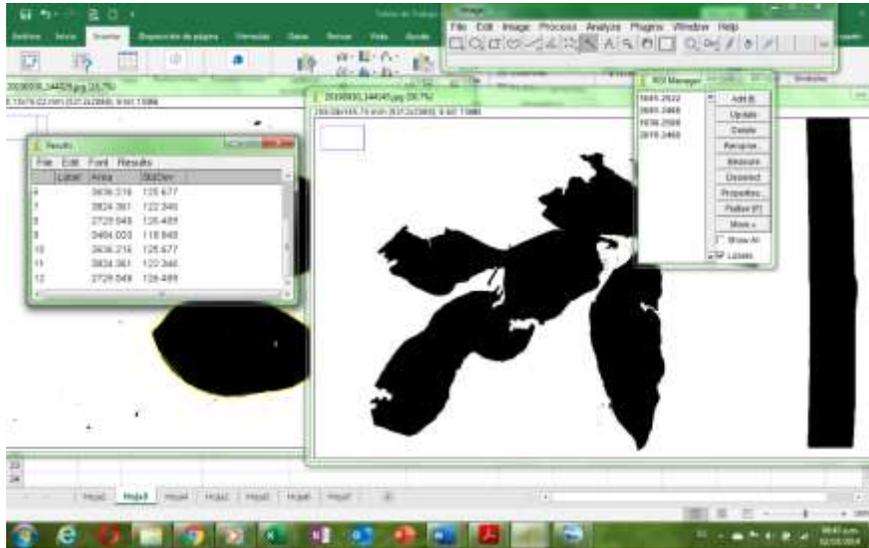
Posteriormente se tomaba registro del área foliar y se colectaban las hojas para su posterior procesamiento en el cálculo del área foliar con ayuda del programa *ImageJ* y de esta manera obtener de manera precisa los datos de Área foliar para todos los tipos de hojas, simples o compuestas que hayan sido evaluadas¹.

Por último, se tomaron los datos complementarios, como: Diámetros de copa, alturas, para las especies forestales, lo que permitiría realizar los cálculos a nivel de individuo y posteriormente el ámbito de la GTANW.



Toma de datos en Campo

¹ Cabe precisar que dadas las condiciones sanitarias, los evaluadores han dibujado los contornos de las hojas, para luego ser digitalizadas y enviadas para su procesamiento con el programa ImageJ.



Determinación del área foliar. Usando ImageJ.

Evaporación

Para obtener los datos relevantes se optó por la toma directa bajo dos modalidades; la primera en base al concepto del tanque de evaporación o cuñete y la otra forma de manera directa adaptando una calicata de 15 cm x 20 cm x 40 cm en el área de evaluación, tomando como principio lo descrito para el Evaporímetro de Piché y el uso de Lisímetro, con la gran diferencia que esta adaptación no podrá medir Escorrentía, al ser un método rápido de evaluación y que cuenta con más de una toma de datos es materialmente imposible construir un método tan complejo para toda la zona de evaluación.²

a. Evaporación 1 (método de Cubeta):

Se colocó un cubo con medida, con un volumen conocido de agua, procediendo a marcar el estado nivel inicial, para luego de 24 horas de exposición medir directamente el volumen perdido en mm y ml. Se procedió a realizar los cálculos de

² En principio la escorrentía es útil en un sistema en crecimiento, pues de ello dependen los procesos de evaporación en un sistema terrestre, en este caso al ser las evaluaciones en un sistema bosqueño de carácter maduro, se ha establecido los mecanismos para disminuir la escorrentía, siendo esta mínima, siendo así, no alteraría los cálculos de evaporación tomados bajo este método.

área correspondientes a fin de poder obtener los datos de tasa de evaporación para cada sector evaluado.



Paralelamente se midió la precipitación pluvial diaria.

b. Evaporación 2 (Método de Calicata):

Se procedió a cavar una calicata de 15 cm x 20 cm de superficie con una profundidad de 40 cm, donde se podía apreciar ya el desarrollo radicular. La ubicación se eligió de tal manera que estuvieran cerca a las bases de los árboles evaluados para transpiración, bajo las mismas condiciones de radiación solar y viento. Se tomó la medida de la altura en mm de humedad (o laminas) en la calicata con ayuda de un papel secante y una regla, luego de 24 horas, a fin de conocer la tasa de evaporación directa en las condiciones climáticas reales de campo, siendo posteriormente extrapoladas y comparadas.



Luego de Instalada, a las 24 horas, se midió el diferencial de altura con ayuda de una cinta de papel y regla milimétrica.

Evaluación de la Biodiversidad

Esta evaluación comprendió la búsqueda de huellas, rastros, madrigueras, avistamientos, sonidos, entre otros, de los individuos de fauna más relevantes que se encuentren a lo largo de los caminos de acceso y permitan caracterizar y corroborar y profundizar los resultados obtenidos en la evaluación de campo realizada en el año 2012 por el Field Museum of Chicago en el RAP: Cerros del Kampamkis.

Para esta evaluación se usaron los caminos comunales, considerando un tramo no menor de 4 km de ida y vuelta por cada sector evaluado por cada brigada, totalizando 64 km de trochas de evaluación en las áreas de interés circundantes a las áreas de evaluación de la evapotranspiración. Siendo que este no era el objetivo principal en la evaluación de biodiversidad, se tiene un esfuerzo de monitoreo bastante bueno que redundará en los resultados encontrados.

Por otro lado se ha centrado el esfuerzo de evaluación sobre el grupo de anfibios³. En este aspecto se busca conocer el estado de conservación de este importante grupo y recabar singular información referente a aspectos climáticos que ayuden a clarificarse con su presencia como indicadores ambientales de cambio climático, adaptaciones y disponibilidad hídrica, esto debido principalmente a las características fisiológicas de algunas especies sensibles a los cambios de temperatura, a los mecanismos de adaptación de otras en épocas reproductivas frente a la carencia hídrica o reducción de las zonas de reproducción, etc. Por otro lado, conocer más acerca de la dinámica de las especies que son consumidas tradicionalmente y conocer su estado de conservación y por tanto constituirían buenos indicadores ambientales del estado de conservación del bosque.

IV. RESULTADOS

Áreas Muestrales

De los seis tipos de Asociaciones de vegetación descritos para el ámbito de la Nación Wampís, se han evaluado cinco tipos de asociaciones en el aspecto de Evapotranspiración. Los bosques inundados y Aguajales, merecen un tipo de evaluación diferente al descrito para las otras asociaciones vegetales descritas.

Tipos de Vegetación
<i>Vegetación Riparia y de Planicie Aluvial alrededor de Quebradas (VR)</i>
<i>Bosques en Colinas Bajas (BCB)</i>
<i>Bosques en elevaciones Intermedias (BEI)</i>
<i>Bosques sobre afloramientos de Calizas y suelos derivados de calizas (BSA)</i>
<i>Bosques con afloramientos de areniscas y suelos de areniscas (BAA)</i>
<i>Bosques inundados /Aguajales (BI)</i>

Tabla N° 1: Tipos de Vegetación evaluadas. Fuente: Field Museum of Chicago (The Field Museum, Chicago, 2012)

³ Se evaluaron a nivel de ras del suelo, buscando entre las hojas secas y troncos caídos, donde también se han registrado las especies de reptiles asociadas encontradas. Por otro lado se ha tomado especial atención a los anfibios arborícolas, buscando posibles especies singulares, considerando que este grupo tiene mayor sensibilidad ante los cambios de temperatura y disponibilidad hídrica

En la **Tabla N° 1: Tipos de Vegetación Evaluadas**, se enlistan los tipos de vegetación identificados. Se evaluaron especies forestales dominantes de dosel, siguiendo los criterios de Curtis y McIntosh (1950,1951), citado en Nebel et al. (2000), así como en Lamprecht (1990) respecto al cálculo de la densidad o abundancia relativa, para de esta manera poder extrapolar los datos a las unidades de área evaluadas.

La fórmula usada fue:

$$\text{Ab\%} = (n_i / N) \times 100$$

Donde: n_i = Número de individuos de la misma especie

N = Número de individuos totales en la muestra.

La fórmula detallada es la siguiente

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Número de individuos de la misma especie}}{\text{Número de individuos de la muestra}} \times 100$$

Especies Indicadoras

A razón de la evaluación iniciada en el año 2019, se tomaron como base a 10 especies que durante el conteo rápido mostraban una densidad homogénea para cada unidad vegetativa y asimismo se podían identificar de manera fácil y rápida en campo por parte de los evaluadores indígenas.

En la presente evaluación se registraron 5 Especies, consensuadas⁴ por el equipo evaluador en campo, estas corresponden a “Tsempú” (Cumala), “Tseik” (Tornillo), “Yumpín”, “Tinchí” y “Cayayesh”.

⁴ Es importante indicar que del listado que se trabajó el 2019, se dejó a criterio del equipo evaluador la selección de los individuos, según su ubicación y facilidad a la hora de coleccionar las hojas, entendiendo que se buscaban las mismas especies y no se iba a poder realizar identificación botánica para la incorporación de nuevas especies

Transpiración

Se calculó la velocidad de transpiración para cada especie, a nivel de hoja, de árbol, por Hectárea y así mismo se realizó un estimado para cada especie a nivel de la Nación Wampís. Cabe resaltar que a diferencia del estudio realizado por Nobre, en el amazonas Brasileiro, este estudio se caracteriza por buscar las particularidades a partir del conocimiento de algunas especies indicadoras, su función ecológica y finalmente su aporte en el equilibrio hídrico a través del proceso de Transpiración.

En el **Cuadro N° 1: Datos de campo consolidados por especie forestal.** Podemos encontrar los promedios de las especies evaluadas.

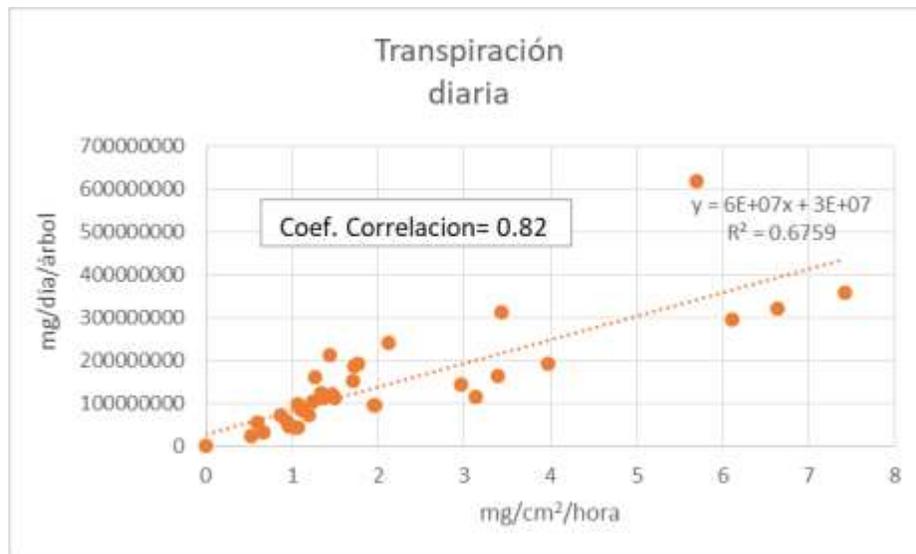
Especie	Área foliar		Pesos		dP		D Copa (cm)	Area de Copa (cm) ²	Area de Copa (M) ²
	Mm ²	Cm ²	P1 (gr)	P2 /gr)	gr	mg			
TSEMPU	2030.23	20.30	1.85	1.78	0.07	68.00	1600	2009600.00	200.96
TSEIK	4952.82	49.53	1.51	1.47	0.04	38.00	1500	1769390.00	176.94
YUMPIN	6548.34	65.48	0.68	0.61	0.07	72.00	1980	3097610.00	309.76
TINCHI	8705.06	87.05	1.91	1.76	0.15	151.67	2450	4747941.67	474.79
CAYAYESH	1624.16	16.24	0.54	0.52	0.03	28.00	2160	3664380.00	366.44

Cuadro N° 1: Datos de campo consolidados por especie forestal.

Así mismo, del Cuadro N° 1, podemos ver la diferencia a nivel de los diámetros de copa y por tanto áreas de cobertura boscosa para cada especie, teniendo desde ya una idea de la relación entre este factor y el nivel de transpiración. Se tiene asimismo a la especie denominada “Tinchi” como la de mayor cobertura de copa y así mismo mayor tamaño por hoja con valores de 474.8 m² a nivel de copa y 87.1 cm² a nivel de hoja y por otro lado a la especie “Tseik” como la que ostenta un menor nivel de cobertura de copa con 176,9 m² y a la especie “Cayayesh” como la de menor valor a nivel de hojas con 16,2 cm² a nivel de hoja.

Debemos recalcar que a partir de la evaluación del 2019, no existía un aparente factor de correlación entra los diámetros de copa y la capacidad volumétrica de transpiración, debiendo considerar en el análisis asimismo factores relativos a la

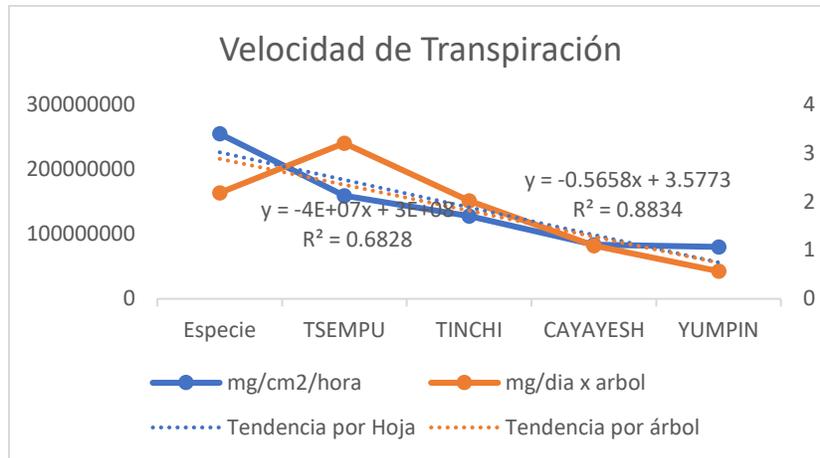
densidad y dominancia de la especie en el dosel del bosque. Siendo este hallazgo, un valor agregado para estudios, similares mas allá del territorio Wampis, incorporando nuevas variables en la investigación de los procesos ecológicos de la amazonía



Gráfica N° 1: Transpiración Diaria

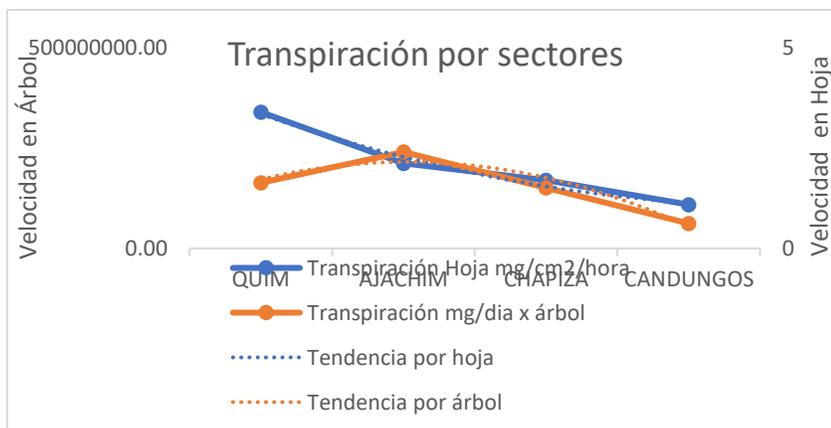
En la **Gráfica N° 1: Transpiración Diaria**, podemos observar que los datos colectados, la velocidad de transpiración esta correlacionada cercanamente durante el primer momento del día, sin embargo conforme va pasando el tiempo la correlación se amplía, expresando las características propias de las especies forestales inherentes a la cantidad de estomas⁵ que facilitan el proceso de transpiración.

⁵ Estructuras que se encuentran en las hojas y son las encargadas del intercambio gaseoso, incorporando CO₂ y desechando O₂. Así mismo son los facilitadores de la perdida y/o conservación del agua en las plantas.



Gráfica N° 2: Velocidad de Transpiración por Especie

Como podemos observar en la **Gráfica N° 2: Velocidad de Transpiración por Especie**, todas las especies forestales varían en su velocidad de transpiración, teniendo que la especie denominada “Tsempú” es la que presenta una mayor velocidad de transpiración, seguida de “Tinchi”, “Cayayesh” y “Yumpin” con la menor velocidad de transpiración. Sin embargo también podemos observar que la transpiración total por cada árbol es variable, siendo que para el valor máximo obtenido por la especie “Tsempú”, existe un alto valor de transpiración correlativo a su velocidad de transpiración, lo que no ocurre con la especie “Yumpin” que tiene un valor muy por debajo del valor que se esperaría tuviera de acuerdo a su velocidad de transpiración.



Gráfica N° 3: Transpiración por sectores

Al realizar el análisis comparativo por sectores evaluados se tuvo que el sector con mayor velocidad de transpiración fue Quim, seguido por Ajachim, Chapiza y finalmente Candungos. Sin embargo cuando vemos la transpiración total por árbol por sector, tenemos que el mayor nivel de transpiración comparativa corresponde al de la comunidad de Ajachim, seguidos por los valores obtenidos en las comunidades de Quim y Quebrada Chapiza, para finalmente tener un menor valor en la comunidad de Candungos. Lo que denota una diferencia entre las especies indicadoras evaluadas en cada sector, significando una mayor variación de los datos de transpiración, entre los sectores Quim y Ajachim.

Así mismo, a partir de los datos tomados se llevaron a cabo los cálculos de transpiración a nivel de hoja, a nivel de árbol (**Cuadro N° 2: Cálculo de la Transpiración por Especie Forestal**), los cuales eran comparados a nivel de especie y asimismo a nivel de cada uno de los sectores, extrapoliándose finalmente los datos a nivel de la nación Wampís.

Especie	Transpiración Hoja				Transpiración Árbol			
	mg/cm ² /hora	mg/cm ² /día	mg/cm ² /mes	mg/cm ² /año	mg/día x árbol	Densidad N° Ind/Ha	Transpiración/árbol/Ha mg/día	l/día árbol
TSEMPU	3.39	81.41	2442.24	29713.95	163597656.44	----	327195312.9	163.60
TSEIK	1.07	25.62	768.45	9349.51	42599249.06	----	85198498.1	42.60
YUMPIN	1.11	26.72	801.63	9753.13	81797408.23	----	163594816.5	81.80
TINCHI	2.12	50.94	1528.10	18591.94	239924634.70	----	479849269.4	239.92
CAYAYESH	1.70	40.89	1226.61	14923.70	150984269.97	----	301968539.9	150.98

Cuadro N° 2: Cálculo de la transpiración por especie forestal.

Del **Cuadro N° 2: Cálculo de la Transpiración por Especie Forestal**, tenemos que es la especie denominada “Tsempú” la que ostenta una mayor velocidad de transpiración a nivel de hoja, sin embargo a nivel de árbol, es la especie “Tinchi” la que tiene una mayor velocidad de transpiración.

Estos valores son relevantes a un nivel micro y a un nivel macro, debido a que a un nivel micro es importante conocer la fisiología de las especies monitoreadas para entender su aporte a nivel especie y por ende su función ecosistémica.

Por otro lado a un nivel macro, es importante pues es aquí donde se centra la importancia del proceso de transpiración y su papel en el ciclo hídrico a nivel de la Nación Wampís y sobre toda la región amazónica norte.

Especie	Estimación para GTANW		
	Mg/Ha/día	Area GTANW (ha)	L/ha/día
TSEMPU	434436848638300.0	1327760	4344368486.38
TSEIK	113123157874787.0	1327760	1131231578.75
YUMPIN	217214653512694.0	1327760	2172146535.13
TINCHI	637124665925298.0	1327760	6371246659.25
CAYAYESH	400941748585228.0	1327760	4009417485.85

Cuadro N° 3: Cálculo de la Transpiración para la Nación Wampís por especie forestal.

En el Cuadro N° 3: Cálculo de la Transpiración para la Nación Wampís por Especie Forestal, podemos ver los valores calculados para cada especie como la totalidad de la misma a nivel de la Nación Wampís, observando en este ejercicio de manera mas clara el mayor aporte por especie, el cual recae sobre la especie "Tinchi". Se realizó el mismo para poder comparar los datos de las especies evaluadas en el 2019 y poder tener conclusiones más claras.

Por otro lado, en base a los aportes unitarios y considerando las densidades por especie, se calculó la Transpiración total por Hectárea para esta unidad muestral de cinco especies, totalizando **9 052.47 Lt/día** por Hectárea, que al compararse con los **25 958.6 Lt/día** por Hectárea, calculados para la unidad muestral del 2019, nos da una idea que no se encuentran en la muestra actual especies de mayor transpiración como la especie denominada "Yasc". la que ostenta una mayor cantidad de transpiración por Hectárea, equivalente a **2157.16 Lt/día** o las especies denominadas "Papelillo" y "Paparnum", con **1188.63** y **1005.63 Lt/día** respectivamente.⁶

En ese sentido se tiene especies con un rango medio de transpiración que no superan los 1000 lt/día. Entonces a partir de los datos conglomerados del área muestral se estimó

⁶ Datos obtenidos durante la evaluación de la Evapotranspiración en el año 2019,

el aporte de transpiración para la nación Wampís en **12 019 507 567.20 (Doce mil diecinueve millones quinientos siete mil quinientos sesenta y siete Litros por día)**. Valor que evidentemente no alcanzaría al valor calculado para el 2019 de **34 466 806 632 Lt/día (Treinta y cuatro mil cuatrocientos sesenta seis millones ochocientos seis mil seiscientos treinta y dos Litros por día)**. Por lo mismo que no se han muestreado en esta ocasión especies que superan los 1000 lt/día.

Al igual que en la evaluación anterior del 2019, podemos inferir que, no es la velocidad de transpiración el componente fundamental, por lo que deberán considerarse otras variables como tamaño de hoja y/ o disposición al viento, así como factores biológicos como estructura de la hoja y disposición de estomas, los cuales influenciarían de manera directa el proceso de transpiración. En ese sentido los resultados vistos para la especie “Tinchi” nos aclaran el punto respecto a la superficie foliar y esto muy probablemente está relacionado a la cantidad de estomas por hoja, dando una mayor probabilidad de pérdida hídrica a las especies con mayor superficie foliar como el “Tinchi” frente a otras como el “Tseik” o “Cayayesh” por la diferencia con una mucho menor superficie foliar.

Evaporación

Con la metodología usada se obtuvieron datos referentes a la evaporación bajo dos condiciones comparativas: En primer lugar, con el método de la jarra o Cuñete se obtuvieron los registros diarios por sector evaluado, calculando la tasa de evaporación de manera directa.

Por otro lado, usando el método de la Calicata, siendo también un método directo de estimación de los valores de evaporación no se pudieron discriminar las pérdidas por escorrentía en la misma, razón por la cual está considerada dentro de los valores calculados, sin embargo, la ventaja respecto al método de la jarra es, la consideración de los factores de radiación solar, escorrentía, así como viento y sus variaciones a lo largo del día. En ese sentido se aproxima mucho más a las condiciones “naturales” de las áreas evaluadas. Así mismo debemos tomar en

consideración que los valores de Escorrentía superficial e Infiltración no implican valores muy altos en un ecosistema equilibrado de un bosque maduro, siendo por ello no significativos para efectos del cálculo del valor de pérdida hídrica (Nobre A. , 2014).

Así podemos visualizar los resultados obtenidos por ambos métodos, descritos en los siguientes cuadros que nos muestran resultados comparables entre sí. Dando cuenta que la diferencia de los resultados es bastante cercana, y son atribuibles a los factores ambientales (viento, sombra, hojarasca) que ayudan a regular esta pérdida hídrica y mantener el equilibrio hídrico del bosque.

Esta evaluación corresponde al segundo proceso de monitoreo de la evaporación, comparando ambos métodos, re afirmando la tesis de la mayor fiabilidad del método de la Calicata al considerar, los mismos factores dispuestos para las especies en el bosque, mientras que el método de la jarra o cubeta nos sigue sirviendo como referente de ajuste de los valores hallados.

Cuñete o Jarra						
Sector	Área (mm ²)	V (ml)	V (mm) ³	H (mm)	Evap. (L/día)	Evap. (L/m ²)
QUIM	7854	30	30000	3.8	0.038	3.8
	7854	30	30000	3.8	0.038	3.8
CANDUNGOS	7854	50	50000	6.4	0.064	6.4
	7854	20	20000	2.5	0.025	2.5
AJACHIM	7854	70	70000	8.9	0.089	8.9
	7854	75	75000	9.5	0.095	9.5
CHAPIZA	7854	0	0	0.0	0.000	0
Tasa de Evaporación					0.050	5.0

Cuadro N° 4: Cálculo de Evaporación por sector de evaluación. Método Directo I

Del **Cuadro N° 4: Cálculo de Evaporación por Sector de Evaluación. Método Directo I**, podemos decir que el sector con mayor registro de Tasa de Evaporación por m² es sin lugar a dudas Ajachim, con valores muy superiores (8,9 a 9,5 L/m²) a los de Candungos, su más cercano valor competitivo (2,5 a 6,4 L/m²), para seguir

Quim con una menor tasa de evaporación (3,8 L/m²) y finalmente con Chapiza con un registro nulo o depreciable de evaporación. ⁷

Es importante resaltar que este método nos brinda resultados de manera directa de los centros poblados base del sector señalado y han sido obtenidos por dos brigadas de trabajo, lo que deberá ser considerado para la comparación respectiva e interpretación de los datos obtenidos. Por otro lado también se tomaron datos a partir del método de la Calicata, ubicados colindantes a las parcelas de evaluación de Transpiración.

Calicata o Poza						
Sector	Área (m ²)	H (mm)	H (ml)	H (L)	Evap. (L/día)	Evap. (L/m ²)
QUIM	0.03	113	113	0.113	0.113	3.8
CANDUNGOS	0.03	220	220	0.22	0.22	7.3
AJACHIM	0.03	210	210	0.21	0.21	7.0
CHAPIZA	0.03	110	110	0.11	0.11	3.7
Tasa de Evaporación					0.163	5.4

Cuadro N° 5: Cálculo de Evaporación por sector de evaluación. Método Directo II

Del **Cuadro N° 5: Cálculo de Evaporación por Sector de Evaluación. Método Directo II**. Tenemos que en los sectores donde se registra una mayor evaporación es en Candungos, con (7.3 L/m²) y Ajachim, con (7,0 L/m²) con volúmenes muy superiores a los registrados en Quim y Chapiza con (3,8 L/m²) y (3,7 L/m²), Lo que eleva el rango de evaporación a (5,4 L/m²). Que sin embargo no es muy lejano del promedio obtenido bajo el otro método donde se obtuvo (5,0 L/m²).

Es importante recalcar que este método se acerca más a las condiciones reales del bosque por lo que genera un mayor nivel de confianza, siendo además que en un bosque maduro, como los que se evaluaron, los valores de infiltración y escorrentía son depreciables. (Nobre A. , 2014)

⁷ El equipo tuvo que despreciar este valor por existir una probable contaminación externa.

Evapotranspiración

La evapotranspiración ha sido calculada de manera directa, en base a los dos componentes de Evaporación

En el cálculo de manera directa los valores se expresan de manera porcentual luego del cálculo de la Transpiración y la Evaporación, como componentes complementarios.

Evaporación 1	Transpiración	Evapotranspiración
5.00	0.00068	5.00068
99.986%	0.014%	100.00%

Cuadro 6: Evapotranspiración calculada a partir del método de la Cubeta.

En el cuadro 6 se observa la tasa de Evapotranspiración, calculada a través del método de la cubeta, el cual registra un valor de 5.00 L/m².

Evaporación 2	Transpiración	Evapotranspiración
5.40	0.00068	5.40068
99.987%	0.013%	100.00%

Cuadro 7: Evapotranspiración calculada a partir del método de la Calicata.

En el cuadro 7 se puede notar que la tasa de Evapotranspiración calculada con el método de la calicata, el cual registra un valor de 5.40 L/m².

Es importante señalar que los datos recabados comprenden el periodo entre el 02 de Marzo y el 12 de Marzo, estando y describiendo las características puntuales de ese periodo e evaluación, toda vez que este es un proceso que está siendo adoptado por la Nación Wampís de manera directa. Los valores encontrados son válidos y certeros, pudiendo ser extrapolados y corregidos en la medida que siga este proceso de monitoreo ambiental a lo largo del tiempo y se apropie adecuadamente en más sectores de la Nación Wampís. Es importante considerar

las temporadas secas y así mismo las temporadas de lluvias, y así tener valores comparativos con las evaluaciones del 2019 y la presente.

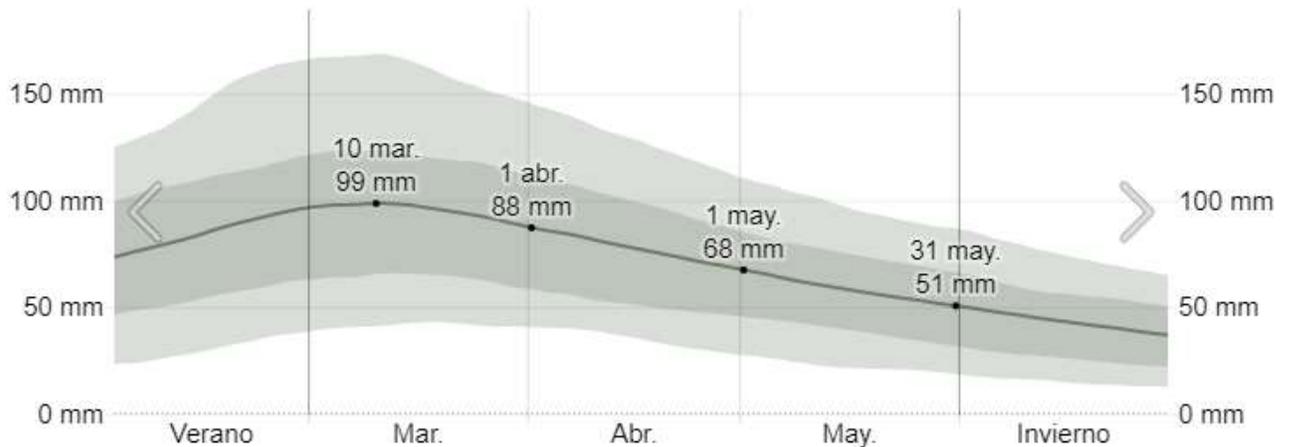
Precipitación Pluvial y Balance Hídrico

La precipitación pluvial se calculó de manera directa, con ayuda de un pluviómetro casero, teniendo los siguientes resultados:

PRECIPITACION PLUVIAL					
Sectores	PP		Area		PP
	ml	L	cm²	m²	L/m²
Quim	0	0	490.88	0.049	0.00
Candungos	100	0.1	490.88	0.049	2.04
Ajachim	447	0.45	490.88	0.049	9.11
Chapiza	600	0.60	490.88	0.049	12.22
Precipitacion Pluvial Media					5.84

Cuadro 8: Precipitación Pluvial (del 02/03 al 12/03)

Como se puede observar en el Cuadro 8, el sector de Chapiza ha registrado el más alto valor de precipitación acumulada durante el periodo de evaluación, con una tasa de 12.22 L/m², habiendo registrado hasta 600 ml por día, seguido por el registro del sector Ajachim, con una tasa de 9.11 L/m² y con un volumen registrado de 447. Finalmente se registró una tasa de 2.04 L/m² y un volumen de 100 ml de precipitación para el sector Candungos y no se registró precipitación en el sector Quim.



Gráfica N° 4: Precipitaciones Pluviales en Puerto Galilea. Fuente Weatherspark.com

Como podemos observar en la **Gráfica N° 4: Precipitaciones Pluviales en Puerto Galilea**, en el mes de marzo se genera un pico de precipitaciones que suelen abarcar los primeros días del mes de marzo y disminuir paulatinamente. En este caso la evaluación coincidió con el inicio de ese pico de precipitación, de ahí los resultados obtenidos que nos muestran nula precipitación en Quim, los primeros días, subiendo paulatinamente según se iba acercando a los sectores aguas abajo llegando a su pico máximo en el sector Chapiza.

Por otro lado, contando con los datos de Evaporación calculados a partir de los dos métodos descritos (Cubeta y Calicata), con el cálculo de la Transpiración y habiendo calculado la Evapotranspiración de manera directa e indirecta, se realizó una estimación del balance hídrico correspondiente, siendo que solo se centra en los factores medidos, estando excluidos factores como la escorrentía superficial e infiltración.⁸

Así en el Cuadro 9: Balance Hídrico en base a datos de campo, se puede observar, cierta diferencia mínima en el componente de Evaporación, ya que han sido calculados de dos maneras distintas y comprenden en ello consideraciones particulares. Mientras que el componente de Transpiración se mantiene igual para

⁸ En un bosque maduro, los niveles de escorrentía superficial e infiltración tienden a ser mínimos puesto que es un sistema en equilibrio.

el cálculo del balance hídrico para ambos métodos. En el mismo Cuadro 9, podemos observar que, en el balance hídrico, considerando como base de evaporación el cálculo por el método de la cubeta, posee un valor mayor, la pérdida o salida hídrica con 5.00 L/m²; mientras que cuando se considera como base la evaporación calculada con el método de la calicata, presenta un valor menor de pérdida o salida Hídrica, con 5.40 L/m². Esto contrariamente a lo encontrado en la evaluación anterior, no genera ningún déficit hídrico, sino al contrario se aprecia un excedente mayor (0.83932 L/m²), calculado bajo el método de la cubeta (Evaporación 1) frente a un excedente hídrico menor (0.43932 L/m²) hallado bajo el cálculo por el método de calicata (Evaporación 2).

BALANCE HIDRICO				
Salida (Ev+T)			Ingreso (PP)	Deficit
Evaporación 1	5	5.00068	5.84	0.83932
Transpiracion	0.00068			
Evaporacion 2	5.4	5.40068		0.43932

Cuadro 9: Balance Hídrico en base a datos de Campo.

Donde:

EVT 1= 5.0 L/m²

EVT 2= 5.4 L/m²

Es necesario recalcar que este ejercicio de balance hídrico, considera solo los factores de Evaporación, Transpiración y Precipitación. Deduciendo de los dos primeros la Evapotranspiración. Por tanto, no se consideran en el cálculo factores de Escorrentía superficial o Infiltración a los que solamente el método de la Calicata puede estar expuesto.

Como se puede apreciar la diferencia hallada a partir de los dos métodos de evaporación, no reflejan una diferencia significativa entre ambas, siendo por el contrario muy similares, lo que sustenta la teoría del equilibrio de un bosque maduro,

en el cual los niveles de escorrentía superficial e infiltración son mínimos (Nobre A. , 2014), siendo importante señalar que esta corroboración aporta información fina a partir de datos de campo, con una mayor confiabilidad que complementaria las apreciaciones descritas por Nobre a una escala mayor.

Biodiversidad

A partir de las evaluaciones realizadas en el Rapid Biological and Social Inventories. *Perú: Cerros de Kampankis*, por The Field Museum of Chicago en el año 2012, se cuenta con una buena base biológica para el monitoreo de especies de diferentes valor e importancia para la nación Wampís. En ese sentido y a fin de poder seguir teniendo un panorama de las interrelaciones de la biodiversidad con las características y zonas evaluadas se implementó una evaluación continua a lo largo de los recorridos diarios a las áreas de evaluación de transpiración y evaporación. Esto comprende una evaluación de 8 km diarios de recorrido por cada brigada por cada sector, acumulando un total de 16 km por cada sector y un total de 64 km de trocha recorrida para esta evaluación. Es importante destacar que con esta información se busca relacionar la presencia y ausencia de especies en el ámbito de acción de las comunidades evaluadas (Rango de 4 a 8 Km desde el centro poblado).

Por otro lado se ha desarrollado la evaluación herpetológica con énfasis en el grupo anfibio, buscando tener un listado de especies de importancia ecológica como indicadores de calidad ambiental y así mismo pudieran desarrollar un mecanismo de alerta temprana frente al cambio climático.

De ambos procesos de evaluación, tenemos:

Registro General de Especies (Aves - Mamíferos)				
N°	Especie	Cantidad	Tipo de Registro	Ubicación
1	Tucán	1	V	Chapiza
2	Armadillo	1	V	Ajachim
3	Chosna	1	R	Ajachim
4	Loro	1	V	Candungos
5	Jergón	1	V	Candungos
6	Cayampa (m)	1	V	Candungos
7	Lagartija	1	V	Candungos
8	Paloma	1	V	Candungos
9	Armadillo	1	V	Candungos
10	Paucar	1	V	Candungos
11	Piwicho	1	V	Quim
12	Musmuqui	1	V	Quim
13	Sachavaca	1	V	Quim
14	Perdíz	1	V	Quim
15	Armadillo	1	H	Quim
16	Añuje	1	H	Quim

Cuadro N° 10: Registro de General de Especies (Aves y Mamíferos)

Como podemos apreciar en el **Cuadro N° 10: Registro General de Especies (Aves y Mamíferos)**, en los sectores de Quim y Candungos se ha podido registrar un mayor número de especies en relación a los sectores de Ajachim y Chapiza. Esta diferencia está directamente relacionada a la intensidad de uso de las vías de desplazamiento desde las comunidades, siendo por ello indicadoras de la perturbación a las que puedan estar sujetas por uso frecuente o uso mínimo.

Así mismo es importante destacar que se encuentran especies cinegéticas⁹ en todos los sectores evaluados, lo nos da un indicio de la alta probabilidad de caza en ámbitos cercanos a las comunidades, entre ellas destaca la presencia de Armadillos en tres de los cuatro sectores evaluados pero así también especies como la sachavaca o Tapir que siendo una especie muy sensible a las actividades antrópicas, se encuentre cerca del ámbito directo de la comunidad de Quim.

⁹ Especies de Fauna susceptibles de caza.

	% Mamíferos	% Aves	% Anfibios	% Reptiles
Quim	57	33	24	13
Candungos	14	50	24	38
Ajachim	29	0	32	25
Chapiza	0	17	21	25
Total %	100	100	100	100

Cuadro N° 11: Abundancia Relativa de Fauna Evaluada

Cuando comparamos la abundancia relativa de especies a nivel de la Nación Wampís, vemos que el sector Quim, cuenta con el máximo registro de especies de Mamíferos con el 57 % del total de especies encontradas, mientras que en grupo de aves destaca el sector Candungos con el 50 % de especies registradas. Ambos grupos abundan en los sectores más lejanos evaluados en esta segunda etapa, debiendo destacar el aparente buen estado de conservación de la Biodiversidad de mamíferos y aves en estos sectores.

En el caso de los Reptiles y anfibios se observa una distribución más homogénea a nivel de todos los sectores, siendo más abundante en el sector Ajachim con 32 % de especies, seguido de Quim y Candungos con 24 % y finalmente 21 % de especies de anfibios en Chapiza.

En el caso de los reptiles podemos observar que el sector Candungos es el que presenta una mayor presencia de reptiles con 38 % registrado, seguido de Ajachim y Chapiza con 25 % y finalmente por Quim con 13 %.

De esto podemos decir dos cosas básicamente:

Los anfibios y reptiles tienen una distribución más homogénea a nivel de los sectores evaluados, encontrándose distribuciones proporcionales entre ellas.

En el caso de los mamíferos y aves, presentan aparentemente una abundancia distribuida mayoritariamente en los sectores de la cuenca alta (Quim y Candungos).

Estas dos apreciaciones son importantes a la hora de plantearse un trabajo de evaluación y monitoreo de fauna en los sectores mencionados, en primer lugar, como indicadores de actividades antrópicas como cacería, ya que se encuentran especies de mamíferos sensibles, como el Tapir, el cual es sensible a la perturbación humana. Por otro lado en el sector Candungos se encuentran algunas aves que se relacionan con la presencia humana positiva sobre todo en actividades agrícolas.

Por otro lado los anfibios y reptiles responden muy bien a cambios térmicos, siendo en el caso de los anfibios, mejores indicadores de las variaciones de temperatura y así mismo de la disponibilidad hídrica para su fase reproductiva. En ese sentido tener registros de especies arborícolas, que usan bromeliáceas para el desarrollo de sus renacuajos o inclusive géneros como el *Pristimantis sp.*, donde muchas especies han llegado al punto de reproducirse en ausencia de agua, es importantísimo pues la interrelación de ambas y la presencia de especies hidrodendientes nos sugieren no solo una buena disponibilidad hídrica, sino también procesos adaptativos para distintos grupos de anfibios y así mismo un buen estado de conservación como especie y de los diferentes hábitats incluidos. Finalmente cuando no se halla evidencia de la presencia de un hongo (BD) causante de la Quitridiomycosis, nos evidencia el buen estado de conservación del grupo anfibio pese a estar en ámbitos cercanos a la comunidades Wampís.¹⁰

En ese sentido se han reportado 40 registros con 31 especies diferentes de anfibios y cinco de reptiles. De estos últimos se han registrado interacciones con 4 de estas especies de reptiles (1 salamandra, 1 culebra, una lagartija arborícola y 1 serpiente jergón), el otro reptil corresponde a un caimán de quebradas que no se encontraba relacionado al área de evaluación directamente.

¹⁰ Es importante señalar que culturalmente hay un uso frecuente de anfibios para consumo humano en determinadas épocas del año, lamentablemente aún no se ha podido concretar un trabajo que interrelacione las especies de consumo con las especies evaluadas.

De manera general y viendo el aspecto de abundancia herpetológica, si bien es cierto no se cuenta con un vasto registro, (sólo 40)¹¹, es importante destacar la composición de los mismos, toda vez que abarcan especies acuáticas, terrestres, arbustivas y arbóreas, pudiendo apreciar las diferentes técnicas para con el uso del recurso hídrico y así mismo características relevantes con su reproducción y perturbación.

Para el proceso de identificación de previó capacitar al personal indígena Wampís en el uso de la guía de identificación de Anfibios y Reptiles del Kampankis, la manipulación cuidadosa para la descripción y la realización de tomas fotográficas. Es importante indicar que a pesar de existir muchas limitaciones (pandemia, restricción presencial, capacitación a distancia) para esta evaluación se ha logrado un resultado óptimo y de gran valor, basado en las fortalezas del equipo técnico Wampís, ya que tradicionalmente cuentan con una innata habilidad cultural para la búsqueda de anfibios destinados para el consumo, por ende este grupo iba a ser rápidamente identificado, pero así mismo llevan consigo el conocimiento tradicional para la ubicación y búsqueda de especies crípticas donde se centran las de mayor importancia ecológica, teniendo entre sus mejores logros la ubicación de la especie de “Rana de Cristal” *Chimerella mariaelenae*, una especie con un ámbito restringido y con algunos problemas de extinción local. Pero así mismo se ha encontrado una especie del género *Rhinella* sp. Que no ha sido registrada aparentemente en el estudio realizado por el equipo de biólogos del Field Museum en el año 2012, constituyendo un aporte importantísimo para el conocimiento de los anfibios y como nuevo reporte de esa especie (de confirmarse a ciencia cierta la especie) en el ámbito de amazonas.¹²

¹¹ El esfuerzo de esta evaluación en el aspecto de Biodiversidad abarco un ámbito amplio y así mismo la toma de otros datos y en ese sentido no ha sido una búsqueda “estricta” al 100 %, y en ese sentido, los registros herpetológicos son bajos, pero considerando que este a sido uno de otros 4 componentes, ha podido ser bastante exitosa.

¹² Es importante señalar que si bien es cierto el personal Wampís ha sido capacitado para realizar un monitoreo de anfibios, no es un personal especializado para la identificación y descripción biológica que acompaña un nuevo registro o presentación de una nueva especie. Pero está claro que se ha encontrado una especie que no figura en la Guía de Identificación elaborada por el Field Museum of Chicago. El proceso de identificación seguirá su curso para la corroboración final.

Finalmente el aspecto más relevante que se buscaba tener dentro de un panorama de afectación severa producto del cambio climático era la presencia probable del Hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (BD), ocasionante de la Quitridiomicosis en anfibios, enfermedad responsable de la pérdida del 30 % de especies de anfibios en el mundo. En ese sentido los protocolos de evaluación consignaban mucho cuidado en la manipulación de los individuos a fin de no CONTAGIARLOS, puesto que esta transmisión proviene desde el hombre. Como resultado de esta búsqueda podemos decir que ninguno de los individuos registrados ha mostrado indicios de Quitridiomicosis.

El listado e identificación preliminar por sectores se puede apreciar el siguiente cuadro resumen por sector evaluado.

N°	Especie (N° según Guía)	Cantidad	Tipo de Registro	Sector	Ubicación	Nombre Científico	Nombre Común	Nota
1	52	1	V	Quim	Árbol/Arbusto	Pristimantis peruvianus		
2	26	1	V	Quim	Árbol/Arbusto	Oreobatus quixensis	Bakú (A)	
3	107	1	V	Quim	Árbol/Arbusto	Osteocephalus deridens		
4	131	1	V	Quim	Árbol/Arbusto	Phyllomedusa vaillanti		
5	26	1	V	Quim	Suelo/Hojarasca	Oreobatus quixensis	Bakú (A)	
6	10	1	V	Quim	Suelo/Hojarasca	Rhinella margaritifera	Takash (W)	
7	211	1	V	Quim	Suelo/Hojarasca	Imantodes cenchoa	Wachi (A)	Serpiente
8	107	1	V	Quim	Árbol/Arbusto	Osteocephalus deridens		
9	131	1	V	Quim	Árbol/Arbusto	Phyllomedusa vaillanti		
10	52	1	V	Candungos	Árbol/Arbusto	Pristimantis peruvianus		
11	26	1	V	Candungos	Árbol/Arbusto	Oreobatus quixensis	Bakú (A)	
12	16	1	V	Candungos	Árbol/Arbusto	Teratohyla midas		
13	131	2	V	Candungos	Árbol/Arbusto	Phyllomedusa vaillanti		
14	90	1	V	Candungos	Suelo/Hojarasca	Dendropsophus marmoratus	Shagka (A)	
15	134	1	V	Candungos	Suelo/Hojarasca	Bolitoglossa altamazonica		Salamandra
16	5	1	V	Candungos	Suelo/Hojarasca	Rhinella (Nuevo registro?)		
17	131	2	V	Candungos	Árbol/Arbusto	Phyllomedusa vaillanti		
18	20	1	V	Candungos	Suelo/Hojarasca	Hypodactylus Sp.		
19	97	3	V	Ajachim	Árbol/Arbusto	Hypsiboas boans	Suakarai (A)	
20	14	2	V	Ajachim	Árbol/Arbusto	Cochranella croceopodes		
21	87	4	V	Ajachim	Árbol/Arbusto	Dendropsophus aperomeus		
22	13	1	V	Ajachim	Árbol/Arbusto	Chimerella maraelenae		
23	26	1	V	Ajachim	Suelo/Hojarasca	Oreobatus quixensis (¿?)		
24	18	1	V	Ajachim	Suelo/Hojarasca	Hypodactylus nigrovittatus		
25	97	2	V	Ajachim	Suelo/Hojarasca	Hypsiboas boans		
26	142	1	V	Ajachim	Suelo/Hojarasca	Anolis Chrysolepis		Lagartija
27	114	2	V	Ajachim	Árbol/Arbusto	Osteocephalus taurinus	Kuwau (W)	
28	119	3	V	Ajachim	Árbol/Arbusto	Trachycephalus venulosus		
29	113	1	V	Ajachim	Árbol/Arbusto	Osteocephalus mutabor		
30	16	1	V	Ajachim	Suelo/Hojarasca	Teratohyla midas		
31	134	1	V	Ajachim	Suelo/Hojarasca	Bolitoglossa altamazonica		Salamandra
32	11	2	V	Chapiza	Árbol/Arbusto	Chimerella maraelenae		
33	131	1	V	Chapiza	Árbol/Arbusto	Phyllomedusa vaillanti		
34	87	1	V	Chapiza	Árbol/Arbusto	Dendropsophus aperomeus		
35	103	1	V	Chapiza	Árbol/Arbusto	Osteocephalus cannatai		
36	50	1	V	Chapiza	Suelo/Hojarasca	Pristimantis pecki		
37	23	1	V	Chapiza	Suelo/Hojarasca	Noblella myrmecoides		
38	9	1	V	Chapiza	Suelo/Hojarasca	Rhinella margaritifera	Takash (W)	
39	236	1	V	Chapiza	Suelo/Hojarasca	Bothrops atrox	Buwash (W)	Serpiente
40	137	1	V	Chapiza	Suelo/Hojarasca	Paleosuchus sp.	Yantana (A y W)	Caiman

Cuadro N° 12: Registro de Especies Herpetológicas Evaluadas.

Como se puede apreciar en el Cuadro N° 9: Registro de especies Herpetológicas Evaluadas, si bien es cierto que se han registrado mayor cantidad de especies en el sector de Ajachim de 13 en total, 11 corresponden a anfibios, los demás guardan un mismo rango similar encontrado con 9 especies y 8 de ellas anfibios en Candungos y Quim y en Chapiza con 9 de las cuales 7 son de anfibios. Es importante anotar la diversidad entre especies y sobretodo identificar, según sus

necesidades de hábitat, cual podría brindarnos más información como indicador biológico.

RIOS VOLADORES

Con la finalidad de entender mejor el proceso de los ríos voladores, se ha realizado paralelamente a los cálculos volumétricos, un análisis de imágenes satelitales que cubren varios aspectos de análisis, como el comportamiento de las masas de aire, la presencia y flujo del vapor de agua, el calor terrestre y/o puntos de calor, estimación de la precipitación y finalmente el tamaño de partículas volátiles. De esto se tiene que la nación Wampís se encuentra en un ámbito regido por una dinámica de masas de aire y vapor que son movilizadas de sur – sur este a nor- nor oeste y en este proceso trasladan consigo una cantidad enorme de partículas de generación biológica BVOCS, por sus siglas en inglés, estas partículas son las responsables de la generación del 90 % de precipitaciones al generar un proceso de agrupación de las moléculas de agua alrededor de ellas, generando un ciclo de traslación hídrica y precipitación pluvial benéfica para el macizo amazónico norte conformado por Ecuador, Perú y Colombia. **(ver Anexo N° 2: Análisis de Imágenes Satelitales).**

V. EXPERIENCIAS SIMILARES EN LA REGIÓN AMAZÓNICA

Por otro lado, así mismo se ha realizado una búsqueda respecto a estudios de carácter similar al desarrollado, estableciendo con los mismos comparaciones que permitan incorporar aspectos relevantes en este gran proceso de monitoreo llevado a cabo por la Nación Wampís. En ese entender y partiendo de la necesidad de conocer e implementar un mecanismo eficaz de monitoreo del cambio climático se ha realizado una búsqueda respecto a métodos de monitoreo a partir de variables comparables tanto en suelo como en la vegetación arbórea. Cabe resaltar que no existen estudios que integren variables climático-ambientales con variables biológicas que puedan compararse a este nivel, siendo este estudio pionero en la búsqueda de información climático ambiental a partir de información de campo y

buscando relacionar los componentes para realizar un análisis más completo con ayuda de los factores biológicos y sus procesos a nivel micro, que tienen una gran ventaja con los estudios macro, generalmente desarrollados a nivel de sensoramiento remoto. Por tal razón se ha encontrado estos mecanismos de monitoreo cuya contrastación se realiza a nivel de monitoreo climático ambiental.

En primer lugar se ha revisado el estudio **Análisis De Emisiones De Compuestos Orgánicos Volátiles De Origen Biogénico (Bvocs) En Bosque Tropical Amazónico. (Limonchi, 2010). Instituto de ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables INTE-PUCP de la Pontificia Universidad Católica del Perú.**

En la presente investigación se buscó implementar un sistema de monitoreo y análisis de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOCs)¹³ en campo, que permita la caracterización de su perfil de emisión, así como la cuantificación de los BVOCs presentes. La importancia de este estudio se centra (Limonchi. INTE PUCP, 2010) (D"Acunha. INTE PUCP, 2015) en que estas emisiones pueden ser utilizadas, a largo plazo, como un indicador rápido del estado fisiológico del bosque, y del posible cambio en la biodiversidad de éste.

Este estudio se realizó dentro de un área protegida, la Reserva Nacional Tambopata y a partir de los resultados obtenidos en una etapa anterior, se estableció un sistema de monitoreo en campo, empleando la metodología de captura y análisis de los elementos volátiles emitidos.

En segundo lugar se realizó la revisión del estudio denominado, **Estudio De La Dinámica De La Degradación De Hojarasca En Bosque Tropical Amazónico Utilizando Marcadores Químicos De Descomposición (D'acunha, 2015).**

¹³ Se ha de mencionar que los compuestos orgánicos volátiles son también responsables del 90% de las precipitaciones en zonas boscosas, siendo estos formados por partículas microscópicas como esporas de hongos, polen, así como también isoprenos, que son sustancias gaseosas producidas por las plantas, las cuales parcialmente fotooxidadas atraen a las moléculas de agua logrando la precipitación.

Instituto de ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables INTE-PUCP de la Pontificia Universidad Católica

En este estudio se describe como el ciclo de carbono en un bosque tropical se completa por la labor de descomposición que llevan a cabo los organismos detritívoros en el suelo del bosque, actuando sobre el mantillo de hojas, ramas y troncos que se acumulan en el suelo. Dependiendo de la composición del bosque, estas tasas varían, y algunos de los factores determinantes más importantes para ver cuánto demora este proceso son el contenido de fenólicos totales, la proporción de carbono-nitrógeno y los tipos de lignina presentes. Se han realizado numerosos estudios sobre las tasas de desaparición de biomasa y análisis simples de contenidos de distintos indicadores en mantillo pero la dinámica de estos procesos de degradación, así como los principales componentes e intermediarios de la misma, aún están en proceso de caracterización. Un buen entendimiento del balance de carbono en todo el sistema es crítico para poder determinar su papel en el cambio climático, ya sea como amortiguador o acelerador del calentamiento global.

Es así que se estudió la descomposición de dos especies arbóreas de alta importancia biológica: *Calophyllum brasiliense* Cambess “Lagarto Caspi” y *Bixa arborea* Huber “Urucú” mediante la técnica de bolsas de descomposición. Estas fueron dejadas en el suelo del bosque de la Reserva Nacional Tambopata y recolectadas en períodos definidos para luego analizar el contenido de fósforo, calcio, polifenoles totales, taninos condensados, celulosa, hemicelulosa, lignina, carbono y nitrógeno y ver la correlación de cada parámetro con la velocidad de degradación del material vegetal. Se encontraron diferencias significativas en la química de ambas especies, así como en las constantes de descomposición. Esto permite esbozar un sistema de monitoreo a nivel de fijación de carbono a partir de la degradación en dos especies forestales claves, para luego ser analizados químicamente debido a la concentración de conversión y fijación de carbono en los suelos del bosque.

Estudios como este son relevantes en la medida que la nación Wampís ya cuenta con un primer estudio referente al stock del Carbono, siendo este un elemento que ayuda a visualizar la función de fijación del Carbono, a través del proceso de descomposición de la hojarasca (el cual depende de la variedad y composición florísticas así mismo), de manera interrelacionada con el proceso de evapotranspiración que viene monitoreando la Nación Wampís.

VI. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO RECOLECTADA

Como resultado del proceso de evaluación en campo, se ha podido tener un alcance del proceso de Transpiración, Evaporación y biodiversidad a nivel de los ámbitos de los sectores Quim, Candungos, Ajachim y Chapiza. Sectores con los cuales se está ampliando la toma de información que se realizó durante el 2019 en los sectores de Shinguito, Soledad, Nauta y Chosica.

Por otro lado se ha iniciado la toma de información biológica más allá de la presencia de biodiversidad asociada, buscando relacionar la presencia de cierto grupo de Anfibios con los procesos monitoreados.

Ambos procesos de evaluación se han desarrollado tomando en consideración las variables climáticas inherentes a la época del año de la evaluación (Marzo), a fin de contrastarla con la evaluación anterior realizada en el mes de Junio.

Dadas las circunstancias sanitarias de la pandemia que obligaron a realizar una evaluación teledirigida, basada en una capacitación a personal Wampís, seleccionado previamente, ha habido aspectos respecto al proceso de identificación de especies, que se han visto complicados ante la imposibilidad de realizar un levantamiento botánico para el reconocimiento e incorporación de nuevas especies forestales para la evaluación de la transpiración y asimismo para la identificación de especies de anfibios que tuvo que ser sustentada en base a una guía de identificación rápida y fotografías no especializadas. En ese sentido y para

reducir la posibilidad de incorporar errores se trabajó con especies forestales de amplio conocimiento para el personal y para la identificación de anfibios, se les solicitó una toma fotográfica e descripción e identificación parcial, con ayuda de la guía proporcionada, a fin de revisar y corregir posteriormente la identificación por el suscrito en base a la única guía existente para la zona, otras guías similares descritas para Ecuador.

VII. DISCUSIÓN

Es importante destacar que en el proceso de evaluación surgen temas metodológicos que son necesarios discutir, con la finalidad de encontrar y viabilizar de mejor manera los esfuerzos de monitoreo a futuro. Es así que a continuación se detallan los principales aspectos de consideración para cada uno de los temas evaluados.

Evaporación

El cálculo de la evaporación es una de las bases del proceso de Evapotranspiración, para ello se requirió contar con una toma de datos de campo aplicable para la Nación Wampís. En ese sentido se diseñaron dos métodos para su cálculo. Método de Cubeta y Método de Calicata.

Con el método de la cubeta se buscó replicar las variables y condiciones normales tomadas en cuenta para una estación climatológica. Para ello se dispuso la toma directa de las medidas de evaporación, sin ninguna consideración de otros factores climáticos como la escorrentía superficial y/o la infiltración. Para lograr esto, se colocaron las jarras/cubetas en áreas libres de vegetación, cuidando de tener una incidencia solar permanente, sin cobertura boscosa que genere sombra o cubierta a la cubeta.

En este sentido se dieron las indicaciones al personal Wampís para que tenga estos criterios a la hora de colocar la jarra ya que como se observó anteriormente la vegetación circundante genera condiciones que alteran los datos a tomar. A la luz

de la uniformidad en los datos recabados, se han considerado estos factores teniendo datos comparables con las condiciones más cercanas a las condiciones naturales.

Así podemos mencionar que cuando la vegetación incluye especies prístinas, con coberturas arbóreas emergentes, se conserva mayor cantidad de humedad ambiental, lo que genera una disminución en el proceso de evaporación (Gálvez R., 2019).

Por otro lado, para la determinación de la evaporación, a través del método de la calicata, se buscó replicar las condiciones ambientales donde se estaba evaluando el proceso de transpiración, es decir entre la espesura del bosque, considerando las mismas condiciones variables de: radiación solar, el viento, los efectos de sombra, la escorrentía superficial y así mismo la infiltración. Siendo que la evaporación es la mayor proporción de pérdida hídrica a nivel de suelo, se asumieron en el cálculo los valores de escorrentía e infiltración, dado que por las consideraciones de la brevedad del estudio no pudieron ser calculados de manera separada bajo este método. Sin embargo y considerando que en un bosque maduro los valores de escorrentía superficial e infiltración son mínimos, por ser este un sistema en equilibrio (Nobre A. , 2014), esto no ha afectó los cálculos posteriores de evapotranspiración. A la luz de los resultados podemos decir claramente que los valores obtenidos son comprobables con el otro método directo, toda vez que coloca a los sectores Ajachim y Candungos como los con mayor tasa de evaporación, mientras que en los sectores de Quim y Chapiza son mucho más reducidas. Esto puede tener diferentes tipos de explicaciones, siendo el origen de los suelos uno de ellos, ya que los suelos se componen desde areniscas a calizas; permitiendo un diferente desarrollo radicular, el que está íntimamente relacionado al tipo de suelo; y así mismo la pendiente y profundidad. En este caso no se ha podido combinar estos tipos de datos, por lo que se centró en la medida minuciosa a fin de tener datos volumétricos comparativos con el método de la jarra. Los cuales como hemos visto ocurren de manera similar, describiendo un nivel de escorrentía e infiltración

bastante baja o mínima, corroborando lo descrito por Nobre respecto al equilibrio de los sistemas bosquesinos maduros.

Transpiración

Este proceso elemental de las plantas superiores, ha sido evaluado a partir de una muestra de 5 tipos de especies forestales, con facilidad de reconocimiento por parte del personal técnico Wampís.

Del proceso de análisis de la Transpiración, comenzaremos viendo como la especie denominada “Tinchi” es la especie con mejores características de cobertura de copa y así mismo con los mayores tamaños a nivel de superficie de hoja, sin embargo como hemos observado a partir del estudio del 2019 (Gálvez R., 2019), donde menciona que NO EXISTE UNA CORRELACIÓN aparente entre esta mayor cobertura con la velocidad de transpiración, podemos decir que, en este caso es importante en el proceso acumulativo al final del día, para determinar una mayor cantidad de volumen transpirado por árbol. Lo cual nos plantea que si bien es cierto las características que determinan la velocidad de transpiración como la cantidad de estomas y superficie foliar si habría una relación con la superficie de la hoja al momento de cuantificar el volumen total transpirado.

A este nivel los datos calculados cuentan con una alta confiabilidad, toda vez que se sustentan en una evaluación rápida en campo, sin embargo la muestra vegetativa no supone la composición total de especies o necesariamente el conglomerado de especies más importantes en este proceso, razón por la cual las estimaciones respecto al área total de la Nación Wampís serán mucho más precisas sobre la base de una evaluación que amplíe la base de toma de información incorporando muchos más especies emergentes de dosel de todos los ámbitos vegetativos presentes. Se calculó la Transpiración total por Hectárea para esta unidad muestral de cinco especies “Tsempú”, “Tinchi”, “Yumpin”, “Cayayesh” y “Tseik”, totalizando **9 052.47 Lt/día** por Hectárea. A diferencia de los valores encontrados en el 2019 y esto se debe principalmente a que en la unidad muestral no se encuentran las especies

con mayor cantidad de transpiración como “Yasc”, que es la que ostenta una mayor cantidad de transpiración por Hectárea, equivalente a **2157.16 Lt/día** o a las especies denominadas “Papelillo” y “Paparnum”, con **1188.63** y **1005.63 Lt/día** respectivamente., como vemos con bastante mas aporte que las especies evaluadas esta vez.

Al igual que en el estudio anterior, se ha realizado la estimación total para la nación Wampís, siendo esta de **12 019 507 567.20 (Doce mil diecinueve millones quinientos siete mil quinientos sesenta y siete Litros por día)** frente a los **34 466 806 632 Lt/día¹⁴ (Treinta y cuatro mil cuatrocientos sesenta seis millones ochocientos seis mil seiscientos treinta y dos Litros por día)** medidos en el 2019. Esto se debe básicamente porque en este proceso de evaluación no se han incluido ninguna de las especies descritas líneas arriba y que poseen los mayores registros de transpiración.

A partir de estos datos y siendo que (Nobre A. , 2014) calculó para la Amazonía unos 20 000 millones de toneladas o 20 billones de litros de agua transpirados por día, entonces el aporte de la Nación Wampís constituye el 1,2% para toda la amazonia.

Si bien es cierto existe un variación sustancial respeto a la evaluación anterior, también se ratifica el papel de las especies más dominantes como el “Yasc”, “papelillo” y “Paparnum” por su importante papel en el proceso de transpiración. De las especies evaluadas, cobra relevancia la especie “Tinchi”, que nos ha mostrado que la superficie foliar y la cobertura de copa amplia, compensa a la larga no tener una alta velocidad de transpiración, dada que su importancia radica en lograr trasladar altos volúmenes frente a las otras especies evaluadas.

Es importante señalar que la superficie foliar también es relevante para la generación de los compuestos orgánicos volátiles de origen Biogénico (BVOCS),

¹⁴ Como ya explicamos esto se debería sustancialmente porque en la muestra no se encuentran las especies con mayor registro de transpiración y la muestra actual se compone por especies con un rango menor de transpiración.

causantes de los procesos de precipitaciones y asimismo es importante respecto a la cantidad de carbono que es capaz de degradar y fijar, cumpliendo con esto último con un papel fundamental a nivel del cambio climático, promoviéndolo o amortiguándolo. De esta manera es importante la interrelación de la función de degradación de biomasa a dos niveles que se interrelacionan, que son la evapotranspiración, favorecida con el proceso de generación de BVOCS y la fijación del carbono a partir de la degradación de la hojarasca. (Limonchi. INTE PUCP, 2010) (D'Acunha. INTE PUCP, 2015)

Evapotranspiración

El cálculo de la evapotranspiración a partir de la toma de datos de campo, conlleva a tener dos aspectos comparativos; uno referido al proceso de evaporación del agua y el otro referido a la pérdida hídrica por evaporación, escorrentía superficial e Infiltración. En el caso de considerar el método de la jarra, este nos provee datos de manera rápida y confiable, los mismos que pueden ser contrastados a lo largo de periodos más continuos con datos provenientes de las estaciones meteorológicas más cercanas o por observación satelital.

Por otro lado con el dato proporcionado a través del cálculo con el método de la Calicata, nos encontramos con un dato más cercano a las condiciones “naturales” del ambiente, así mismo es rápido, sin embargo no es posible discriminar otros valores que se trasponen y superponen al valor de la evaporación, como la escorrentía superficial y la infiltración. Esto, lejos de suponer una desventaja metodológica, nos brinda el valor total de la pérdida hídrica, compuesta por la evaporación es su mayor parte y un valor mínimo por la escorrentía superficial y la infiltración, ya que estamos hablando de un bosque maduro que comprende un sistema equilibrado. (Nobre A. , 2014).

Es importante destacar que dadas las características de la Nación Wampís, bajo la premisa de la conservación de las áreas boscosas, sería más útil el desarrollo del método de la Calicata, por representar de mejor manera las características

climáticas y edáficas que definen el proceso de evaporación en el mismo ámbito donde se mide la transpiración.

Como dice Nobre; "Medimos la evaporación de la selva en milímetros, como si estuviéramos midiendo la espesura de una 'lámina' de agua acumulada sobre el suelo".

"En el caso de la Amazonía, el número es en torno a los 4 milímetros por día. Esto quiere decir que en un metro cuadrado esa lámina contendría cuatro litros de agua. Podemos usar ese dato para computar cuánto transpira un árbol en el mismo período, apenas calculando el área ocupada por su copa". Partiendo de esta afirmación, se realizó un análisis comparativo que permita ver la relación descrita por Nobre en su afirmación: Así, a mayor área foliar, se espera una mayor transpiración.

Sin embargo, el análisis comparativo de los resultados de la evaluación del 2019, nos muestra que no se presenta una relación directa ni muy definida entre el área de copa con la velocidad de transpiración, ni tampoco con la producción de vapor de agua transpirado. Esto debido a que probablemente a que las especies cuenten o no con una cutícula hidrófoba y/o más gruesa, teniendo por consecuencia menos pérdida de agua por transpiración; así mismo dependen del número de estomas, ya que a mayor cantidad de estomas, más rápida será la transpiración; y así también la disposición de los estomas, siendo que a mayor número de estomas y ubicados a nivel del haz, habrá una mayor transpiración. Esto sin duda explica porque la especie con mayor velocidad de transpiración y así mismo la de mayor transpiración acumulada no es precisamente la de mayor área foliar. (Gálvez R., 2019)

Nobre también nos indica que: Un árbol frondoso, con una copa de 20 metros de diámetro, transpira más de 1.000 litros en un sólo día. En esta evaluación se tuvieron valores mínimos y máximos para los árboles muestreados de apenas 42.60 Lt/día (Tseik) hasta valores de 239.92 Lt/día (Tinchi), valores muy por debajo de la afirmación sustentadora. En el 2019 se superaron inclusive largamente los 1000 l por día, describiéndonos la importancia de la presencia de algunas especies para el proceso de transpiración. Es importante mencionar que ambas evaluaciones

realizadas en la Nación Wampís, aportan elementos nuevos y complementarios al gran proceso de monitoreo dirigido por Antonio Nobre, haciéndose necesario un acercamiento entre el GTANW y el grupo investigador dirigido por Nobre, a fin de socializar y retrolimentar ambos procesos de monitoreo en beneficio mutuo y con una mejor colaboración científica.

“En la Amazonía aún tenemos 5,5 millones de kilómetros cuadrados ocupados por bosque nativo, con aproximadamente unos 400 mil millones de árboles de los tamaños más variados”. “Hicimos la cuenta, que también fue verificada en forma independiente, y llegamos al número asombroso de 20.000 millones de toneladas, (o 20 billones de litros) de agua que son transpirados cada día por los árboles de la cuenca amazónica”.

Para los resultados estimados en la Nación Wampís se encontraron **12 019 507 567.20 (Doce mil diecinueve millones quinientos siete mil quinientos sesenta y siete Litros por día)**, que como ya se explicó deviene de la ausencia de contar con especies con altas tasas de transpiración y no minimiza para nada los resultados encontrados, sino mas bien los contrasta y re afirma a nivel de la transpiración de las diferentes especies forestales. En la medida que se siga con la incorporación de nuevas especies se iran definiendo de mejor manera las tasas de transpiración y se establecerá con mayor precisión los valores promedio de traspiración histórica.

Biodiversidad

Dentro de los aspectos cubiertos en el análisis de la Biodiversidad, destaca por un lado el estado de conservación de los diferentes grupos indicadores y por otro lado la situación de los anfibios como indicadores ambientales y biológicos.

Esto ha significado un esfuerzo de evaluación de la biodiversidad relacionada al ámbito de desarrollo de las comunidades de Quim, Candungos, Ajachim y Chapiza evaluando un equivalente de 64 km de caminos y vías de desplazamiento usadas por los comuneros, siendo por ello un indicador directo de las actividades comunales

y ayudan a tener una idea del estado de conservación de los diferentes grupos de biodiversidad. Así tenemos que en el sector Quim se encuentran especies de mamíferos sensibles a la presencia humana, siendo este un buen indicador del buen estado de conservación del bosque. En el sector Candungos encontramos el mayor porcentaje de Aves, siendo que este grupo puede indicar una presencia humana generando un impacto positivo como en el caso de los loros, paucares, palomas y otras, no comprende una presencia humana perturbadora que genera un impacto negativo como suele ocurrir con paujiles, pavas y perdices. En este caso dada la composición de la avifauna se puede decir que las aves descritas se encuentran habituadas a la presencia humana, la cual no significa una amenaza aparente y denotan un buen estado de conservación del bosque de Candungos.

Por otro lado se ha desarrollado la evaluación herpetológica con énfasis en el grupo anfibio, buscando tener un listado de especies de importancia ecológica como indicadores de calidad ambiental y así mismo pudieran desarrollar un mecanismo de alerta temprana frente al cambio climático.

En ese sentido tenemos especies de distribución restringida como las ranas de cristal *Chimerella mariaelenae*, registrada para los sectores de Ajachim y Chapiza. Especies que no requieren una disponibilidad hídrica mayor como el género *Pristimantis peruvianus* registrado en los sectores Quim y Candungos en arbustos y árboles a diferencia del *Pristimantis pecki* encontrado en Chapiza en la hojarasca. Un aparente nuevo registro¹⁵ para una especie del género *Rhinella sp* (no identificada en la guía de anfibios del Kampankis)

En todos los individuos de anfibios registrados (40) NO se ha encontrado evidencia de la presencia del hongo BD, ocasionante de la Quitridiomycosis y causante de la pérdida de hasta el 30 % de la población de anfibios a nivel mundial.

¹⁵ Sin duda corresponde a una especie no descrita en la Guía de Identificación desarrollada por el Field Museum of Chicago el 2012, pero aún se encuentra en proceso de identificación con los elementos visuales y descripción tomada por los técnicos Wampís. Paso seguido de un proceso de una nueva y más completa evaluación biológica al respecto.

En vista a los resultados y la calidad d información que proporcionan tenemos que mencionar que esta delicada actividad no hubiera sido posible tener los alcances que ha tenido si no hubiera sido por el conocimiento y tradición cultural Wampís de alimentarse de un gran grupo de anfibios en determinadas épocas del año. Así tenemos un aparente nuevo registro para una especie de *Rhinella sp*, no consignada en el listado y guía del RAP Kampankis, realizado por los biólogos del Field Museum en el 2012.

La distribución homogénea de anfibios es uniforme a lo largo de los cuatro sectores evaluados, lo que indicaría que todos ellos constituyen hábitats con condiciones favorables para su presencia. Así mismo haber encontrado con relativa cierta facilidad individuos de Ranas de cristal reforzaría aún más lo mencionado.

Si bien es cierto no se ha registrado evidencia de la presencia de Quitridiomicosis, es importante seguir monitoreando este factor como parte de la red Mundial que investiga este proceso y así mismo ahondar en las investigaciones de nuevas especies que se ubiquen en el ámbito de la Nación Wampís.

Precipitación y Balance Hídrico

A priori podemos decir que el sector Chapiza es donde se ha registrado mayor precipitación pluvial, con una tasa de más de 12 litros por metro cuadrado, seguido de Ajachim con más de 9 litros por metro cuadrado, siendo estos valores altos en comparación a los sectores de Quim y Candungos, con tasas bajas de 2 litros por metro cuadrado a cero. Pero esto representa un resultado puntual con respecto al comportamiento real de las precipitaciones, pues denota el inicio de un pico de precipitaciones que ocurren estacionalmente en el mes de Marzo y posteriormente baja gradualmente, manteniéndose a lo largo del año.¹⁶ . En este caso la evaluación coincidió con el inicio de ese pico de precipitación, de ahí los resultados obtenidos que nos muestran nula precipitación en Quim, los primeros días, subiendo

¹⁶ Gráfica N° 4: Precipitaciones Pluviales en Puerto Galilea. Fuente Weatherspark.com

paulatinamente según se iba acercando a los sectores aguas abajo llegando a su pico máximo en el sector Chapiza.

Es importante no dejar de monitorear este factor tanto a nivel de campo y por sector como a nivel de imágenes satelitales o sitios de monitoreo satelital (el punto más cercano es Puerto Galilea, monitoreado por Weatherparks.com), que permitan contrastarlas con la información de campo y así entender mejor el delicado balance hídrico en la nación Wampís. En ese sentido es importante observar a futuro la correspondencia que pudiera tener la estacionalidad de lluvias con los procesos de generación de partículas orgánicas volátiles de origen Biogénico (a partir de restos de hojas, polen, polvo, semillas, flores etc.) ya que estas BVOCS por sus siglas en inglés, son las responsables de hasta el 90 % de las precipitaciones en la amazonia (Limonchi. INTE PUCP, 2010), por lo tanto entender el proceso de formación de BVOCS y su influencia en las precipitaciones pluviales locales y a nivel de la región amazónica norte, incluyendo Ecuador y Colombia, es de suma importancia para desarrollar más a fondo en proceso de los Ríos Voladores y entender su estacionalidad.

Respecto al balance hídrico, que contempla como ingresos hídricos la precipitación pluvial y salidas hídricas la evaporación, la transpiración, la escorrentía superficial y la Infiltración. Podemos observar que no se ha calculado la escorrentía superficial ni la infiltración y esto debido a que en un sistema de bosque maduro ambos valores de salida hídrica son mínimos, (Nobre A. , 2014). En ese sentido no alteraría sustancialmente el cálculo del balance hídrico, de hecho ambos valores calculados, uno que no considera condiciones externas la factor de evaporación (Método de la jarra) y el que se encuentra en las mismas condiciones naturales con escorrentía e infiltración presentes (Método de la Calicata) no presentan diferencias significativas en el balance hídrico.

Así para el cálculo por el método de la cubeta, se registra un valor mayor, la pérdida o salida hídrica con 5.00 L/m^2 ; generando un excedente hídrico de $0,83932 \text{ L/m}^2$, mientras que cuando se considera como base la evaporación calculada con el método de la calicata, presenta un valor menor de pérdida o salida Hídrica, con 5.40

L/m², con un excedente hídrico de 0,43932. Esto contrariamente a lo encontrado en la evaluación anterior, no genera ningún déficit hídrico, sino al contrario se aprecia un excedente mayor (0.83932 L/m²), calculado bajo el método de la cubeta (Evaporación 1) frente a un excedente hídrico menor (0.43932 L/m²) hallado bajo el cálculo por el método de calicata (Evaporación 2). En este caso al existir un excedente hídrico y no un déficit, es decir una diferencia positiva, la interpretación es que la precipitación es mayor a la Evapotranspiración, lo cual sería indicador que en el sistema la escorrentía es grande (se dice que las aguas discurren sobre el terreno y no hay una infiltración adecuada) y la regulación hídrica local sería pobre. (Domingo, 2003). A pesar de tener valores de excedente pequeños, es importante notar que no sería necesaria una fuente adicional de agua, sea esa subterránea o aérea (ríos voladores) y es importante conocer entonces los factores que favorecen una mayor precipitación pluvial: como los BVOCS, los cuales intervienen en el proceso de bomba biótica en la nación Wampís.

VIII. CONCLUSIONES

M1: Estudio ampliatorio sobre ríos voladores y monitoreo biológico climático y ambiental

De los Ríos Voladores tenemos:

Tenemos grandes volúmenes de agua siendo transpirada **12 019 507 567.20 (Doce mil diecinueve millones quinientos siete mil quinientos sesenta y siete Litros por día)**. Según la muestra evaluada, a nivel de la Nación Wampís, las especies muestran un gran aporte a nivel de la Amazonía, ya que constituyen grosso modo el 1.2 % del aporte total para la amazonia. Esto como ya explicamos difiere de la evaluación del 2019 por la no incorporación de individuos de gran transpiración en esta evaluación.

Así mismo el potencial de refrigeración de las especies forestales presentes en la Nación Wampís, se ve reflejado en su nivel de transpiración, que si bien es cierto

no ha incluido a las especies con mayor registro de transpiración, nos ha ayudado a entender la importancia de las superficies foliares (tamaño de hojas) y nivel de cobertura de copa, lo que permite combatir al calentamiento generado por la captura de radiación solar por las nubes, manteniendo por ende el equilibrio térmico local y regional.

Como muestran las imágenes satelitales¹⁷, las masas de aire presentes con vientos dominantes desde el este y el Nor este, contribuyen con la incorporación de micro partículas orgánicas volátiles de origen Biogénico BVOCS, generando no solamente precipitaciones locales sino también a nivel regional ya que dependen de un complejo de vientos que vienen a través del Brasil y se concentran en la zona norte de la amazonia Peruana, el este del Ecuador, hasta llegar al Sur de Colombia.

Las áreas de vapor de agua tienden a seguir el mismo recorrido de las masas de aire, al norte del Perú, Sur de Ecuador y Colombia.

Se observa el proceso de generación y movilización de las Partículas orgánicas volátiles de origen Biogénico, las cuales también siguen el mismo patrón que las masas de aire y el movimiento de traslación del vapor de agua.

La alta disponibilidad de agua transpirada y evapotranspirada a nivel de la nación Wampís, **12 019 507 567.20 (Doce mil diecinueve millones quinientos siete mil quinientos sesenta y siete Litros por día)** Lt/día y una tasa de evapotranspiración de 5,00 Lt/m² a 5.40 Lt/m², sumado a la presencia de vientos con flujos conocidos, brindan las bases para afirmar la teoría de la presencia de Ríos Voladores que estarían llegando a nivel local desde la parte norte de Amazona y Loreto hacia el Ucayali en menor rango y en su mayoría hacia el Norte y este en dirección del este de Ecuador (Morona, Pastaza, Orellana Sucumbíos y parte de Napo y parte del Putumayo en Colombia. **Ver Anexo: Análisis de imágenes satelitales**

¹⁷ Análisis de imágenes Satelitales, donde se evaluaron secuencias de imágenes que permitían apreciar los cambios a nivel de Masas de Aire, Vapor de Agua, Calor infrarrojo, Tamaño de partículas, Predicción de Precipitación.

Se ha podido evaluar las variables relacionadas con los ríos voladores en los sectores de Quim, Candungos, Ajachim y Chapiza, los cuales amplían el ámbito de monitoreo a nivel de la Nación Wampís.

Del Monitoreo Biológico, Climático y Ambiental

Especies Forestales

En primer lugar se cuentan con datos que han permitido ampliar las áreas de evaluación a otros sectores (Quim, Candungos, Ajachim y Chapiza), que se suman a los sectores de Shinguito, Soledad, Nauta y Chosica.

Se han evaluado los procesos de transpiración en cinco especies forestales. Teniendo que las velocidades de transpiración son variables, así la de mayor velocidad de transpiración es “Tsempú”, seguido por la especie “Tinchi”, “Cayayesh”, “Yumpin”, y “Tseik”.

La especie “Tinchi” es la que mayor cobertura de copa posee y así mismo la de mayor tamaño en la superficie foliar.

No se ha probado la correlación entre el tamaño de la copa y la velocidad de transpiración, ratificando con los resultados lo observado en el 2019

Las especies forestales evaluadas, consideran un importante papel a nivel micro dando cuenta del importante papel fisiológico en el bosque como especie individual y a un nivel macro cuando pueden influenciar áreas aledañas con los procesos biológicos de generación de partículas (BVOCS), la transpiración como punto clave para el funcionamiento de la bomba biótica.

EVAPOTRANSPIRACIÓN

La especie denominada “Tinchi” es la que traslada los mayores volúmenes frente a las otras especies que tienen rangos menores de transpiración.

La evaporación en los sectores evaluados es variable, siendo mayor a nivel de las comunidades de Candungos y Ajachim, medida con los dos métodos directos (jarra y calicata), muy por debajo se encuentran los sectores de Quim y Chapiza.

Los valores de las tasas de evaporación tienen una diferencia de 0.4 L/m², registrando 5.0 L/m² para el método de la Jarra y 5.4 L/m² para el método de la calicata

La Evapotranspiración calculada para cada uno de los métodos arroja un pequeñísimo volumen excedente que llega al 0.8 L/m² en el caso del método de la jarra y de 0.4 L/m² en el caso del método de la Calicata.

La confianza del uso de los valores de evaporación obtenidos por el método de la calicata es mayor toda vez que se encuentran en las mismas condiciones con las que se mide la transpiración.

BIODIVERSIDAD

Se totalizaron 64 km de vías de desplazamiento para la evaluación de los grupos de mamíferos y aves, vinculadas a las áreas de influencia de las comunidades evaluadas.

Los sectores de Quim y Candungos presentan la mayor cantidad de registros de fauna avistada, frente a Ajachim y Chapiza con muy bajo registro comparativamente.

El sector Quim presenta el mayor porcentaje de fauna mamífera registrada, con un 57 % del total de especies registradas

El sector Candungos concentra la mayor proporción de Aves, al consignar el 50 % del total de especies registradas

La distribución de la herpetofauna es homogénea encontrándose valores similares entre cada uno de los sectores

Entre los anfibios de importancia registrados, destaca la “Ranita de Cristal” *Chimerella mariaelenae*, la cual se ha registrado tanto en Ajachim, como en Chapiza.

Se han destacado la presencia de especies que se adaptan a la disponibilidad hídrica, como el género *Pristimantis*, registrado para los sectores Quim y Candungos y Chapiza.

Se encontró un aparente nuevo registro del género *Rhinella*, es cual no se encuentra descrito en la guía de anfibios.

No se ha encontrado evidencia de la presencia y afección de Quitridiomycosis en ninguno de los 40 ejemplares registrado.

Los anfibios encontrados se caracterizan por incluir especies en situación vulnerable y distribución restringida como la” Ranita de Cristal”, la cual podría ser usada como una especie indicadora de la calidad ambiental.

Así también la presencia del Género *Pristimantis* tanto en árboles, arbustos y así mismo en hojarasca, nos da una idea de los procesos de adaptación a la disponibilidad hídrica del sector toda vez que este género no es dependiente de fuentes de agua permanentes

Todas las especies de anfibios son susceptibles de la afectación de Quitridiomycosis, aún no se haya registrado afectación por ahora.

Del Monitoreo Climático Ambiental

A partir del análisis de las especies forestales con mayor superficie foliar (Tinchi), se puede ver que no existe un relación directa entre velocidad de transpiración y la mayor cantidad de los volúmenes transpirados.

Así mismo la existencia de partículas orgánicas volátiles de origen Biogénico BVOCS, conjuntamente con el proceso de transpiración determina el adecuado funcionamiento de la bomba biótica en la nación Wampís.

A partir del análisis de imágenes se puede apreciar que la Nación Wampís abarca una de las mayores zonas fuente de partículas BVOCS, en el periodo evaluado, pudiendo y siendo necesario ampliar el rango de monitoreo para ratificar la apreciación señalada.

Los BVOCS son los responsables del 90 % de las precipitaciones a nivel de la selva amazónica

Se ha podido relacionar los procesos de formación de lluvias locales, así como los ríos voladores usando las variables biológicas de los BVOCS, las variables climáticas de la Evapotranspiración (Vapor de agua) y variables de vientos dominantes con la revisión de la información en tiempo real proporcionada por el satélite GOES 16, mostrando una correlación directa con los factores evaluados en campo.

CONDICIONES ADVERSAS DURANTE EL MONITOREO BIOLÓGICO, CLIMÁTICO Y AMBIENTAL

- Luego de dos procesos de evaluación de la evapotranspiración, queda claro que el método de la Calicata es el que se ajusta mejor a las condiciones de monitoreo en la Nación Wampís, a pesar de no poder discriminar los otros valores de pérdida como Escorrentía e Infiltración. Considerando que se evalúa un bosque maduro en equilibrio, los valores de escorrentía e infiltración son valores mínimos, no repercuten en el cálculo de la evapotranspiración. (Nobre A. , 2014)
- Al ser esta una evaluación dirigida remotamente, no se ha podido tomar muestras botánicas que lleven a una identificación de más especies forestales que no hayan sido evaluadas. En este caso se basa solamente en el conocimiento previo de los técnicos Wampís.

- Se tiene como línea base biológica, al estudio RAP Kampankis, desarrollado por el Field Museum of Chicago en el año 2012, y siendo que de allí se deriva la guía de identificación para anfibios y reptiles, Esta presenta limitaciones pues como hemos visto se tiene un aparente registro del Género *Rhinella*, que no puede ser corroborado in situ y se dificulta la identificación al no contar con buenas toma fotográficas. En este caso se han remitido fotos tomadas con los celulares de los técnicos Wampís, que solo sirven de referencia mas no para un proceso de identificación y reporte científico.
- Frente a esta situación descrita, se buscó salvarlas a través del proceso de capacitación y así mismo a partir del conocimiento previo de los técnicos Wampís, sin embargo en evaluaciones de este tipo, donde no hay un estudio base a nivel de flora y el estudio a nivel de fauna es exploratorio y existen restricciones para su muestreo e identificación, es necesaria la presencia en campo para poder tener elementos más claros y sustentar de mejor manera el tratamiento de los datos tomados.

M2: Capacitación a capacitadores Wampís sobre ríos voladores, monitoreo biológico climático y conservación productiva

Actividad concretada con éxito a través del proceso de talleres de capacitación, concluyendo los mismos en coordinación estrecha con el resto del equipo consultor y el supervisor técnico. En ese sentido, en base a exposiciones virtuales, intercambio de experiencias, trabajos grupales y prácticas de campo que concluyeron en una toma de datos exitosa en todos los ámbitos considerados.

M4: Capacitación a la asamblea del GTANW sobre ríos voladores, regulación climática y monitoreo biológico climático

Para el cumplimiento de esta meta se alcanzaron las hojas resúmenes de cada uno de los procesos a ser descritos en cuanto a Ríos Voladores, Monitoreo Climático, ambiental y Biológicos. Asimismo se resolvieron las dudas previamente a la asamblea. **Ver Anexo N°: Insumos para la Asamblea**

IX. RECOMENDACIONES

El estudio con toma de información en campo, ofrece siempre las mayores ventajas en el fortalecimiento y sensibilización sobre los procesos de investigación. En ese sentido se recomienda a la dirigencia de la Nación Wampís, considerar capacitar a un grupo permanente de monitores ambientales que pueda dar continuidad tanto en los procesos de toma de datos, como en el proceso de capacitación a nuevos monitores. Para lo cual, tomar muy en cuenta a los comuneros Wampis ya capacitados el 2021, como son: Henry López, Dionicio Marian, Idel Ampam Unup, Mario Nanch; y los de 2019, Efraín Huajy y Gilberto Wajai.(nombres)

En la presente evaluación se ha evidenciado el valor adicional que tendría el poder contar con equipos básicos de monitoreo y vigilancia, como cámara fotográfica, gps, binoculares. Por lo que es recomendable que la Nación Wampís cuente con estos equipos básicos para las labores de monitoreo y vigilancia y de esta manera salvar las limitaciones a la hora de contar con estos equipos.

Como se ha podido apreciar, el uso de métodos por sensoramiento remoto y análisis de imágenes satelitales, puede facilitar las labores de toma de datos, sin embargo, es recomendable usarlos para el análisis a nivel macro, es decir a una escala de región amazónica y por otro lado, establecer los parámetros para los procesos al

interior de la Nación Wampís en un nivel más detallado y cercano a la población Wampís.

Debido a las condiciones sanitarias de la pandemia que restringen la posibilidad de desarrollar una toma de muestras y proceso de selección que incorpore nuevas especies forestales al proceso de monitoreo, se recomienda contar con inventario forestal y/o de Flora específico para afinar la evaluación de la transpiración, toda vez que para esta evaluación se usó un criterio sencillo relacionado al uso y conocimiento local que no necesariamente llega a cubrir los objetivos de investigación de los procesos ecológicos estudiados.

Como se vio las características de cobertura de copa no estaban tan directamente relacionadas a la transpiración, razón por la cual se recomienda ahondar en las investigaciones que permitan definir la relación entre las características de las hojas y copas con el proceso de transpiración para más especies que las evaluadas.

Es necesario incluir en el monitoreo, características de clasificación de los suelos,¹⁸ toda vez que al estar relacionados con el desarrollo radicular son clave para el proceso de retención hídrica, así como para la fijación e incorporación del carbono a partir del proceso de descomposición de las hojas.

En el mismo sentido ya que se ha identificado que la Nación Wampís es una de las áreas con mayor generación de elementos particulados volátiles que terminan circulando conjuntamente con el vapor de agua y gracias a las masas de aire. Sería importante incluir el monitoreo de los BVOCS a nivel de campo, relacionando las probables especies generadoras y así mismo a nivel remoto, monitoreando las variaciones estacionales junto a las precipitaciones locales y regionales.

Por otro lado al buscar nuevos y mejores elementos respecto a los impactos asociados al cambio climático, se podría iniciar un proceso de monitoreo, respecto a la fijación del Carbono en el suelo como producto de la descomposición de las

¹⁸ En esta evaluación y debido al proceso de capacitación a distancia y la ausencia física en campo del evaluador principal, por las restricciones sanitarias por pandemia, no pudieron desarrollarse protocolos que incluyan la clasificación de suelos.

hojas, como un mecanismo eficaz de fijación de carbono libre en la atmósfera, desarrollando por ende un mecanismo de monitoreo en campo interrelacionado a las áreas de evaluación para evapotranspiración.

Siendo claro que la función ecológica de los bosques de la Nación Wampís, está fuertemente relacionada al complejo amazónico norte junto con Ecuador y Colombia, es pertinente que se amplíe el ámbito de estudio de dos maneras. A nivel remoto a través de la interpretación de imágenes y a nivel de campo en el marco de actividades conjuntas con los vecinos de Ecuador y Colombia desde una visión de cuencas amazónicas y subcuencas del Kanus y Kankain.

En cuanto al monitoreo ambiental desde lo biológico, es necesario ampliar con la identificación de nuevas especies de anfibios que se encuentren en situación vulnerable en otras áreas como las “Ranas de Cristal” que por conocer su estado de conservación nos indicaran el estado de conservación de los ámbitos que habitan, en este caso han abarcado el 50% del área evaluada. Por otro lado el género *Pristimantis* abarca a un grupo muy interesante de ranas cuyas adaptaciones a los hábitats acuáticos, semi acuáticos, arborícolas y terrestres nos brindan información situacional relacionada a cambios en la disponibilidad Hídrica y variaciones calóricas, siendo estos elementos claves para monitorear los efectos climáticos sobre la biodiversidad. Finalmente la inclusión de la nación Wampís en la red mundial de monitoreo de la Quitridiomycosis ayudaran a encontrar y mejorar los mecanismos de prevención para la ocurrencia de esta terrible plaga en anfibios, ahora que se encuentran en aparente buenas condiciones ambientales.

Como se ha dado en los dos estudios, el componente de monitoreo de actividades antrópicas y la biodiversidad deben seguir dándose a fin de poder identificar de manera temprana probables impactos sobre ella por parte de un sector poblacional o una actividad específica como la tala sobreexplotada de “Topa”.

Por último, se recomienda establecer un monitoreo de los factores meteorológicos a escala regional a través del sensoramiento remoto, identificando, con ayuda de las imágenes satélites en tiempo real, cualquier periodo de tiempo a la par que se realiza la toma de datos en campo, exactamente igual que como se realizó con el análisis de imágenes satelitales, para de esta manera conocer de manera continua y clara la funcionalidad climática en la Nación Wampís y su influencia a nivel de la Amazonía.

En este mismo sentido es importante establecer alianzas estratégicas con instituciones de carácter científico, que permitan emponderar al GTANW y así mismo la nación Wampís constituya un ámbito de importancia que va encontrando con estas dos evaluaciones, los grandes aportes al territorio amazónico.

Los principales beneficios de los bosques son las funciones reguladoras del clima (producción de humedad, precipitación, control de temperatura a nivel local y regional), estos inclusive mas que el almacenamiento de carbono o de productos forestales, por lo que es importante propender a su incorporación en los modelos de gestión territorial.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Catenazzi, A. (s.f.). Obtenido de <https://youtu.be/7M7NzgwjeHM>
- CEPAL, E. U. (2015). *El Cambio Climático y sus Efectos en la Diversidad en América Latina. Estudios de Cambio Climático en América Latina.*
- Da Rocha, H. M. (2009). Patterns of water and flux across a biome gradient from a tropical forest to savanna in Brazil. *Journal of Geophysical Research*, VOI 114.
- Domingo, F. V. (2003). *¿Como se puede medir y estimar la evapotranspiración?: Estado actual y Evolución.* AAET. Obtenido de <http://www.aeet.org/ecosistemas/031/informe1.htm>
- Ellison, D., & Morris, C. e. (2017). Trees, Forest and Water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change*, 51-61.
- Forsberg, A. (10 de Agosto de 2015). "Dont break the Heart of Mother Earth". Obtenido de <http://cambioclimatico-bolivia.org/archivos/20169150812>
- Gálvez R., J. (2019). *Insumo de estudio sobre biodiversidad y evapotranspiración.* . Informe de Consultoría, GTANW - Amazonas.
- Mallik, K. T. (2016). Canopy-Scale biophysical controls of transpiration and evaporation in the Amazon Basin. *Hidrology and Earth System Sciences*, 4237-4264.
- MINAM. (2018). *Situación Actual de los Anfibios y Reptiles del Perú.*
- Nobre, A. (2014). *El Futuro Climático de la Amazonía. Informe de Evaluación Científica.* Sao Jose dos campos- Brasil.
- Nobre, A., & Tomasella, J. (14 de Febrero de 2012). Large Scale of the Biosphere-Atmosphere in the Amazon (LBA). (A. Marcondes, Entrevistador)
- Pounds. (2005). Obtenido de www.Bs-Maps.net
- Radulovich, R. (2009). Método gravimétrico para determinar in situ la humedad volumétrica del suelo. *Agronomía Costarricense Vol. 33, núm. 1,2009*, 121-124.
- The Field Museum, Chicago. (Septiembre de 2012). Rapid Biological and Social Inventories. *Perú: Cerros de Kampankis.* Perú.
- Tomasella, J. H. (2007). The Water balance of an Amazonian micro-catchment: The effect of interannual variability of rainfall on hydrological behaviour. *Hidrological Process.*

XI. ANEXOS

- ANEXO FOTOGRÁFICO
- PRESENTACIONES PARA EL TALLER DE CAPACITACIÓN WAMPÍS SOBRE MONITOREO CLIMÁTICO, AMBIENTAL Y BIOLÓGICO.
- PLAN DE TRABAJO DE CAMPO Y PROTOCOLOS DE TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO
- INSUMOS PARA EL TALLER PARA CAPACITADORES
- INSUMOS PARA LA ASAMBLEA

XII. LISTA DE CUADROS, TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla N° 1: Tipos de Vegetación evaluadas: Field Museum of Chicago (The Field Museum, Chicago, 2012)

Cuadro N° 1: Datos de campo consolidados por especie forestal.

Gráfica N° 1: Transpiración Diaria

Cuadro N° 2: Cálculo de la transpiración por especie forestal.

Cuadro N° 3: Cálculo de la Transpiración para la Nación Wampís por especie forestal.

Cuadro N° 4: Cálculo de Evaporación por sector de evaluación. Método Directo I

Cuadro N° 5: Cálculo de Evaporación por sector de evaluación. Método Directo II

Cuadro N° 6: Evapotranspiración calculada a partir del método de la Cubeta.

Cuadro N° 7: Evapotranspiración calculada a partir del método de la Calicata.

Cuadro N° 8: Precipitación Pluvial (del 02/03 al 12/03)

Gráfica N° 4: Precipitaciones Pluviales en Puerto Galilea. Fuente Weatherspark.com

Cuadro N° 9: Balance Hídrico en base a datos de Campo.

Cuadro N° 10: Registro de General de Especies (Aves y Mamíferos)

Cuadro N° 11: Abundancia Relativa de Fauna Evaluada

Cuadro N° 12: Registro de Especies Herpetológicas Evaluadas.