



PROYECTO BOSQUE Y VIDA

Visión Integral para el Desarrollo en la Amazonia



**Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia de Tahuamanu
del departamento de Madre de Dios
(Acuerdo KD 16 – Convenio IIAP-WWF)**

PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN ECOLÓGICO-ECONÓMICA DE LA PROVINCIA DE TAHUAMANU DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS

CLIMA

Resultado 1.3 - Producto 5



IQUITOS, SETIEMBRE 2006

EQUIPO DE EJECUCIÓN DEL PRODUCTO:

José Maco García

EQUIPO DE DIRECCIÓN DEL RESULTADO:

IIAP:

Fernando Rodríguez Achung, Director Programa de Ordenamiento Ambiental

WWF:

Kelly Soudre Zambrano, Directora Regional, Sede Madre de Dios
Cecilia Arellano Carreiro, Consultora Proyecto Bosque y Vida

El presente documento ha sido realizado con el financiamiento del Proyecto Bosque y Vida, en el que participan WWF, Conservación Internacional, SNV, CARE, The Nature Conservancy y TROPENBOS INTERNATIONAL y Coordinado por WWF.

© 2005

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP

Av. Abelardo Quiñones km. 2.5, Iquitos – Perú

Correo electrónico: preside@iiap.org.pe

Teléfonos: +51-(0)65-263451 Fax: +51-(0)65-265527

<http://www.iiap.org.pe/>

Los textos pueden ser utilizados total o parcialmente citando la fuente.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
RESUMEN	5
I. OBJETIVOS	6
II. METODOLOGÍA DE ESTUDIO	6
III. EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE TAHUAMANU	6
3.1. Información utilizada.....	7
3.2. Temperatura.....	7
3.3. Precipitación.....	8
3.4. Evapotranspiracion potencial.....	8
3.5. Humedad relativa.....	10
3.6. Balance hídrico.....	10
3.7. Clasificación climática.....	11
3.7.1. Índice de humedad (im).....	11
3.7.2. Índice de excedencia is (%).....	11
3.7.3. Índice de déficit id (%).....	12
3.7.4. Variación estacional de humedad efectiva.....	12
3.7.5. Índice de eficiencia termal e índice de eficiencia termal en verano.....	12
3.7.6. Resultados de la clasificación.....	12
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

PRESENTACIÓN

En el presente documento se reporta los estudios de caracterización de los elementos del clima de la Provincia de Tahuamanu de la Región Madre de Dios. Es parte de los estudios temáticos que sirven de base para realizar el análisis y modelamiento del territorio con la finalidad de formular una propuesta de Zonificación Ecológica Económica como base técnica y científica para el Ordenamiento de la Provincia de Tahuamanu de la Región Madre de Dios.

El estudio climatológico tiene como propósito identificar los tipos climáticos, tomando conocimiento de su potencial agroclimático

Como el clima juega un importante papel en nuestra Amazonía, el presente estudio junto con los estudios hidrológicos, fisiográficos y de suelos sirve de base para establecer los niveles de potencialidad agrícola de la zona de estudio; con el estudio de suelos, fisiografía, vegetación, geomorfología, geología, entre otros, sirven para determinar las potencialidades piscícolas, las potencialidades turísticas, forestales, entre otras, de la zona estudiada.

El estudio se ha elaborado a partir del análisis de la información colectada en las estaciones meteorológicas del SENAMHI y del material bibliográfico existente sobre el tema. Se presenta el mapa de clima elaborado a una escala de trabajo de 1:100,000.

RESUMEN

El clima constituye el estado atmosférico más frecuente o característico de la atmósfera, en una zona geográfica determinada y en un período largo de tiempo. El principal objetivo del presente estudio es determinar los tipos climáticos de la Provincia de Tahuamanu de la Región Madre de Dios, mediante el cual tomaremos conocimiento de su potencial agroclimático, que nos permitirá evaluar las condiciones climáticas e hídricas favorables o desfavorables. El estudio fue realizado con base a la información meteorológica de la Región Madre de Dios y al estudio realizado por el IIAP-CTAR Madre de Dios (2000).

Dentro de la provincia existen dos estaciones meteorológicas localizadas en los poblados de Iberia e Iñapari. En esas estaciones se registran que la temperatura media anual varía de 25°C en Iñapari y 24.9°C en Iberia; la precipitación media total anual es de 1,641 mm/año en Iberia y de 1,937 mm/año en Iñapari. En la provincia se reporta déficit de precipitaciones en los sectores de Iñapari e Iberia. Estos déficits se presentan en el mes de agosto en el sector de Iñapari, con 49.7mm, y en los meses de agosto y setiembre en el sector de Iberia, con 79.3 mm.

En la Provincia de Tahuamanu se han identificado tres tipos de climas principales: Perhúmedo (A) ubicado en el extremo oeste de la provincia, Húmedo (B) en el sector del extremo este y en el sector oeste de la provincia; mientras que el Subhúmedo lluvioso (C2) ocupa el sector central de la provincia.

I. OBJETIVOS

El principal objetivo del presente estudio es determinar los tipos climáticos de la Provincia de Tahuamanu de la Región Madre de Dios, mediante el cual tomaremos conocimiento de su potencial agroclimático, que nos permitirá evaluar las condiciones climáticas e hídricas favorables o desfavorables.

II. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Para el desarrollo del presente estudio climático se recurrió a los criterios del Sistema de Clasificación de Climas W. Thornthwaite que está inspirado en las necesidades hidrológicas y agrícolas antes que en consideraciones puramente climatológicas.

El estudio fue realizado con base a la información meteorológica de la Región Madre de Dios y al estudio realizado por el IIAP-CTAR Madre de Dios (2000, Zonificación Ecológica Económica de la Región Madre de Dios).

III. EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE TAHUAMANU

El clima constituye el estado atmosférico más frecuente o característico de la atmósfera, en una zona geográfica determinada y en un período largo de tiempo.

Como lo han mencionado muchos especialistas de renombrado prestigio internacional en trabajos presentados en reuniones dedicadas a la zonificación agroecológica y ecológica económica, sobre todo en el trópico húmedo, otorgan muy poca importancia al estudio climático, pese al reconocimiento unánime de que este tema adquiere una importancia primordial entre los factores considerados por la Zonificación Ecológica Económica, siendo efectivamente el determinante de la distribución de la vegetación y, remotamente de la formación y, eventualmente, de la distribución de los suelos (Vargas 2004).

El clima es un recurso fundamental para el ser humano. Su conocimiento riguroso permite mitigar los impactos climáticos negativos así como mejorar el aprovechamiento de sus efectos positivos. Está constituido por diversos factores o elementos como son la temperatura, la precipitación, la humedad relativa y la evapotranspiración, entre otros.

Todos estos factores permiten calcular el balance hídrico en una estación meteorológica y/o una zona geográfica. De igual forma, estos factores del clima así como el balance hídrico permiten clasificar el clima de una zona determinada.

La información climatológica aquí proporcionada fue tomada de las dos estaciones meteorológicas de la provincia: Iberia e Iñapari.

3.1. Información utilizada

Existen escasas estaciones meteorológicas en la zona. Con el fin de zonificar cada factor climático se ha procedido a analizar su respectiva distribución espacial así como la información sobre el relieve del terreno, la vegetación natural y los suelos, entre otros elementos.

De igual manera, ha sido de gran utilidad los estudios siguientes:

- Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de Iberia Iñapari, ONERN octubre de 1977.
- Macrozonificación del Ambito Peruano del Programa de Acción Integrado Peruano-Boliviano. INADE.1998
- Mapa Ecológico del Perú, ONERN, 1975.
- Proyecto RADAMBRASIL, Programa de Integración Nacional, Levantamiento de Recursos Naturais, Vol 12, 1976.
- Atlas Climático da Amazonía Brasileira, Min. Int/Sudam.
- Atlas Geográfico del Perú.
- Atlas Climático de Sudamérica, OMM.
- Zonificación Agro-climática del Departamento del Cuzco, SENAMHI, 1994.
- Balance Hídrico Superficial de la Cuenca del río ITENEZ - Amazonía - Bolivia - Brasil, La Paz 1977.

3.2. Temperatura

La temperatura del aire en una localidad dada es determinada básicamente por su ubicación latitudinal, así como por la presencia de accidentes geográficos.

La temperatura anual varía entre 25°C en Iñapari y 24.9°C en Iberia. De acuerdo con los datos meteorológicos (Tabla 1), la variación geográfica de las temperaturas anuales es reducida, con un valor central dominante de 25°C y una variación de 1°C arriba y abajo del mismo.

Las temperaturas son elevadas durante todo el año. La oscilación estacional (diferencia entre el mes más cálido y el mes más frío) es de aproximadamente 4°C, en la estación de Iberia, configurando de esta manera una zona prácticamente isoterma.

Con alguna frecuencia en la zona se registran los "Friajes" o "Surazos" que provocan una caída brusca de la temperatura promedio de hasta 4°C producto de la incursión de masas de aire frías provenientes de la Antártida, con duración de 3 a 8 días.

3.3. Precipitación

La precipitación mensual o estacional responde básicamente a la dinámica de la circulación general atmosférica y a las variaciones en latitud que experimentan los vientos durante el año.

El régimen pluviométrico de la Provincia de Tahuamanu es tropical, con una estación lluviosa y otra seca durante el año (Tabla 2). La precipitación media total anual es de 1,641 mm/año en Iberia y de 1,937 mm/año en Iñapari, mientras que se sume que en las cabeceras de las cuencas hidrográficas deben presentar mayores precipitaciones. El mes de febrero se presenta como el más lluvioso, mientras que el más seco es julio (Foto 1). La variación de la precipitación es bastante marcada en el año. Para Iberia se registra una oscilación pluvial de 24 mm a 226.1 mm; semejante variación ocurre en Iñapari de 36.8 mm a 277.3 mm. El periodo más lluvioso corresponde a los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo (Foto 2). Como se podrá observar, la zona de Iberia es la más seca (Tabla 2).

3.4. Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración representa las pérdidas de agua hacia la atmósfera por evaporación desde cualquier superficie evaporante y transpiración de la vegetación existente en la zona. La evapotranspiración potencial (ETP) indica la evapotranspiración que ocurriría desde una superficie muy extensa completamente húmeda cubierta de plantas, esto es, una superficie con suministro continuo de agua.



Foto 01: El periodo de escasez de lluvias permite la vaciante de los ríos (Foto: J. Maco)



Foto 02: El periodo de lluvioso permiten la creciente de los ríos (Foto: G. Barbieri)

Metodología de cálculo de la ETP

Existen varios procedimientos para calcular la ETP, como el de THORNTHWAITE (1948), que se basa en la correlación entre la temperatura del aire y la tasa de transpiración de las plantas, y tiene la siguiente expresión:

$$ETP = 16 K (10 T/I)^{**a}$$

En donde:

ETP	=	Evapotranspiración potencial (mm/mes)
K	=	$(Dd/12)^* (NDM/30)$
a	=	$(0.675 I^{**3} - 77.1 I^{**2} + 17.92 I + 492,390) * 10^{**-6}$
I	=	$S(Ti/5)^{**1.514}$ (Índice de calor)
Ti	=	Temperatura Media Anual, Mes
Dd	=	Duración del día (horas)
NDM	=	Número de días del mes

De acuerdo al IIAP-CTAR Madre de Dios (2000) la ETP e índice de calor en Iñapari es de 1382.0 mm y 137.31, y en Iberia es de 1371.7 mm y 136.32, respectivamente.

3.5. Humedad relativa

Es la expresión porcentual del vapor de agua presente en la atmósfera a una temperatura determinada. Se dispone de varias estaciones meteorológicas que miden la humedad relativa en la zona. De acuerdo al IIAP-CTAR Madre de Dios (2000), la humedad relativa promedio es de 87% en Iñapari, con variación de 83% a 89% y, en Iberia de 63% con variación de 58% a 65% (Tabla 3).

3.6. Balance hídrico

El balance hídrico se fundamenta en el principio físico de conservación de masa. Su ecuación indica los ingresos y egresos de un sistema y correspondientemente su estado de ganancias (excesos), pérdidas (déficit) y almacenamientos.

Metodología para el balance hídrico

Un método práctico de cálculo del Balance Hídrico, es el de THORNTHWAITE - MATHER (1957) que emplea como datos iniciales los valores medios de la ETP y la precipitación.

Aplicando este procedimiento y considerando una reserva de agua en el suelo de 100 mm, se calculó el balance hídrico en varias estaciones meteorológicas, determinándose los excedentes y déficit (Tabla 4).

En el diagrama de flujo adjunto se indica la secuencia de operaciones que se sigue para el cálculo del balance hídrico.

De acuerdo a estos resultados en las estaciones de Iñapari e Iberia se presentan excedentes hídricos (S) relativamente importantes, así como déficit (D) de menor cuantía. En las dos primeras localidades la precipitación satisface plenamente las necesidades de evapotranspiración a nivel anual.

Los déficit en Iñapari e Iberia corresponden al mes de agosto en el primer caso y a los meses de agosto y setiembre en el segundo caso, con 49.7mm y 79.3 mm respectivamente.

Los excedentes hídricos en las 2 estaciones mencionadas totalizan valores entre 345.7mm/año y 495 mm/año.

3.7. Clasificación climática

Existen varios tipos de clasificaciones climáticas pero aquí utilizaremos el de THORNTHWAITE (1953).

El sistema de THORNTHWAITE, se basa en el concepto de evapotranspiración potencial y en el balance de vapor de agua, y contiene cuatro criterios básicos: Índice de humedad (Im), Índice de eficiencia termal (Eo), Variación estacional de la humedad efectiva (Id ó Is) e intensidad o concentración de la eficiencia termal en verano. La evapotranspiración potencial ETP, se determina a partir de la temperatura media mensual, corregida según la duración del día; y el exceso o déficit se calcula a partir del balance de vapor de agua, considerando la humedad (Im) que junto con la ETP, permite definir los tipos de clima, que a su vez se sub-dividen en otros, en función del momento del año con exceso o falta de agua y de la concentración estacional de la eficacia térmica.

3.7.1. ÍNDICE DE HUMEDAD (IM)

Este índice se define de la siguiente manera:

$$I_m = I_s - I_d$$

En donde:

Im = Índice de humedad (%)

Is = Índice de excedente (%)

Id = Índice de déficit (%)

Los índices de excedente Is y de déficit Id se definen así:

$$I_s (\%) = (S/ETP) \times 100$$

$$I_d (\%) = (D/ETP) \times 100$$

En donde:

S = Exceso de agua mm.

D = deficiencia de agua mm.

ETP = Evapotranspiración potencial mm.

Los excesos de agua S, así como las deficiencias de agua D se calcularon en el ítem anterior y se muestran en el cuadro 5-1. De igual manera en el mismo cuadro se muestran los valores de Is e Id calculados.

3.7.2. ÍNDICE DE EXCEDENCIA IS (%)

El índice de excedencia en la zona varía desde 25.2% en la estación Iberia y de 35.82% en Iñapari. El índice de excedencias Is expresa el exceso de humedad en relación a la ETP.

3.7.3. ÍNDICE DE DÉFICIT ID (%)

El índice de déficit expresa la deficiencia de agua en relación a la ETP. En la zona las estaciones localizadas en la llanura amazónica como Iberia e Iñapari presentan valores reducidos de Id; mientras que el resto de estaciones presentan deficiencias cero. Id varía desde 3.6% en Iñapari hasta 5.78% en Iberia.

De acuerdo a los índices calculados se determina el índice de humedad Im, mostrándose sus valores en la Tabla 4.

Siguiendo el procedimiento de Thornthwaite se determinan los siguientes climas en la Provincia de Tahuamanu: Perhúmedo (A), Húmedo (B1 y B2) y Subhúmedo lluvioso (C2)

3.7.4. VARIACIÓN ESTACIONAL DE HUMEDAD EFECTIVA

Este criterio utiliza el índice de déficit de Id para caracterizar la deficiencia estacional de humedad según los rangos que se muestran en la tabla adjunta, mediante sub índices.

De acuerdo a esto, los subíndices a emplear serán r (pequeña o ausencia de déficit) y S (deficiencia moderada en verano).

3.7.5. ÍNDICE DE EFICIENCIA TERMAL E ÍNDICE DE EFICIENCIA TERMAL EN VERANO

En base a la ETP se distinguen 9 regiones denominadas con las mismas letras mayúsculas que los tipos de climas pero agregándoseles un apóstrofe. Según la tabla se tiene que los climas en el departamento de acuerdo a la ETP son el A' (megatermal) y B'4 (mesotermal)

En el caso de la eficiencia termal en verano (Eo) V, está constituida por la suma de los porcentajes de ETP para los tres meses de verano. De acuerdo a la tabla se tiene que el tipo de clima determinado en todos los casos es el correspondiente al subíndice a'.

3.7.6. RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN

En la Provincia de Tahuamanu se han identificado tres tipos de climas principales: Perhúmedo (A), Húmedo (B) y Subhúmedo lluvioso (C2) (Ver mapa)

En base a los subíndices antes mencionados se determina también que los climas son el Megatermal (A') y el Mesotermal (B'4); con pequeña o nula deficiencia (r) y deficiencia moderada en verano (S).

El clima conforme se determinó arriba corresponde a tropical húmedo caracterizado por temperaturas altas y homogéneas a lo largo del año (temperatura media anual arriba de los 25°C) e intensas precipitaciones variando entre 1,641 mm/año en Iberia y 1,837 mm/año en Iñapari, presumiendo ,mayores precipitaciones en las cabeceras de cuenca..



Foto 03: Vista del tiempo en el periodo lluvioso (Foto: G. Barbieri)



Foto 04: Vista del tiempo en el periodo de escasez de lluvias (Foto: Sandra Ríos)

Según IIAP-CTAR Madre de Dios (2000) el clima de la zona está determinado básicamente por dos factores: la posición latitudinal (con la presencia de la ZCIT, zona de convergencia intertropical) y la Cordillera de los Andes.

La ZCIT, determina la alternancia de la estación lluviosa y de la seca. La primera sucede en verano y coincide con el desplazamiento de la ZCIT en dirección del polo y el arrastre por los alisios de masas de aires muy inestables; el período seco ocurre en invierno por acción de los alisios continentales y por el desplazamiento del anticiclón subtropical hacia las latitudes bajas, con su efecto estabilizador de la atmósfera.

En el mapa de clima se presenta la zonificación de los tipos de clima principales identificados en el departamento. El mapeo tiene en cuenta no sólo el tipo de clima determinado en cada estación meteorológica sino también las zonificaciones de los índices I_s e I_d , del relieve y las formaciones ecológicas. Adicionalmente se han compatibilizado los resultados con las zonificaciones climáticas de países vecinos como Bolivia y Brasil.

Mapa de clima de la Provincia de Tahuamanu

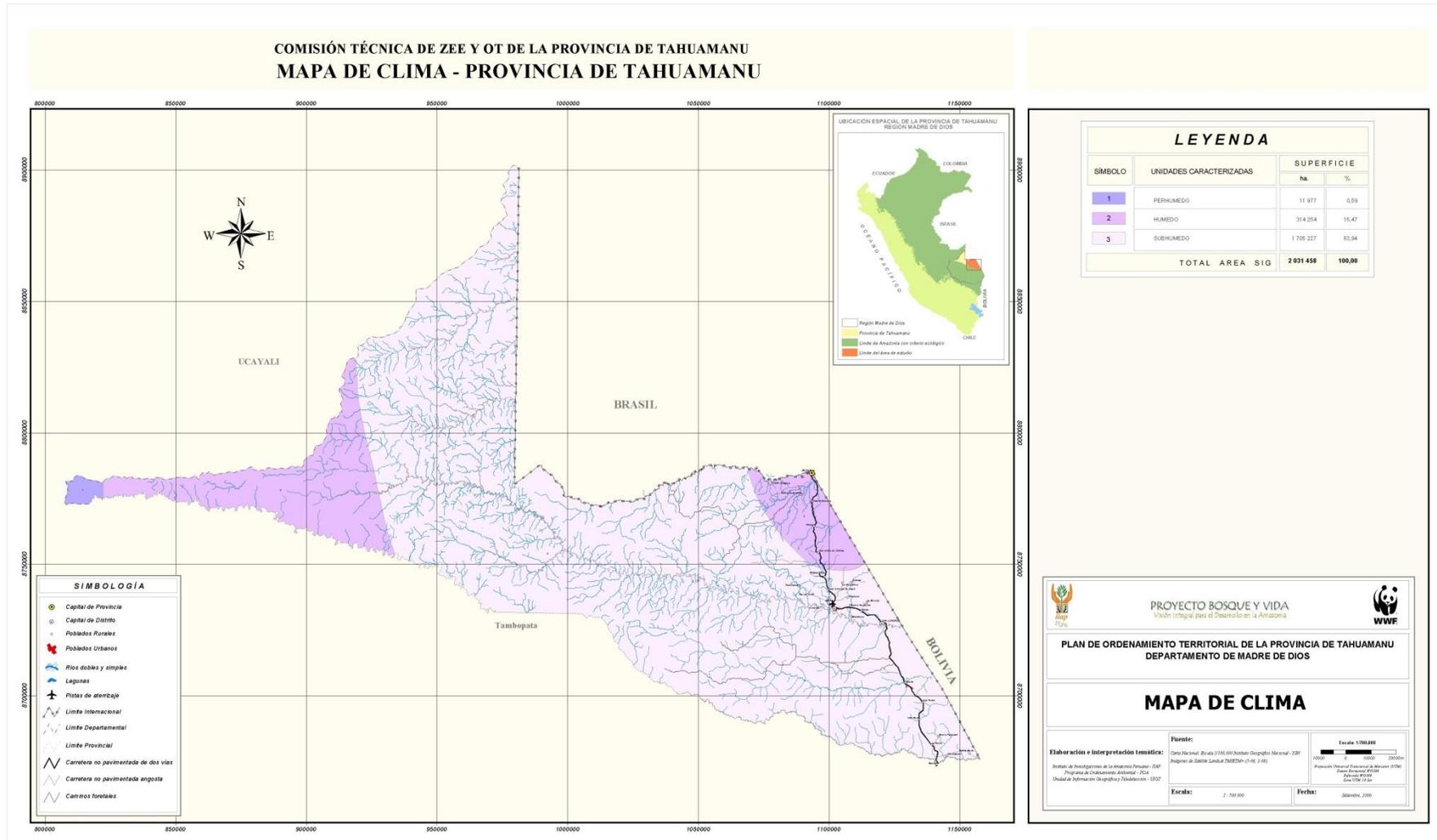


Tabla 01
Variación de la temperatura promedio mensual

ESTACIÓN	TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL (°C)												ANUAL (°C)
	ENE	FEB	AR	ABR	AY	JUN	JUL	GO	SET	OCT	OV	DIC	
IÑAPARI	25.7	25.2	25.1	25.2	25.0	24.0	23.3	24.6	25.1	25.8	25.7	25.4	25.0
IBERIA	26.0	25.8	25.6	25.2	23.7	22.7	22.4	23.9	25.6	25.8	25.9	25.9	24.9

Tabla 02
Variación de la precipitación total mensual

ESTACIÓN	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PROMEDIO												PROME ANUAL
	ENE	FEB	AR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
IÑAPARI	13.2	77.3	91.6	72.5	114.0	52.7	36.8	49.8	115.0	158.3	216.8	239.1	1836.8
IBERIA	05.2	26.1	12.2	64.1	79.1	48.0	24.0	58.8	81.0	151.7	183.4	207.7	1641.3

Tabla 03
Variación mensual de la humedad relativa (%)

ESTACIÓN	PROMEDIO MENSUAL												PROME MES
	ENE	FEB	AR	ABR	AY	JUN	JUL	GO	SET	OCT	OV	DIC	
IÑAPARI	88.0	89.0	89.0	89.0	88.0	87.0	85.0	83.0	85.0	87.0	86.0	88.0	87.0
IBERIA	65.0	65.0	65.0	65.0	64.0	60.0	60.0	58.0	58.0	62.0	63.0	65.0	63.0

Tabla 04
Balance hídrico, determinación de déficit y excedentes; índice climático y clasificación climática.

ITEMS	ESTACIONES	
	IÑAPARI	IBERIA
ETP	1382	1371.7
P	1836.8	1641.3
ETR	1382.0	1371.7
DEF (D)	49.7	79.3
EXC (S)	495.0	345.7
(EO)V	26.3	28.2
IS=S/ETP	35.82	25.20
ID=D/ETP	3.6	5.78
IM=IS-ID	32.22	19.42
TIPO CLIMA	B1 A'ra'	C2A'ra'

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPAL/PNUMA. 1992. Diagnóstico Agroecológico: Metodología del Centro de Información sobre Recursos Naturales (CIREN) y su aplicación al secano de la VI Región de Chile.
- FAO/UNESCO/OMM. 1975. Proyecto Interinstitucional en Agroclimatología. Informe Técnico. Roma.
- HARGREAVES G., OLSEM F., VENEGAS I. 1978. Probabilidades de Húmedad, de Precipitación, Requerimientos de Evapotranspiración Potencial y Clasificación Climática para el Perú. Agosto.
- IIAP-CATAR MADRE DE DIOS. 2000. Zonificación Ecológica Económica de la región Madre de Dios. Volumen II Medio Físico. Puerto Maldonado. 161 p.
- KOEPPE W. 1948. Clima. Estudio de los Climas de la Tierra. Fondo de Cultura Económica México-Buenos Aires.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1984. Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones. Guía para la Zonificación Climática de Cultivos. Lima.
- ONERN. 1976. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Lima.
- SENAMHI. 2000. Red Nacional de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas. Lima.
- SENAMHI. 2000. Mapa de clasificación Climática del Perú. Lima
- SENAMHI. 1995. Dirección General de Agroclimatología. Estudio Agroclimático del Departamento de Cusco. Lima
- THORNTHWAITE. 1984. Instructivo para la Clasificación de Climas. Segundo Sistema. Ing. César Fajardo. Lima.
- TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZONICA. 1994Secretaria Pro Tempore. Zonificación Ecológica Económica. Memoria regional. Manaus-Brasil.
- VARGAS R., J. 2004. Clima. Zonificación Ecológica Económica de la Región San Martín. IIAP-Gobierno Regional de San Martín. 50 p.