



**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGIA  
DE BOSQUES TROPICALES**

**TESIS**

**“INCIDENCIAS DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS Y ECOLÓGICAS  
PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROCLIMAS EN EL ARBORETUM “EL  
HUAYO”, CIEFOR-PUERTO ALMENDRAS, LORETO - PERÚ”**

Para optar el título de:

**INGENIERO EN ECOLOGIA DE BOSQUES TROPICALES**

Autor:

**HARRINSON LÓPEZ CÓRDOVA**

Iquitos-Perú

2014



UNAP

Facultad de  
Ciencias Forestales

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

### DE TESIS Nº 555

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller HARRINSON LÓPEZ CÓRDOVA titulado: "INCIDENCIAS DE LAS VARIABLES METEOROLOGICAS Y ECOLOGICAS PARA LA DETERMINACION DE MICROCLIMAS EN EL ARBORETUM "EL HUAYO", CIEFOR - PUERTO ALMENDRAS, LORETO - PERU", formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:

Con el calificativo de:

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

APROBADO

BUENO

APTO

Iquitos, 10 de mayo de 2014

Ing. LUIS FERNANDO ÁLVAREZ VÁSQUEZ, M.Sc.  
Presidente

Ing. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES, M.Sc.  
Miembro

Ing. JUAN DE LA CRUZ BARDALES MELÉNDEZ, M.Sc.  
Miembro

Ing. JULIO ALFREDO VEGAS PISCOYA  
Asesor

**Conservar los bosques beneficia a la humanidad ¡No lo destruyas!**

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú

[www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)

Teléfono: 065-225303

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a nuestro padre celestial que siempre nos está guiando hacia el camino de la fe, la esperanza y la verdad.

A mis padres que con su apoyo moral y económico, que día a día me brindan para ser cada día mejor como persona y profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas e Instituciones involucradas para la realización de este trabajo de tesis, como a la Facultad de Ciencias Forestales y al CIEFOR – Puerto Almendras.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI.

Al Ingeniero, Aníbal López Peña, trabajador del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, por su co-asesoría.

**INDICE**

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
	DEDICATORIA	
	AGRADECIMIENTO	
	LISTA DE CUADROS	iii
	LISTA DE FIGURAS	iv
	RESUMEN	v
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>EL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
	2.1. Descripción del problema	3
	2.2. Definición del problema	3
<b>III.</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>4</b>
	3.1. Hipótesis general	4
	3.2. Hipótesis alterna (s)	4
	3.3. Hipótesis nula	4
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
	4.1. Objetivo general	5
	4.2. Objetivo específico	5
<b>V.</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>6</b>
	5.1. Identificación de variables, indicadores e índices	6
<b>VI.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
	6.1. El Arboretum "El huayo"	7
	6.2. Tipos de Bosques	11
	6.3. Características generales del Arboretum "El huayo"	12
<b>VII.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>13</b>

<b>VIII. MATERIALES Y MÉTODO</b>	18
8.1. Lugar de ejecución	18
8.1.1. Accesibilidad	18
8.1.2. Clima	19
8.1.3. Zona de vida	19
8.1.4. Fisiología	19
8.1.5. Geología	19
8.1.6. Suelos	19
8.2. Materiales y equipos	19
8.3. Metodología	20
<b>IX. RESULTADOS</b>	30
<b>X. DISCUSION</b>	38
<b>XI. CONCLUSIONES</b>	42
<b>XII. RECOMENDACIONES</b>	44
<b>XIII. BIBLIOGRAFIA</b>	45
<b>ANEXO</b>	49

**LISTA DE CUADROS**

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Cuadro de variables, indicadores e índices	06
2	Provincias de humedad	22
3	Provincias térmicas	23
4	Localización de la estación meteorológica CO–Puerto Almendra	30
5	Localización política de la estación meteorológica	30
6	Datos meteorológicos para el cálculo de ETP y balance hídrico	30
7	Humedad relativa media del área de estudio	32
8	Balance hídrico de las estaciones meteorológicas en al área de estudio	34
9	Caracterización de microclima en el arboretum “El huayo”	36
10	Zonas de vida del área arboretum “El huayo”	36

**LISTA DE FIGURAS Y GRAFICOS**

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Niveles de un bosques	9
2	Esquema para la determinación de la clasificación climática	20
3	Ciclo hidrológico del agua	25
4	Temperatura media mensual (°C).	31
5	Variación temporal de las precipitaciones medias mensuales en el área de estudio.	32
6	Variación temporal de la humedad atmosférica en el área de estudio	33
7	Balance hídrico de las estaciones meteorológicas en al área de estudio.	35

## RESUMEN

En este estudio se examinó las características meteorológicas y ecológicas del arboretum “El huayo”, ubicado en el CIEFOR – Puerto Almendras, por medio de la base de datos de la estación meteorológica de Puerto Almendras. Se analizaron la temperatura y precipitación respaldando la clasificación climática de Thornthwaite y zonas de vida del método de Holdridge. Mediante el método del Balance hídrico constatamos que las temperaturas medias mensuales son casi constantes durante el año y estas fluctúan entre los 25,8 °C los meses de junio a julio y los 27,1°C, de setiembre a noviembre; las precipitaciones máximas en los meses de marzo a abril en los cuales se registra 257 mm/mes y las precipitaciones mínimas en julio con 120,9 mm/mes, el promedio anual de precipitación pluvial es de 2344,8 mm/año. Por lo tanto el arboretum “El huayo” posee un microclima ligeramente húmedo, sin ningún déficit de humedad (B1A' a' r), con zona de vida en vegetación variada y con 4 niveles: Plantulas, brinsal, latizal y fustal. Se recomienda en este sistema implementar propuestas de zonificación climática con su respectiva clasificación microclimática para el desarrollo de la zona.

**Palabras claves:** temperaturas, precipitaciones, climas, ecología.

## I. INTRODUCCION

Los bosques tropicales, por sus características medioambientales, con temperaturas constantemente altas y con grandes volúmenes de precipitación anual resultaron ser ecosistemas muy complejos, pero a su vez de una enorme fragilidad dada la cantidad de materia orgánica que se acumula en los suelos.

Una gran parte de los bosques del jardín botánico arboretum “El huayo” (JBAH), se encuentra actualmente en diferentes estadios de regeneración, por haber sido abandonados después de años de uso agrícola o maderero. Siendo el JBAH un área de enseñanza y aprendizaje para un buen uso de investigación se requirió de sus características ecológicas y variables meteorológicas, de tal manera que se pudo obtener un soporte y clasificación climatológico sobre el área de estudio, lo cual se tomó en cuenta los datos de la caseta meteorológica de un periodo normal de 26 años, para la identificación del microclima, que se accedió a tener referencia de manera eficaz a sus características meteorológicas que el lugar presenta.

El Jardín Botánico Arboretum “El huayo” es un área de enseñanza que cuenta con factores que contienen sus indicadores con sus respectivas características teniendo en común a la vegetación, suelo, fisiografía, geología, etc. Lo cual no cuenta con un soporte climatológico actualizado, para así tener referencias climáticas del área que se estudió.

Fue muy necesario realizar las investigaciones relacionados con el comportamiento de las variables meteorológicas que inciden sobre el tipo de bosque del arboretum con la facilidad de la estación meteorológica que está situada cerca y dentro del CIEFOR-Puerto Almendras regentada por **SENAMHI**, lo cual permitió obtener confiabilidad en los resultados de las investigaciones que se

realizó, enfocando todo hacia el objetivo de determinar los tipos de microclimas y zonas de vida influenciada por el tipo de bosque que presenta el Jardín Botánico Arboretum “El huayo”.

## II. EL PROBLEMA

### 2.1. Descripción del problema

Uno de los aspectos más deficientes en la obtención de la línea biofísica (suelo y clima) es la determinación de la climatología de una determinada área, más aún, si no existe una buena red de estaciones climatológicas a nivel regional. Esto se complica, si existe el interés de determinar micro unidades ambientales conocidas como “microclimas”, donde se hace imprescindible información a mayor detalle de las variables de temperaturas, precipitación, humedad relativa como las principales. **(Mathews, L. 2011).**

El arboretum “El huayo”, de la Facultad de Ciencias Forestales de Puerto Almendras de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, es un área de investigación, enseñanza y aprendizaje, que cuenta con factores que contienen sus variables con sus respectivas características siendo en común la vegetación, suelo, fisiografía, geología, etc., pero no cuenta con las variables meteorológicas actualizadas, que nos sirva como referencia climática del área de estudio, con ello lograr una clasificación microclimática en función a las variables ecológicas del lugar y relacionándolo con el tipo de bosque predominante que presenta el arboretum “El huayo”.

### 2.2. Definición del problema

¿Las variables meteorológicas y ecológicas, inciden sobre el arboretum “El huayo”, para que exista un microclima determinado?

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

Existe incidencia de las variables meteorológicas y ecológicas para la determinación de microclimas en el arboretum “El huayo”.

#### **3.2. Hipótesis alternas**

Existe influencia de las variables meteorológicas y ecológicas para el tipo de bosque del arboretum “El huayo”.

Existe una relación entre las variables meteorológicas y ecológicas para la determinación de zonas de vida en el arboretum “El huayo”.

#### **3.3. Hipótesis nula**

No existe incidencia de las variables meteorológicas y ecológicas para la determinación de microclimas en el arboretum “El huayo”.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

- Determinar las variables meteorológicas y ecológicas que inciden en el tipo de microclima que presenta el arboretum “El huayo”.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Determinar las principales variables meteorológicas del arboretum “El huayo”
- Determinar los tipos de vegetación o zonas de vida que presenta el arboretum “El huayo”.

## V. VARIABLES

### 5.1. Identificación de variables, indicadores e índices

**Cuadro 1.** Cuadro de variables, indicadores e índices.

VARIABLE DE ESTUDIO	INDICADORES	INDICES
<b><u>Variable Independiente</u></b>  Características meteorológicas y ecológicas	Temperatura (T° Max, T° Min, Tx)	°C
	Precipitación Evapotranspiración	mm.
	Humedad del aire Humedad relativa	%
	Tipo de bosque	B. Primario B. Secundario
	Zonas de vida	Bioclima
<b><u>Variable Dependiente</u></b>  Microclimas	Zonas cálidas	Clima tropical húmedo Lluvioso

## VI. MARCO TEÓRICO

**6.1. El Arboretum “El huayo”**El jardín botánico - *Arboretum El huayo*(JBAH), cuya creación se propone dentro de la jurisdicción del CIEFOR, de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, estaría logrando conservar bosques naturales de diferente ecología y plantaciones de diferentes especies y edades, que como experiencia académica ha desarrollado la Facultad de Ciencias Forestal durante sus 35 años de funcionamiento, y que ahora se constituyen en laboratorios vivos para la enseñanza, la educación ambiental, el turismo ecológico, la investigación y la capacitación.(VALDERRAMA, 2002).

La infraestructura del JBAH está establecida por lo existente en áreas verdes que cuenta con parcelas demostrativas de diferentes especies forestales de especies naturales representativas de la cuenca del Nanay. La protección de los recursos del área se basa en una adecuada capacitación, equipamiento y facilidades básicas para el personal responsable de esta actividad. De igual manera, la población humana dentro del área, es objeto de especial atención por parte de la administración, a fin de evaluar las actividades depredadoras e ilícitas, incidiendo en la capacitación y educación ambiental, orientadas al desarrollo sostenible.(VALDERRAMA, 2002).

### **Marco estratégico del jardín botánico - *Arboretum “El huayo”***

Visión:

En un horizonte de 10 años el jardín botánico - *arboretum El huayo* es un centro científico, educativo y cultural, líder en conservación *in situ* y *ex situ* de la diversidad biológica de la Amazonía Peruana, que brinda servicios académicos, científicos, de educación ambiental, turismo y recreación, dirigidos a estudiantes,

profesionales, empresarios y público en general; que basa su accionar en las diversas expresiones culturales de su área de influencia, integradas al conocimiento global y universal.**(BIODAMAZ, 2004).**

Misión:

El jardín botánico - *arboretum El huayo*, es un centro científico, educativo y cultural, que proporciona un ámbito adecuado para la adquisición de conocimientos relacionados con la conservación, valoración y aprovechamiento sostenido de la diversidad biológica de la amazonía peruana, mediante el fomento de la investigación, la educación ambiental y el turismo científico y recreativo; creando una ética ecologista y apoyando el desarrollo económico y humano.  
**(BIODAMAZ, 2004).**

### **Vegetación**

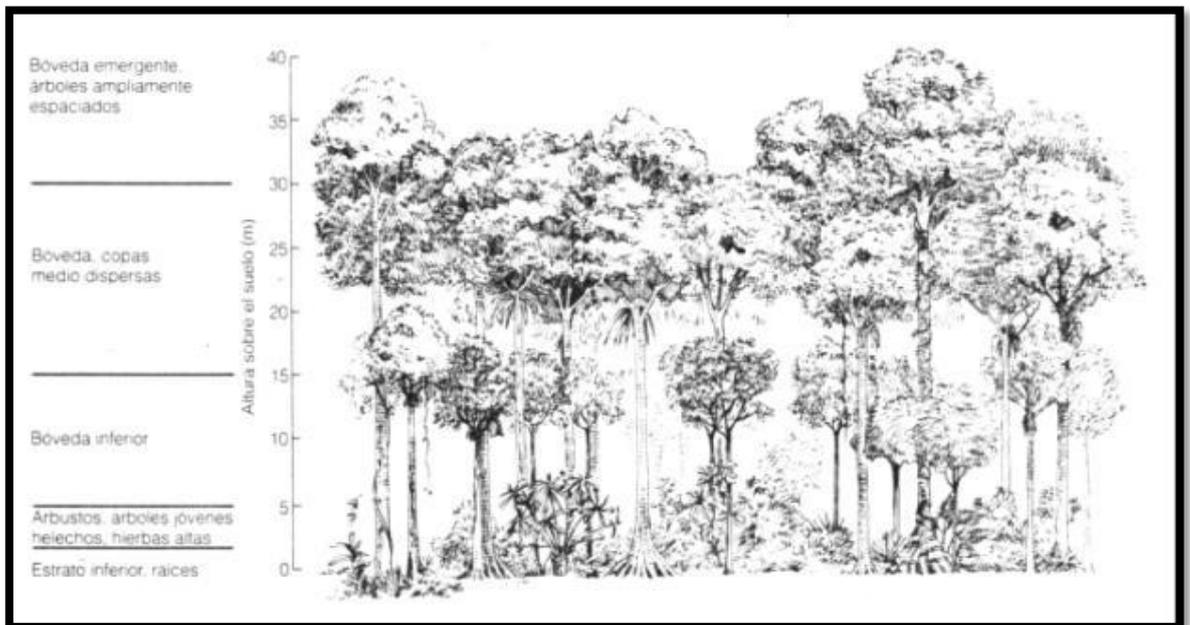
El arboretum “El huayo” ofrece una primera aproximación acerca de la variedad de tipos de bosques que caracterizan a la planicie amazónica, el área boscosa que puede ser caracterizado como bosque latifoliado de terraza baja. Ecológicamente la zona está clasificada como bosque húmedo tropical (Bh-T).**(MALLEAUX, 1982).**

Las especies forestales conocidas por su nombre vernacular que se extraen para el uso comunal o para la comercialización son: “aceite caspi”, “yanavara”, “machimango”, “quinilla”, “brea caspi”, “cumala” entre otras especies. De igual manera existen especies que son utilizadas en la medicina tradicional como: (achunizanango, caupuri, chicle huayo, ipururo, cordoncillo, sachá huitó), entre otras especies. **(VALDERRAMA2002).**

En este conjunto destaca el arboretum “El huayo”, en el que se maneja y monitorea 20 hectáreas de bosques naturales, con árboles forestales

debidamente codificados con un padrón de informaciones que caracteriza a la especie. Este bosque sirve además como banco de germoplasma (semillas, plántones por regeneración natural) para su tratamiento y comercialización, propiciando un sistema jurídico para velar la propiedad intelectual del JBAH.(MALLEAUX, 1982).

El área presenta una vegetación heterogénea, con mezcla de árboles grandes, medianos y pequeños, abundancia de sotobosque, epífitas y lianas de acuerdo a esta descripción encontramos 4 niveles.



**Figura1:**Niveles de un Bosque

## SUELO

Pertenece a la serie arenosa parda, son muy profundas de textura medianamente gruesa de color pardo amarillento, parecen excesivamente arenosos y de permeabilidad rápido.(FREITAS, 1986).

**ONERN (1991)**; señala que la zona presenta tres unidades fisiográficas definidas en: Terraza imperfectamente drenada con ondulaciones periódicas, terraza

pobrementemente drenada y terraza ondulada. De igual manera; **CALDERÓN Y CASTILLO (1981)**; afirman que los suelos del CIEFOR-Puerto Almendra, pertenecen a la serie arenosa parda, son muy profundas de textura medianamente gruesa de color pardo amarillento, parecen excesivamente arenosos y de permeabilidad rápido con pH de 5.0 a 5.3, y 70% a 80% de aluminio cambiante.

### **ASOCIACIÓN FLORÍSTICA**

La zona presenta tres tipos de bosques bien definidos: asociación forestal *Virola – Escheilera – Schizolobium – Aniba – Syderoxylon – Inga*; con potencial forestal bueno (100 – 130m<sup>3</sup>/ha), terreno plano; asociación forestal *Escheilera – Virola – Aniba – Inga*, con potencial forestal bueno y terreno ondulado; asociación forestal *Mauritia – Euterpe – Virola – Aniba – Syderoxylon – Coccoloba– Ficus*, con potencial forestal pobre (menos de 60m<sup>3</sup>/ha) y suelos hidromórficos. La densidad del bosque y composición a partir de 20cm de DAP, encontrando 161.1 árb/ha, con un promedio de 42 especies/ha, siendo las más abundantes: Zancudo caspi, Machimango, Goma huayo, Rifari, Tangarana, Copal, Sacha uvilla, Pucunacaspi, Lechecaspi, y Cumala colorada. **(MALLEUX, 1982)**.

### **CLIMA**

El clima Del CIEFOR – Puerto Almendras es de un bosque húmedo tropical (BhT), cuyas características fisionómicas, estructural y composición florística corresponde a precipitaciones mayores de 2000 mm. **(SENAMHI, 2006)**.

### **FAUNA.**

En el área de estudio existen, sapos venenosos por el color que presenta. Mariposas, zancudos, pájaros, papazos, hormigas, comején, avispa. **ONERN (1991)**.

## **Factor antropogénico**

El área de estudio presenta intervenciones del hombre por que se encuentra deforestadas algunas zonas, también encontramos caminos ecológicos y caminos de trocheros. **ONERN (1991)**.

### **6.2. Tipos de bosques**

El CIEFOR, Puerto Almendras, se caracteriza por su vegetación; en sus 1200 Ha aproximadamente como propiedad de la Facultad de Ingeniería Forestal, se han desarrollado una serie de proyectos de investigación, proyectos productivos, monitoreando y manejando parcelas con diferentes especies y edades.

Se mantiene actualmente con áreas con bosques inundables temporalmente (bosques aluviales); que conforman el grupo de vegetación de terraza baja, de igual forma aquellos bosques no inundables de terraza media, dentro de ella se encuentran la parcela monitoreada del arboretum “El huayo”, otras de las famosas formaciones ecológicas que presenta el área es el tipo de bosque clasificado como varillal, donde podemos encontrar características de vegetación muy diferentes en ecosistemas, los arboles destacan en altura, con diámetro poco pronunciados; contribuyendo muchas especies existentes, como materia prima para la construcción de viviendas rurales. **(FREITAS, 1986)**.

De tal forma que de acuerdo a esta descripción general, la vegetación del CIEFOR puede ser clasificado en las siguientes unidades:

- Bosque de terraza media
- Bosque de terraza baja
- Bosque de varillal
- Áreas intervenidas

### **6.3. Características generales del Arboretum “El huayo”**

Se identifican los siguientes componentes:

- Parcelas de diferentes especies y edades.
- Bosques secundarios en proceso de recuperación (purmas).
- Bosque de varillal en tahuampa (bosque inundable).
- Bosque de varillal en zona de altura (bosque de tierra firme).
- Bosque aluvial.
- Circuitos o caminos ecológicos.

**(KALLIOLA et al. 1993).**

## **VII. MARCO CONCEPTUAL**

### **Meteorología**

La meteorología es la parte de la física que se dedica a estudiar el tiempo atmosférico y su evolución.

### **Precipitación**

Es un fenómeno atmosférico de tipo acuático que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor de 0,5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre, no sería lluvia sino virga y si el diámetro es menor sería llovizna.

### **Tiempo**

El tiempo es el estado instantáneo de la atmósfera, o la secuencia de estados de la atmósfera que se va produciendo a medida que pasa el tiempo. Como ya sabemos, el comportamiento de la atmósfera en un lugar determinado puede describirse con las cantidades que caracterizan el estado físico del aire, como la temperatura, la presión, el contenido en agua, los movimientos, etc.

### **Climatografía**

Descripción numérica por medio de mapas, tablas, diagramas o textos de los componentes del clima de una región. **(OMM-N°182)**.

### **Climatología aplicada**

Análisis científico de los datos climáticos para aplicarlos a un fin práctico.

### **Climatología dinámica**

Cotejo estadístico y estudio de elementos observados (o parámetros derivados) de la atmósfera, en particular, para interpretar o explicar, en términos físicos y

dinámicos, las características actuales del clima, así como las de sus fluctuaciones anómalas y las de los cambios o las tendencias a largo plazo.

### **Temperatura**

La temperatura de un cuerpo indica en qué dirección se desplazará el calor al poner en contacto dos cuerpos que se encuentran a temperaturas distintas, ya que éste pasa siempre del cuerpo cuya temperatura es superior al que tiene la temperatura más baja; el proceso continúa hasta que las temperaturas de ambos se igualan. **(SENAMHI, 2009).**

### **Temperatura del Aire**

Es el grado de sensibilidad de calor y se debe principalmente a la radiación calorífica de onda larga que emite la superficie del planeta. **(AYLLON, 1996).**

### **Parámetros climatológicos**

Para el estudio del clima hay que analizar los elementos del tiempo: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones. De ellos, las temperaturas medias mensuales y los montos pluviométricos mensuales a lo largo de una serie de años son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos. **(SENAMHI 2009).**

### **Observadores**

Basados en la documentación expuesta por la Organización mundial de meteorología (OMM No. 8, 1996, 1.3.2), los observadores meteorológicos son necesarios para:

- Para efectuar las observaciones sinópticas y climatológicas con la debida precisión, utilizando los instrumentos apropiados para mantener los instrumentos y los emplazamientos en buen estado.
- Para codificar y enviar las observaciones.

- Para mantener dispositivos de registro en situ, incluido el cambio de mapas.
- Para hacer y cotejar registros semanales y/o mensuales de datos climatológicos cuando no se dispone de sistemas automáticos o estos son inadecuados.

## **Clima**

Estado medio del tiempo o descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes durante largos periodos de tiempo (el periodo normal es de 30 años), que es efecto a largo plazo de la radiación solar sobre la superficie y la atmósfera de la tierra en rotación. La palabra clima viene del griego *klima*, que hace referencia a la inclinación del sol. **(AYLLÓN, T. 1996).**

## **Evapotranspiración**

Es el total de agua convertido en vapor por una cobertura vegetal; incluye la evaporación desde el suelo, la evaporación del agua interceptada y la transpiración por las estomas de las hojas. Es el proceso físico por el cual el agua pasa de vapor desde superficies libres de agua tales como: reservorios, lagos, represas, canales de conducción, mares, océanos, campos de cultivo, superficies húmedas, etc. Se expresa en mm por unidad de tiempo. Existen dos tipos de evapotranspiración: la evapotranspiración real (E) y la evapotranspiración potencia (ETP). La evapotranspiración real es la que realmente ocurre en superficies húmedas con vegetación en el que se incluye la evaporación de suelos húmedos y la transpiración de las plantas; es decir, es el proceso que ocurre en condiciones naturales y reales. **(OMM, 1983).**

La evapotranspiración potencial depende de factores como: disponibilidad de humedad.- Estados de desarrollo (crecimiento) y cobertura de vegetación. Naturaleza y tipo de suelo.- Elementos climáticos: radiación neta, viento, gradiente vertical de temperatura, temperatura del aire y la temperatura de la superficie evaporante. **(GARCÍA, 1992).**

### **Clasificación Climática**

En general, establecen una serie de categorías definidas por una serie de condiciones sobre parámetros climáticos, para acotar unos ecosistemas (con referencia especial a la vegetación: clima estepario, desértico, etc.) y franjas geográficas latitudinales (clima tropical, polar, etc.). **(THORNTHWAITE, 1946).**

### **Humedad absoluta**

Se llama humedad absoluta a la cantidad de vapor de agua (generalmente medida en gramos) por unidad de volumen de aire ambiente (medido en metros cúbicos). Es uno de los modos de valorar la cantidad de vapor contenido en el aire, lo que sirve, con el dato de la temperatura, para estimar la capacidad del aire para admitir o no mayor cantidad de vapor.

### **Cambio climático**

Cambio de clima atribuida directa o indirectamente a la actividad humana que altere la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempos comparables. **(CMNUCC).**

### **Temperatura ambiente**

Es la temperatura del aire registrada en el instante de la lectura **(SENAMHI, 2009).**

### **Bosques secundarios**

Es el disturbio o perturbación del ecosistema, causado u originado naturalmente por fenómenos atmosféricos, geológicos, fauna silvestre, entre otros, o bien por el hombre. En este caso se habla de disturbios de origen antrópico. Estos son, de lejos, más comunes y ocupan hoy en día una mayor superficie que las perturbaciones naturales (KALLIOLA et al. 1993).

#### **Bosque de varillal en tahuampa (Bosque inundable)**

Ubicados sobre suelo de arena blanca y localmente se denomina *varillal*; presenta el mayor número de individuos y el menor número de especies, árboles con diámetro reducido, el sotobosque bajo e irregularmente abierto y el estrato herbáceo compuesto predominantemente de *Anthurium tropurpureum* y algunas especies de *Trichomanes*, *Elaphoglossum* y *Lindsaea divaricata* y Bromeliaceae terrestres (MALLEUX, 1982).

#### **Bosque de varillal en zona de altura (Bosque de tierra firme)**

El bosque húmedo de tierra firme, está compuesto generalmente de especies forestales que crecen sobre los terrenos más altos y secos de la cuenca amazónica. Estas especies por lo general crecen en las colinas que forman las estribaciones bajas de la cordillera oriental de los andes. (MALLEUX, 1982).

#### **Bosque aluvial**

Bosque tropical lluvioso aluvial está asociado a hierbas altas y suelos de drenaje escaso o nulo, pero no anegados, con abundancia de gambas y zancudas. Las familias vegetales más características son la Palmae y la Heliconoacea (MALLEUX, 1982).

## VIII. MATERIALES Y MÉTODO

### 8.1. Lugar de ejecución

El desarrollo de la investigación se realizó en el jardín botánico arboretum “El huayo” (JBAH), que pertenece al Centro de investigación y enseñanza forestal (CIEFOR), Puerto Almendras de la Facultad de ciencias forestales de la Universidad nacional de la amazonia peruana, localizado en las coordenadas UTM 680729 (Este), 9576316 (Norte), a una altitud promedio de 122 msnm. Geográficamente, la zona de estudio se encuentra en las coordenadas  $3^{\circ} 49' 40''$  latitud sur y  $73^{\circ} 22' 30''$  Longitud oeste, ubicado aproximadamente a 22 Km de la ciudad de Iquitos en dirección Sur – oeste. Políticamente se encuentra en la amazonia peruana, provincia de Maynas, distrito de San Juan Bautista, región Loreto. **(Meléndez, 2000).**

El JBAH tiene 18,8 ha de área total, está constituido de un bosque natural con las siguientes dimensiones: 1000 m x 225 m, dividida en 16 parcelas, cada uno de ellas de 1,18 ha.(Ver anexo 8).

#### 8.1.1. Accesibilidad

Para llegar al Centro de investigación y enseñanza forestal (CIEFOR) Puerto Almendras, se puede utilizar dos medios teniendo como punto de referencia a la ciudad de Iquitos; por vía fluvial a través del río Nanay aproximadamente en 45´ de viaje en bote deslizador 80 HPP, y utilizando la carretera Iquitos-Nauta hasta aproximadamente el km 5 (Quistococha), luego se continua por la carretera afirmada más o menos 4 km hasta el lugar del estudio.(ver anexo 7).

### **8.1.2. Clima**

El clima del CIEFOR - Puerto Almendras, presenta las siguientes características: precipitación media anual está en 2973,3 mm, las temperaturas máximas y mínimas promedios anuales alcanzan 31,6°C y 21,6°C respectivamente, la humedad relativa media anual es de 85 %. **SENAMHI (2006)**.

### **8.1.3. Zona de vida**

El área de estudio según **ONERN (1976)**, se encuentra dentro de la zona de vida denominada bosque húmedo tropical (bh – T).

### **8.1.4. Fisiografía**

**CÁRDENAS (1986)**, encontró sus unidades fisiográficas entre las alturas de 116 – 119 msnm; con topografía relativamente plana, ocupa una posición inferior dentro del paisaje, en terrenos con micro topografía ondulada.

### **8.1.5. Geología**

**ONERN (1991)**, indica que la configuración geológica de la zona se enmarca dentro de la denominada cuenca amazónica, la misma que en su mayor parte presenta sedimentos detríticos continentales.

### **8.1.6. Suelos**

Estudios realizados in situ se determinó las siguientes características macroscópicas, textura: franco arenoso, color: pardo amarillento, materia orgánica (espesor) 5cm, mencionado por **MELÉNDEZ (2000)**.

## **8.2. Materiales y equipos**

### **De campo**

- Botas, cámara digital, GPS, lápiz, borrador, formato de campo.

### De gabinete

- Datos meteorológicos proporcionados por el Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI), del periodo de los años 1988 al 2013, computadora con programas de software BH, ArcGis 9.4, Excel, etc.

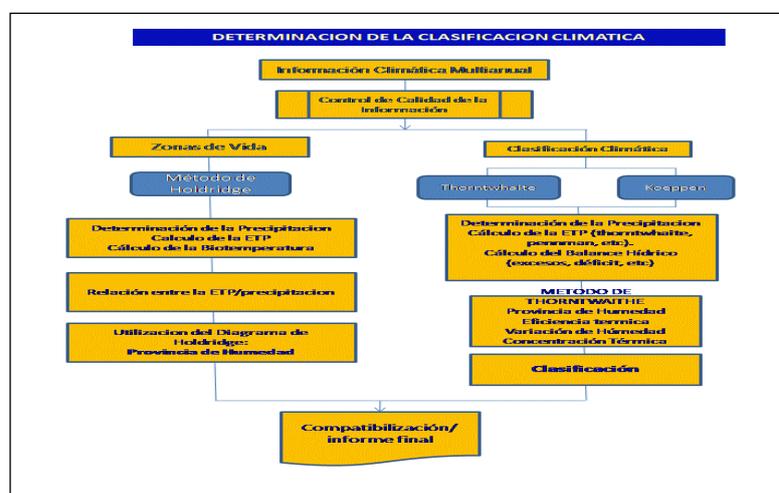
### 8.3. Metodología

Para la zonificación climática se utiliza dos metodologías ampliamente usadas en el mundo: la primera es la clasificación climática de Thornthwaite, y la segunda son las zonas de vida de Holdridge. El esquema siguiente muestra el proceso para obtener dicha información.

#### Clasificación climática

La clasificación climática se refiere a la determinación de las principales características climáticas que proporcionan el fundamento para la existencia de las variedades o tipos climáticos.

Para la identificación de los tipos climáticos se utilizó el método de Thornthwaite, que tiene como fundamento el resultado final de las consideraciones sobre el balance de agua.



**Figura2:**Esquema para la determinación de la clasificación climática.  
**Tipos climáticos**

Thornthwaite formuló en 1955 el Índice hídrico (Im) como el resultado final de las consideraciones sobre el Balance de agua, siendo "Im" la diferencia entre el Índice de humedad (Ih) y el Índice de aridez (Ia)

**Índice de humedad (Ih)** en %: Se obtiene a partir de la fórmula:

$$Ih = \frac{100Sa}{ETP}$$

Dónde:

Sa = Exceso anual de agua en cm.

ETP = Evapotranspiración anual en cm.

**Índice de aridez (Ia)** en %: Para obtener este valor se emplea la siguiente

fórmula:  $Ia = \frac{100 da}{ETP}$

Dónde:

da = Déficit anual de agua en cm.

**Índice pluvial o hídrico (Im)** en %: Sustituyendo las dos ecuaciones anteriores en la ecuación:

$$Im = \frac{100Sa - 60 da}{ETP}$$

Se obtiene

$$Im = Ih - 0.6 Ia$$

**Concentración térmica en verano (S)** en %: Se aplica la siguiente

fórmula:  $S = \frac{100 * ETPn}{ETP}$

ETP

Dónde:

ETPn = Suma de los “ETP” de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

**Fórmula del clima:** Con los valores de los índices anteriores se procede a determinar la fórmula del clima, para lo cual cada uno de los índices definidos se divide en grupos, a los que el autor denomina provincias, a saber:

**a) Provincias de humedad**

Los límites de separación entre los tipos hídricos están determinados por los valores del índice hídrico y se designan con las letras mayúsculas sin acentuar:

**Cuadro 2:** provincias de humedad

Tipo	Índice Pluvial	Clima
A	> a 100	Súper húmedo
B4	80 a 100	Muy húmedo
B3	60 a 80	Húmedo
B2	40 a 60	Moderada húmedo
B1	20 a 40	Ligeramente húmedo
C2	0 a 20	Semi-húmedo
C1	-20 a 0	Semi-seco
D	-40 a -20	Seco
E	-60 a -40	Árido

Estas provincias de humedad se subdividen atendiendo el régimen pluviométrico anual, mediante la determinación de la falta o exceso de agua.

Los subtipos de humedad se designan por letras minúsculas sin acentuar, y su significado es el siguiente:

Sub-tipo	Índice de Aridez (%)	Clima húmedo (por falta de agua)
r	0 a 16.7	Déficit pequeño o ninguno
s	16.7 a 33.3	Déficit moderado en verano
w	16.7 a 33.3	Déficit moderado en invierno

s2	> 33.3	Déficit grande en verano
s2	:> 33.3	Déficit grande en invierno

Subtipo	Índice de humedad (%)	Clima seco (por exceso de agua)
d	0 a 100	Poco o ningún exceso
s'	10 a 20	Exceso moderado en verano
w'	10 a 20	Exceso moderado en invierno
s'2	> a 20	Exceso grande en verano
w'2	> a 20	Exceso grande en invierno

## b) Provincias térmicas

Como parámetro para la clasificación térmica se usa la evapotranspiración potencial, que no es un índice hidrológico sino una función de la temperatura media solar. Los límites entre los tipos térmicos se designan con letras mayúsculas acentuadas, y son:

**Cuadro 3:** provincias térmicas

Tipo	Evapotranspiración potencial	Clima
A'	> a 114	Cálido
B'4	99.7 a 114	Semicálido
B'3	85.5 a 99.7	Templado cálido
B'2	71.2 a 85.5	Templado frío
B'1	57.0 a 71.2	Semi frío
C'2	42.7 a 57.0	Frío moderado
C'1	28.5 a 42.7	Frío acentuado
D'	14.2 a 28.5	De tundra
E'	< 14.2	Helado

Estos tipos climáticos se subdividen en subtipos, teniendo en cuenta el régimen térmico anual, según el % de concentración de calor anual, dentro del periodo estival de verano.

Estos subtipos se especifican por medio de letras minúsculas acentuadas y su significado es el siguiente:

Subtipo	Concentración estival (base % ETP del verano)
a'	< 48.0
b'4	48.0 a 51.9
b'3	51.9 a 56.3
b'2	56.3 a 61.6
b'1	61.6 a 68.0
C'2	68.0 a 76.3
C'1	76.3 a 88.0
D'	> 88.0

Las letras agrupadas en el orden en que se obtienen dan lugar a las fórmulas climáticas, que en definitiva nos indican las características de los tipos climáticos.

Se ha calculado la ETP utilizando la metodología de Thornthwaite (1948); el cálculo se basa en el índice de calor de una determinada región. Es uno de los métodos más usados, dada su simplicidad sólo utiliza a la temperatura como elemento fundamental. No es útil para el cálculo de ETP diarias.

$$ETP = 16 (10 \cdot T / I)^a (N/12) \cdot (dmes/30)$$

Dónde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm)

$T_i$  = Temperatura media mensual (°C).

$N$  = Fotoperiodo (horas)

$D_{mes}$  = Días del mes

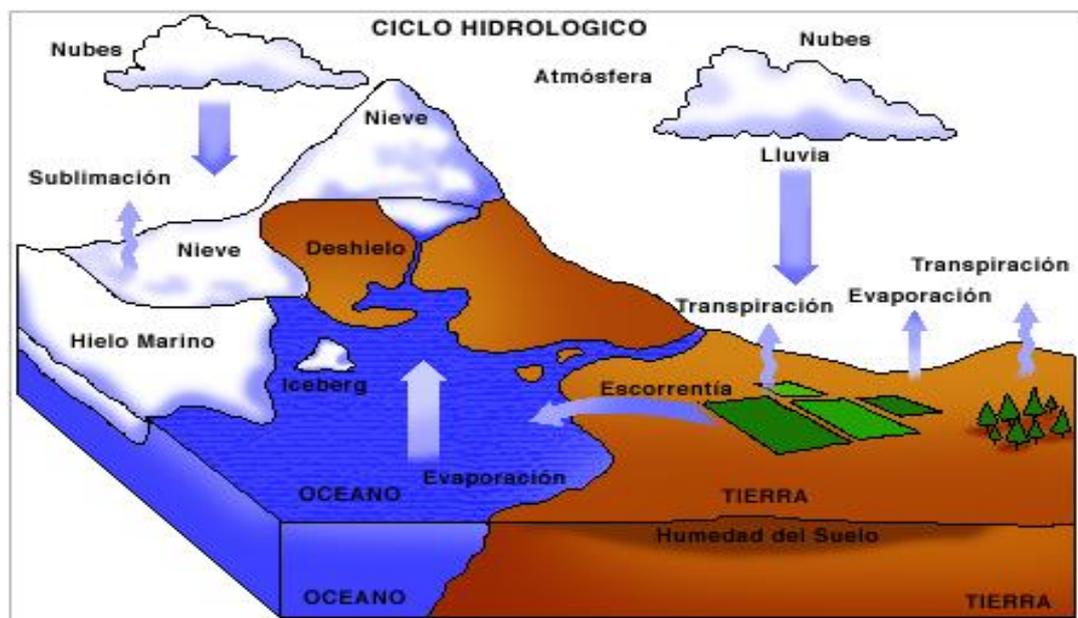
$I$  = Índice anual de calor

$a$  = Exponente de Thornthwaite

$$a = (0.675 * I^3 - 77.1 * I^2 + 17920 * I + 492390) \times 10^{-6}$$

### Balance hídrico

Es el principio físico de conservación de masa en el cual se evalúa la entrada y salida de agua de un sistema, con la finalidad de poder conocer la disponibilidad de agua ( $g$ ). El sistema puede ser una represa, columna de suelo, praderas o un campo de cultivo. El aporte de agua al sistema puede estar constituido por escorrentía de ingreso ( $f_i$ ), rocío ( $D$ ), precipitación y aplicación de riego; en tanto que la salida de agua del sistema puede ocurrir por escorrentía de salida ( $f_o$ ), infiltración y evapotranspiración (**Manual de meteorología general, 2005**).



**Figura3:** Ciclo hidrológico del agua

### Deducción de la ecuación del balance hídrico

La variación neta (**dg**) del contenido de agua en la columna o sistema, está dada por la suma de la cantidad de agua que está ganando por precipitación (**p**), por condensación o rocío (**D**) y por el flujo horizontal de escorrentía (**f<sub>i</sub>**) hacia la columna, menos la cantidad de agua que está perdiendo dicha columna por evaporación o evapotranspiración (**ETP**) y por escorrentía (**f<sub>o</sub>**).

$$Dg = p + D + f_i - E - f_o$$

En cuanto al balance hídrico climático, no existe entrada de agua por riego, pero sí puede existir escorrentía de salida por los excesos de agua que se tendría en la columna. En este estudio se va a desarrollar la metodología para la evaluación del balance hídrico climático.

Terminologías utilizadas en el balance hídrico climático:

- Precipitación (**p**), evapotranspiración real (**E**), evapotranspiración potencial (**ETP**).
- Reserva inicial de agua (**go**) y reserva máxima de agua (**gcc**).
- Variación de reserva (dg), que puede ser recarga (dg +) y utilización (dg -).
- Excedente de agua (**S**) y escorrentía (**df**).
- Déficit de agua (**D**).

## **Metodología de zonas de vida**

Leslie Holdridge inicialmente utilizó un Sistema simple para la clasificación de las formaciones vegetales del mundo, que luego amplió para cambiar el concepto de formaciones vegetales por el de zonas de vida, debido a que sus unidades no sólo afectaban a la vegetación, sino también a los animales y, en general, cada zona de vida representa un hábitat distintivo desde el punto de vista ecológico y en consecuencia un estilo de vida diferente.

Es un sistema relativamente simple, basado en unos pocos datos empíricos y que proporciona criterios objetivos para la delimitación de zonas. Un supuesto básico del sistema es que tanto los tipos de suelo como la vegetación clímax pueden delimitarse una vez que se conoce el clima.

Este sistema se basa en un modelo matemático y expresado en una configuración tridimensional, denominado Diagrama bioclimático, que presenta las posiciones climáticas de las zonas de vida en los pisos basales de seis regiones latitudinales, basados en la biotemperatura a nivel del mar. En el lado izquierdo del diagrama, se tiene los límites correspondientes de biotemperatura para cada región latitudinal y, en el lado derecho, se indica los límites correspondientes de biotemperatura media anual para cada piso altitudinal. Asimismo, sobre la base del diagrama, se muestran las provincias de humedad limitadas por las líneas de la relación de evapotranspiración potencial. Finalmente, una escala vertical ubicada en el extremo derecho del diagrama sirve para determinar directamente la evapotranspiración potencial total anual en milímetros.

El sistema de Holdridge hace uso de las biotemperaturas en lugar de los sesgos de las zonas de vida en las latitudes templadas del sistema de Merriam, y en principio no considera la elevación. El sistema de Holdridge se considera más

apropiado a las complejidades de la vegetación tropical que el sistema de Merriam.

### **Bases del sistema**

El sistema se basa en la fisonomía o apariencia de la vegetación y no en la composición florística, y los principales factores que tiene en cuenta para la clasificación de una región son la biotemperatura y la precipitación: los límites de las zonas de vida están definidos por los valores medios anuales de dichos componentes.

El sistema se basa en los siguientes tres parámetros principales:

- La biotemperatura media anual (en escala logarítmica). En general, se estima que el crecimiento vegetativo de las plantas sucede en un rango de temperaturas entre los 0 °C y los 30 °C, de modo que la biotemperatura es una temperatura corregida que depende de la propia temperatura y de la duración de la estación de crecimiento, y en el que las temperaturas por debajo de la de congelación se toman como 0 °C, ya que las plantas se aletargan a esas temperaturas.
- La precipitación anual en mm (en escala logarítmica).
- La relación de la evapotranspiración potencial (EPT) —que es la relación entre la evapotranspiración y la precipitación media anual— es un índice de humedad que determina las provincias de humedad («humidityprovinces»).

## Determinación de las zonas de vidas

Para determinar una zona de vida se deben de obtener primero la temperatura media y la precipitación total anuales, y también disponer de la altitud del lugar y hacer uso de un diagrama de clasificación de zonas de vida.

Primero debe de determinarse la biotemperatura promedio anual, a partir de las temperaturas promedio mensuales, con las correcciones señaladas para los meses por debajo de cero y una corrección para los que superen los 24 °C en función de la latitud:  $t_{\text{bio}} = t - [3 * \text{grados latitud}/100] * (t - 24)^2$  (donde  $t$  = es la temperatura media mensual y  $t_{\text{bio}}$  = biotemperatura media mensual). Después, haciendo uso del diagrama, se debe de encontrar el punto donde se intercepten las líneas de biotemperatura y precipitación, que señala la pertenencia a un determinado hexágono, en el que están graficados los nombres de la vegetación primaria que existe, o que debería existir si el medio no hubiese sido alterado, de modo que los nombres se refieren a la vegetación natural clímax que hay o que podría haber en el lugar determinado. Después se observa el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida (a la derecha del diagrama), que está determinado por las diferencias en la biotemperatura. Por último, se obtiene la región latitudinal (en la escala vertical del lado izquierdo), cada una con un equivalente en el piso altitudinal del lado derecho del diagrama.

Cuando se representan en un mapa, las zonas de vida se señalan mediante un color y el uso de unas siglas, formadas por dos grupos de letras separadas por un guión: el primer grupo, en minúsculas, corresponde a las iniciales del nombre dado a la humedad; el segundo, en mayúsculas, a la inicial de la biotemperatura; por ejemplo: bosque húmedo Tropical, se rotularía como bh-T. (Ver anexo 6).

## IX. RESULTADOS

El periodo de observación registrado es una limitante en la realización de una caracterización climática, que trae consigo que la “normal” no sea estándar para todos estos puntos. El cuadro 01 muestra la ubicación geográfica de la estación climatológica en el ámbito del área de estudio.

**Cuadro 4:** Localización de la estación meteorológicas CO – Puerto Almendra

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN
CO – Puerto Almendra	03° 46' 01 " S	73° 17' 01" W	126 msnm

*Fuente: Banco de datos SENAMHI*

**Cuadro 5:** Localización política de la estación meteorológica

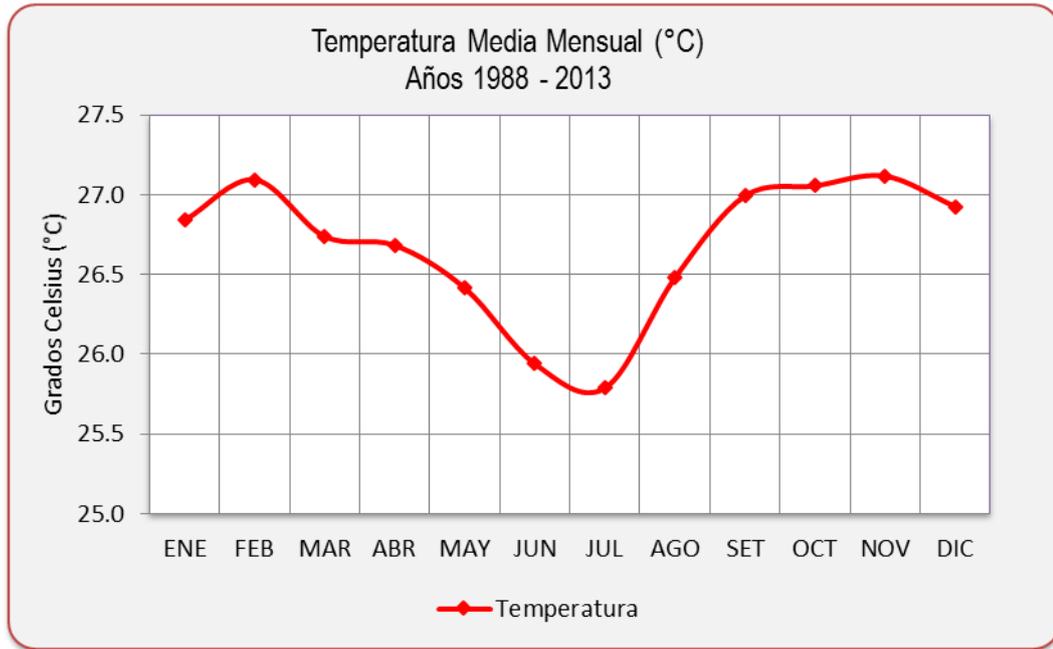
ESTACION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
CO – Puerto Almendras	Loreto	Maynas	San Juan Bautista

**Cuadro 6:** Promedios de temperatura y precipitación

DATOS METEOROLOGICOS PARA EL CALCULO DE ETP Y BALANCE HIDRICO													
ESTACION	VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Puerto Alemndra	Temperatura (°C)	26.8	27.1	26.7	26.7	26.4	25.9	25.8	26.5	26.99303	27.1	27.1	26.9
	Precipitación (mm)	213.6	213.0	257.1	254.4	221.2	199.9	120.9	128.8	148.1	177.5	186.6	223.7

### 1. Temperaturas medias

Las temperaturas medias mensuales son casi constantes a lo largo del año, fluctúan entre los 25.8 °C y los 27.1°C en el área de estudio, siendo los meses de setiembre a noviembre los que registran los mayores valores (27.1°C) y en los meses de junio y julio los menores valores (25.8 °C).

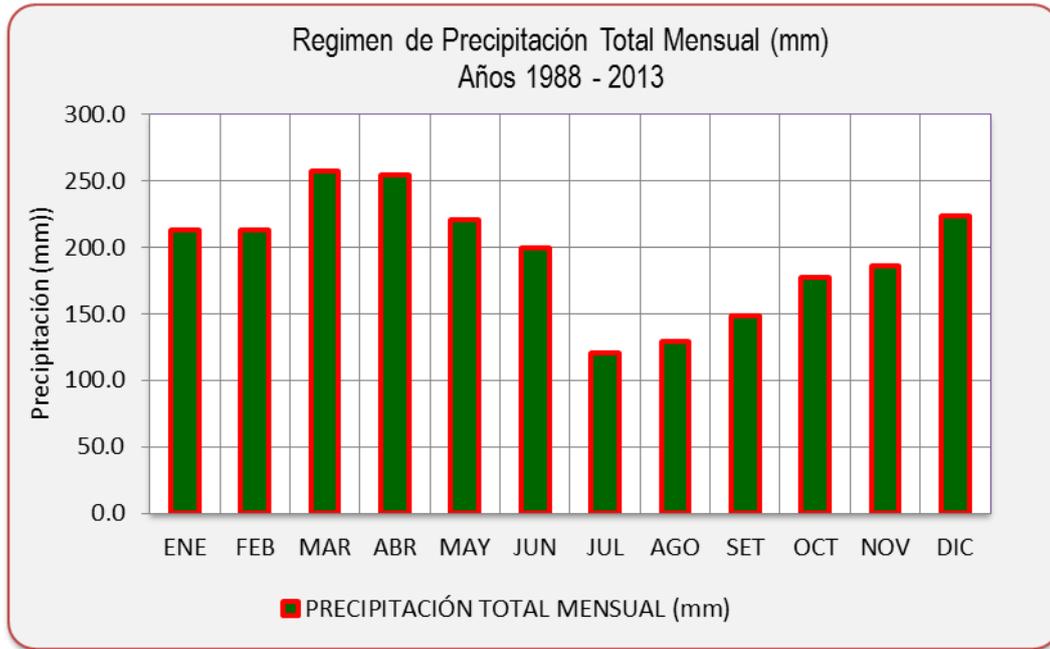


**Figura4:** Temperatura media mensual(°C)

El gráfico N° 01, muestra el comportamiento temporal a nivel mensual de las temperaturas media del área de estudio (promedio de los registros históricos del año 1988 al 2013 de la estación en el área de estudio).

## 2. Precipitaciones

En la zona de estudio las precipitaciones máximas se presentan en los meses de marzo a abril con 257 mm/mes, y las precipitaciones mínimas en ocurren en julio con 120.9 mm/mes; el promedio anual de precipitación pluvial es de 2344.8 mm/año, como se muestra en el gráfico 02.



**Figura 5:** Variación temporal de las precipitaciones medias mensuales en el área de estudio.

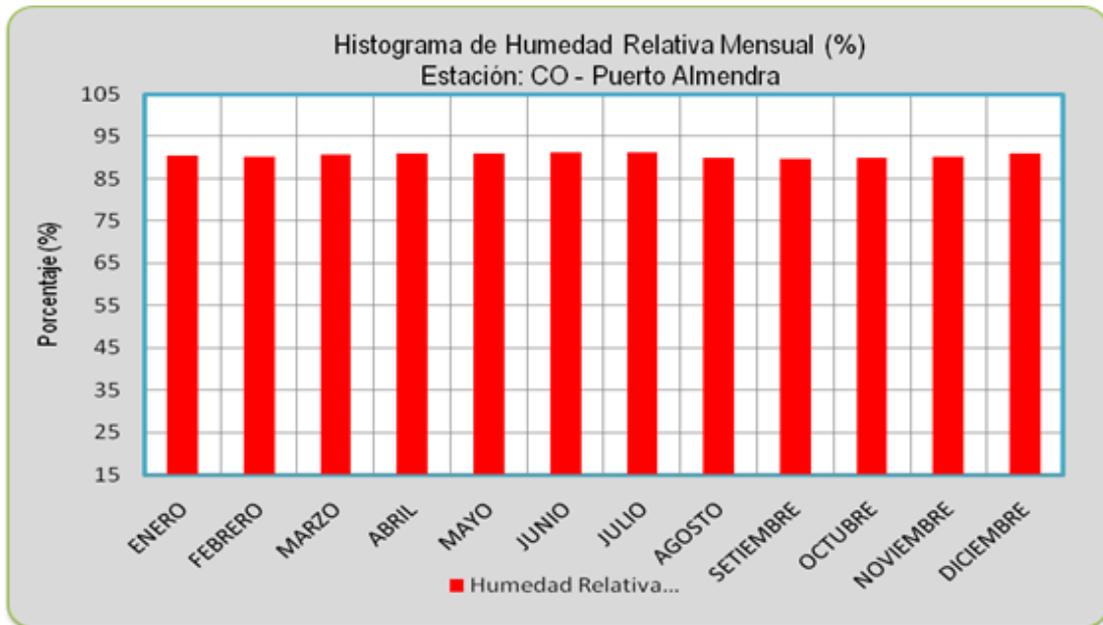
### 3. Humedad relativa

La variable humedad atmosférica nos indica la cantidad de agua que existe en la atmósfera en un determinado lugar; el comportamiento de la humedad relativa está afectado por dos factores predominantes: cercanía a una fuente hídrica (ríos, quebradas, bosques, etc.) y régimen pluviométrico; ambos definen la tasa de almacenamiento de agua en los tres estados físicos del agua.

**Cuadro 7:** Humedad relativa media del área de estudio

HUMEDAD RELATIVAMENSUAL (%)												
ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
CO - PUERTO ALMENDRA	90	90	91	91	91	91	91	90	90	90	90	91

En términos generales toda la zona de estudio presenta altos valores de humedad. Los mayores valores de humedad relativa media se presentan en los meses de abril-julio, con un 91% en promedio, y los mínimos valores entre agosto-noviembre, con 90% para la zona de estudio.



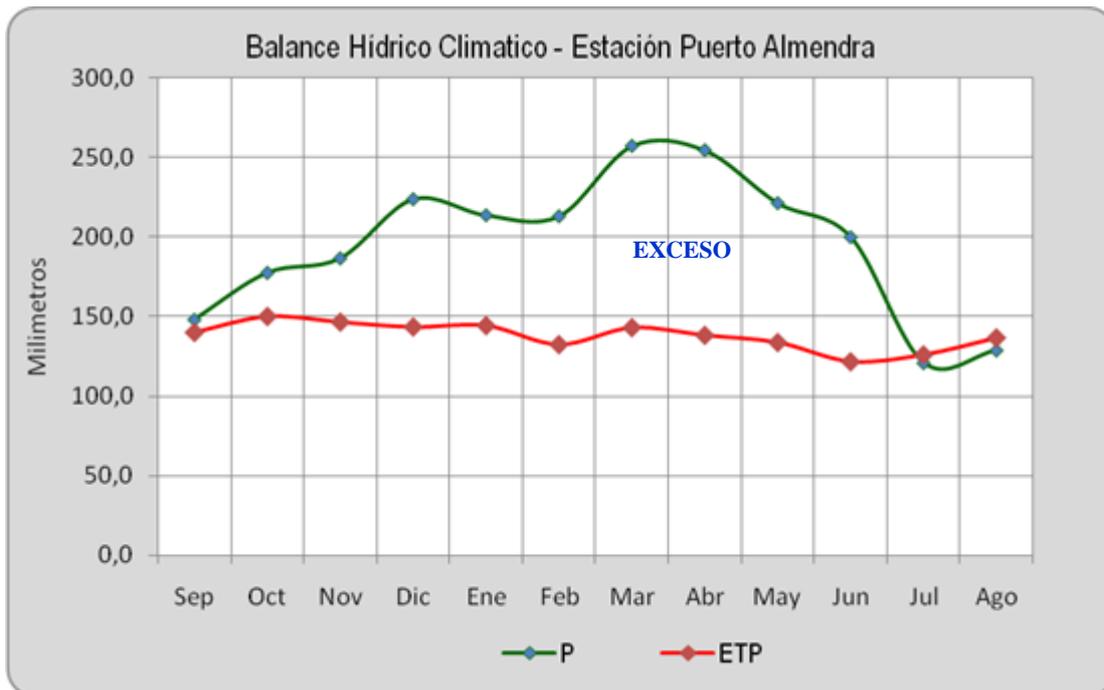
**Figura 6:** Variación temporal de la humedad atmosférica en el área de estudio.

Respecto al balance hídrico superficial en el área de estudio y zonas aledañas, el gráfico 03 muestra los climogramas de la zona en estudio algunos lugares importantes en la zona de estudio, estimando la evapotranspiración potencial por el método de Thornthwaite y considerando una reserva de humedad del suelo de 200 mm.

**Cuadro 8: Balance hídrico de las estaciones meteorológicas en al área de estudio**

Estación:	CO -Puerto Almendra												
Latitud:	03° 46' 01" S					REGIÓN	LORETO						
Longitud:	73° 17' 01" W					PROVINCIA	MAYNAS						
Altitud:	126 msnm.					DISTRITO	SAN JUAN BAUTISTA						
MES	Precipitación (mm)	Temp Media	(T <sub>i</sub> / 5) <sup>1.514</sup>	Fotoperiodo	Días Mes	ETP (mm)	P-Eo	g	Dg	ETR (mm)	Déficit	Exceso	
ENERO	213.6	26.8	12.73	12.0	31	144.3	69.3	200.0	0.0	144.3	0.0	110.1	
FEBRERO	213.0	27.1	12.92	11.8	28	132.4	80.6	200.0	0.0	132.4	0.0	92.1	
MARZO	257.1	26.7	12.66	12.1	31	143.0	114.1	200.0	0.0	143.0	0.0	142.2	
ABRIL	254.4	26.7	12.62	12.2	30	138.2	116.2	200.0	0.0	138.2	0.0	143.5	
MAYO	221.2	26.4	12.43	11.8	31	133.7	87.5	200.0	0.0	135.7	-2.0	141.5	
JUNIO	199.9	25.9	12.09	11.9	30	121.7	78.2	200.0	0.0	125.3	-3.6	73.6	
JULIO	120.9	25.8	11.98	12.2	31	126.0	-5.1	200.0	0.0	128.5	-2.5	30.5	
AGOSTO	128.8	26.5	12.48	12.0	31	136.6	-7.8	193.0	0.0	139.3	-2.7	0.0	
SEPTIEMBRE	148.1	27.0	12.84	11.8	30	140.0	8.1	200.0	7.0	140.8	0.0	34.7	
OCTUBRE	177.5	27.1	12.89	12.1	31	150.0	27.5	200.0	0.0	150.9	0.0	80.6	
NOVIEMBRE	186.6	27.1	12.93	12.1	30	146.5	40.1	200.0	0.0	161.3	0.0	130.7	
DICIEMBRE	223.7	26.9	12.80	11.8	31	143.4	80.3	200.0	0.0	149.3	0.0	170.4	
<b>TOTAL</b>	<b>2344.8</b>	<b>26.7</b>				<b>1655.9</b>		<b>2393.0</b>				<b>1149.9</b>	
								RADIO ETP/PP =	0.71				
								BIOTEMPERATURA =	25.9	Indice de aridez Im =	30.31%		
								PRECIPITACION =	2344.8				

Mes	P	ETP	P-ETP	R	AR	ETR	E	D
Sep	148.1	140.00	8.10	8.10	8.10	140.00	0.00	0.00
Oct	177.5	150.00	27.50	35.60	27.50	150.00	0.00	0.00
Nov	186.6	146.50	40.10	75.70	40.10	146.50	0.00	0.00
Dic	223.7	143.40	80.30	156.00	80.30	143.40	0.00	0.00
Ene	213.6	144.30	69.30	200.00	44.00	144.30	25.30	0.00
Feb	213.0	132.40	80.60	200.00	0.00	132.40	80.60	0.00
Mar	257.1	143.00	114.10	200.00	0.00	143.00	114.10	0.00
Abr	254.4	138.20	116.20	200.00	0.00	138.20	116.20	0.00
May	221.2	133.70	87.50	200.00	0.00	133.70	87.50	0.00
Jun	199.9	121.70	78.20	200.00	0.00	121.70	78.20	0.00
Jul	120.9	126.00	-5.10	194.90	0.00	0.00	0.00	0.00
Ago	128.8	136.60	-7.80	187.10	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2344.8</b>	<b>1655.8</b>	<b>689.0</b>	<b>1857.4</b>	<b>200.0</b>	<b>1393.2</b>	<b>501.9</b>	<b>0.0</b>



**Figura 7:** Balance hídrico de las estaciones meteorológicas en al área de estudio.

En todas ellas se puede apreciar un exceso de agua proveniente de las lluvias que se presentan a lo largo de todo el año y que superan a la ETP. Hay que destacar los menores valores del balance ocurren en los meses de agosto y setiembre.

En el cuadro 08 y gráfico 04 muestran los cálculos realizados para la contabilización del balance hídrico climático.

#### 4. Clasificación climática

Los resultados de la clasificación climática fueron obtenidos a través del método de Thornthwaite para determinar el microclima del área que comprende el arboretum “El huayo”, tienen un microclima ligeramente húmedo por sus características de bosque, zona cálida, con poca o nula deficiencia de humedad en la época en verano, siendo su régimen homogéneo de lluvias en el verano.

**(B1A'a'r).**

**Cuadro 9:** Caracterización de microclima en el arboretum “El huayo”.

Índice de Humedad (%)			Provincia humedad	Sub tipos de Humedad		Concentración térmica verano (%)		Provincia térmica (cm)	
I humedad	I aridez	I m =							
30.1	0	30.1	B1	0.0	r	26.4	a'	165.58	A'

**Tipo climático B1 A' a' r**

El microclima del arboretum “El huayo”, presenta características “ligeramente húmedo, sin ningún déficit de humedad, con épocas de verano cálido homogéneo y lluvioso durante todo el año.

**5. Zona de vida**

Siguiendo la metodología de Holdridge, a la zona de estudio le corresponde un Bosque húmedo tropical (bh-T).

**Cuadro 10:** Zonas de vida del áreaarboretum “El huayo”

ESTACIÓN	RADIO	BIOTEMPERATURA	PRECIPITACIÓN	ZONAS DE VIDA	
	ETP/PP	(°C)	(mm)		
CO - Puerto Almendra	0.71	25.9	2344.8	bm- T	Bosque Húmedo Tropical Base

La caracterización ecológica ha sido efectuada mediante el sistema de clasificación de las formaciones vegetales o zonas de vida natural del mundo, elaborado por el Dr. Leslie R. Holdridge, que se fundamenta en la relación que existe entre las condiciones bioclimáticas (temperatura y precipitación), la vegetación natural y la altitud.

Se determinó que, como característica ecológica existen zonas de vida mediante la vegetación que es muy variada presentando 4 niveles: plántulas, brinzal, latizal, fustal.

El arboretum "El huayo" tiene bosques con ecosistemas importantes como: bosque de terraza media, bosque de zona inundable, bosque de varillal de altura, bosque de varillal de tahuampa (bosque inundable), y parcelas de diferentes especies vegetales y forestales. El área presenta en algunos lugares charcos de agua.

## X. DISCUSIÓN

Una estación meteorológica se encuentra ubicada en el ámbito de la zona de estudio, perteneciente al Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú; encontrándose operativa en el registro de las variables meteorológicas. Hay que destacar, que la estación meteorológica ordinaria CO – Puerto Almendras proporciona información de temperaturas, precipitación, humedad relativa y viento en su radio de acción. Los termómetros ubicados dentro de la caseta meteorológica simulan estar dentro de un hogar o un bosque que registran las variables meteorológicas a 8 kilómetros de radio.

Determinándose el tipo de microclima **B1 A' a' r**, influenciada por sus tipos de bosques o zonas de vida que presenta el arboretum “El huayo”, semuestra el comportamiento temporal a nivel mensual de las temperaturas media del área de estudio con promedio de los registros históricos del año 1988 al 2013 de la estación en el área de estudio. Hay que destacar que existen diferencias de sus valores muy cercanos en el área de estudio, resaltando que la zona de Puerto Almendra se encuentra influenciado por las márgenes ribereñas del río Nanay que muestra núcleos con valores altos, en especial, los meses de abril a julio, con valores cercanos al 91%, próximos a la saturación, considerando que son valores promedio. **Tello Diana, 2012**. Determinó la clasificación climática mediante la metodología de Thornthwaite en la cuenca alta y media del río Itaya, el cual nos menciona que la parte este y oeste de la zona de estudio poseen un microclima **B2A'a'r** (clima cálido, húmedo, poca o nula deficiencia del recurso hídrico, y distribución homogénea de concentración térmica a lo largo del año) y la parte central con **B3A'a'r** (clima cálido, moderadamente húmedo, poca o nula

deficiencia del recurso hídrico, y distribución homogénea de concentración térmica a lo largo del año).

Las precipitaciones en la selva baja están definidas por la zona de convergencia intertropical conocida como ZCIT, y ésta a su vez depende de las condiciones de los vientos alisios, que son impulsados por sistemas globales de presión y que convergen hacia esta zona convirtiéndola en una zona de inestabilidad permanente; en los meses de invierno austral en el hemisferio sur los sistemas globales de presión se intensifican, y por ende trasladan la ZCIT a latitudes más al norte. Esto regula el comportamiento a lo largo del año.

**VARGAS J. 2010.** Difundió que la amazonia contiene la mayor reserva forestal húmeda y el mayor sistema hidrográfico del mundo, existe actualmente una preocupación muy grande sobre posibles efectos que puedan tener en el régimen hidrológico los cambios en el uso de la tierra y la deforestación, así como también en el intercambio de humedad entre la vegetación y la atmósfera, lo que podría a su vez afectar sensiblemente los ciclos hidrológico y de energía en la región.

**HOLDRIDGE**, que había realizado varios estudios en países del trópico americano entre 1939 y 1946, estaba al tanto de los fallidos intentos europeos de establecer un sistema de clasificación ecológica mundial que hiciese uso de la bien conocida relación entre el clima y la vegetación. Holdridge explicó que él tuvo la fortuna de trabajar en América, donde el patrón climático era normal a diferencia de los investigadores europeos que trabajaban en Europa (y que cuando analizaban las zonas climáticas y se acercaban al Sur se encontraban con la alteración que provocaba el mediterráneo); o en Asia, donde encontraban los climas monzónicos y en zonas boscosas de montaña del trópico, donde los cambios bioclimáticos son abruptos y suceden a muy cortas distancias.

Holdridge, en 1967, definió el concepto zona de vida del siguiente modo: «Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo». Esas asociaciones definen un ámbito de condiciones ambientales, que junto con los seres vivos, dan un conjunto único de fisonomía de las plantas y actividad de los animales; aunque es posible establecer muchas combinaciones, las asociaciones se pueden agrupar en cuatro clases básicas: climáticas, edáficas, atmosféricas e hídricas.

Las asociaciones climáticas ocurren cuando tanto la precipitación y su distribución mensual como la biotemperatura son normales para la zona de vida; no hay aberraciones atmosféricas como vientos fuertes o neblinas frecuentes, y el suelo es la categoría zonal; las edáficas se dan cuando las condiciones del suelo son más favorables (o menos favorables) que el suelo normal (suelo zonal) para la zona de vida; las atmosféricas aparecen en donde el clima se aparta de lo normal para el sitio; las hídricas ocurren en terrenos encharcados, donde el suelo está cubierto de agua durante todo el año o parte de éste.

La definición de un plan con prioridades de investigación para el arboretum “El huayo”, de acuerdo con su misión, sus capacidades y sus posibilidades de colaborar con otros actores, a nivel local, regional y nacional. Puesto que la diversidad de la flora nacional es muy amplia, se estima conveniente que los esfuerzos y recursos se concentren en especies de alta importancia ecológica, cultural y económica, o en aquellas especies amenazadas. Es evidente que la investigación puede beneficiarse, de manera importante, de la integración de diferentes disciplinas de las ciencias naturales y ciencias sociales.

**(FREITAS, 1986)**enfoca que de forma general el bosque húmedo tropical, presenta una numerosa y variada vegetación, así como una gran complejidad en cuanto a suelos y topografía. El bosque ribereño ratifica la existencia de estas características que tienen para el caso como principal factor las inundaciones periódicas debido al aumento del caudal del río por las fuertes precipitaciones.

## XI. CONCLUSIONES

1. Climáticamente, la zona de estudio se caracteriza como cálida y húmeda, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 2100 a los 2344.8 mm anuales, distribuidos de tal forma de que no hay una estación seca definida y generalmente no se sufre por limitaciones en la falta de agua, pero sí debido a excesos.
2. En lo referido a las temperatura extremas del aire (medias máximas y mínimas), la zona de estudio presenta mínimas medias de 19.6– 21.6°C y máximas medias entre 22.1 y 29.6°C. Las medias anuales oscilan en torno a los 21.2°C hasta los 29.6°C. La variación diaria de la temperatura oscila entre 10 y 12°C, lo que es mucho mayor que la variación anual, que apenas llega a ser de 1 a 2°C. de diferencia.
3. Los mayores valores de humedad relativa media se presentan en los meses de abril a junio, con un 91% en promedio, y los mínimos valores entre agosto y noviembre, con 90% para la zona de estudio. Hay que destacar que existen diferencias de sus valores muy cercanos en el área de estudio, resaltando que la zona de Puerto Almendra se encuentra influenciado por las márgenes ribereñas del río Nanay que muestra núcleos con valores altos, en especial, los meses de abril a julio, con valores cercanos al 91%, próximos a la saturación, considerando que son valores promedio.
4. La evapotranspiración potencial (ETP) anual, según Thornthwaite, alcanza los 1655.8 mm, lo que es cubierto en todo el año por las precipitaciones. Por lo tanto, en casi todos los meses en la zona del arboretum “El huayo”.

5. La zona de estudio, según método de Thornthwaite el arboretum “El huayo”, posee un microclima “ligeramente húmedo, sin ningún déficit de humedad y meses de verano cálido homogéneo y lluvioso durante todo el año **(B1A' a' r)**.
6. La zona de estudio, siguiendo el sistema bioclimático de Holdridge, se caracteriza ecológicamente en zonas de vida mediante la vegetación variada presentando 4 niveles: plántulas, brinzal, latizal, fustal por ende bosques con ecosistemas importantes como: bosque de terraza media, bosque de zona inundable, bosque de varillal de altura, bosque de varillal de tahuampa (bosque inundable), y parcelas de diferentes especies vegetales y forestales.
7. Se confirma la hipótesis general, donde si existe incidencia de las variables meteorológicas y ecológicas para que exista un microclima determinado, en el arboretum “El huayo”.

## **XII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar más investigaciones sobre los tipos de climas para poder determinar los microclimas de cada zona del país y del mundo.
2. Se recomienda aplicar métodos meteorológicos en toda zona de estudios e investigación para sus respectivas clasificaciones climáticas.
3. Implementar muchas propuestas de zonificación climáticas para el buen desarrollo de un lugar o centro de enseñanza y aprendizaje.
4. Se recomienda realizar más trabajos de investigación sobre el tema tomándola este como punto de partida.

### XIII. BIBLIOGRAFÍA

- AYLLÓN, T. 1996. Elementos de meteorología y climatología. Editorial Triller. México, 189 p.
- BIODAMAZ. 2004. Plan de desarrollo del jardín botánico-arboretum “El huayo”. Documento técnico No 09.Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- CALDERON, M; CASTILLO, A. 1981.Evaluación y lineamiento de manejo de suelos y bosques de desarrollo agrario del área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta. Cap11. Ministerio de agricultura. DEFP. Lima – Perú, 320 p.
- CARDENAS, L. 1986. Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza media en la llanura del río Nanay de la amazonía peruana. Tesis M.Sc. Turrialba, C.R. Universidad de Costa Rica. 40 p.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM.Reglamento de estándaresnacionales de calidad ambiental del aire.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. Modifica el decreto del consejo directivo N° 016-2006-CONAM/CD que aprobó el plan integral de saneamiento atmosférico para Lima y Callao, PISA 2005 – 2010.
- FREITAS, E. 1986. Influencias del aprovechamiento maderero sobre la estructura y composición florística deun bosque ribereño Alto en Jenaro Herrera-Perú.Tesis para optar el título de ingeniero forestal-UNAP-FIF.Iquitos-Peru. 171 p.
- GARCÍA, M. 1992. Physiological responses of quinoa (*Chenopodium quinoa*) to drought in the Bolivian Altiplano, TesisIng. Agr. UMSA La Paz, Bolivia.

- KALLIOLA et al. 1993. Amazonía peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano sub-andino. Proyecto amazonía-Universidad de Turku. Jyväskylä, Finlandia. 265 p.
- MALLEUX, J. 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Universidad nacional agraria la Molina. Departamento de manejo forestal. Lima.
- MATHEWS, L.J. 2011. Relación de las variables climáticas en la producción de la biomasa y almacenamiento de carbono contenido en la hojarasca en un bosque de terraza en Jenaro Herrera. Tesis. F.C.F – UNAP. 2011.
- MELÉNDEZ, C.J.E. 2000. Fitosociología de especies forestales en el arboretum del CIEFOR – Puerto Almendras. Tesis ingeniero forestal – UNAP. Iquitos. 72 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. Proyecto especial binacional desarrollo integral de la cuenca del río Putumayo. “PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA ECONÓMICA BELLAVISTA –MAZAN”. Iquitos, Diciembre 2008.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. Proyecto especial binacional desarrollo integral de la cuenca del río Putumayo. “PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL BELLAVISTA – MAZÁN 2009 - 2021”. Iquitos, Noviembre 2009, 2008.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES (ONERN). 1991. Mapa ecológico del Perú. Guía descriptiva. Lima, Perú. 146p.
- OFICINA NACIONAL DE EVALACION DE RECURSOS NATURALES (ONERN). 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía descriptiva. Lima, Perú. 20 p.
- OMM 1983. Guía de prácticas climatológicas N°100. Segunda edición.

- ONERN.- 1965. Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno: sector prioridad I / Estudio de los suelos y zonificación climática de la cuenca del río. Cumbil (Cajamarca) / DGAS.
- PACHECO, T; VASQUEZ, M. 2009. Investigaciones en la modalidad de tesis en el área de manejo de bosques de la comunidad indígena de Santa Mercedes, Río Putumayo. Iquitos-Perú, 173 p.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ.  
Convenio de cooperación técnica interinstitucional SENAMHI – FAO.  
“ATLAS DE HELADAS DEL PERÚ”. Lima, 2010.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SENAMHI). 2006.  
Reporte climatológico. Iquitos.10 p.
- SENAMHI. 2009. Manual de meteorología, metodología para Temperatura.<http://www.senamhi.gob.pe/pdf/manualmeteo/cap3.pdf>. 6 p.
- TELLO, DIANA, 2012. Tesis“complementación a nivel micro de la metodología de clasificación climática tradicional en función a los tipos de bosques predominantes aplicada a la cuenca del río Itaya” Loreto- Perú. Universidad científica del Perú. UCP.
- THORNTHWAITE, 1949. Clasificación de Thornthwaite. Disponible en:  
[ocw.upm.es/ingenieria/Thornthwaiteclasificacionclimatica.pdf](http://ocw.upm.es/ingenieria/Thornthwaiteclasificacionclimatica.pdf).
- THORNTHWAITE, C. W. The Climates of the earth. Geographicalreview, N° 23, pp. 433-440.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Departamento de ingeniería ambiental, física y meteorología. “MANUAL DE METEOROLOGIA GENERAL”. Ing. Franklin Unsihuay; Ing Victoria Calle. Lima – La Molina 2011.

- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. “PRÁCTICAS DE EDAFOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA”. Ma. Desamparados Soriano Soto; Vicente Pons Martí. Valencia – España, Setiembre 2004.
- VALDERRAMA, H. 2002. Inventario florístico de los arboles existentes en 10 parcelas del arboretum “El huayo”. Iquitos – Perú.
- VARGAS, J. 2010; MACO, J. 2006. Clima, informe temático. Proyecto zonificación ecológica y económica del departamento de Amazonas, convenio entre el IIAP y el Gobierno regional de Amazonas. Iquitos-Perú, 27 p.
- WILLIAM, D. 2005. Koppen, Wladimir Peter. Encyclopedia of Earth Sciences Series, 2005, Encyclopedia of World Climatology, Part 11, Pages 441-442.

# **ANEXO**

## Datos meteorológicos proporcionados por SENAMHI:

## ANEXO 1

AÑO/MES	PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1988	182.6	569.0	494.3	664.8	286.0	1319.7	209.0	164.8	174	244.5	195.3	225.9
1989	363.9	268.5	249.5	307.5	261.4	271.5	174.7	182.3	112.1	122.8	170.5	36.4
1990	348.2	135.8	151.0	136.5	56.6	95.6	128.8	268.2	115.4	181.1	273.3	327.4
1991	121.0	215.2	77.0	276.1	330.9	168.3	56.6	112.3	73.0	127.6	89.6	26.2
1992	19.9	15.0	29.4	20.9	16.4	17.4	13.6	16.9	21.6	30.4	18.4	19.1
1993	35.5	14.2	37.8	59.2	15.3	12.6	24.6	19.2	17.4	22.8	40.9	29.5
1994	20.3	32.7	165.4	247.9	150.0	40.9	51.2	44.0	40.4	39.3	14.9	38.5
1995	49.2	22.2	44.7	24.0	35.8	24.0	17.5	11.5	27.4	25.0	22.3	44.5
1996	15.9	30.5	43.4	39.2	42.4	168.4	38.4	229.5	184.0	153.3	182.9	295.8
1997	50.7	378.9	201.2	234.1	319.7	201.9	74.8	76.6	210.4	225.1	306.7	455.9
1998	230.7	176.8	186.7	368.5	251.1	70.4	107.9	75.1	177.7	224.9	232.8	176.6
1999	311.2	297.9	197.2	284.9	292.6	148.0	176.7	123.0	178.4	185.1	113.9	106.7
2000	97.0	182.1	262.3	557.9	237.0	211.4	105.7	353.0	143.6	54.0	109.6	266.3
2001	381.1	158.9	514.2	338.6	195.7	184.0	81.2	80.9	121.5	341.7	153.8	537.6
2002	270.0	221.3	325.2	373.5	288.9	41.7	205.2	96.9	188.8	246.3	318.4	243.9
2003	231.7	144.7	292.2	247.3	326.2	259.0	149.6	108.6	185.2	151.6	356.6	263.3
2004	225.0	275.4	269.3	224.2	362.1	201.8	220.7	277.5	161.3	273.7	321.3	231.8
2005	272.3	303.6	375.0	200.3	182.3	164.8	195.9	78.1	93.5	286.5	265.3	326.9
2006	282.5	125.6	315.6	156.7	285.5	215.8	78.0	161.2	295.3	326.0	320.2	256.6
2007	338.2	122.1	346.6	325.0	271.8	144.1	126.0	181.0	196.7	147.0	212.2	210.4
2008	217.4	272.4	232.2	174.7	185.1	167.4	130.2	48.3	263.5	317.7	159.8	192.5
2009	347.8	426.8	198.4	560.0	224.2	178.7	134.3	110.9	118.0	181.1	344.0	529.2
2010	283.8	312.8	349.3	206.9	178.8	157.4	158.3	42.9	104.2	130.0	202.7	148.5
2011	141.9	128.6	404.4	223.7	369.5	262.6	244.8	172.3	356.4	151.9	202.5	285.4
2012	311.7	461.0	487.6	223.6	154.1	225.9	165.1	83.5	198.8	195.4	146.7	317.2
2013	402.9	244.7	434.6	137.3	431.1	244.0	75.8	230.5	92.4	231.4	76.6	
Promedio	213.6	213.0	257.1	254.4	221.2	199.9	120.9	128.8	148.1	177.5	186.6	223.7
Máxima	402.9	569.0	514.2	664.8	431.1	1319.7	244.8	353.0	356.4	341.7	356.6	537.6
Mínima	15.9	14.2	29.4	20.9	15.3	12.6	13.6	11.5	17.4	22.8	14.9	19.1

## ANEXO 2

AÑO/MES	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1988	26.2	26.8	26.8	26.6	26.4	24.7	25.2	26.3	26.76	27.2	26.6	26.9
1989	25.8	26.2	26.3	26.3	26.0	25.8	25.9	26.6	26.7	26.8	27.0	26.8
1990	26.1	26.9	26.7	26.7	25.7	25.5	25.1	26.1	27.5	27.2	26.8	26.9
1991	27.5	27.4	27.0	26.8	26.8	26.4	26.1	26.0	27.0	27.0	27.5	27.4
1992	27.4	27.7	27.0	27.7	27.9	27.2	26.4	25.9	27.1	27.8	27.4	27.2
1993	26.8	27.5	27.0	27.3	27.6	27.0	25.9	26.6	26.9	26.1	26.3	26.8
1994	26.6	26.1	26.0	26.4	26.8	25.8	25.2	26.2	25.9	26.8	27.1	26.8
1995	26.7	27.0	26.8	26.2	26.0	25.5	26.2	26.9	26.9	27.2	27.3	26.6
1996	26.9	26.9	26.9	26.6	27.0	24.8	25.7	26.0	26.6	27.0	27.2	26.2
1997	27.2	25.8	26.6	26.5	25.9	26.2	26.3	25.9	27.1	27.6	27.0	26.7
1998	27.0	27.3	27.3	27.2	26.4	25.8	26.0	26.7	26.6	27.3	26.7	27.1
1999	26.4	25.9	26.6	25.7	25.6	25.8	25.3	25.5	26.8	26.4	26.4	26.6
2000	26.8	26.3	26.3	26.0	25.8	25.9	24.5	26.2	26.5	27.2	27.2	26.5
2001	26.4	25.9	26.2	26.3	26.4	24.6	25.5	26.0	26.7	27.0	27.2	26.7
2002	26.7	26.4	26.5	26.4	26.5	26.4	25.6	26.8	27.5	26.9	26.5	26.9
2003	27.1	27.0	26.7	26.9	26.2	26.3	25.7	26.1	26.8	27.5	27.5	27.1
2004	27.9	27.0	27.2	26.8	25.6	25.4	25.3	26.2	26.3	27.1	27.0	27.3
2005	27.9	33.6	26.7	26.6	27.0	26.5	26.1	26.9	26.9	27.0	28.2	27.1
2006	26.6	27.3	26.6	26.8	25.4	26.0	26.4	26.4	26.9	27.8	27.2	27.1
2007	27.0	28.1	27.0	26.7	26.0	26.1	26.5	27.1	27.2	27.2	27.0	27.4
2008	26.7	26.7	26.9	27.0	26.0	25.5	26.2	27.2	27.2	22.8	27.0	27.4
2009	26.1	26.7	26.6	26.4	27.0	25.8	26.4	27.2	27.6	27.9	27.5	27.2
2010	27.5	27.8	27.3	27.2	26.9	26.6	25.6	26.8	27.8	27.8	27.4	27.3
2011	27.0	26.8	27.0	26.7	26.4	26.2	26.1	26.9	27.5	27.9	27.4	26.5
2012	26.4	26.4	26.1	26.6	26.3	26.1	25.9	27.2	27.3	27.5	27.6	26.8
2013	27.2	26.9	27.2	27.2	27.1	26.7	25.8	26.5	27.7	27.4		
Temperatura	26.8	27.1	26.7	26.7	26.4	25.9	25.8	26.5	27.0	27.1	27.1	26.9
Máxima	27.9	33.6	27.3	27.7	27.9	27.2	26.5	27.2	27.8	27.9	28.2	27.4
Mínima	25.8	25.8	26.0	25.7	25.4	24.6	24.5	25.5	25.9	22.8	26.3	26.2

## ANEXO 3

AÑO/MES	TEMPERATURA MEDIA MAXIMA MENSUAL (°C)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1988	31.3	31.3	31.5	31.2	30.5	29.3	30.1	31.7	31.4	32.0	30.9	31.6
1989	29.9	30.0	30.2	30.4	29.7	29.1	29.6	30.9	30.6	31.4	31.2	30.5
1990	29.7	30.8	30.4	30.3	30.4	30.2	30.4	30.3	32.2	31.8	31.4	31.6
1991	32.6	32.8	32.5	32.8	31.7	31.5	31.7	31.0	31.4	31.2	32.2	31.5
1992	31.4	32.4	30.7	31.5	31.8	31.6	31.5	30.9	31.0	32.0	31.3	31.9
1993	30.8	32.1	31.6	31.2	31.7	31.9	31.7	31.4	31.3	31.0	31.0	31.4
1994	32.1	31.7	31.7	30.2	30.2	29.7	30.2	31.3	31.1	32.1	31.8	31.4
1995	31.4	31.4	30.9	29.3	30.0	30.2	29.9	32.2	31.9	32.0	31.7	30.5
1996	31.4	31.3	31.6	31.1	30.6	28.8	29.8	31.5	31.0	31.7	31.9	30.5
1997	32.0	29.7	31.3	30.9	29.9	30.9	30.5	30.9	SD	SD	SD	SD
1998	SD	31.7	31.5	31.5	30.9	30.2	30.8	32.2	31.7	32.4	31.1	31.7
1999	30.5	29.9	31.6	29.4	29.5	29.7	29.6	30.5	32.7	31.4	31.1	30.8
2000	31.3	30.9	30.8	30.1	29.6	30.0	29.9	31.9	31.5	31.9	31.8	31.0
2001	30.2	29.8	30.1	30.7	30.8	28.8	29.9	31.1	31.2	32.0	31.2	31.1
2002	30.9	30.2	30.4	30.2	30.4	30.6	30.6	31.5	32.5	31.4	31.0	30.9
2003	31.4	31.2	30.7	30.8	29.9	30.3	30.2	30.6	31.2	32.1	32.0	31.1
2004	32.8	31.4	31.5	31.0	29.8	29.3	29.8	30.8	31.2	31.7	31.2	31.6
2005	32.2	30.6	30.4	30.7	31.5	30.5	30.9	32.7	32.5	32.8	33.5	32.5
2006	31.7	32.2	31.7	32.0	30.5	31.2	30.9	32.4	32.7	33.2	32.1	31.6
2007	31.9	33.5	31.4	31.2	30.5	30.6	30.7	32.4	32.7	32.1	32.1	32.1
2008	31.6	31.4	31.6	31.9	30.3	29.7	30.3	33.1	32.4	31.7	31.3	31.9
2009	29.8	30.6	30.7	30.4	30.9	29.5	30.3	31.9	32.4	32.4	32.0	30.9
2010	31.8	31.6	31.0	30.8	30.5	30.2	30.5	31.6	32.9	32.4	31.6	31.5
2011	31.0	30.8	31.0	30.3	29.7	29.6	29.9	31.2	31.9	31.8	31.7	30.3
2012	29.9	29.9	29.9	31.2	30.7	31.1	31.0	32.6	32.8	32.8	32.2	31.5
2013	31.6	31.4	32.0	32.3	31.6	31.4	31.7	31.0	32.9	32.3	31.5	
Promedio	31.2	31.2	31.1	30.9	30.5	30.2	30.5	31.5	31.9	32.0	31.6	31.3
Máxima	32.8	33.5	32.5	32.8	31.8	31.9	31.7	33.1	32.9	33.2	33.5	32.5
Mínima	29.7	29.7	29.9	29.3	29.5	28.8	29.6	30.3	30.6	31.0	30.9	30.3

## ANEXO 4

AÑO/MES	TEMPERATURA MEDIA MINIMA MENSUAL (°C)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1989	21.3	21.7	21.3	21.6	21.3	21.3	20.7	21.0	21.2	21.4	22.1	21.3
1990	21.6	22.1	22.6	22.4	21.3	21.2	19.6	21.5	21.2	22.1	22.4	22.4
1991	23.1	23.2	23.3	23.0	23.7	22.8	21.6	21.5	22.3	22.2	22.1	22.8
1992	22.7	22.4	22.4	22.6	S/D							
1993	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1994	S/D	22.0	22.1	S/D	S/D	S/D	20.6	21.1	21.7	22.0	22.2	22.1
1995	21.9	22.7	22.6	22.3	22.2	21.4	21.3	21.5	21.2	19.8	19.8	19.7
1996	22.0	22.5	22.6	22.4	22.9	21.0	20.3	21.5	21.6	22.3	22.6	22.2
1997	22.8	22.5	22.8	22.5	22.4	21.9	21.5	21.6	S/D	S/D	S/D	S/D
1998	S/D	27.3	23.7	23.4	23.0	21.8	21.8	21.9	22.0	22.9	23.2	22.7
1999	22.7	22.4	22.5	22.1	22.2	22.1	21.0	20.2	22.2	21.5	21.6	22.4
2000	22.3	21.6	22.1	21.9	22.1	22.0	20.5	21.4	21.4	21.4	22.7	22.0
2001	21.8	22.1	22.3	22.0	22.2	20.7	21.4	21.1	20.3	22.0	21.8	21.7
2002	21.7	21.5	22.0	22.4	22.4	21.2	20.1	20.9	22.1	21.9	22.5	23.0
2003	23.0	23.0	22.9	23.0	22.6	22.4	21.4	21.6	22.0	22.6	22.6	22.9
2004	23.0	22.6	22.9	23.1	21.8	21.4	21.1	21.3	21.7	22.9	23.0	23.3
2005	23.3	23.3	22.9	22.8	22.8	22.6	20.9	21.7	21.5	22.6	23.0	22.8
2006	22.6	23.2	23.1	22.8	21.3	21.9	21.7	21.7	22.2	23.1	23.3	23.4
2007	23.4	23.2	21.7	23.1	22.2	22.2	21.3	22.1	22.4	22.7	22.9	23.2
2008	22.9	22.6	22.7	22.7	22.2	21.6	21.7	21.8	21.9	22.8	23.0	23.0
2009	22.8	23.0	23.2	22.8	22.7	22.1	22.1	22.2	22.7	23.0	23.3	23.1
2010	23.2	23.8	23.8	24.0	23.2	22.4	21.3	21.8	22.7	22.8	22.6	22.9
2011	22.7	22.7	22.8	23.0	29.6	22.5	21.4	21.5	22.3	23.0	22.9	23.0
2012	22.9	22.3	22.5	23.4	23.0	22.2	21.7	21.7	22.2	23.1	23.6	23.1
2013	23.4	23.3	23.5	23.0	23.2	22.9	21.6	21.7	22.6	23.1	23.2	
<b>Promedio</b>	<b>22.6</b>	<b>22.8</b>	<b>22.7</b>	<b>22.7</b>	<b>22.7</b>	<b>21.9</b>	<b>21.2</b>	<b>21.5</b>	<b>21.9</b>	<b>22.3</b>	<b>22.6</b>	<b>22.5</b>
<b>Máxima</b>	<b>23.4</b>	<b>27.3</b>	<b>23.8</b>	<b>24.0</b>	<b>29.6</b>	<b>22.9</b>	<b>22.1</b>	<b>22.2</b>	<b>22.7</b>	<b>23.1</b>	<b>23.6</b>	<b>23.4</b>
<b>Mínima</b>	<b>21.3</b>	<b>21.5</b>	<b>21.3</b>	<b>21.6</b>	<b>21.3</b>	<b>20.7</b>	<b>19.6</b>	<b>20.2</b>	<b>20.3</b>	<b>19.8</b>	<b>19.8</b>	<b>19.7</b>

## ANEXO 5

AÑO/MES	HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1988	87	89	87	87	88	90	87	86	85	84	87	85
1989	88	86	87	88	88	88	87	86	90	86	89	91
1990	94	91	91	91	91	91	91	90	85	88	88	88
1991	84	83	86	86	91	88	91	90	92	92	91	90
1992	93	90	93	91	92	93	95	94	94	93	94	95
1993	94	93	92	91	92	95	94	93	94	93	94	95
1994	94	93	94	94	93	93	92	94	94	93	93	94
1995	93	93	94	95	95	94	94	93	93	93	93	94
1996	94	94	94	94	94	94	93	94	93	94	93	94
1997	93	95	95	94	93	93	93	94	94	92	90	90
1998	89	90	89	90	90	91	92	89	89	92	90	91
1999	89	89	87	89	88	88	88	87	89	86	87	89
2000	86	87	87	88	89	89	90	86	85	84	85	88
2001	88	87	88	87	87	89	92	89	85	84	86	87
2002	86	91	87	87	91	89	90	86	81	85	87	90
2003	91	93	92	89	90	87	89	87	84	86	87	87
2004	84	85	85	87	87	89	88	84	85	85	85	85
2005	84	88	88	88	86	87	85	87	89	90	91	91
2006	92	90	93	93	92	93	91	92	91	91	93	92
2007	91	88	91	92	92	94	91	89	91	92	90	90
2008	91	91	92	92	93	94	92	91	90	91	92	91
2009	93	92	92	93	92	94	93	91	93	93	93	94
2010	92	93	93	95	92	93	92	89	90	92	93	93
2011	92	91	90	94	94	94	94	92	93	91	92	93
2012	93	92	95	94	94	94	93	89	91	93	92	93
2013	94	94	92	90	90	88	89	92	91	93		
Promedio	90.4	90.3	90.8	91.0	91.1	91.3	91.2	89.9	89.8	90.0	90.3	91.0
Máxima	94.3	94.5	95.4	94.5	94.6	94.6	95.0	94.3	94.0	93.9	94.1	95.1
Mínima	83.8	83.5	85.3	86.5	85.9	86.9	85.0	83.8	81.1	83.6	84.6	84.6

ANEXO 6

Diagrama bioclimático de zonas de vida según Holdridge

**DIAGRAMA BIOCLIMATICO DE ZONAS DE VIDA DEL SISTEMA HOLDRIDGE**  
 ADAPTADO E INTERPRETADO A LA GEOGRAFIA DEL PERU por : Ing. Carlos J. Zamora J.  
 (2009)

Superficie Territorial : 1 285 215,60 Km<sup>2</sup>

Componentes Principales

- Agricultura con riego.
- Pasturas temporales (lomas del litoral-sabana de la costa septentrional).
- Bosques de Trópico Seco.
- Valles mesoandinos esteparios occidentales.

30% del Territorio Nacional (ámbito seco)

REGIONES LATITUDINALES Hemisferio Norte y Sur

- POLAR (90°S - 89°00')
- SUBPOLAR (89°59' - 89°00')
- BOREAL (89°58' - 89°00')
- TEMPLADA FRÍA (39°59' - 42°00')
- TEMPLADA CALDA (29°59' - 27°00')
- SUBTROPICAL (19°59' - 19°00')
- TROPICAL (19°00' - 9°00')

Componentes Principales

- Agricultura de Secano (Hasta 4000 msnm).
- Valles mesoandinos y altiplanicles húmedos.
- Pasturas Naturales Permanentes (> 3600 -< 4600 msnm).
- Bosques Heterogéneos de Trópico húmedo (100 -< 3300 msnm).

70% del Territorio Nacional (ámbito húmedo)

PISOS ALTITUDINALES Correlacionados con las R. Latitudinales

- NIVAL
- TUNDRA (andina)
- PÁRAMO (subandino)
- MONTAÑO SUPERIOR
- MONTAÑO INFERIOR
- PREMONTAÑO
- TROPICAL BASE

CARACTERÍSTICAS GENERALES SIGNIFICATIVAS

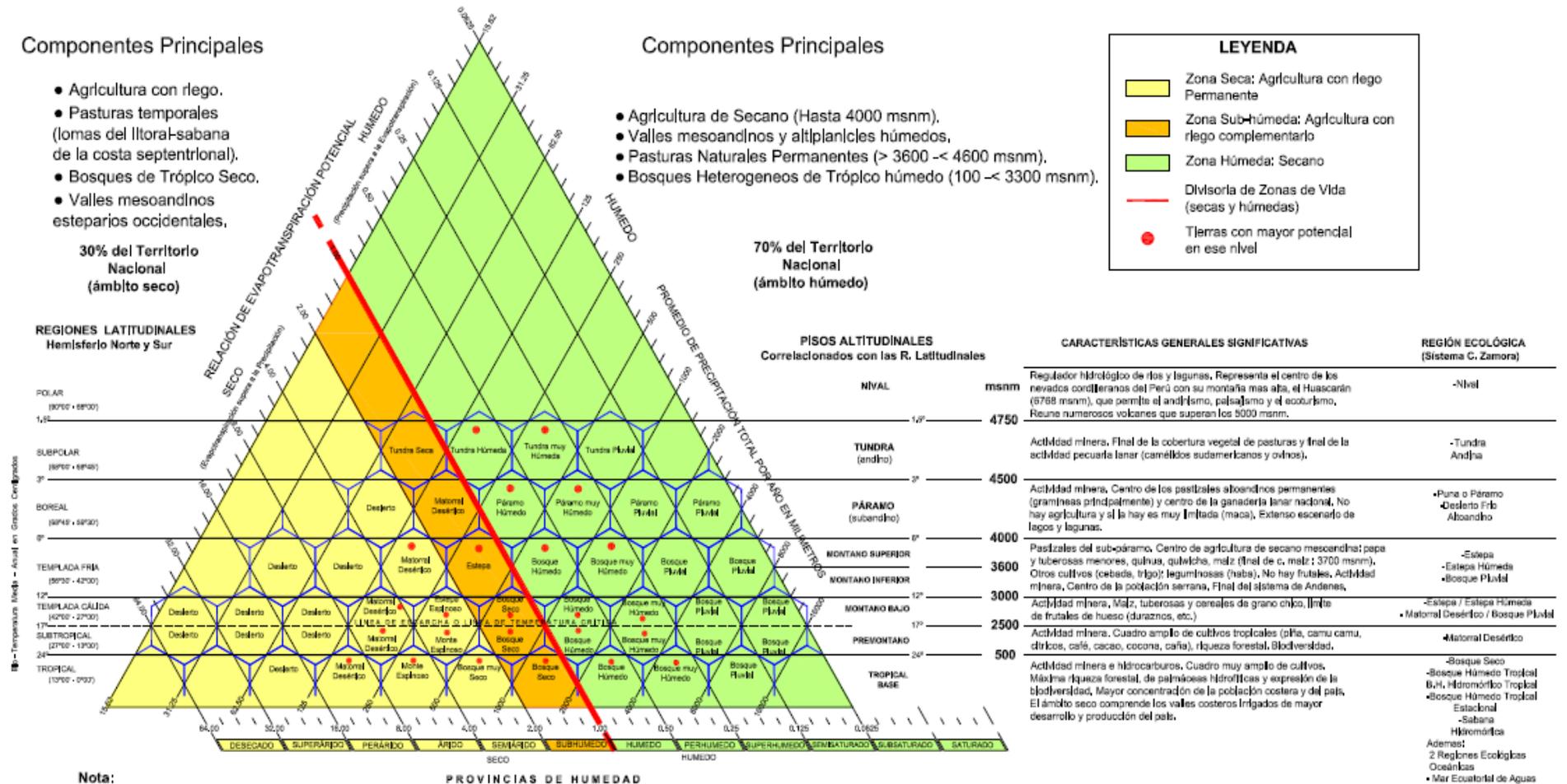
msnm	REGIÓN ECOLÓGICA (Sistema C. Zamora)
4750	-Nival
4500	-Tundra Andina
4000	•Puna o Páramo Desierto Frío Altoandino
3600	-Estepa -Estepa Húmeda -Bosque Pluvial
3000	-Estepa / Estepa Húmeda •Montaña Desértica / Bosque Pluvial
2500	•Montaña Desértica
500	-Bosque Seco -Bosque Húmedo Tropical B.H. Hidrotropical Tropical -Bosque Húmedo Tropical Estacional -Sabana Húmeda

**LEYENDA**

- Zona Seca: Agricultura con riego Permanente
- Zona Sub-húmeda: Agricultura con riego complementario
- Zona Húmeda: Secano
- Divisoria de Zonas de Vida (secas y húmedas)
- Tierras con mayor potencial en ese nivel

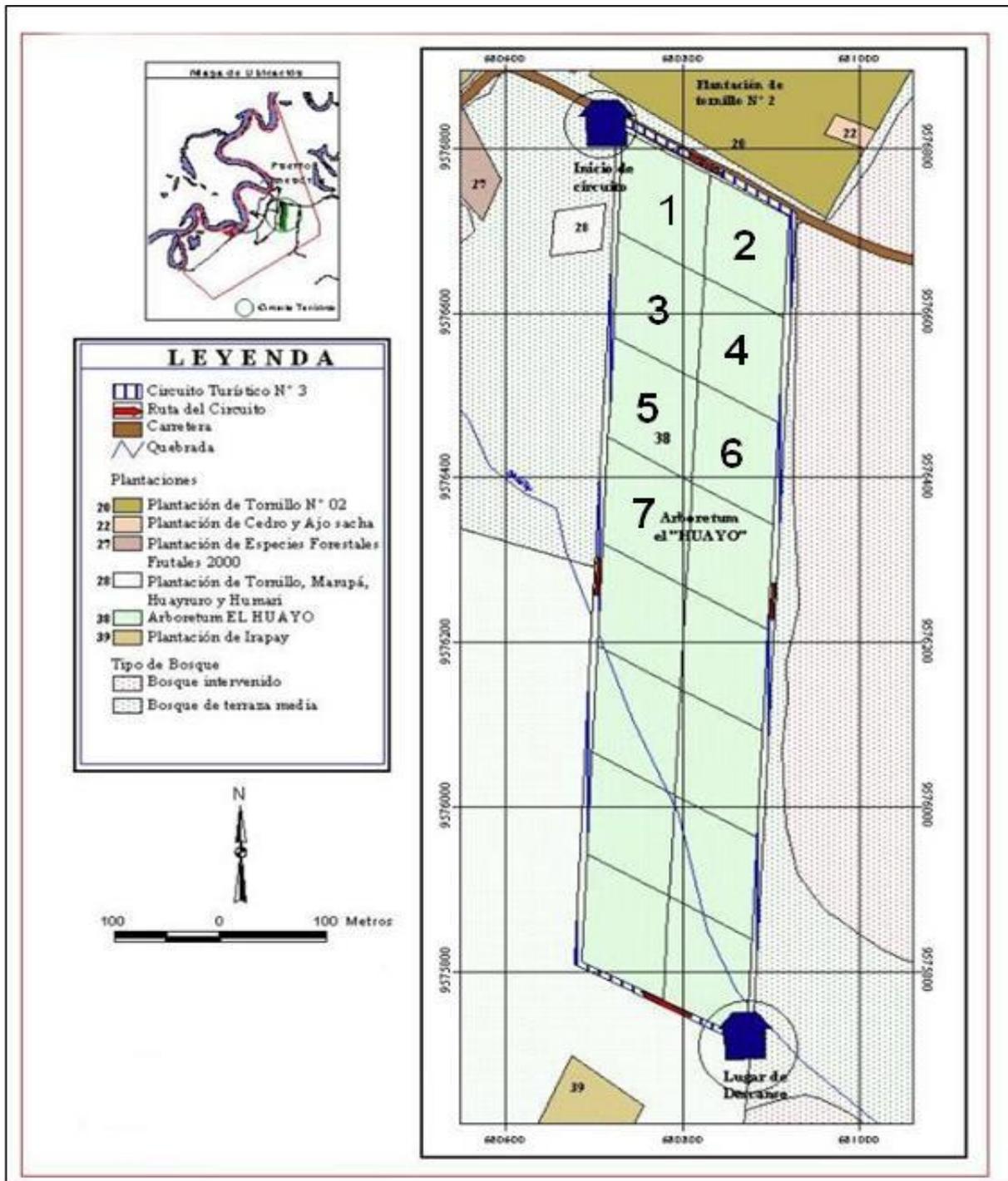
Nota:

PROVINCIAS DE HUMEDAD

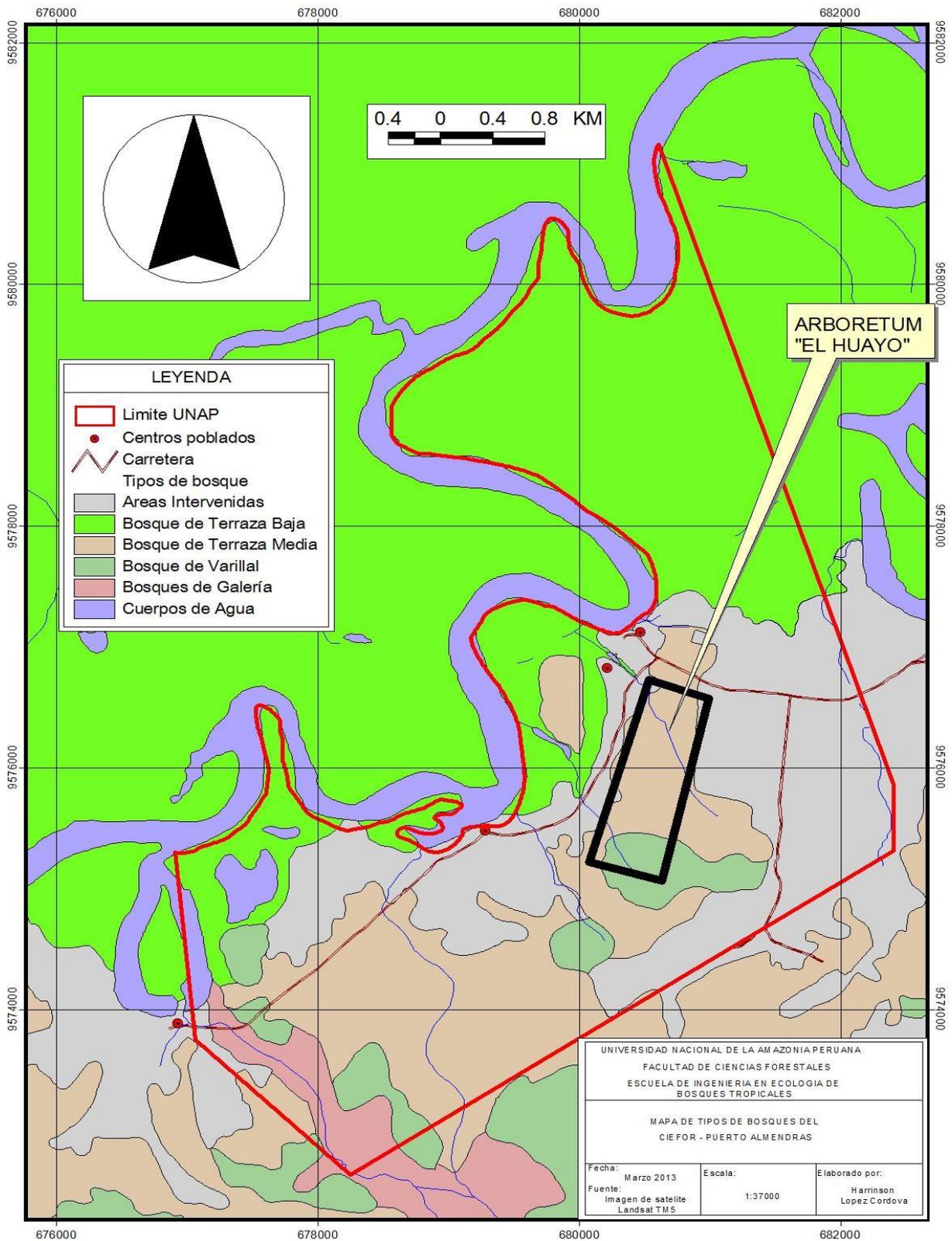




## ANEXO 8

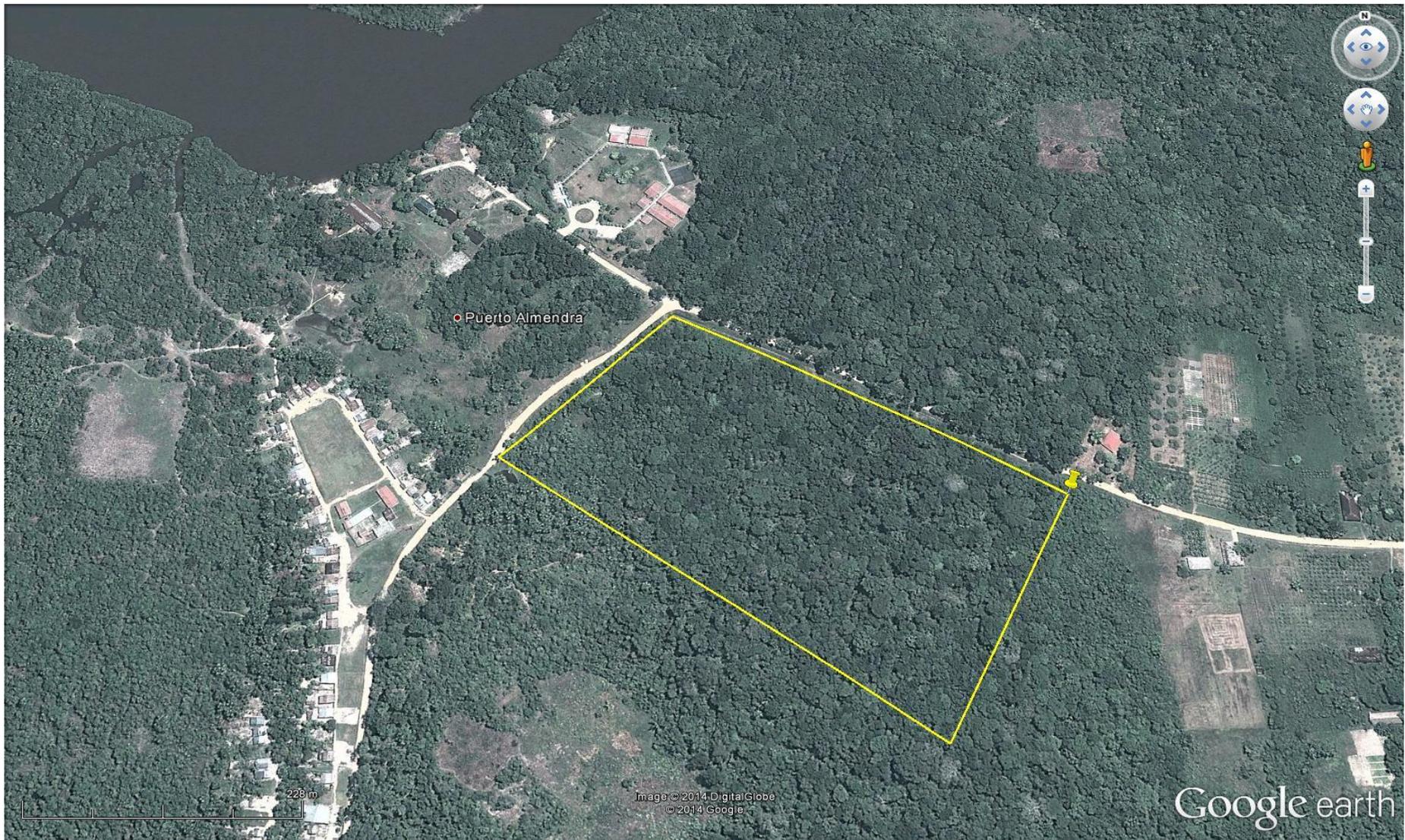


ANEXO 9



Mapa del CIEFOR – Puerto Almendras por tipo de bosque

**ANEXO 10**



**Ubicación del área de estudio – sector arboretum “El huayo”**

**ANEXO 11**



**Foto 1: Estación climatológica ordinaria "Puerto Almendra"**



**Foto 2: Caseta meteorológica**

**ANEXO 12**



**Foto 3: Áreas del arboretum “El huayo”**



**Foto 4: Caminos ecológicos**

**Foto5: Determinadas especies de flora**

