UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CARBONO ALMACENADO CON RELACION A LA PROFUNDIDAD DE LAS TURBERAS (ECOSISTEMAS DE AGUAJALES) DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - UCAYALI - PERU.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AMBIENTAL

ANTHONY ALFREDO DIAZ CARDENAS

PUCALLPA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

COMISION DE GRADOS Y TITULOS
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°102

En el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la UNU, siendo las 11:20 am del día viernes 23 de Agosto del 2019, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador con MEMORANDO MULT. 164-2019-UNU-FCFyA-CGT, Conformado por los siguientes Docentes:

- Dr. Edgar Díaz Zúñiga — Presidente
- Dr. Carlos Panduro Carbajal — Miembro
- Ing. M.Sc. Cesar Mori Montero — Miembro

Para evaluar la sustentación de la tesis **"DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO ALMACENADO CON RELACION A LA PROFUNDIDAD DE LAS TURBERAS (ECOSISTEMAS DE AGUAJALES) DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - UCAYALI – PERU",** presentado por el Bach. **ANTHONY ALFREDO DIAZ CARDENAS**.

Terminada la sustentación, se procedió a las preguntas por parte de los miembros del Jurado Evaluador, siendo absueltas satisfactoriamente por el sustentante, por lo que el Jurado Evaluador, aprobó por **UNANIMIDAD,** con el calificativo de **MUY BUENO**.

En consecuencia el sustentante esta expedido para obtener el título de **INGENIERO AMBIENTAL,** habiendo sido asesorado por el **Dr. Grober Panduro Pisco.**

Siendo las 12:20 pm, del mismo día, se dió por concluido el presente acto académico.

Dr. Edgar Díaz Zúñiga
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. Cesar Mori Montero
MIEMBRO

Dr. Carlos Panduro Carbajal
MIEMBRO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

Constancia

N° 509

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), titulado:

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CARBONO ALMACENADO CON RELACION A LA PROFUNDIDAD DE LAS TURBERAS (ECOSISTEMAS DE AGUAJALES) DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - UCAYALI - PERU.

Cuyo autor (es)	:	**DIAZ CARDENAS, ANTHONY ALFREDO**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERÍA AMBIENTAL
Asesor(a)	:	Dr. PANDURO PISCO, GROBER

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 05 %.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 31/12/2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL
DRA. DINA PARIQUISPE
Direc. Gral. Prod. Intel

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Anthony Alfredo Diaz Cardenas

Autor de la TESIS titulada: Determinacion del contenido de carbono Almacenado con relacion a la profundidad de las turberas (Ecosistemas de aguajales) de la Provincia de Coronel Portillo - Ucayali - Peru

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: Dr. Grober Pandura Pisco

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar, (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: autorizo la publicación

- [x] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio)

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.
En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 06/01/2020

Email: anthony_dc@hotmail.com Firma:

Teléfono: 951543272 DNI: 46206457

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la vida y la salud para poder lograr mis metas.

A mis amados padres por su apoyo incondicional para alcanzar mis anhelos.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por el apoyo y comprensión recibida de parte de ellos en todo este tiempo.

A Brian Crnoberna, por darme la oportunidad de ser su compañero de investigación en turberas amazónicas.

A mi asesor Dr. Grober Panduro Pisco; por su guía, trabajo, dedicación y consejo recibido a lo largo de la ejecución de este trabajo.

A los Comuneros del Caserío de San Miguel de Pueblo Viejo, Santa Fe de Inamapuya y las comunidades Nativas de Patria Nueva, Nuevo Saposoa y Chachibai por su apoyo y permitir ingresar a sus territorios para poder realizar la recolección de datos en campo.

A la empresa Bosques Amazónicos S.A por permitirnos realizar dentro su propiedad privada la recolección de datos de campo.

Al laboralista de suelos de la Universidad Nacional de Ucayali el Sr. Juan Huaycama Murayari por la ayuda brindada en el procesamiento de las muestras.

A los Docentes de la Universidad Nacional de Ucayali, por haber compartido sus conocimientos y experiencias durante mi formación profesional, a quienes guardo mi entera estima y gratitud.

INDICE DEL CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
LISTA DE TABLA vii
LISTA DE FIGURA viii
ICONOGRAFÍA x
RESUMEN xi
ABSTRACT xii
INTRODUCCION 13
CAPITULO I 14
1.1 Planteamiento del Problema 15
1.2 Formulación del Problema. 15
1.3 Objetivos de la Investigación 16
1.3.1 Objetivo general 16
1.3.2 Objetivos específicos 16
CAPITULO II 17
MARCO TEÓRICO 17
2.1.- Antecedentes de la investigación. 17
2.2. Fundamento Teórico del Problema 24
2.2.1 Turba. 24
2.2.2 Los Humedales y su importancia 26
2.2.3.- Los humedales en la Amazonía. 27
2.2.4. Los Aguajales y su Abundancia. 29
2.2.5. El Aguaje: Origen y distribución. 29
CAPITULO III 32
METODOLOGIA 32
3.1. Descripción del área de estudio. 32
3.1.1 Ubicación del Área de estudio 32
3.1.1.1 Información General 32
3.1.2 La Accesibilidad 32
3.2.1.1 Aguajal BAM 33
3.2.1.2 Aguajal PICURO 33
3.2.2.3 Aguajal CHACHIBAI 33

3.2.2.4 Aguajal SAPOSOA 33
3.2.2.5 Aguajal KALIOLA 34
3.1.3. Clima 34
3.1.4. Temperatura (°C) 34
3.1.5. Precipitación Pluvial. 35
3.2 Vegetación. 36
3.3. Metodología de la Investigación. 36
3.3.1. Tipo y Nivel de investigación. 36
3.4. Población y Muestra. 37
3.4.1. Población. 37
3.4.2. Muestra. 39
3.5. Instrumentos de recolección de datos. 41
3.5.1. Materiales. 41
3.5.2. Equipos 41
3.5.3. Herramientas 41
3.6. Procedimiento de recolección de datos 41
3.6.1. Procedimiento de identificación y selección de las turberas (ecosistemas de aguajales) de la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali. 41
3.6.2.- Recolección de datos acerca de la cantidad de Carbono que se almacena de acuerdo a la profundidad de las turberas de la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali. 53
3.7. Tratamiento de datos. 55
3.7.1. Análisis de distribución normal de los datos. 55
CAPITULO IV 57
4.1.- Resultados y Discusión. 57
4.1.1. Determinación de la cantidad de Carbono por lugar de Turba (aguajal). 57
4.1.2. Prueba de Hipótesis 58
4.1.3. Determinación de la profundidad de la turba. 59
4.1.4. Determinación de la densidad aparente de la Turba 61
4.1.5. Determinación del Porcentaje de Materia Orgánica. 63
V.- CONCLUSIONES 65
VI.- RECOMENDACIONES 66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 67
ANEXOS 75
ICONOGRAFIAS 80

LISTA DE TABLA

En el Texto

Tabla 1. Ubicación Política del Área de estudio..... 32

Tabla 2. Pruebas de Normalidad de los datos de Materia Orgánica..... 55

Tabla 3. Pruebas de Normalidad de los datos de Densidad..... 55

Tabla 4. Pruebas de Normalidad de los datos de Carbono..... 56

Tabla 5. Tasa y cantidad de Carbono almacenado por los diferentes Turbas (Aguajales). 57

Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis estadístico de las densidades según la profundidad y lugar. (IC. 95%). 61

Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis estadístico de la Materia orgánica según la profundidad y lugar. (IC. 95%) 63

En el Anexo

Tabla 8. Consolidado de Procesamiento de datos en bruto. 75

Tabla 9. Determinación del Carbono Almacenado en el Suelo (CAS). 77

Tabla 10. Profundidad por punto de muestreo..... 78

Tabla 11. Análisis de correlación 79

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Mapa de cobertura humedal (Aguajales) y Deforestación (OSINFOR, 2013) 31

Figura 2. Variación anual de las temperaturas en Pucallpa. 35

Figura 3. Variación anual de la precipitación pluvial en Pucallpa. 36

Figura 4. Mapa de ubicación de aguajales. 38

Figura 5. Mapa de ubicación del área de estudio. 40

Figura 6. Mapa de ubicación del Aguajal BAM 42

Figura 7. Mapa de ubicación del Aguajal PICURO 43

Figura 8. Mapa de ubicación del Aguajal CHACHIBAI. 44

Figura 9. Mapa de ubicación del Aguajal SAPOSOA 45

Figura 10. Mapa de ubicación del Aguajal KALIOLA. 46

Figura 11. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal BAM. 48

Figura 12. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal PICURO. 49

Figura 13. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal CHACHIBAI. 50

Figura 14. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal SAPOSOA. 51

Figura 15. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal KALIOLA 52

Figura 16. Preparación de muestras para secado en estufa. 54

Figura 17. Relación entre la cantidad de Carbono y el nivel de profundidad de la Turba. 58

Figura 18. Profundidad de las turbas cada 0.50 m encontradas. 59

Figura 19. Resultado de la pruebas de igualdad de valores de profundidad de las turbas según los lugares. 60

Figura 20. Valores de Densidad Aparente de la turba según el lugar (Izq.) y la profundidad en cm. (Der.) 61

Figura 21. Valores de Materia Orgánica de la turba según la profundidad en g. (Der.) el lugar (Izq.) 63

ICONOGRAFÍA

Fotografía 1. Determinación de cenizas..... 80

Fotografía 2. Determinación de porcentaje de humedad 80

Fotografía 3. Instalación de la Barrena Rusa. 81

Fotografía 4. Medición de las muestras obtenidas..... 81

Fotografía 5. Selección de muestras para ser llevadas al laboratorio. 82

Fotografía 6. características del aguajal de Chachibai..... 82

RESUMEN

El estudio se realizó con el objetivo de determinar el contenido de Carbono almacenado con relación al nivel de profundidad de las turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú. Para la selección de los sitios a estudiar se utilizó la clasificación de cobertura vegetal (MINAM, 2013), siendo clasificado como bosques inundables de palmeras a los aguajales. Eligiéndose 5 y nombrándose como Aguajal BAM, Picuro, Chachibai, Saposoa y kaliola. En cada sitio se trazó un transecto para la recolección de muestras de turba cada 500 m. Con el muestreador de turbas (Barrena de turba rusa) se colectaron muestras de 10 cm por cada 50 cm de turba desde la superficie hasta el fondo de la turbera, cuya herramienta también se utilizó para determinar la profundidad de la turbera. Para encontrar valores de densidad, Materia orgánica y cantidad de Carbono de las turberas se aplicó el método de pérdida por ignición y factor de Van Bemmelen. Las muestras obtenidas fueron procesadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ucayali. La cantidad de carbono en las turberas estudias fue de 6,883 MtC y una tasa de almacenamiento de 264.4 $tCha^{-1}$. La Profundidad de la turba oscila entre un mínimo de 0,50 metros y un máximo de 3,50 metros. Las turberas con mayor profundidad se encontraron en los aguajales de Chachibai (A3P7=5,28 m y en Picuro (A2P1) de 5,25 m. Los valores de densidad máximo y mínimo fue de 0,1144 g/cm^3 y 0,08606 g/cm^3 encontrados en los aguajales de BAM y Saposoa respectivamente. El mayor porcentaje de materia orgánica se registró en el Aguajal de BAM siendo de 51.36%, mientras que el valor mínimo fue de 32.79% fue en el aguajal Saposoa. La conservación de los aguajales de vital importancia para mitigar el cambio climático.

Palabras claves: Carbono, Turberas (ecosistemas de aguajales), Materia orgánica, Densidad aparente.

ABSTRACT

The study was carried out with the objective of determining the carbon content stored in relation to the depth level of the peat bogs (aguajales ecosystems) of the province of Coronel Portillo, Ucayali, Peru. For the selection of the sites to be studied, the classification of vegetation cover was used (MINAM, 2013), being classified as flood forests of palm trees to the aguajales. Choosing 5 and naming Aguajal BAM, Picuro, Chachibai, Saposoa and Kaliola. At each site a transect was drawn for the collection of peat samples every 500 m. With the peat sampler (Russian peat auger) 10 cm samples were collected for every 50 cm of peat from the surface to the bottom of the peat bog, whose tool was also used to determine the depth of the peat bog. To find values of density, organic matter and amount of carbon in the peatlands, the method of ignition loss and Van Bemmelen factor was applied. The samples obtained were processed in the soil laboratory of the National University of Ucayali. The amount of carbon in the peatlands studied was 6.883 MtC and a storage rate of 264.4 tCha-1. Peat depth ranges from a minimum of 0.50 meters to a maximum of 3.50 meters. The peat bogs with greater depth were found in the Chachibai aguajales (A3P7 = 5.28 m and in Picuro (A2P1) of 5.25 m. The maximum and minimum density values were 0.1144g/cm3 and 0.08606g/cm3 found in the BAM and Saposoa aguajales respectively. The highest percentage of organic matter was recorded in the BAM Aguajal being 51.36%, while the minimum value was 32.79% in the Saposoa aguajal. The conservation of vitally important aguajales to mitigate climate change.

Keywords: Carbon, Peatlands (aguajales ecosystems), Organic matter, Apparent density.

.

INTRODUCCION

Las turberas almacenan grandes cantidades de Carbono en el suelo, las estimaciones actuales para el Carbono almacenado en los suelos de turberas tropicales en el mundo, tienen un equivalencia aproximada al 40% del total de Carbono almacenado en la vegetación de los bosques del trópico (Page *et al*.2011, Baccinni *et al*. 2012).

Se estima que el área que cubre las turberas tropicales alcanzan una extensión de 368 500 y 441 025 km^2 que representan el 8 a 11% del total de las turberas existentes en el mundo (Yu *et al*. 2010; Page *et al*. 2011).

Los países que albergan mayores extensiones de turberas del trópico son Indonesia, República democrática del Congo, República del Congo y el Perú.

Con respecto al Perú, este alberga turberas de tierras bajas que se encuentran en la cuenca del río Amazonas y turberas de tierras altas en la zona andina, en la zona de tierras bajas se estimaron una extensión de 35 600 km^2 entre la cuenca del Pastaza-Marañón y una extensión de 35 894 km^2 en la llanura aluvial del río Madre de Dios (Draper *et al*. 2014; Householder *et al*. 2012).

El tipo de turberas que se encuentran en la Amazonía peruana son de origen minerotróficas y ombrotróficas, características que dan origen a tres tipos de presentaciones de turberas, una con bosques de varillales, otra las comúnmente conocidas como aguajales que contienen palmeras y otras con presencia predominante de herbáceas y palmeras dispersas. Los Aguajales son los principales ecosistemas de turberas existentes en la cuenca de la amazonia peruana, se caracterizan por ser densos y mixtos (IIAP 2004; Freitas *et al*. 2006; González-B. y Rial, 2013).

Las turberas tropicales están vulnerables a las presiones antrópicas, la cual ponen en riesgo la estabilidad de las reservas de Carbono almacenado en ellos, tal es el caso de Indonesia donde se han liberado grandes cantidades de gases de efecto invernadero producto de la expansión agrícolas e incendios forestales (van der Werf *et al*. 2008; Koh *et al*. 2011; Gaveau *et al*. 2014; Hergoualc'h y Verchot 2014).

En el caso del Perú las turberas son menos presionadas que las de Indonesia, sin embargo no deja de ser preocupante, debido a la presencia de tala, exploración y explotación petrolera y gasífera, minería aluvial, agricultura migratoria entre otros que cada vez se incrementa ocasionando pérdidas de Carbono almacenado en ellos (Lähteenoja *et al*. 2012; Janovec *et al*. 2013).

La importancia de conservar estos ecosistemas es por que albergan grandes cantidades de Carbono en su interior, contribuyendo al equilibrio ecosistemico mitigando el cambio climático, para lo cual es importante conocer sus características y cantidad de Carbono almacenado en ellos, por ello hemos tenido como objetivo principal determinar el contenido de Carbono almacenado y encontrar la relación con los niveles de profundidad de las turberas de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú.

CAPITULO I

1.1 Planteamiento del Problema

Los “aguajales”, ecosistemas con predominancia de aguaje (Mauritia Flexuosa), L.f. son humedales que juegan un rol importante desde el punto de vista económico, social y ambiental en la Amazonía. Se caracterizan por sus tierras inundadas periódicamente como resultado de la topografía, mal drenaje o desborde de los ríos. El aguaje está estrechamente vinculado a la vida y cultura de los pueblos amazónicos que pese a ser considerados como ecosistemas frágiles, son proveedores de beneficios importantes para el poblador amazónico, razón que amerita aprovecharlo sosteniblemente; sin embargo, la amenaza es latente debido a los extractores selectivos, expansión agrícola, ganadería, incendios, entre otros motivos [Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. (2006)].

En la presente investigación, el secuestro de Carbono que potencialmente proporcionan los aguajales se evaluaran solo en el componente Turba, por considerarse de mayor importancia debido a su mayor capacidad de almacenar Carbono.

1.2 Formulación del Problema.

1.2.1 Pregunta General

¿Cuál es el contenido de carbono almacenado con relación a la profundidad de las turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú?

12.2. Preguntas Específicas

- ¿Cuál es la profundidad de la turba de las turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú?

- ¿Cuál es la densidad aparente de la turba de las turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú?
- ¿Cuál es el porcentaje de materia orgánica de las turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

- Determinar el contenido de carbono almacenado con relación a la profundidad de las turberas (Ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo – Ucayali – Perú.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la profundidad de la turba en las turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú.
- Determinar la densidad aparente de la turba en las turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú.
- Determinar el porcentaje de materia orgánica en las turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

Chave *et al*., (2008), estimaron la biomasa encima del suelo (AGB) y productividad primaria neta (PPN) en un Bosque Lluvioso Oriental de Sudamérica, en la Estación de Campo Nouragues, Guyana Francesa Central. Se evaluaron en 2 parcelas: el Grand Plateau (GP) de 10 has y el Petit Plateau (PP) de 12 has, establecidas y evaluadas ambas en 1992–1994 (censo 1), luego en 2000–2002 (censo 2). Se censaron individuos (árboles y l cm, reportando la cantidad de 12630 individuos, densidad de tallos en 512 por ha, área basal en 30 m^2/ha, la AGB en GP (365.7 a 366.2 t/ha) y PP (380.8 a 403 t/ha). El total estimado de PPN fue de 8.81 t C/ha/año, la productividad de madera muerta contribuye en 4.16 t C/ha/año. La caída de residuos pequeños contribuye a 4.65 t C/ha/año con 3.16 t C/ha/año en las hojas, 1.10 t C/ha/año para ramas, y 0.39 t C/ha/año para frutos y flores. El incremento en AGB para árboles y lianas coincide con la hipótesis de que el cambio en el funcionamiento de los bosques lluviosos amazónicos se debe a cambios ambientales, por lo que se sugirió observar la disminución de la densidad de tallos.

Ureta (2009), estimó el contenido de Carbono y la biomasa arbórea, a lo largo de un gradiente altitudinal, en un Bosque Montano (BM) y un Bosque Amazónico (BAM) dentro del Parque Nacional Yanachaga Chemillén (PNYCH), Pasco, Perú, con el objetivo principal de contribuir a la conservación de la existencia de Carbono fijado en áreas naturales protegidas como el PNYCH, por consiguiente promover su auto sostenimiento, basado en el concepto de pago por almacenamiento de Carbono. El inventario se realizó en dos parcelas permanentes de 1 ha (1 ha por tipo de bosque), donde se evaluó individuos (entre árboles y palmeras) con DAP≥10 cm, la estimación

de la biomasa arbórea se realizó mediante la ecuación de Chave et al.,(2005) que incluye diámetro y densidad de madera. Se estimó la biomasa arbórea en promedio para BM en 129.32 t/ha y para BAM en 202.24 t/ha, registrándose valores de contenido de Carbono: en 64.66 tC/ha para BM y 101.12 t C/ha BAM respectivamente. La superficie del PNYCH a excepción de los pajonales contribuye tanto en contenido de Carbono con 30 541 597.84 tC, y el valor monetario agregado puede alcanzar hasta los 935 557 977.8 USD.

Catpo, J. (2004). Tesis titulada “Determinación de la Ecuación alométrica de Pinus patula y Estimación del contenido de Carbono en su biomasa arbórea en Porcón, Cajamarca, Perú”, para obtener el título de Ingeniero forestal. Este estudio comprende 31 parcelas que tuvieron árboles entre 17 y 19 años de edad de los cuales se tomaron 31 individuos a los cuales se les practicó ensayos destructivos para hallar la biomasa arbórea existente. Con estos datos se construyó la ecuación final de biomasa que tuvo como variable independiente el diámetro a la altura del pecho (DAP), posteriormente, se llevó al laboratorio y se obtuvo los pesos secos de cada componente arbóreo mediante el pesaje en verde, secado a una temperatura de 103°C+-2°C, hasta obtener el peso constante, trabajando con el promedio de los promedios estimando la biomasa arbórea este promedio con el número estimado de árboles existentes en las 196 Ha, finalmente este valor hallado fue multiplicado por el factor de conversión de Carbono (0.5) y así se obtuvo el Carbono en las plantaciones en t C/ha.

Lujan & Chávez (2006), estimaron la capacidad de captura Carbono de un Bosque Húmedo Tropical, Pampa hermosa, Junín, Perú. Almacenado en la biomasa aérea, debajo del suelo, la materia orgánica del suelo y la capacidad anual, en un área de 9 622 has. Con un rango altitudes de 600 a 2000 msnm. La metodología

aplicada consistió en un inventario, cuyo diseño de muestreo fue estratificado al azar con parcelas circulares de 400 m^2 divididos en IV cuadrantes; en los 400 m^2 se midieron árboles con DAP≥10 cm cuadrante y en de 100 m^2 se midieron individuos con 5≤DAP<10 cm, distribuidos en tres tipos de estratos (bosques), 7 parcelas en el estrato I, 12 parcelas en el Estrato II y 4 parcelas en el estrato III, con intensidad de muestreo al 0.5%. Para estimar la biomasa se utilizó el factor de expansión de volumen (FEV) y luego el factor de expansión de biomasa (FEB) de Brown (1997). Los resultados muestran que el Carbono total por todo el área de estudio fue de 7 836 958.63 t C, con promedio de 814.48 ±91.11 t C/ha, incluyendo árboles parados vivos 616.33 t C/ha, árboles parados muertos 20.10 t C/ha, árboles caídos muertos 8.18 t C/ha, sotobosque 3.03 t C/ha, necromasa 8.28 t C/ha, hojarasca 4.77 t C/ha, suelo 61.33 t C/ha y raíz 92.45 t C/ha. La capacidad de fijación anual de Carbono es 79092.84 t C/año, con un promedio anual de 8.22 ±0.68 t C/ha/año.

Lapeyre et al. (2004). Se determinó la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de la tierra en la región de San Martín-Perú, con la finalidad de conocer el potencial de captura de Carbono. Los sistemas de uso de la tierra evaluados fueron: Bosque primario, Bosque secundario de diferentes edades, sistemas agrícolas locales maíz (Zea maiz), arroz (Oriza Sativa), pastos (Brachiaria) y sistemas agroforestales con café (Coffea arabica) bajo sombra y cacao (Cacao sp.). También se comparó este potencial con otros sistemas de uso de la tierra de otras regiones del Perú y se monitoreó la pérdida de reservas de Carbono después del corte de la foresta y su reemplazo por cultivos. En cada uno de éstos sistemas se establecieron al azar cinco transectos donde se evaluó la biomasa arbórea. Dentro de éstos transectos se establecieron cuadrados también al azar para cuantificar la biomasa herbácea y la biomasa de hojarasca. El Carbono total en el bosque primario fue de

485 tm C ha^{-1}, superando ampliamente las reservas del bosque secundario de 50 años y de bosque descremado de 20 años. Con relación al bosque primario se observa una reducción de reservas en más de 50% del bosque secundario de 50 años (234 tm C ha^{-1}). El bosque descremado de 20 años perdió más del 80% de reservas (62 tm C ha^{-1}). El nivel de reservas de Carbono en la biomasa de hojarasca de los sistemas boscosos, no es significativo al compararlo con el total de las reservas de Carbono de la biomasa aérea; sin embargo si es significativo para sistemas agroforestales. Los sistemas agroforestales secuestraron entre 19 a 47 tm C ha^{-1}, dependiendo de la cantidad de especies forestales, tipo de cultivo, edad y tipo de suelo y recuperan el potencial de captura en forma productiva. Los sistemas agrícolas capturaron poco C (5 tm C ha^{-1}), además generan fugas de gases efecto invernadero (GEI) cuando se usan agroquímicos y quema de rastrojos, entre otros.

AIDER (2012), estimó el contenido de Carbono almacenado en la vegetación viva (biomasa aérea y subterránea) de los bosques pertenecientes a las ANPs de la Reserva Nacional Tambopata y Parque Nacional Bahuaja Sonene en el ámbito de Madre de Dios, Perú en una superficie de 846 988.95 has. El muestreo fue estratificado, determinándose 109 parcelas, donde se evaluó la biomasa aérea en parcelas circulares anidadas, con radios de 30 m (individuos de árboles y palmeras con DAP≥50 cm), radios de 16 m (individuos de árboles con 20≤DAP<50 cm) y radios de 5 m (individuos con 5≤DAP<20 cm) fueron medidos. Para estimar la biomasa se utilizó ecuaciones alométricas, consecuentemente se estimó el contenido de Carbono almacenado en la biomasa aérea y subterránea respectivamente para el estrato aguajal mixto en 58.33 t C/ha, 16.87 t C/ha; Aluvial inundable 87.31 t C/ha, 24.71 t C/ha; Colina alta fuerte 117.14 t C/ha, 30.59 t C/ha; Colina alta suave 102.38 t C/ha, 27.06 t C/ha; Colina baja fuerte 133.97 t C/ha, 36.11 t C/ha; Colina baja suave 176.27

t C/ha, 42.89 t C/ha; Terraza alta 102.75 t C/ha, 26.77 t C/ha; Terraza baja 115.01 t C/ha, 30.10 t C/ha; Terraza disectada fuerte 115.07 t C/ha, 30.60 t C/ha y Terraza disectada suave 91.15 t C/ha, 24.47 t C/ha respectivamente. El área efectiva de 548 588.91 has, se estima que almacenaría un total de 68 721 854.89 toneladas de Carbono y/o 251 980 134.60 toneladas de CO2-equi para todo el área del proyecto. El área de estudio se encuentra en el tipo de Bosque de Terraza disectada suave, donde se reportó 182.3 t/ha en la biomasa aérea y 48.94 t/ha en la biomasa subterránea.

Martel y Cairampoma (2012). La llanura amazónica peruana se caracteriza por la presencia de múltiples formaciones vegetales. Éstas cada vez reciben mayor impacto por actividades antropogénicas tales como la minería y tala. Todo esto, sumado al cambio climático global, genera desconcierto sobre el futuro de los bosques. La identificación de los niveles de almacenamiento de Carbono en áreas boscosas, y específicamente en cada formación vegetal, permitiría un mejor manejo de las zonas de conservación, así como identificar las áreas potenciales que servirían para el financiamiento de la absorción de Carbono y otros servicios ambientales. El presente estudio fue desarrollado en la estación Biológica del Centro de Investigación y Capacitación Río Los Amigos (CICRA). En el CICRA se identificaron tres formaciones vegetales principales, el bosque de terraza, el bosque inundable y el aguajal. Siendo los bosques de terraza los de mayor extensión y mayor cantidad de Carbono acumulado. Como resultado se valorizó la vegetación presente en el CICRA, en alrededor de 11 millones de dólares americanos. El ingreso a la oferta de los bonos de Carbono promovería la conservación de los bosques.

WINROCK (2006), determinó el almacenamiento de Carbono en los bosques de la Concesión de Conservación Los Amigos, Madre de Dios, Perú. La concesión de conservación Los Amigos tiene un área de 145 735 has, dominados por Bosque de Colinas (BC), Bosque de Terrazas Inundables (BTI), Bosque de Terrazas Aluviales (BTA) y BAMbú (B), con altitudes que varían de 200 a 350 msnm. El estudio incluyó dos elementos principales: la evaluación basada en imágenes aéreas de biomasa leñosa sobre el suelo y un inventario de campo de biomasa forestal. Las fotos aéreas fueron tomadas en agosto y septiembre de 2005 para el análisis aéreo de parcelas. Los datos se recogieron de 39 parcelas establecidas en los principales tipos de vegetación en mayo 2005 (n= 17) y en septiembre de 2005 (n= 22). Se evaluó la biomasa aérea en parcelas circulares anidadas, con radios de 20 m (individuos de árboles y palmeras con DAP≥20 cm), radios de 4 m (individuos de árboles con 5≥DAP≤20 cm) y radios de 1 m (individuos con DAP≤5 cm, hasta 1.3 m de altura) fueron medidos. El contenido de Carbono en promedio ponderado en los tipos de vegetación fue de 172 t C/ha. La densidad de Carbono en la biomasa aérea fue más alto en los tipos BC, BTI, B (185, 188, 123 t C/ha). Aunque la densidad de Carbono en los BTA es uno de los más bajos (168 t C/ha), este cubre el 48% de la concesión y contiene la más grande reserva de Carbono, con 12 879 282 t C. Los bosques de la concesión contienen en total 21 665 000 t C en la biomasa leñosa. La existencias de Carbono equivalente en total en la biomasa aérea contiene unos 79.4 millones de t CO2. La integración de métodos aéreos y terrestres en este estudio resultó ventajoso porque permite el muestreo a gran escala con clasificación semi- automática y el cálculo de Carbono en la biomasa.

WWF (2014),Uno de los principales retos a nivel nacional y sub-nacional es generar información detallada y con bajos niveles de incertidumbre, tanto para las

estimaciones de las reservas de Carbono almacenada en los bosques como para la tasa de deforestación histórica, ya que estos estudios son insumos importantes para la construcción de los niveles de referencia sub-nacional y nacionales, los cuales será utilizados para la implementación de las estrategias para la reducción de las emisiones de los GEI. El presente estudio en un trabajo minucioso y participativo realizado entre WWF Perú y el Programa de Bosques y Clima de WWF (FCP), la Universidad de Leeds y la Mesa de Servicios Ambientales y Redd+ (MSAR) de Madre de Dios, los análisis se basaron en datos de campo de más de 600 parcelas de estimación de biomasa aérea, distribuida en los diferentes tipos de vegetación que existe en los bosques de Madre de Dios, además incorpora las recomendaciones de las Guías de las Buenas Prácticas del IPCC (2003 y 2006), con análisis estadísticos para cada etapa del estudio, los cuales sustentan la transparencia del procesamiento. Adicionalmente el estudio utiliza ecuaciones alométricas para la estimaciones de la biomasa aérea generadas para los bosques de Madre de Dios (Goodman et al., 2014).donde cita los diferentes promedios de las diferentes formaciones vegetales de Madre de Dios.

Pillaca & Flores (2014), Los bosques tropicales se caracterizan por la alta diversidad de especies y la presencia de múltiples formaciones vegetales. Éstas cada vez reciben mayor impacto por actividades antropogénicas. Todo esto, sumado al cambio climático global, genera desconcierto sobre el futuro de los bosques. La identificación y cuantificación de los niveles de almacenamiento de Carbono en cada formación vegetal, permitirá un mejor manejo y conservación, así como identificar áreas potenciales que servirían para el financiamiento de la absorción de Carbono y otros servicios ambientales. El presente estudio fue desarrollado en la comunidad Nativa Puerto Arturo, del departamento de Madre de Dios. Se instalaron parcelas

anidadas de muestreo de 1225 m², con el objetivo de cuantificar el stock de Carbono en la vegetación mixta de la comunidad, considerando así para el componente de biomasa aérea viva 4 subcomponentes: individuos <5, 5 -<20, 20-50 y >50cm Dap, y para el componente necromasa 3 subcomponentes; madera muerta caída, madera muerta en pie y hojarasca. El área cuenta con 5 formaciones vegetales según la Zonificación Ecológica y Económica de Madre de Dios. Los resultados obtenidos de contenido de Carbono promedio son; Bosque Semicaducifolios densos en planicies 161.38 $MgCha^{-1}$, Complejo de chacras y purmas 150.37 $MgCha^{-1}$, Complejo de chacras y purmas 47.83 $MgCha^{-1}$, Comunidades pantanosas de palmeras Mauritia flexuosa o Aguajales 121.72 $MgCha^{-1}$, Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas 81.42 $MgCha^{-1}$ y Comunidades pantanosas arbóreas renacales y palmeras 68.31 $MgCha^{-1}$, obteniéndose un promedio de 136.98 $MgCha^{-1}$, consolidándose en un reservorio de 517972.11 MgC, en 3781.5 ha, siendo la necromasa la responsable del 10.38% (53740.99 MgC), y la biomasa aérea del 89.62% (464231.11 MgC). El bosque semicaducifolio densos en planicies de mayor fue la mayor área (2011.5 ha), con 324615.87 Mg C de Carbono almacenado, representado el 63% del total. Este reservorio podría ser ofertado al mercado voluntario de Carbono y este ingreso promovería la conservación de los bosques. La cantidad de Carbono equivalente que evitaríamos liberar a la atmosfera, si la vegetación mixta de la comunidad nativa de Puerto Arturo se conservaran, seria en promedio de 502.7 t CO_2-equi/ha.

2.2. Fundamento Teórico del Problema

2.2.1 Turba.

Características generales

La turba se forma por los restos de materia orgánica vegetal disgregada y parcialmente descompuesta, procedente de la antigua vegetación de áreas

pantanosas, en las que como consecuencia de unas condiciones ambientales pobres en oxígeno y con exceso de agua se ha producido la mencionada descomposición parcial.

Propiedades físicas y químicas

La turba está compuesta, de manera general, por Carbono 59%, hidrógeno 6%, oxígeno 33% y nitrógeno 2%. Se pueden clasificar en tres grupos: turbas rubias (esfango), negras y de color marrón. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas. Las turbas negras están más mineralizadas, tienen un menor contenido en materia y las de color marrón son las de transición entre éstas. Se encuentra una gran variabilidad en las propiedades físicas y químicas entre las diferentes turbas, relacionada con diferencias en la composición botánica, las condiciones de formación, el grado de descomposición, el tamaño de partículas entre otros.

Aplicaciones

La turba tiene aplicaciones diversas. En estado fresco alcanza hasta un 98% de humedad, pero una vez desecada puede usarse como combustible. También se usa en jardinería para mejorar los suelos, por su capacidad de retención de agua. Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen aireación deficiente y contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero son muy variables en cuanto a su composición en dependencia de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfieren en la nutrición vegetal, al presentar un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas.

La turba negra se utiliza en algunas zonas de Escocia para el secado de los ingredientes del whisky, proporcionándole un aroma único. La turba es utilizada en la confección de paneles de aislamiento térmico y acústico que se obtienen mediante un proceso de aglomeración. La utilización de la turba dentro de la terapia peloide, constituye un efectivo método natural de cura en la actualidad, la terapia de lodos utiliza mayoritariamente turbas altamente descompuestas, la base del tratamiento terapéutico consiste en la aplicación directa a la piel a temperaturas entre 38 y 44 ºC. Hasta el momento, es el elemento irremplazable en el uso como sustrato para el alojamiento de bacterias fijadoras de nitrógeno y en la elaboración industrial de inoculantes comerciales

2.2.2 Los Humedales y su importancia

Los humedales, según definición de la Convención de Ramsar (1997), son extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (IIAP, 2006).

La presencia de agua durante períodos lo suficientemente prolongados como para alterar los suelos, sus microorganismos y las comunidades de flora y fauna es característico en los humedales. En estas condiciones el suelo no actúa como en los hábitats acuáticos o terrestres (IIAP, 2006).

Los humedales son ecosistemas críticamente importantes que reportan beneficios sociales, económicos y ambientales apreciables. Se caracterizan por un número elevado de nichos ecológicos y alojan un porcentaje apreciable de la diversidad biológica del mundo. Los humedales dependen en alto grado de los niveles de agua y, por ende, los cambios en las condiciones climáticas que afectan a la

disponibilidad de agua influirán fuertemente en el carácter y la función específica de estos ecosistemas, así como en las especies de flora y fauna (IIAP, 2006).

La función de los humedales como fuentes biológicas y sumideros de gases de efecto invernadero, en particular emisiones de dióxido de Carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (NO), es también objeto de examen, así como las posibles opciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante prácticas de conservación y uso racional de estas (IIAP, 2006).

Los humedales, en particular las turberas, son importantes 'depósitos' de Carbono y, por lo tanto, la función de su conservación debe ser tomada en cuenta en la elaboración de las estrategias de mitigación del cambio climático (Patterson, 1999). Cubren del 8 al 10% de la superficie terrestre y estarían almacenando entre el 10 y el 20% del Carbono mundial. (IIAP, 2006).

Desempeñan una función importante en el ciclo global del Carbono (IPCC, 1996), pues además representan el mayor componente de la acumulación de Carbono terrestre (IIAP, 2006, p. 13 como se citó en Dixon y Krankina, 1995). Se estima que el Carbono acumulado en los humedales se eleva a 230 gigatoneladas (Gt) sobre un total de 1,943 Gt; habiéndose calculado que los depósitos de turba contienen 541 Gt de Carbono (IIAP, 2006, p. 13 como se citó en Immirizi y Maltby, 1992).

2.2.3.- Los humedales en la Amazonía.

Los sistemas de humedales fluviales se caracterizan por tener las tierras inundadas periódicamente como resultado del desborde de los ríos. Por ejemplo, llanuras de inundación, bosques anegados y lagos de meandro. (IIAP, 2006, p. 16 como se citó en Scott, 1989).

Los “aguajales”, ecosistemas con predominancia de “aguaje” son humedales que juegan un rol importante desde el punto de vista económico, social y ambiental en la amazonía está estrechamente vinculada a la vida y cultura de los pueblos amazónicos (IIAP, 2006, p. 16 como se citó en Hiraoka, 1999).

La presencia de aguaje se evidencia en áreas de pantanos y áreas mal drenadas con inundaciones periódicas como en la región de Araracuara, río Caquetá, Colombia, y en el Brasil suele formar poblaciones monoespecíficas denominadas “buritizais” o “miritizais” [IIAP, 2006, p. 16 como se citó en Galeano,(1991); Storti, (1993)].

La Mauritia flexuosa, crece en áreas que resultan de la acumulación de materia orgánica poco descompuesta en el agua. Soporta una inundación permanente de su sistema radicular, pudiendo afirmarse que su presencia es característica en las zonas inundables de la Amazonía (IIAP, 2006).

La Mauritia flexuosa, como planta hemisumergible, posee estructuras muy especializadas en su sistema radicular que le permiten asimilar los nutrientes en condiciones anaeróbicas. Se caracteriza por el desarrollo de raíces respiratorias de crecimiento vertical ageotrópico denominadas neumatóforos, con una parte en el agua que produce muchas raíces finas y una parte aérea que tiene anillos de aerénquima o “neumotózonas”, que permite captar el oxígeno necesario para la función de absorción, propia de las raíces sumergidas. La descomposición de la biomasa es lenta por deficiencia de O2 en el sustrato y es acumulada en el sitio formando una densa capa de materia orgánica (IIAP, 2006, p. 16 como se citó en Hiraoka, 1999). Debido a este carácter anaeróbico y a la baja disponibilidad de nutrientes, las existencias de Carbono de los humedales y en particular en los aguajales, aumentan en forma continua (IIAP, 2006)

Pese a ser considerados como ecosistemas frágiles, son proveedores de beneficios importantes para el poblador amazónico, por lo que es necesario considerar su manejo sostenible (IIAP, 2006).

2.2.4. Los Aguajales y su Abundancia.

[IIAP, 2006, p. 16 como se citó en Kahn & Mejía (1990)] reportan que en una hectárea de un ecosistema de aguajal se identificaron 230 individuos de Mauritia flexuosa, con estípite y con alturas alrededor de 10 m a más; habiendo observado muchos miles de plántulas menores a 1 m de altura.

En un bosque pantanoso del río Ucayali, en el Perú, se han inventariado 230 aguajes/ha (IIAP, 2006, p. 17 como se citó en Kahn & Mejía, 1990). Mientras que en la zona de la carretera Iquitos-Nauta se han identificado en la formación vegetal aguajal, principalmente en la cuenca del río Nanay, 120 aguajes/ha (IIAP, 2001).

2.2.5. El Aguaje: Origen y distribución.

El aguaje se encuentra distribuido en toda la Amazonía, observándose por el norte hasta la cuenca del Orinoco, las Guayanas, Trinidad y Tobago; por el sur se extiende hasta el Cerrado brasileño, llegando a Mato Grosso del Sur, Minas Gerais y São Paulo; por el este se le observa en el litoral brasileño; y por el oeste en los valles del piedemonte andino en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú (Henderson, 1995)

En el Perú se desarrolla en un ecosistema típico, denominado "aguajal", que se caracteriza por la predominancia y hasta desarrollo de poblaciones monoespecíficas de aguaje con 225 a 350 plantas adultas por hectárea y un número adicional de plantas pequeñas.

Los análisis de las imágenes satélite indican que solamente en el Perú existen seis a ocho millones de ha de "aguajales", de los que alrededor de 2,15 millones de hectáreas lo constituyen "aguajales" puros (monoespecíficos) con una densidad superio a 450 plantas/ha. En el área de influencia de los ríos Ucayali y Marañón existe una vasta extensión conocida como la depresión Ucamara (Ucayali-Marañón) que permanece inundada todo el año y en la que se encuentran grandes extensiones de "aguajales", lo cual, analizado conjuntamente con la alta concentración de poblaciones casi monoespecíficas que predominan en esta zona, sugiere que el centro de diversidad del aguaje podría estar en la Amazonía peruana (Villachica, 1996).

El hábitat natural del aguaje está formado por pantanos y zonas con mal drenaje en la Amazonía donde predominan los suelos, permanentemente o temporalmente, inundados. Crece en ecosistemas típicos denominados "aguajales", donde los nativos de la Amazonía peruana distinguen dos tipos de ecosistemas: una formación mixta de aguaje con ungurahui (*Jessenia bataua*), llamada "sacha aguajal" y una formación casi pura de aguaje, llamada "aguajal". También se encuentra en terrazas bajas que no son inundadas por el río o en partes altas con suelos hidromórficos, donde el agua se origina en las lluvias, aunque en estos casos los grupos de plantas son más pequeños.

En la selva peruana los aguajales ocurren en extensos pantanos, siempre con agua y cubiertos por una amplia vegetación lacustre entre la que sobresale el aguaje. En estos casos, los suelos tienen una capa bastante profunda de materia orgánica y pH muy ácido (3,5).

El aguaje es una planta heliófila. En bosques naturales, la germinación y los primeros estados de desarrollo ocurren en la sombra, pero, el crecimiento posterior,

especialmente la maduración sexual, requiere de la luz solar directa. En bosques asociados con otras especies, el aguaje tiende a ocupar el estado más alto (Villachica, 1996). De la superficie territorial del departamento de Ucayali, los aguajales y/o humedales ocupan 0,8 % representando un área de 84 732 ha; mientras que la superficie deforestada ocupa 4.94 % ocupando un área de 520 157 ha (OSINFOR, 2013).

Si bien es cierto que los porcentajes no son muy altos, debemos tener en cuenta que en el departamento de Ucayali, la deforestación es muy focalizada, sobre todo en las cuencas del río Aguaytía y Bajo Ucayali que con respecto a las otras cuencas hidrográficas, se han deforestado en mayor porcentaje mientras que las demás o no han sufrido el proceso de deforestación o han sido afectadas en menor grado; esto hace que los valores porcentuales resultantes aparentemente sean bajos con respecto a la superficie total territorial (OSINFOR, 2013)

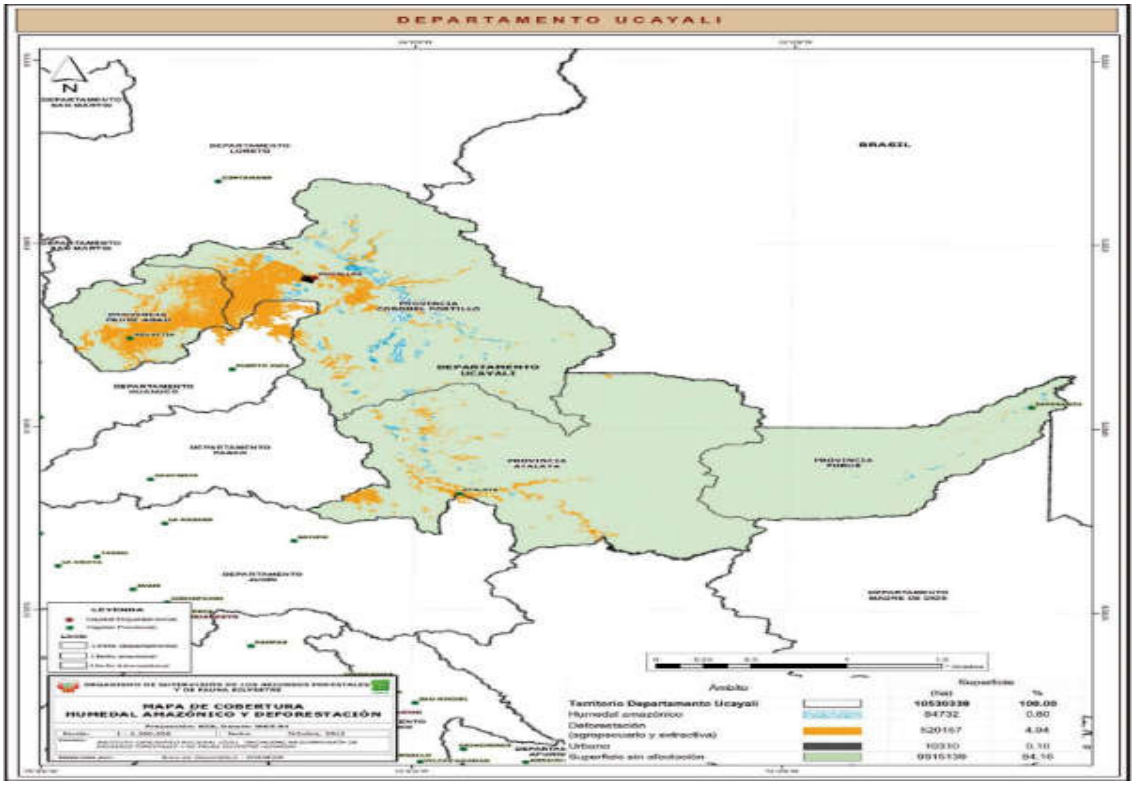


Figura 1. Mapa de cobertura humedal (Aguajales) y Deforestación (OSINFOR, 2013)

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Descripción del área de estudio.

El área de estudio se encuentra en la Provincia de Coronel Portillo que constituye el 35% de la región de Ucayali con 495 522 pobladores en el año 2015 (INEI). Ucayali tiene un clima tropical cálido y húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 22 °C y los 32 °C (OSINFOR, 2013).

3.1.1 Ubicación del Área de estudio

3.1.1.1 Información General

Tabla 1. Ubicación Política del Área de estudio

Ítem	Turbera (Ecosistemas de Aguajales)	Ubicación Política			Coordenadas UTM*	
		Provincia	Distrito	Centro Poblado	x	y
1	BAM	Coronel Portillo	Manantay-Campo Verde	Belén	539822	9055541
2	PICURO	Coronel Portillo	Callería	San Miguel de Callería	566615	9100025
3	CHACHIBAI	Coronel Portillo	Callería	San Miguel de Callería - CC.NN Chachibai	556500	9111190
4	SAPOSOA	Coronel Portillo	Callería	Nuevo Saposoa	544548	9121517
5	KALIOLA	Coronel Portillo	Masisea	Santa fe de Inamapuya	601460	9026572

***** *Centro del Aguajal*

3.1.2 La Accesibilidad

El acceso a las turberas (ecosistemas de aguajales) se realizó de la siguiente manera:

3.2.1.1 Aguajal BAM

El acceso al Agujal es por vía terrestre, se toma la carretera Federico Basadre hasta el kilómetro 15 (margen izquierdo), luego se ingresa por una trocha hasta el campamento, cuarenta minutos en “motocarro” desde la entrada del kilómetro 15 hasta el campamento de la empresa privada “Bosques Amazónicos SAC” (previa autorización de ingreso).

3.2.1.2 Aguajal PICURO

El acceso al Agujal es por vía fluvial, aproximadamente de 2 a 3 horas en “bote motor –peque peque” de bajada por el rio Ucayali hasta la desembocadura de la quebrada Callería (caserío Tacshitea), luego surcar la quebrada Callería de 4 a 5 horas hasta el centro poblado de San Miguel de Callería.

Para luego surcar por la quebrada vinuncuro por 2 a 3 horas hasta arribar a la chacra de “Pedro”, 90 minutos a pie hasta la ubicación del campamento.

3.2.2.3 Aguajal CHACHIBAI

El acceso al Agujal es por vía fluvial, para llegar a este punto se realizó por dos sitios: a) San Miguel de Callería y b) por la comunidad nativa de Patria Nueva.

3.2.2.4 Aguajal SAPOSOA

El acceso al Agujal es por vía fluvial, aproximadamente de 2 a 3 horas en “bote motor –peque peque” de bajada por el rio Ucayali hasta la desembocadura de la quebrada Agua Blanca (caserío Tacshitea), luego surcar la quebrada 40 minutos hasta la CC.NN Nuevo Saposoa. De 5 a 6 horas hasta llegar a CC. NN Korin Bari.

3.2.2.5 Aguajal KALIOLA

El acceso al Agujal es por vía fluvial, aproximadamente de 3 a 4 horas en "Rápidos" hasta el varadero de del centro poblado de Santa Fe de Inamapuya. 40 Minutos en bote motor para llegar hasta Santa Fe de Inamapuya. 90 minutos a pie hasta la chacra de "Juan".

3.1.3. Clima

La ciudad de Pucallpa presenta un clima de constante calor, intensas precipitaciones pluviales, alto porcentaje de humedad relativa, elevada Evapotranspiración Potencial (ETP), altas horas de sol diario, cielo parcialmente nublado y vientos regulares que predominan del norte; siendo esta característica muy común que se manifiesta durante todo el año (Estación Climatológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali [CP-UNU], 2017).

3.1.4. Temperatura (°C)

La temperatura máxima promedio es de 31.6°C, la temperatura mínima promedio es de 21.1°C y la temperatura media promedio es de 26.4°C, con una oscilación promedio de 10.5°C. Siendo el más altos en los meses de setiembre y octubre con máximas absolutas que alcanzan entre 36 y 37°C y los más bajos en los meses de junio y julio con mínimas absolutas entre 15 y 16°C, que están relacionadas con el "Friaje de San Juan" (CP-UNU, 2017).

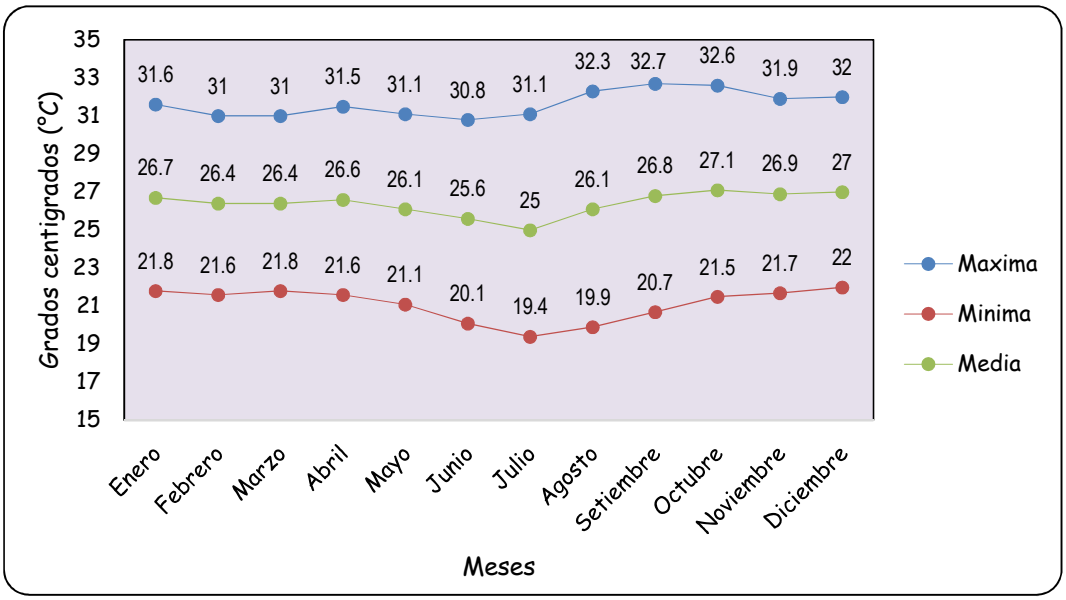


Figura 2. Variación anual de las temperaturas en Pucallpa.

Fuente: (CP-UNU, 2017).

3.1.5. Precipitación Pluvial.

Las precipitaciones pluviales en Pucallpa se presentan en dos temporadas lluviosas: la primera se ubica entre los meses de enero a mayo y la segunda se ubica entre los meses de setiembre a diciembre. La primera temporada lluviosa (enero a mayo) es la más intensa con precipitaciones pluviales que alcanzan entre 213.7 mm de lluvia/mes y 114. 8 mm de lluvia/mes; la segunda temporada lluviosa (octubre a diciembre) es la menos intensa con precipitaciones pluviales que alcanzan entre 178.7 mm de lluvia/mes y 106.1 mm de lluvia/mes. Asimismo, podemos identificar una temporada semi seca con mínimas precipitaciones pluviales de 80.9 y 56.2 mm de lluvia/mes y se ubica entre los meses de junio a agosto; en esta temporada muchas veces las lluvias son escasas al extremo de llegar al estrés hídrico que afectan los cultivos de la zona (CP-UNU, 2017).

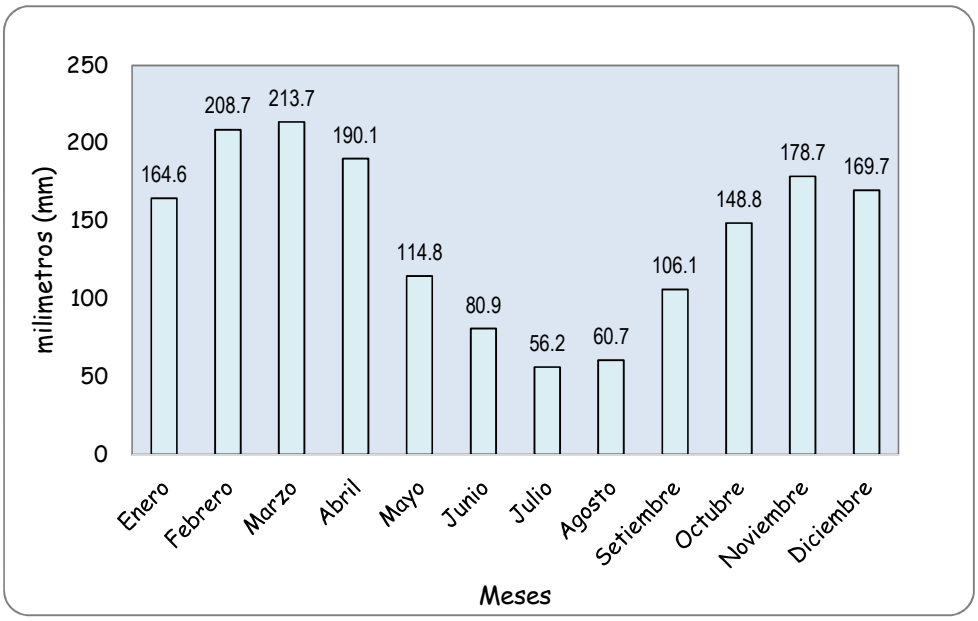


Figura 3. Variación anual de la precipitación pluvial en Pucallpa.

Fuente: (CP-UNU, 2017).

3.2 Vegetación.

Según la clasificación de cobertura vegetal realizada por Ministerio del Ambiente en el 2013, el cual clasifica como bosques inundables de palmeras a los Ecosistemas de aguajales.

3.3. Metodología de la Investigación.

3.3.1. Tipo y Nivel de investigación.

El tipo de investigación básica que se desarrolló en la presente tesis fue Descriptivo – no experimental.

El nivel de Investigación Descriptiva – correlacional

Exhibe el conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación de espacio y de tiempo dado. Aquí se observó y se registró; se preguntó y se registró. Se describió el fenómeno sin introducir modificaciones, “tal cual”.

Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan es su contexto natural, para después analizarlos.

En tal sentido, consistió en observar y medir parámetros biométricos y a partir de ellos se determinó el contenido de Carbono almacenado en turberas (ecosistemas de aguajales) es decir el investigador no manipuló las variables en estudio.

3.4. Población y Muestra.

3.4.1. Población.

La población de Ecosistemas de aguajales para el caso del estudio se ha tomado a los más representativos por su Extensión, se contabilizaron 11, en toda la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali, Perú (ver figura 4).

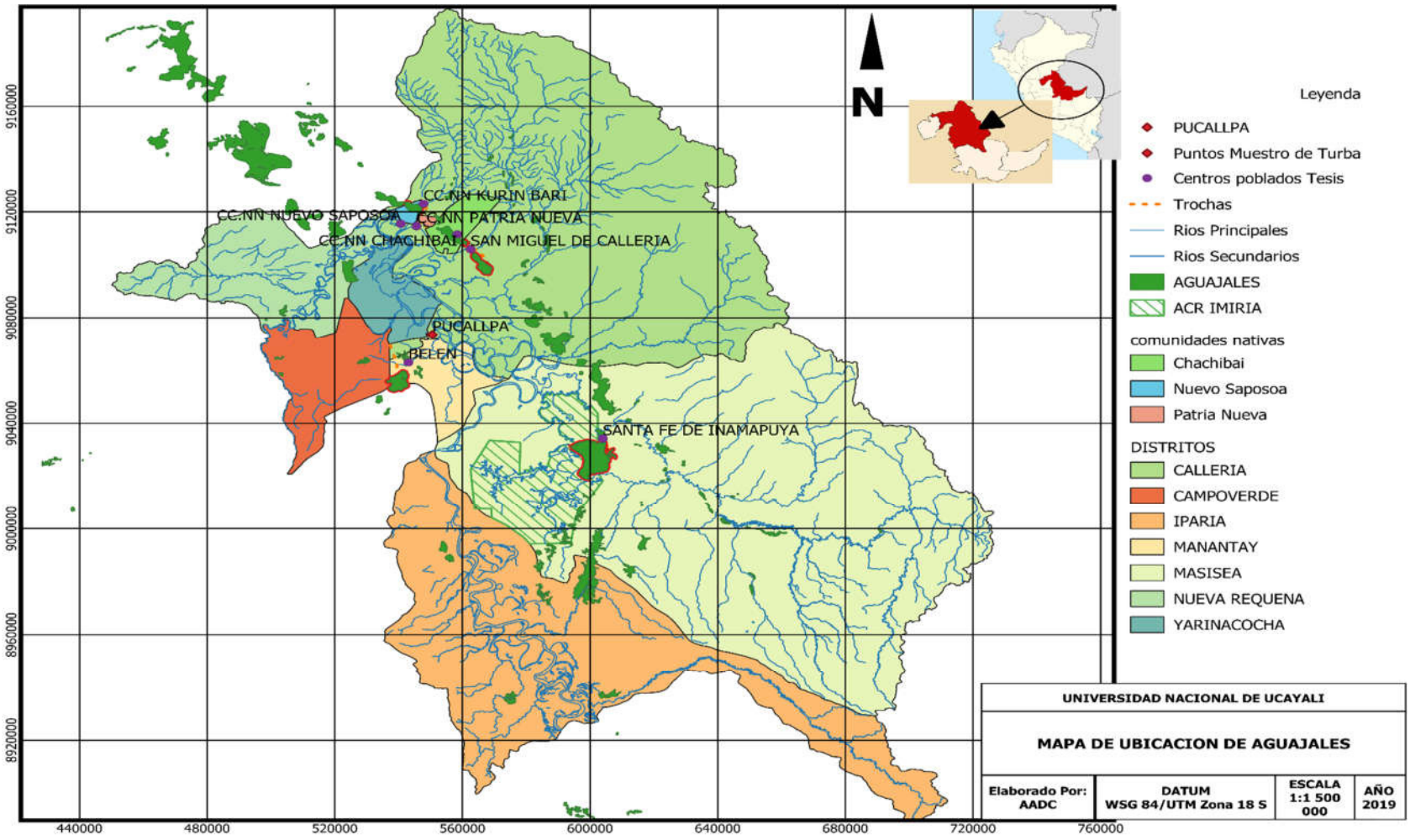


Figura 4. Mapa de ubicación de aguajales.

3.4.2. Muestra.

Para la investigación debido a limitaciones temporales, monetarias, logísticas y de mano de obra, fue casi imposible tomar una muestra aleatoria de todas las turberas (ecosistemas de aguajales). Por la cual fue necesario emplear la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia. Es decir el número de muestras fueron seleccionadas a criterio personal del investigador.

Se tomaron como muestra 5 turberas (ecosistemas de aguajales) de la provincia de Coronel Portillo.

1. Aguajal BAM – Caserío Belén – Manantay
2. Aguajal Picuro – Caserío San Miguel de Pueblo Viejo – Callería
3. Aguajal Chachibai - Caserío San Miguel de Pueblo Viejo – Callería
4. Aguajal CC.NN Nuevo Saposoa - Caserío San Miguel de Pueblo Viejo
5. Aguajal Kaliola – Caserío Santa fe de Inamapuya – Masisea

En la figura 5 se muestran los sitios de estudio.

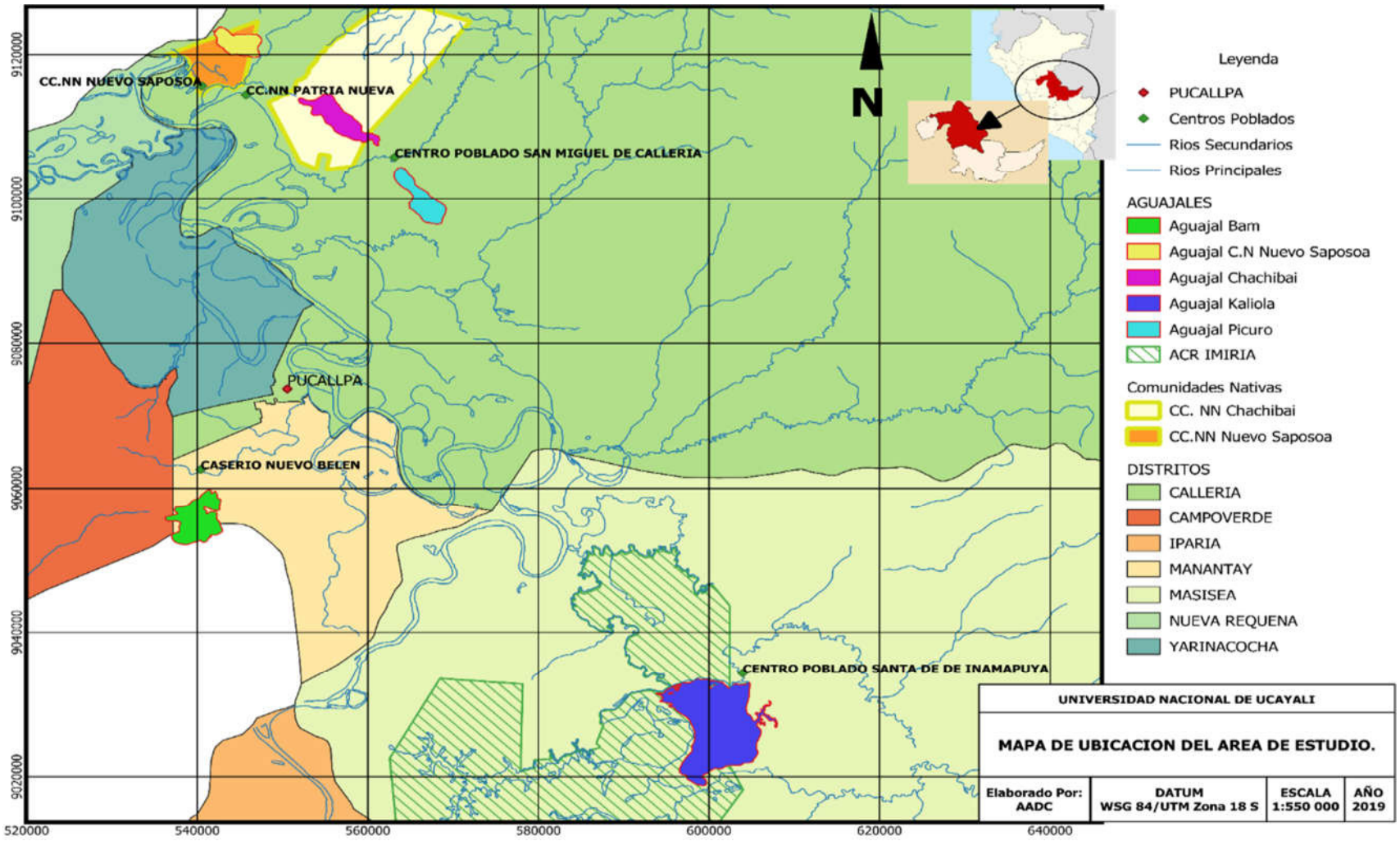


Figura 5. Mapa de ubicación del área de estudio.

3.5. Instrumentos de recolección de datos.

3.5.1. Materiales.

- Utiles de escritorio.

3.5.2. Equipos

- GPS
- Balanza analítica.
- Estufa
- Cámara Digital
- Laptop
- Mufla
- Horno

3.5.3. Herramientas

- Brújula.
- Barrena de turba rusa

3.6. Procedimiento de recolección de datos

3.6.1. Procedimiento de identificación y selección de las turberas (ecosistemas de aguajales) de la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali.

Se eligieron turberas potenciales que parecen diferentes entre ellas en imágenes satelitales rectificadas. Para el procesamiento de las imágenes satelitales se utilizó el programa QGIS 3.4.4 MADEIRA (Software de licencia libre). La base de datos la clasificación de cobertura vegetal realizada por el Ministerio del ambiente en el 2013, clasificando como bosques inundables de palmeras a los aguajales. Los sitios elegidos fueron 5 las cuales se nombraron como Aguajal BAM, Picuro, Chachibai, Saposoa, kaliola.

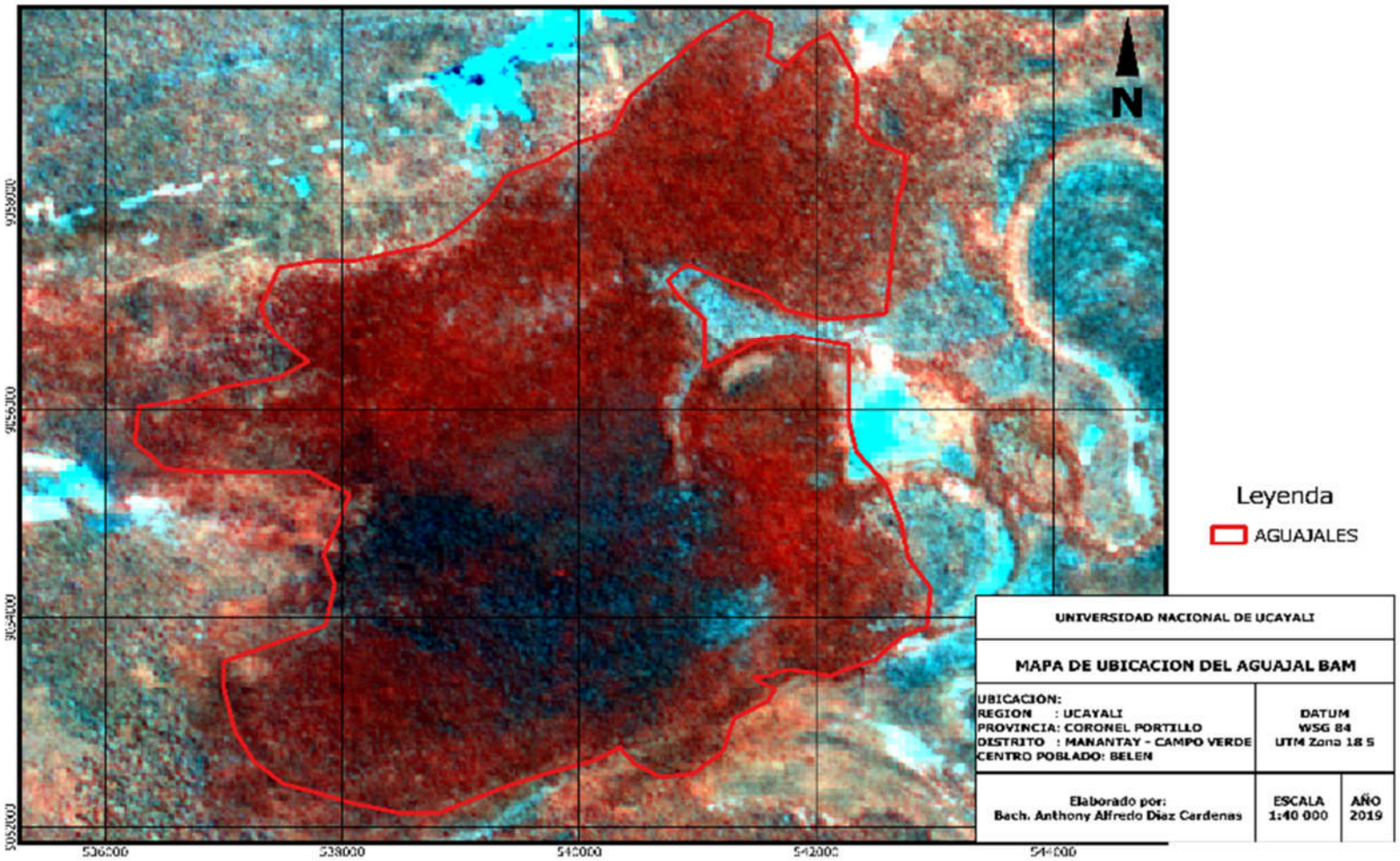


Figura 6. Mapa de ubicación del Aguajal BAM

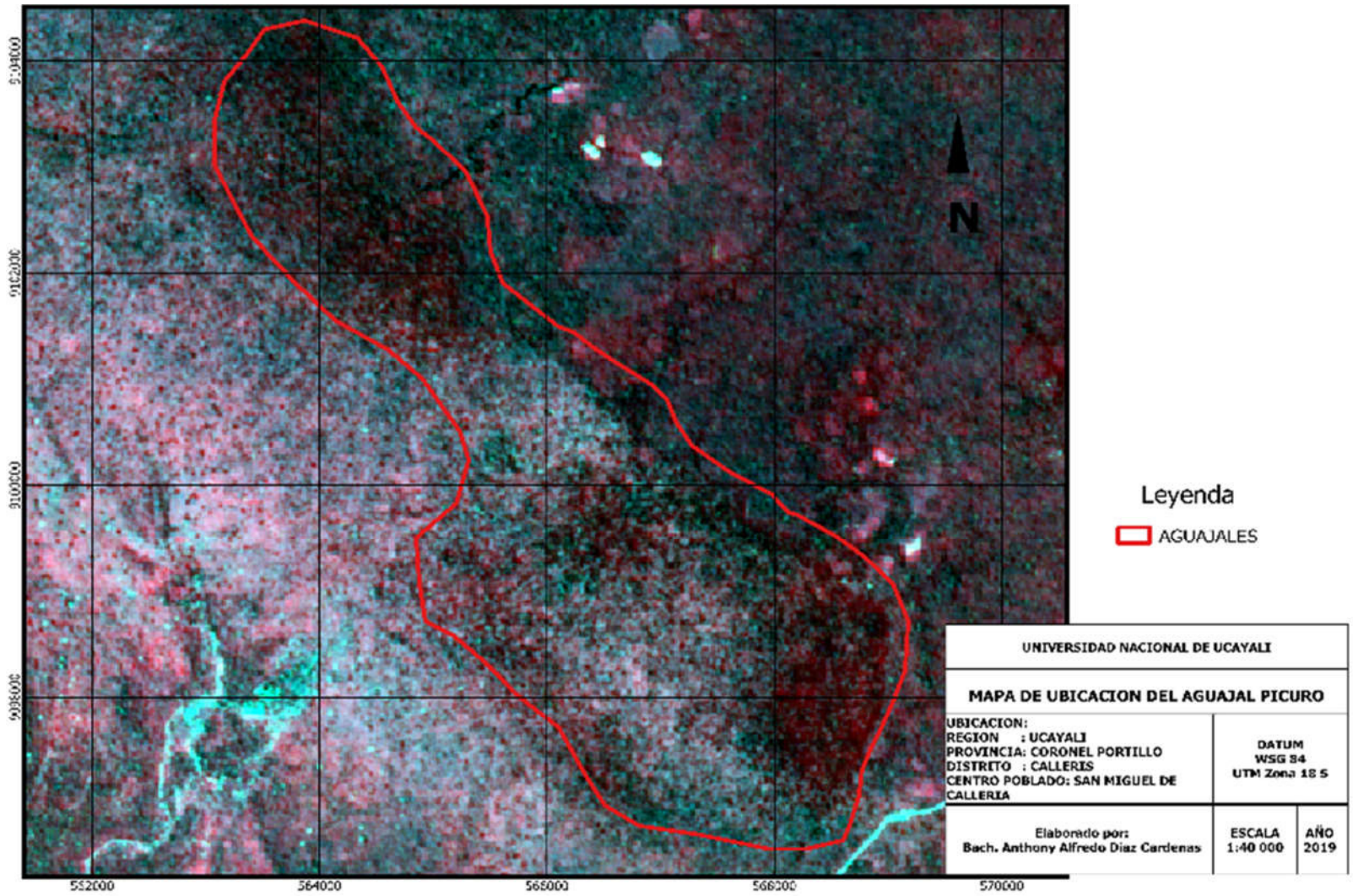


Figura 7. Mapa de ubicación del Aguajal PICURO

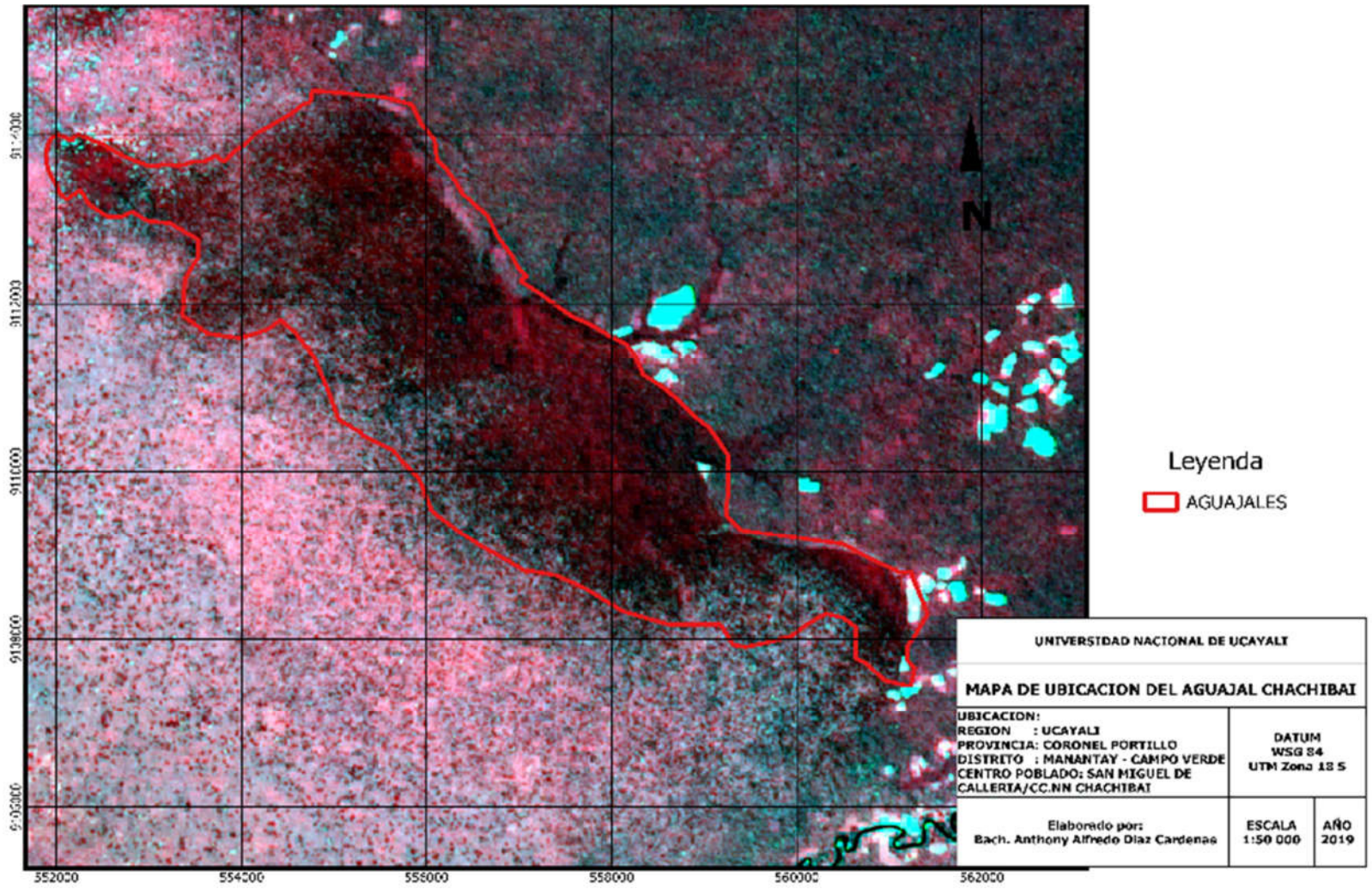


Figura 8. Mapa de ubicación del Aguajal CHACHIBAI.

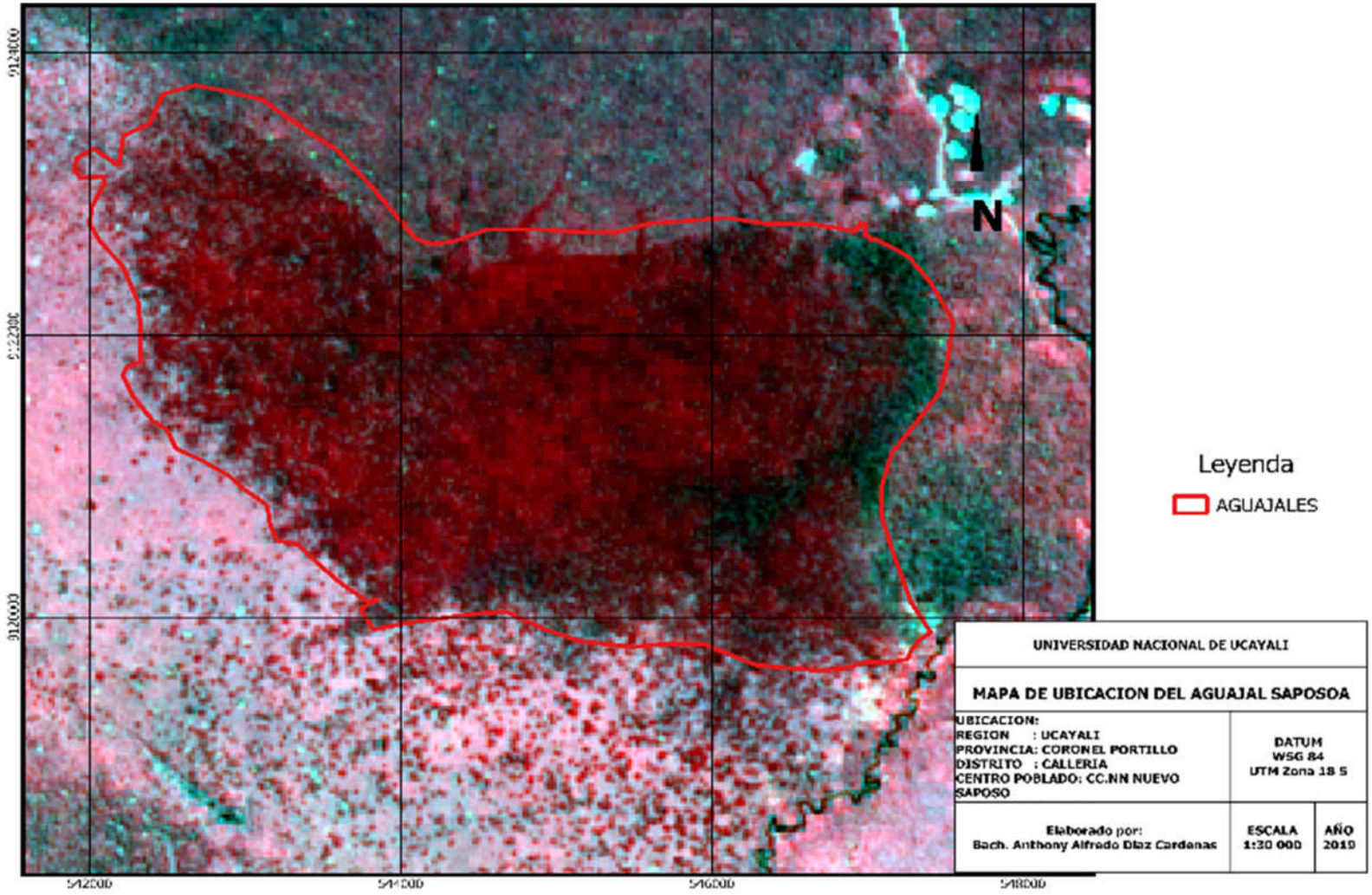


Figura 9. Mapa de ubicación del Aguajal SAPOSOA

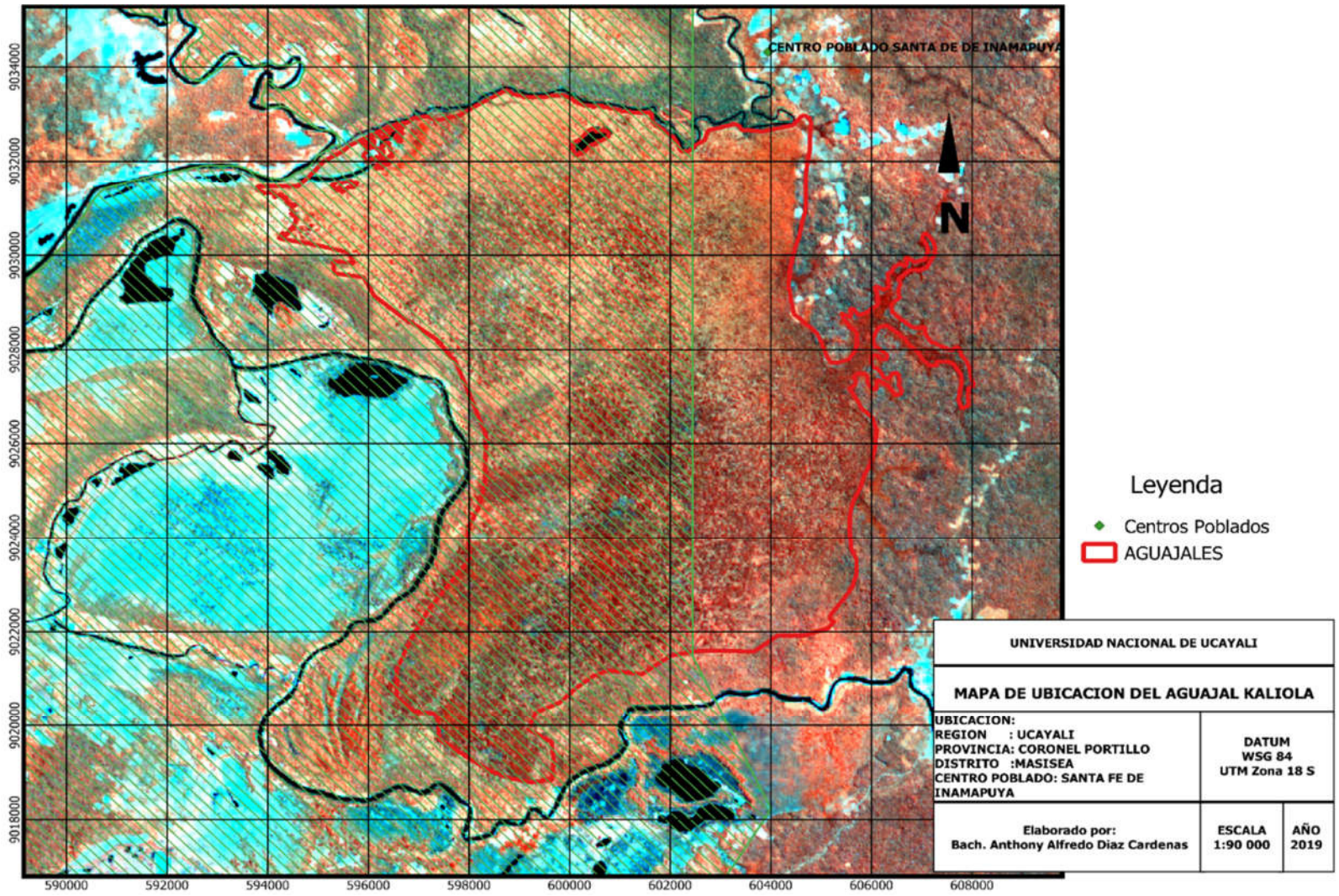


Figura 10. Mapa de ubicación del Aguajal KALIOLA.

Una vez identificado la turbera se hizo un transecto (desde la margen de la turbera hasta el centro determinado en la imagen de satélite rectificada) usando una brújula, un GPS y un podador, elaborados previamente antes de realizar la expedición.

Cada 500 m (es decir 0 m, 500 m, 1000 m, 1500 m, etc.), se hizo un punto de muestreo donde se determinó las coordenadas geográficas con un GPS y el profundidad de la turba con una “barrena de turba rusa” (ver Anexos Mapas, figuras del 17 al 21).

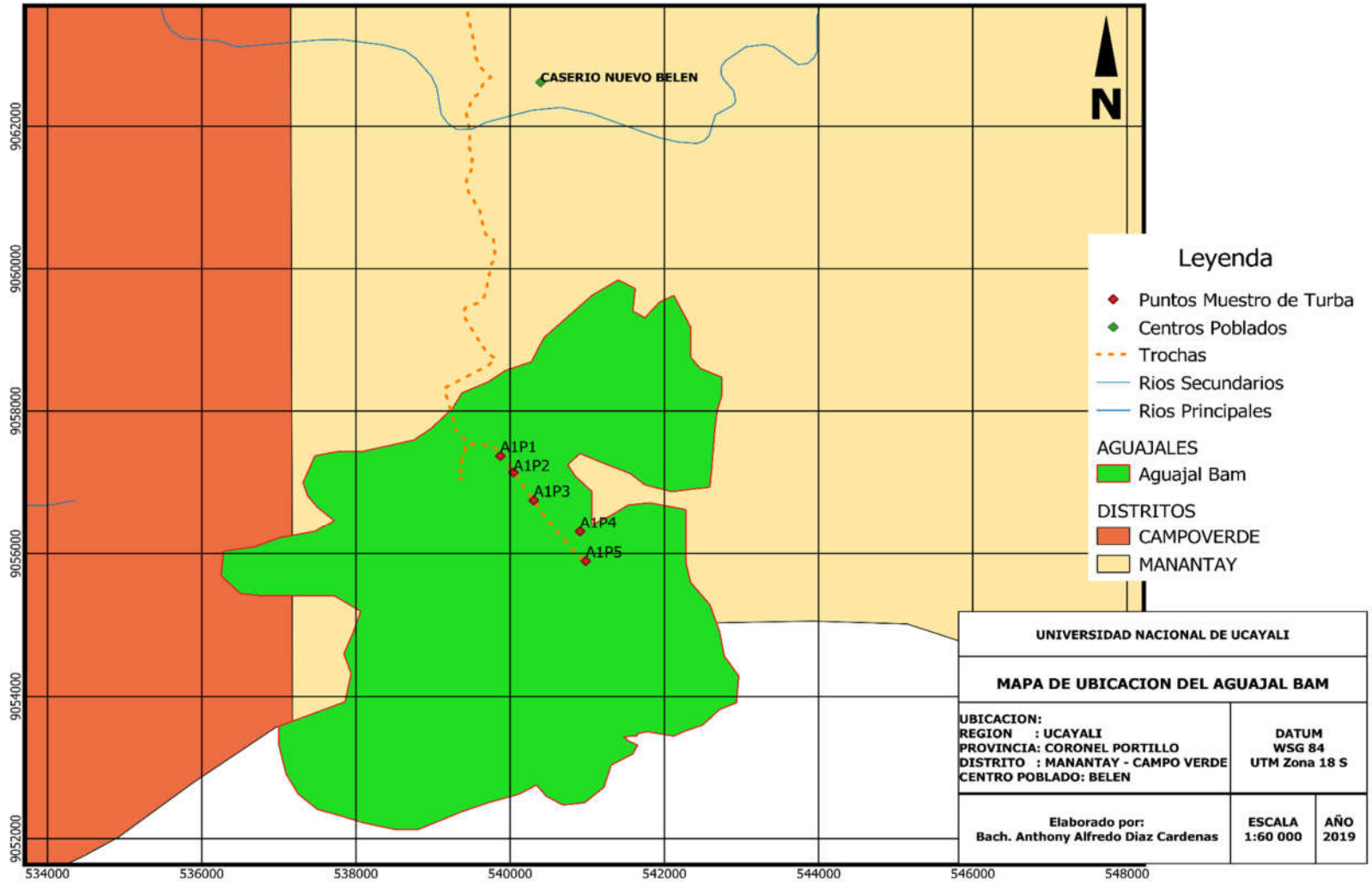


Figura 11. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal BAM.

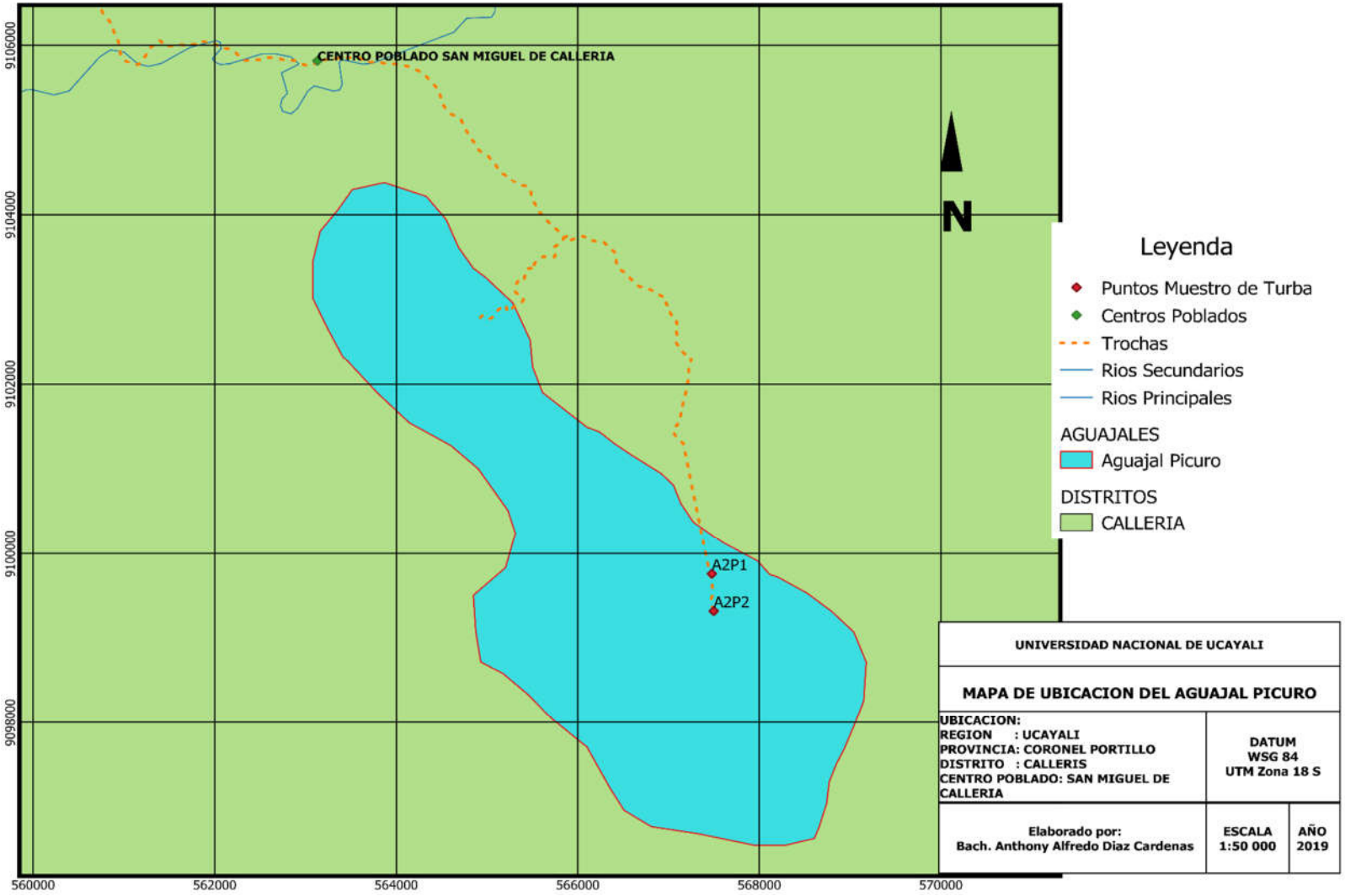


Figura 12. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal PICURO.

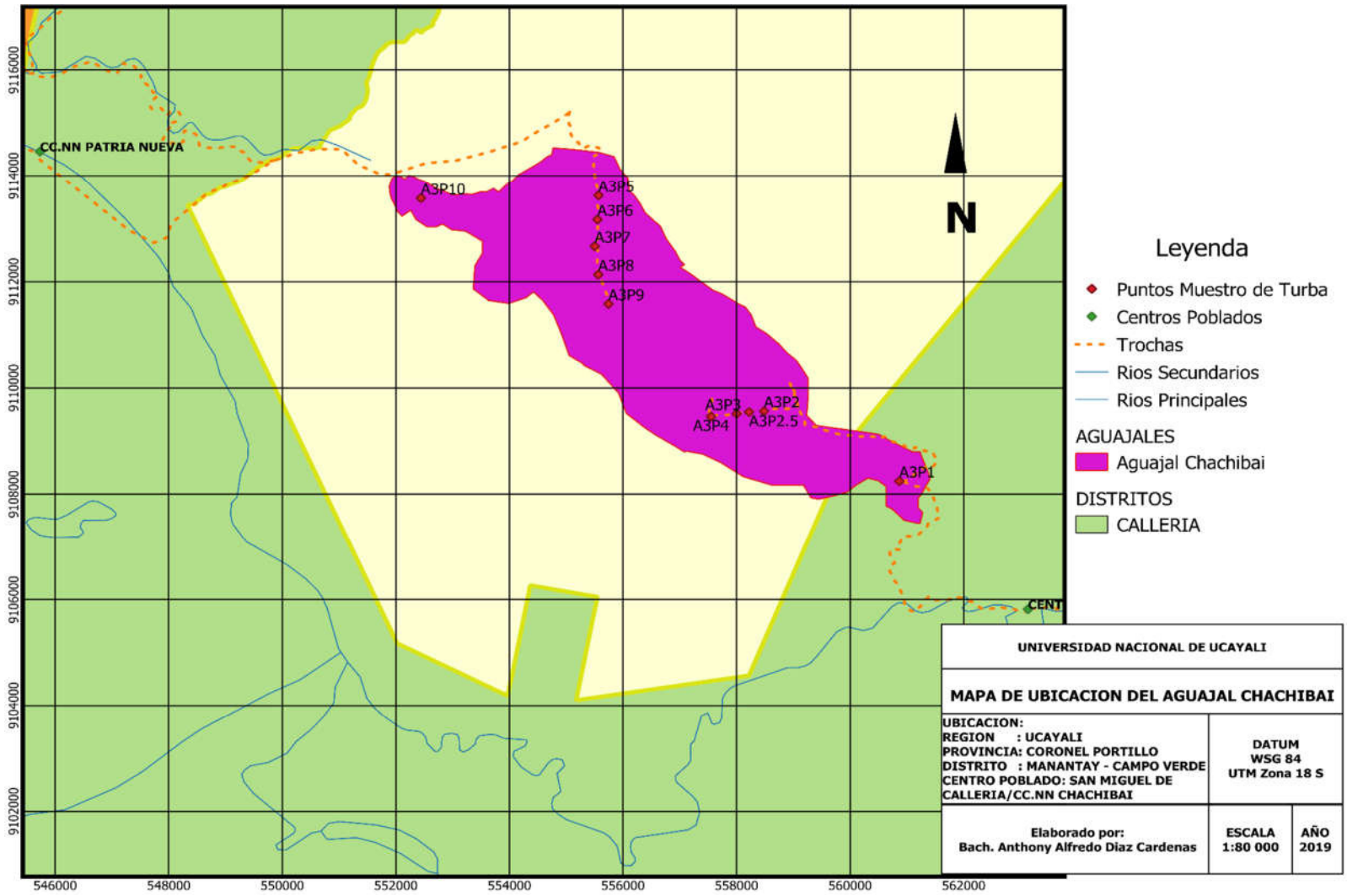


Figura 13. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal CHACHIBAI.

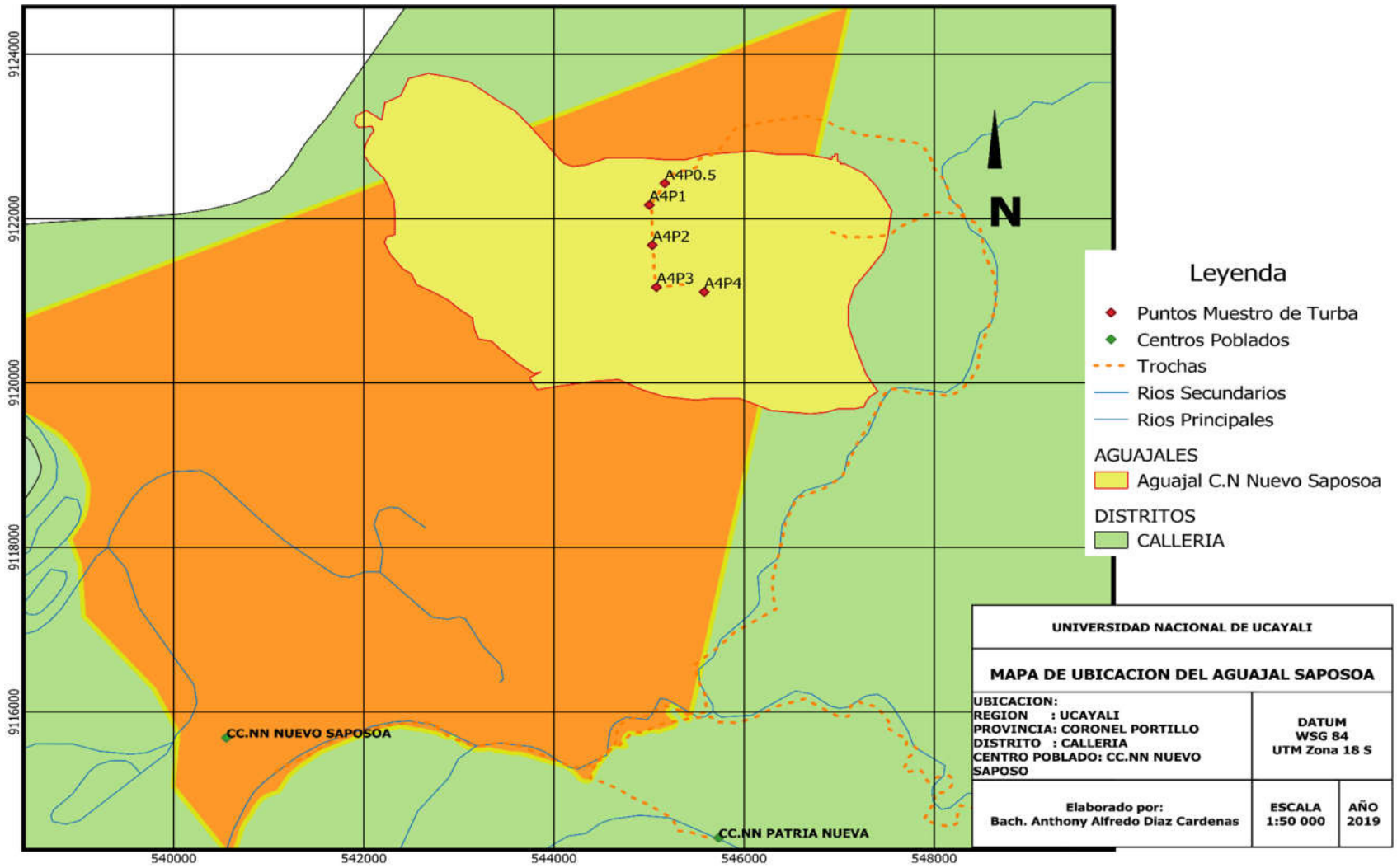


Figura 14. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal SAPOSOA.

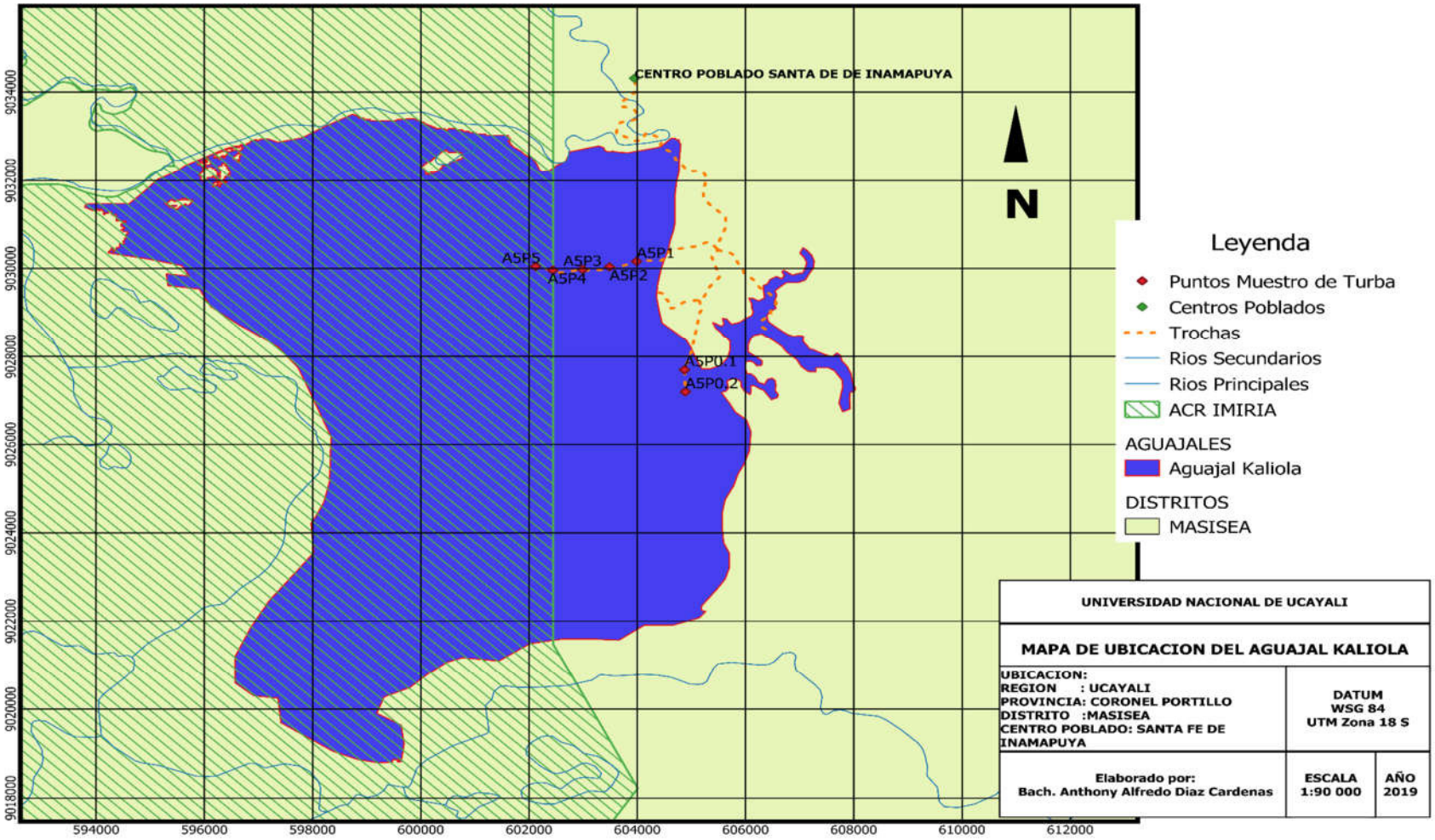


Figura 15. Mapa de Recolección de datos en el Aguajal KALIOLA

Se obtuvo una muestra con la barrena de 0 a 50 cm, después de 50 a 100 cm y se continuó así hasta llegar al suelo mineral impermeable.

Se colocó una cinta métrica al lado de la muestra sacada y se tomó nota de cada capa distinta y de su profundidad.

Se clasificaron los suelos en tres categorías: Turba (Materia Orgánica Pura – por lo menos visible a simple vista), Turba Arcillosa (Mezcla de Turba y Arcilla), Arcilla/Arena.

Se colectaron una muestra de 10 cm por cada 50 cm de turba desde la superficie de la turbera hasta el fondo.

Se cortaron cada muestra cuidadosamente con un cuchillo y se colocaron en una bolsita de plástico conservando el volumen de las muestras. Luego se colectó un duplicado de cada muestra para dejar en un instituto científico peruano.

3.6.2.- Recolección de datos acerca de la cantidad de Carbono que se almacena de acuerdo a la profundidad de las turberas de la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali.

Determinación de densidad aparente de la turba:

Se llevaron las muestras colectadas al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Ucayali, donde se les secó en recipientes de porcelana en una estufa secadora (24 h a 105 °C).



Figura 16. Preparación de muestras para secado en estufa.

Se pesaron las muestras secas para determinar la densidad de la turba:

El peso en seco fue dividido entre el volumen original de la muestra. El volumen de la muestra se pudo calcular usando el volumen de la barrena de turba rusa.

Método para determinar el porcentaje de Materia orgánica y contenido de Carbono:

Se llevó al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Ucayali, para determinar el contenido de Carbono de suelo utilizando **Pérdida por ignición** (Nelson & Sommers, 1996). Donde las muestras fueron secadas a temperatura ambiente, molidas y pasadas por un tamiz de 2 mm. Luego fueron colocadas en crisoles de pesos conocidos, secadas a 105 ºC y posteriormente quemadas a 550 ºC. El contenido de materia orgánica fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\%MO = \frac{(\text{Peso constante a } 105\ ºC - \text{ Peso constante a } 550\ ºC)}{\text{Peso constante a } 105\ ºC.}$$

Donde:

%MO: Porcentaje de Materia Orgánica.

El porcentaje de Carbono orgánico fue calculado como una porción de la materia orgánica usando el factor de Van Bemmelen (0,58) (Marín-Muñiz *et al*. 2014).

$$\%C = \%MO * 0{,}58$$

Donde:

%C: Porcentaje de Carbono.

3.7. Tratamiento de datos.

Para el procesamiento de información obtenida de la investigación se utilizó el software Microsoft Excel, para elaborar gráficos y tablas, el software Minitab y SPSS para el análisis estadístico.

3.7.1. Análisis de distribución normal de los datos.

Se realizaron las pruebas de normalidad con la finalidad de poder definir si las operaciones estadísticas merecen análisis de pruebas paramétrica o no paramétricas; para ello se utilizó la prueba estadística de Kolmogorov – Smirnov debido a que los datos son mayores de 50.

Tabla 2. Pruebas de Normalidad de los datos de Materia Orgánica.

	Kolmogorov-Smirnov[a]			**Shapiro-Wilk**		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	**Sig.**
Materia Orgánica (g)	0,1506	52,0000	0,0048	0,9381	52,0000	**0,0094**

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 3. Pruebas de Normalidad de los datos de Densidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			**Shapiro-Wilk**		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Densidad (g/cc)	0,1337	52,0000	0,0211	0,8682	52,0000	0,0000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 4. Pruebas de Normalidad de los datos de Carbono

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Carbono (g)	0,1506	52,0000	0,0049	0,9381	52,0000	0,0094

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para establecer la normalidad de los datos, se trabajó a un nivel de significancia de p_valor = 0,05 para ello se estableció las siguientes hipótesis.

Ho = Los datos SI presentan una distribución normal

H1 = Los datos NO presentan una distribución normal.

Se realizaron las pruebas para los datos de las variables cuantitativas de densidad, Materia Orgánica y Carbono.

En las tablas 2, 3 y 4, se observa que el **p** valor encontrado (Sig.) es menor al nivel de significancia establecido o p valor establecido que fue de 0,05; para la Variable Materia orgánica el valor Sig, fue de 0,0048, para la variable Densidad el valor Sig, fue de 0,0211 y para la variable Carbono el valor Sig fue 0,0049¸ en tal sentido rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternante, en donde establece que los datos no presentan una distribución normal.

De acuerdo a los resultados de los datos las pruebas que se emplearon para el análisis estadístico fueron pruebas NO PARAMETRICAS.

CAPITULO IV

4.1.- Resultados y Discusión.

4.1.1. Determinación de la cantidad de Carbono por lugar de Turba (aguajal).

Tabla 5. Tasa y cantidad de Carbono almacenado por los diferentes Turbas (Aguajales).

Nombre	Área (ha)	Tasa de Almacenamiento de Carbono* ($tCha^{-1}$)	Cantidad de Carbono Almacenado (Mt C)
BAM	3 014,4225	73,1919	0,2206
Chachibai	2 221,0483	455,2657	1,0112
Kaliola	10 372,1824	485,7587	5,0384
Picuro	1 881,7768	264,4395	0,4976
Saposoa	1 467,1667	78,6518	0,1154
		TOTAL	**6,8832**

*Se calcula sumando los valores de CAS (tha^{-1}) de cada sitio de investigación (ver tabla 9)

De las cinco turbas estudiadas, se observa que el sector Kaliola tiene mayor cantidad de Carbono almacenado con 5,0384 Megatoneladas y el sector Saposoa es el que tiene menor cantidad de Carbono almacenado con 0,1154 Megatoneladas, esto se debe a que kaliola tiene mayor área y Saposoa menor área.

En la tabla 5 se puede observar que las turberas que tienen una tasa mayor de almacenamiento son Chachibai, Kaliola y Picuro, pero sin embargo el aguajal Chachibai tiene una mayor tasa de almacenamiento a pesar de tener menos extensión geográfica, siendo el de mayor interés para ser estudiado.

Las equivalencias encontradas en el presente estudio con respecto a la captura de Carbono es de 264.4 $tCha^{-1}$, siendo mayor a lo registrado en los bosques

pantanosos de turberas del sudeste de Asia con 207 ± 29 $tCha^{-1}$ (Hergoualc'h y Verchot, 2011).

En la cuenca amazónica peruana existe dos clasificaciones de turberas según su origen, esta son minerotróficas como ombrotróficas. La diferencia entre ellos está en el origen del suministro de agua y nutrientes; los minerotróficas corresponde a los de arroyos y de aguas subterráneas, y los ombrotróficas de precipitaciones. Los diferentes regímenes hídricos y el estado de los nutrientes asociados a ellos forman una diversidad de tipos de turberas amazónicos: las turberas de bosques de varillales (pole forest), turberas de pantanos de palmeras ("aguajales") y las turberas abiertas formadas por herbáceas con o sin palmeras dispersas (Lähteenoja *et al*. 2009a; Lähteenoja y Roucoux 2010; Lähteenoja y Page 2011; Householder *et al*. 2012). Los pantanos de palmeras (PP) son el principal tipo de ecosistema de turberas en la cuenca de la Amazonía peruana (Draper *et al*. 2014), tipo al actual corresponden nuestras turberas para nuestra investigación desarrollada.

4.1.2. Prueba de Hipótesis

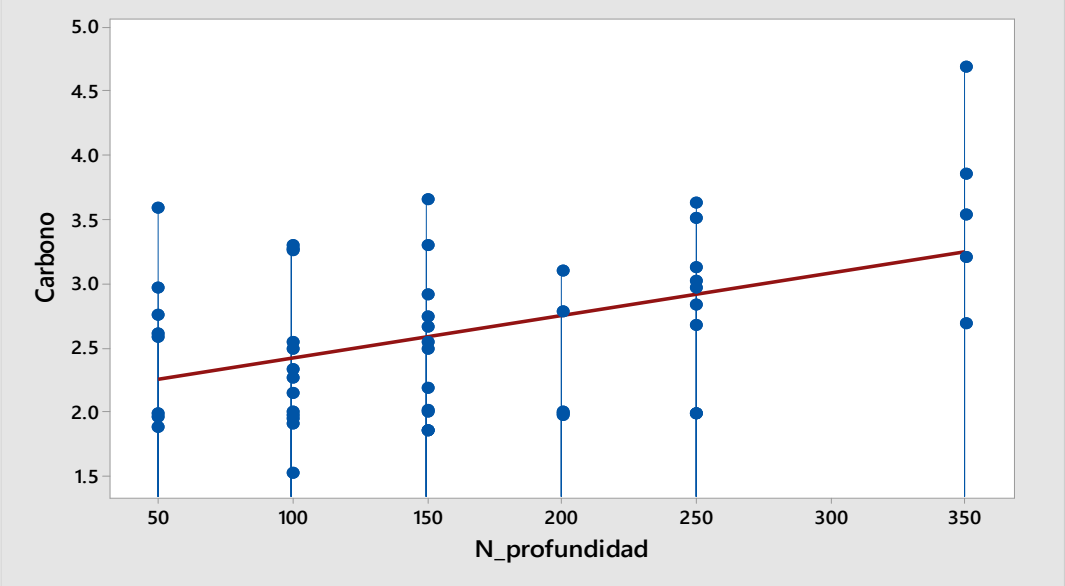


Figura 17. Relación entre la cantidad de Carbono y el nivel de profundidad de la Turba.

Para la presente investigación se planteó la siguiente hipótesis.

H0: La cantidad de Carbono no depende del nivel de profundidad.

H1: La cantidad de Carbono si depende del nivel de profundidad

Para ello fue sometida a una prueba de correlación de Rho de Spearman cuyo coeficiente de correlación adquirió el valor de 0,352; en tal sentido se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis alternante en la que se menciona que “La cantidad de Carbono si depende del nivel de profundidad”, para el caso de las turberas (aguajales) estudiados.

4.1.3. Determinación de la profundidad de la turba.

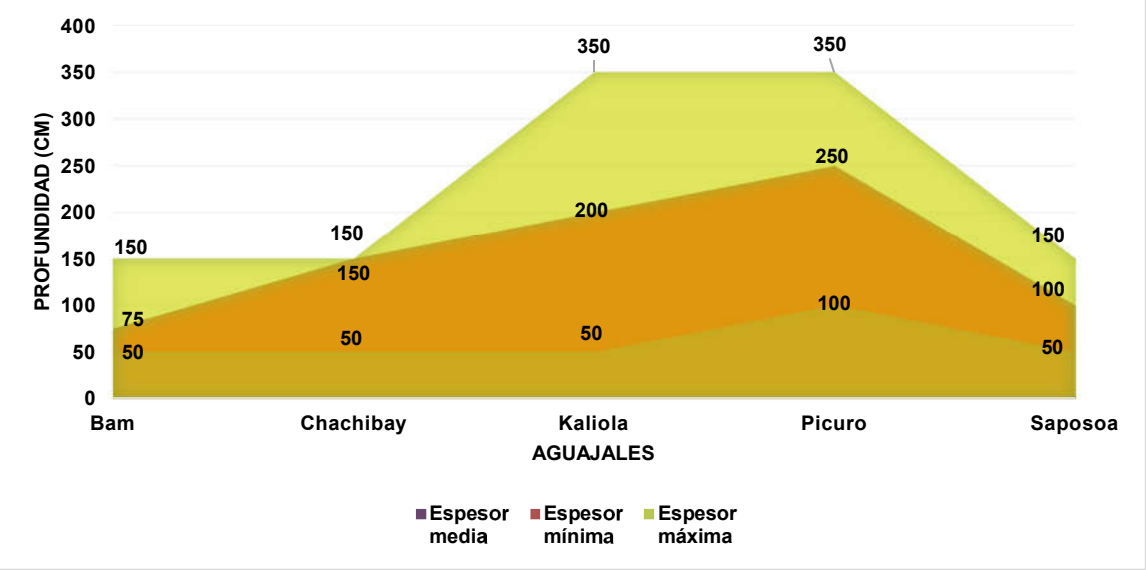


Figura 18. Profundidad de las turbas cada 0.50 m encontradas.

En la Figura 18, se aprecia que la profundidad de la turba oscila entre un mínimo de 0,50 metros y un máximo de 3,50 metros. Las turberas con mayor profundidad se encontraron a los aguajales de “Kaliola” y “Picuro”; y el de menor profundidad se localizó en el Aguajal “BAM”; sin embargo se registró una muestra en Chachibai (A3P7) de 5,28 m y otra en Picuro (A2P1) de 5,25 m (ver anexo Tabla 10), este resultado no fue sometido a la corrida estadística porque solo se obtuvo un valor

en ambas lugares, esto debido a que las condiciones del terreno no permitieron tomar más muestras para así poder promediar la verdadera profundidad, pero este resultado está cerca al valor de profundidad encontrada en las turberas del Congo donde la máxima profundidad registrada fue de 5.90 m (Dargie, G *et al*, 2017).

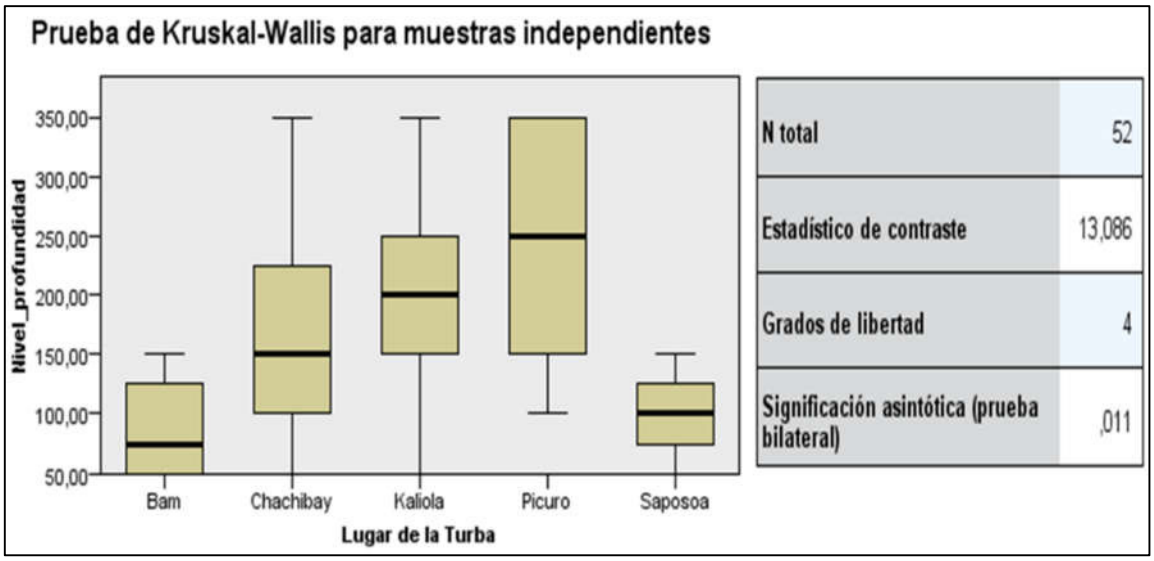


Figura 19. Resultado de la pruebas de igualdad de valores de profundidad de las turbas según los lugares.

En la figura 19, se observa la prueba Kruskal Wallis realizada para definir si las profundidades de los aguajales son las mismas entre sí; resultados que muestran un nivel de alta significancia de 0,011 que es menor que el p_valor tabulado (0,05); por lo tanto se concluye que las profundidades de los aguajales NO son las mismas entre sí.

Las turbas tienen una características intrínsecas que son suelos no consolidados formados por materia orgánica fibrosa parcialmente descompuesta que se acumulan en el ambiente inundado (Hernandez, 2010, Mistch y Gosselink, 2000); teniendo en cuenta esta características cada aguajal no presenta la misma densidad y variedad vegetal, es por ello que la composición de las turberas van a ser diferentes

y sus profundidades también, esto se debe a que las turbas se forman cuando la producción primaria de la parte superficial excede las pérdidas por descomposición y de lixiviados, originándose una acumulación vertical o lateral de acumulación de material orgánico (Turetsky et al., 2004).

4.1.4. Determinación de la densidad aparente de la Turba

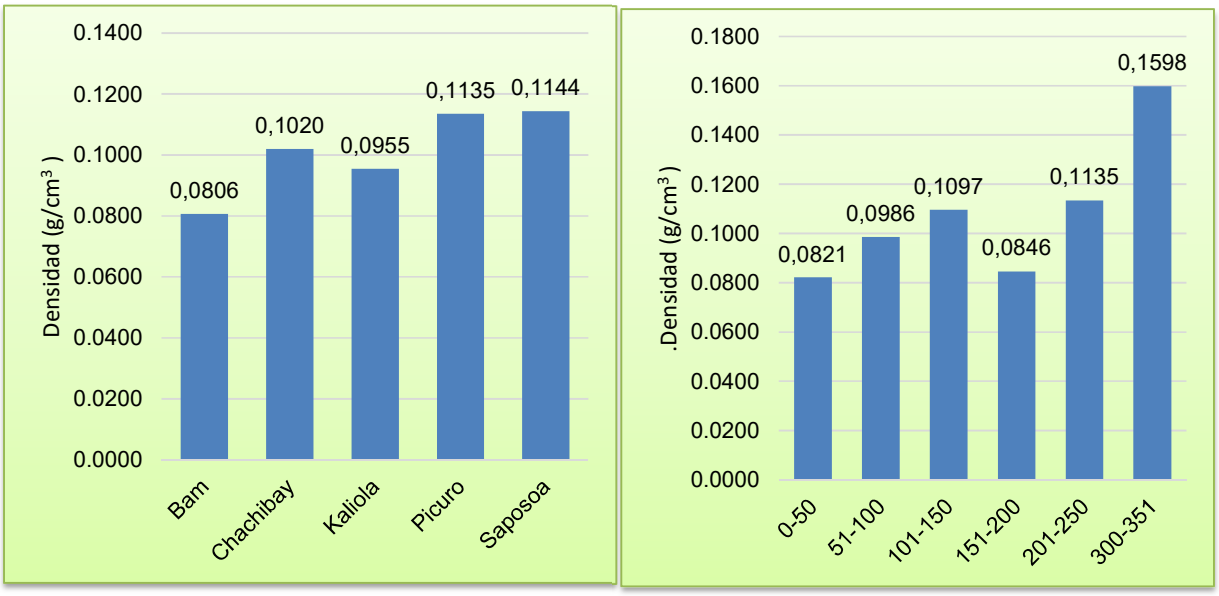


Figura 20. Valores de Densidad Aparente de la turba según el lugar (Izq.) y la profundidad en cm. (Der.)

Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis estadístico de las densidades según la profundidad y lugar. (IC. 95%).

Variable	GL	Valor H	Valor p
Lugar (turba)	4	4,47	0,346
Profundidad (cm)	5	10,33	0,066

Los valores de densidad aparente de la turba son variables de acuerdo al lugar y profundidad (ver Figura 20), con respecto al lugar se observa que la turbera del

Aguajal BAM es el de menor densidad aparente(0,0806 g/cm^3) y la turba del aguajal Saposoa (0,1144 g/cm^3) es el de mayor densidad aparente; sin embargo estas diferencias de valores no alcanzan a demostrar una diferencia estadística significativa (Ver Tabla 6), ya que el valor de significancia encontrada (Valor p) fue de 0,346; la cual es mayor al nivel de significación trabajado que fue de 0,05; en tal sentido se define que, los valores de densidad entre los aguajales estudiados son similares entre sí. Por otro lado se observa que los valores de densidad difieren del nivel de profundidad, es decir a menor profundidad la densidad es menor y a mayor profundidad la densidad también es mayor; al ser evaluado estadísticamente esta diferencias de valores, señalan que no existe diferencia estadística significativa a un nivel de significancia de 0,05; debido a que el valor *p* encontrado fue de 0,066; la cual es ligeramente mayor al valor p trabajado (0,05), por lo tanto se concluye que los valores de densidad son similares entre sí entre los niveles de profundidad estudiados. En todos los perfiles se observa la tendencia de aumentar el valor de densidad aparente a medida que se profundiza, sin embargo la estadística nos demuestra que los valores de densidad aparente son normales para las respectivas clases texturales de los suelos, lo cual indica que no han sido compactados.

Por otra parte, los valores de densidad son muy bajos, estos se debe a que son suelos jóvenes (Inceptisoles) la cual presentan diferenciación de horizontes A, B y C; ocupan el 14% de la selva y gran parte están ubicados en aguajales o zonas mal drenadas (Aquentes y Rodríguez; 1995), asimismo cabe indicar que, los suelos de esta naturaleza y humedales, el promedio de descomposición de material orgánico suelen ser bajos por las condiciones anaerobias, esto hace que el potencial de almacenamiento de Carbono sea alto en ellas (Collins y Kuehl, 2000¸ Mistch y

Gosselink, 2000), tal condición hace que la propiedad de densidad en esto suelos sean bajas en comparación a suelos forestales.

4.1.5. Determinación del Porcentaje de Materia Orgánica.

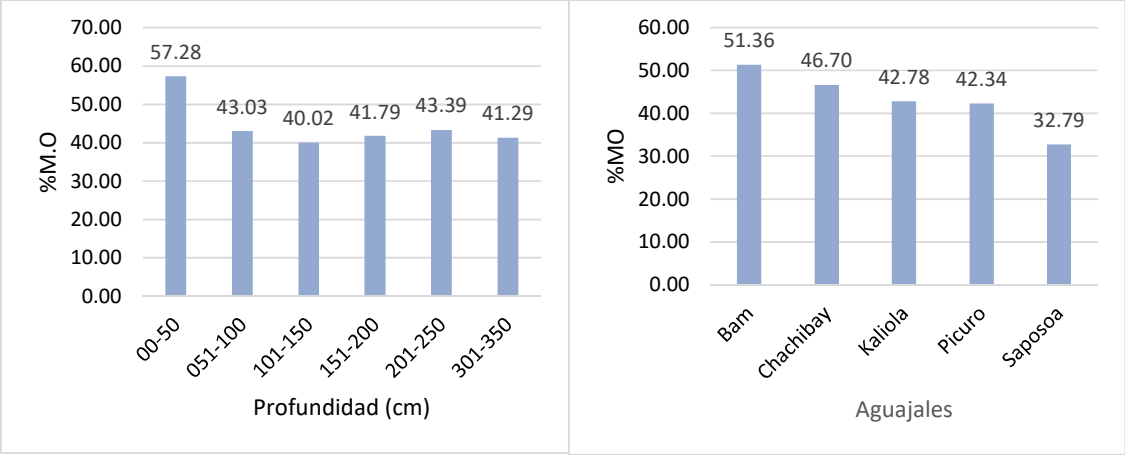


Figura 21. Valores de Materia Orgánica de la turba según la profundidad en g. (Der.) el lugar (Izq.)

Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis estadístico de la Materia orgánica según la profundidad y lugar. (IC. 95%)

Variable	GL	Valor H	Valor p
Lugar (turba)	4	9,99	0,041
Profundidad (cm)	5	7,58	0,181

En la figura 21, se observa los valores de %M.O según el nivel de profundidad y el lugar del aguajal, al someter a las pruebas estadísticas de Kruskal W.(ver tabla 7) no existe diferencia estadística significativa entre los valores según el lugar de la turba, sin embargo la evaluación con respecto a los niveles de profundidad, muestra una diferencia estadística ligeramente significativa, concluyendo que los valores de materia orgánica a diferentes niveles de profundidad son diferentes, mientras que los

valores por lugar no difieren entre sí. La diferencia de los valores de materia orgánica según la profundidad se debe a que existen impurezas (arcilla y arena) que se van sedimentando con el paso de los años. El nivel del agua desempeña un papel decisivo en el nivel de la densidad aparente, los suelos húmedos, pero con niveles del agua no saturados, muestran condiciones ideales para que exista una mayor concentración de materia orgánica, debido a la lenta degradación que son expuesta y además permiten la agregación de partículas (Hossain, Chen, & Zhang, 2015), en este sentido los aguajales presenta saturación excesiva de agua, esta condición hace que la materia orgánica sean conformadas por fibras vegetales, que es una de las características de la turberas.

Un factor que también influye en el porcentaje de materia orgánica en los aguajales son los cuerpos de agua caudalosos (caños naturales, quebradas) que arrastran los sedimentos en la temporada húmeda de la región.

V. CONCLUSIONES

- La cantidad total de carbono que almacenan las turberas en los lugares estudiados asciende a 6,8832 MtC y una tasa de almacenamiento equivalente a 246.4 $tCha^{-1}$. La turbera Kaliola registró mayor cantidad de Carbono almacenado con 5,0384 MtC y el sector Saposoa es el que registró menor cantidad de Carbono almacenado con 0,1154 MtC^{1}.
- La profundidad de la turba oscila entre un mínimo de 0,50 metros y un máximo de 3,50 metros. Las turberas con mayor profundidad se encontraron a los aguajales de “Kaliola” y “Picuro”; y el de menor profundidad se localizó en el Aguajal “BAM”; sin embargo se registró una muestra en Chachibai (A3P7) de 5,28 m y en Picuro (A2P1) de 5,25 m.
- Los valores de densidades registrados son: Valor máximo fue de 0,1144 g/cm^3 encontrados en el aguajal BAM y el valor mínimo fue de 0,08606 g/cm^3 en el aguajal Saposoa.
- Los valores del porcentaje de materia orgánica registrados son: Valor máximo fue de 51.36% encontrados en el aguajal BAM y el valor mínimo fue de 32.79% en el aguajal Saposoa.

VI.- RECOMENDACIONES

En la etapa de recolección de muestras en campo se pudo apreciar que a ciertas profundidades existen pequeñas capas de arena y arcilla. Por lo que es necesario realizar una caracterización de la turba.

En la provincia de Coronel Portillo se tiene una extensión aproximada de 65 460,315 ha de aguajales, esto no quiere decir que todos ellos sean consideradas turberas. Estas turberas tienen una tasa de acumulación de carbono de 264.4 $tCha^{-1}$ y se podría decir que en toda la provincia se tiene un potencial de almacenamiento de 17,31 MtC. Siendo de vital importancia la conservación de estos ecosistemas de aguajales no solo por la capacidad de almacenar carbono en forma de turba sino también por proveer otros servicios ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral**,** Recavarren, P; delgado, M; Sánchez, C y Angulo, M. (2011), Estimación del Carbono Almacenado en la Biomasa de los Bosques de la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja-Sonene - Ámbito de la región Madre de Dios. Madre de Dios, Perú, p. 47.

Baccini A et al. (2012) Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. Nature Clim Change 2, pp. 182-185.

Catpo, J. (2004). *Determinación de la Ecuación alométrica de Pinus patula y Estimación del contenido de Carbono en su biomasa arbórea en Porcón, Cajamarca, Perú.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Chavez (2014). *Situación actual de una plantación de "mauritia flexuosa aguaje" l. F. En suelos de restinga baja en puerto almendras, Loreto,Peru* (tesis pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia. Perú.

Chave J., C. Andalo, S. Brown, et al. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecología 145, 87-99. http:/dx.doi.org/10.1007/ s00442-005-0100-x.

Convención de Ramsar. 1997. Convención sobre los humedales- Ramsar, Irán, 1971, Recuperado de web: http://www.ramsar.org.

Collins, M. E. and R. J. Kuehl. (2000). Organic matter accumulation and organic soils. pp. 137-162. In:J. L.Richardson and M.J.Vepraskas (eds.). Wetland soils: genesis, hydrology, landscapes and classification. Lewis Publishers. Boca Raton, FL, USA.

Dargie, G. C., Lewis, S. L., Lawson, I. T., Mitchard, E. T., Page, S. E., Bocko, Y. E., & Ifo, S. A. (2017). Age, extent and carbon storage of the central Congo Basinpeatland complex. Nature. doi:10.1038/nature21048

Dixon, R.K. y Krankina, O.N. (1995). Can the terrestrial biosphere be managed to conserve and sequester carbon? En: Carbon sequestration in the biosphere: Processes and products. NATO ASI Series. Series 1. Global Environmental Change, 33, 153 - 179

Draper FC et al. (2014) The distribution and amount of carbon in the largest peatland complex in Amazonia. Environ Res Lett 9, doi:10.1088/17489326/1089/1012/124017.

Estación Climatológica Principal de la Universidad Nacional de Ucayali. (2017). Dirección General de Investigación e Innovación (ed.), Boletín Meteorológico "Variación Meteorológica de Pucallpa, Bosque Macuya y el Boquerón Aguaytía" (Vice Rectorado de Investigación - Dirección General de Investigación e innovación). (Volumen 6 N° 1). Pucallpa:

Galeano, G. 1991. Las palmas de la región de Araracuara. En: Estudios en la Amazonía Colombiana. V 1 Tropenbos. Colombia.

Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (2001). Zonificación Ecológico-Económica del Área de Influencia de la carretera Iquitos-Nauta.

Iquitos, Perú.

Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. (2006). Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú. Recuperdado de http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2016/09/87.pdf.

Gaveau DLA et al. (2014) Major atmospheric emissions from peat fires in Southeast Asia during non-drought years: evidence from the 2013 Sumatran fires. Nature Scientific Reports 4, DOI: 10.1038/srep06112.

GEO GPS PERU.Mapa de cobertura vegetal actualizado - MINAM - descargar - shapefile. Recuperado de https://www.geogpsperu.com/2014/10/areas-naturales-protegidas-descargar.html

González-B V, Rial A (2013) Terminología y tipos de agrupación de Mauritia flexuosa segúnel paisaje. Capítulo 4. En: Lasso CA, Rial A, González- B V (Eds.), VII. Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela. Parte I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander, Bogotá, D. C., Colombia, pp. 75- 83.

Goodman, R.C; Phillips, O.L; Baker, T.R. The importance of crown dimensions to improve tropical tree biomass estimates. (2014). Rev ESA. P 1-67. Recuperado de https://doi.org/10.1890/13-0070.1.

HENDERSON, A.; G.GALEANO; R. BERNAL. 1995. Field guide to the palms of the americas. Princeton Unniversity Press, USA. 352 p.

Hergoualc'h K, Verchot LV (2011) Stocks and fluxes of carbon associated with land-use change in Southeast Asian tropical peatlands: a review. Global Biochem Cycles 25, GB2001. doi:2010.1029/2009GB003718.

Hernández M. (2010). Suelos de humedales como sumideros de Carbono y fuentes de metano. Terra Latinoamérica, vol 28, núm 2, abril-junio, pp. 139-147.

Hiraoka, M. (1999). Miriti.Palms and their uses and management among the ribeirinhos of the amazon estuary. 169-193, In: Várcea diversity, development and conservation of amazonaswitthewater floodplains. Padoch, C Ayres, J.; Pinedo-Vásquez, M; e Henderson, A. (Ed). The New Cork Botanical Garden. 407 pp.

Hossain, M. F., Chen, W., & Zhang, Y. (2015). Bulk density of mineral and organic soils in the Canada's arctic and sub-arctic. Information Processing in Agriculture, 2(3-4), 183–190. http://doi.org/10.1016/j.inpa.

Householder JE, Janovec JP, Tobler MW, Page S, Lähteenoja O (2012) Peatlands of the Madre de Dios River of Peru: Distribution, Geomorphology, and Hab Diversity. Wetlands, DOI 10.1007/s13157-13012-10271-13152.

IIAP (2004), Diversidad de la vegetación de la Amazonía Peruana expresada en un mosaico de imagenes de satélite. Documento técnico Nº12 Iquitos, Perú. Proyecto diversidad biológica de la Amazonía Peruana BIODAMAZ (Perú-Finlandia).

Immirzy, C.P. y Maltby, E. (1992). The global status of peatlands and their role in carbon cycling. Citado en: Patterson, J. (1999). Wetlands and climate change.

Feasibility investigation of giving credit for conserving wetlands as carbon sinks. Wetlands International Special Publication 1, p. 35.

Janovec J et al. (2013) Evaluación de los actuals impactos y amenazas inminentes en aguajales y cochas de Madre de dios, Perú. WWF, Lima, Perú.

Kahn, F.; Mejía, K. (1990). Palm communities in wetland forest ecosystem of Peruvian Amazonia. Forest E cology and Management 33-34: 169-179.

Koh LP, Miettinen J, Liew SC, Ghazoul J (2011) Remotely sensed evidence of tropical peatland conversion to oil palm. Proceedings of the National Academy of Sciences 108, 5127- 5132."

Lähteenoja O, Page S (2011) High diversity of tropical peatland ecosystem types in the Pastaza-Marañón basin, Peruvian Amazonia. Journal of geophysical research 116, doi:10.1029/2010JG001508.

Lähteenoja O, Roucoux KH (2010) Inception, history and development of peatlands in the Amazon Basin. PAGES news 18, 27-29.

Lähteenoja O, Ruokolainen K, Schulman L, Alvarez J (2009) Amazonian floodplains harbour minerotrophic and ombrotrophic peatlands. Catena, 140-145.

Lapeyre, T.; Alegre, J.; Arévalo, L. (2004). Determinación de las Reservas de Carbono de la Biomasa Aérea, en diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en San Martín, Perú. Ecología Aplicada, 3(1,2), 35-44. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34130206

Lujan Cárdenas, W. J y Chavez Arcos, Y. (2006). Capacidad de captura de Carbono en un ecosistema de Bosque Húmedo Tropical Pampa Hermosa, Huasahuasi, Tarma, Junín, Perú. 8 p. Recuperado de http://www.darwinnet.org/index.php

Malleux, J., Ojeda, O., Lombarda, I.; Neyra, R.;Gonzales, R.; Lao, M.; Salazar, C. (1973). Informe del avance de estudio de factibilidad de aprovechamiento de huasaí en la zona de Tamshiyacu, río Amazonas (Iquitos). Universidad Nacional Agraria. Lima. 61 pp.

Marín-Muñiz, J.L., M.E. Hernández & P. Moreno-Casasola. (2014). Comparing soil carbon sequestration in coastal freshwater wetlands with various geomorphic features and plant communities in Veracruz, Mexico. Plant Soil 378: pp. 189-203.

Martel y Cairampoma (2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en "CICRA", Madre de Dios (Perú).1, pp. 58-63

Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink. (2000). Wetlands. 3rd ed. John Wiley and Sons. New York, NY, USA.

Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales (OSINFOR) 2013, Evaluación de áreas deforestadas y humedales amazónicos en el departamento de Ucayali Al Año 2011. Perú. p. 117.

Panel Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático [IPCC], (1996). Report of the twelfth session of the intergovernmental panel onclimate change. Reference manual and workbook of the IPCC revised guidelinesfor national greenhouse gas inventories. México, pp. 11- 13.

Patterson, J. (1999). Wetlands and climate change. Feasibility investigation of giving credit for conserving wetlands as carbón sinks. Wetlands International Special Publication 1, p. 35.

Pillaca &Flores (2014), *Determinación del stock de carbono en la biomasa aérea y necromasa en diferentes tipos de vegetación en la comunidad nativa de Puerto Arturo, Las Piedras, Madre De Dios – Perú* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.

Scott, D. 1989. Design of wetland data sheet for database on Ramsar sites. Informe mimeografiado para la Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza. 41 p.

Storti, E.F. (1993). Biología floral de Mauritia flexuosa Lin. Fil, naregiao de Manaos, Am, Brasil. Acta amazónica 23 (4): 371-381

Ureta Adrianzén, Marisabel, (2009). *Diferencias Altitudinales de Contenido de Carbono y Biomasa Arbórea en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén, Pasco- Perú.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú.

Turetsky M.R, Mannig S.W. & Wieder R. (2004). Dating recent peat deposits. Wetlands 24: 324-356.

Villachica, H. (1996). Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima, Perú. 367p.

Winrock International (WI) (2006). Carbon Storage in the Los Amigos Conservation Concession, Madre de Dios, Perú. p 31. Recuperado de http://www.winrock.org/ecosystems/publications.asp?BU=9086

WWF (2014). Estimando Los Stocks De Carbono Forestal Tropical A Partir De Información de Inventario Existente. Madre de Dios, Perú. 2014. P. 10. Recuperado de: http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/Carbono_forestal.pdf

Yu Z, Loisel J, Brosseau DP, Beilman DW, Hunt SJ (2010) Global peatland dynamics since the Last Glacial Maximum. Geophysical research letters 37, doi:10.1029/2010GL043584.

ANEXOS

Tabla 8. Consolidado de Procesamiento de datos en bruto.

SITIO	Cod.	Profundidad (cm)	Rango de profundidad (cm)	Pseco A 105°C (g)	Pseco A 550°C (g)	MO volatizado (g)	Peso Ceniza (g)	Peso Carbono (g)	Peso total (g)	% Ceniza	% M.O	% Carbono	Densidad Turba (g/cc)
BAM	A1P3	30/40	0-50	**5,4656**	2,1022	3,3634	2,1022	1,9508	**5,4656**	38,462%	61,538%	35,692%	0,0557
	A1P5	20/30	0-50	**7,9471**	3,2025	4,7446	3,2025	2,7519	**7,9471**	40,298%	59,702%	34,627%	0,0809
	A1P5	80/90	51-100	**7,8803**	4,4896	3,3907	4,4896	1,9666	**7,8803**	56,972%	43,028%	24,956%	0,0803
	A1P5	130/140	101-150	**11,8335**	7,1238	4,7097	7,1238	2,7316	**11,8335**	60,200%	39,800%	23,084%	0,1205
PICURO	A2P1	320/330	301-350	**11,2019**	5,6886	5,5133	5,6886	3,1977	**11,2019**	50,782%	49,218%	28,546%	0,1141
	A2P1	410/420	401-450	**15,2165**	9,1934	6,0231	9,1934	3,4934	**15,2165**	60,417%	39,583%	22,958%	0,1550
	A2P1	520/530	501-550	**17,6159**	10,8088	6,8071	10,8088	3,9481	**17,6159**	61,358%	38,642%	22,412%	0,1794
	A2P1	220/230	201-250	**11,1401**	6,2548	4,8853	6,2548	2,8335	**11,1401**	56,147%	43,853%	25,435%	0,1135
	A2P2	370/380	351-400	**14,7394**	8,3709	6,3685	8,3709	3,6937	**14,7394**	56,793%	43,207%	25,060%	0,1501
	A2P2	60/70	51-100	**10,242**	6,7999	3,4421	6,7999	1,9964	**10,2420**	66,392%	33,608%	19,492%	0,1043
	A2P2	330/340	301-350	**11,1521**	6,5368	4,6153	6,5368	2,6769	**11,1521**	58,615%	41,385%	24,003%	0,1136
	A2P2	220/230	201-250	**15,4845**	9,2380	6,2465	9,2380	3,6230	**15,4845**	59,660%	40,340%	23,397%	0,1577
	A2P2	110/120	101-150	**6,0797**	2,8974	3,1823	2,8974	1,8457	**6,0797**	47,657%	52,343%	30,359%	0,0619
CHACHIBAI	A3P0,5	220/230	201-250	**10,0119**	4,9163	5,0956	4,9163	2,9554	**10,0119**	49,105%	50,895%	29,519%	0,1020
	A3P1	350/360	351-400	**18,677**	12,3997	6,2773	12,3997	3,6408	**18,6770**	66,390%	33,610%	19,494%	0,1902
	A3P2	310/320	301-350	**15,6913**	7,6322	8,0591	7,6322	4,6743	**15,6913**	48,640%	51,360%	29,789%	0,1598
	A3P2	70/80	51-100	**8,6043**	4,5865	4,0178	4,5865	2,3303	**8,6043**	53,305%	46,695%	27,083%	0,0876
	A3P3	250/260	251-300	**21,4716**	14,1584	7,3132	14,1584	4,2417	**21,4716**	65,940%	34,060%	19,755%	0,2187
	A3P3	140/150	101-150	**12,6939**	8,3284	4,3655	8,3284	2,5320	**12,6939**	65,609%	34,391%	19,947%	0,1293
	A3P4	50/60	51-100	**9,8347**	6,1529	3,6818	6,1529	2,1354	**9,8347**	62,563%	37,437%	21,713%	0,1002
	A3P4	30/40	0-50	**9,9967**	3,8218	6,1749	3,8218	3,5814	**9,9967**	38,231%	61,769%	35,826%	0,1018
	A4P1	110/120	101-150	**11,1977**	5,5157	5,6820	5,5157	3,2956	**11,1977**	49,257%	50,743%	29,431%	0,1141
	A4P1	80/90	51-100	**9,6823**	4,0468	5,6355	4,0468	3,2686	**9,6823**	41,796%	58,204%	33,758%	0,0986
	A4P1	90/100	51-100	**12,9252**	7,3304	5,5948	7,3304	3,2450	**12,9252**	56,714%	43,286%	25,106%	0,1317
	A4P1	140/150	101-150	**12,6917**	6,4055	6,2862	6,4055	3,6460	**12,6917**	50,470%	49,530%	28,727%	0,1293
	A4P1	270/280	251-300	**11,1175**	5,8844	5,2331	5,8844	3,0352	**11,1175**	52,929%	47,071%	27,301%	0,1132
	A4P2	240/250	201-250	**13,1434**	7,7763	5,3671	7,7763	3,1129	**13,1434**	59,165%	40,835%	23,684%	0,1339
	A4P2	20/30	0-50	**14,1867**	2,6816	11,5051	2,6816	6,6730	**14,1867**	18,902%	81,098%	47,037%	0,1445

	A4P2,5	450/460	451-500	**11,0877**	5,4302	5,6575	5,4302	3,2814	**11,0877**	48,975%	51,025%	29,595%	0,1129
	A4P3	130/140	101-150	**12,4369**	8,1493	4,2876	8,1493	2,4868	**12,4369**	65,525%	34,475%	19,995%	0,1267
	A4P4	230/240	201-250	**11,6788**	6,4912	5,1876	6,4912	3,0088	**11,6788**	55,581%	44,419%	25,763%	0,1190
	A4P5	40/50	0-50	**6,4698**	2,0378	4,4320	2,0378	2,5706	**6,4698**	31,497%	68,503%	39,732%	0,0659
	A4P5	70/80	51-100	**7,6937**	3,3194	4,3743	3,3194	2,5371	**7,6937**	43,144%	56,856%	32,976%	0,0784
	A4P6	420/430	401-450	**17,0395**	8,4676	8,5719	8,4676	4,9717	**17,0395**	49,694%	50,306%	29,178%	0,1736
	A4P6	140/150	101-150	**9,9834**	6,2284	3,7550	6,2284	2,1779	**9,9834**	62,388%	37,612%	21,815%	0,1017
	A4P6	310/320	301-350	**18,431**	12,3412	6,0898	12,3412	3,5321	**18,4310**	66,959%	33,041%	19,164%	0,1877
	A4P7	160/170	151-200	**8,1158**	4,7244	3,3914	4,7244	1,9670	**8,1158**	58,212%	41,788%	24,237%	0,0827
	A4P7	60/70	51-100	**6,5853**	3,2391	3,3462	3,2391	1,9408	**6,5853**	49,187%	50,813%	29,472%	0,0671
	A4P7	40/50	0-50	**8,1813**	3,6928	4,4885	3,6928	2,6033	**8,1813**	45,137%	54,863%	31,820%	0,0833
	A4P7	120/130	101-150	**10,3349**	6,8686	3,4663	6,8686	2,0105	**10,3349**	66,460%	33,540%	19,453%	0,1053
	A4P7	130/140	101-150	**12,4616**	7,4480	5,0136	7,4480	2,9079	**12,4616**	59,768%	40,232%	23,335%	0,1269
SAPOSOA	A4P8	70/80	51-100	**23,796**	18,1314	5,6646	18,1314	3,2855	**23,7960**	76,195%	23,805%	13,807%	0,2424
	A4P8	80/90	51-100	**12,6717**	8,7872	3,8846	8,7872	2,2530	**12,6717**	69,345%	30,655%	17,780%	0,1291
	A4P8	70/80	51-100	**10,2425**	6,9603	3,2822	6,9603	1,9037	**10,2425**	67,955%	32,045%	18,586%	0,1043
	A4P8	70/80	51-100	**7,0936**	4,4711	2,6225	4,4711	1,5211	**7,0936**	63,030%	36,970%	21,443%	0,0723
	A4P9	30/40	0-50	**12,1301**	8,9055	3,2246	8,9055	1,8703	**12,1301**	73,417%	26,583%	15,418%	0,1236
	A5P0,1	170/180	151-200	**10,0792**	6,6726	3,4067	6,6726	1,9759	**10,0792**	66,201%	33,799%	19,603%	0,1027
	A5P0,1	230/240	201-250	**11,14**	6,5441	4,5959	6,5441	2,6656	**11,1400**	58,745%	41,255%	23,928%	0,1135
	A5P0,1	110/120	101-150	**9,7934**	6,6000	3,1934	6,6000	1,8521	**9,7934**	67,393%	32,607%	18,912%	0,0998
	A5P0,1	330/340	301-350	**24,1236**	17,5027	6,6209	17,5027	3,8402	**24,1236**	72,554%	27,446%	15,919%	0,2457
	A5P0,2	180/190	151-200	**14,4549**	9,1148	5,3401	9,1148	3,0973	**14,4549**	63,057%	36,943%	21,427%	0,1472
	A5P0,2	210/220	201-250	**14,3487**	8,3039	6,0447	8,3039	3,5060	**14,3487**	57,872%	42,128%	24,434%	0,1462
	A5P1	180/190	151-200	**8,0166**	4,5871	3,4295	4,5871	1,9891	**8,0166**	57,220%	42,780%	24,812%	0,0817
KALLIOLA	A5P1	30/40	0-50	**12,1701**	7,0712	5,0988	7,0712	2,9573	**12,1701**	58,104%	41,896%	24,300%	0,1240
	A5P2	0/10	0-50	**6,4244**	3,0174	3,4069	3,0174	1,9760	**6,4244**	46,968%	53,032%	30,758%	0,0654
	A5P2	210/220	201-250	**6,9738**	3,5523	3,4215	3,5523	1,9845	**6,9738**	50,937%	49,063%	28,456%	0,0710
	A5P3	110/120	101-150	**6,7903**	3,3520	3,4384	3,3520	1,9942	**6,7903**	49,364%	50,636%	29,369%	0,0692
	A5P3	200/210	201-250	**6,3239**	2,9132	3,4107	2,9132	1,9782	**6,3239**	46,067%	53,933%	31,281%	0,0644
	A5P4	140/150	101-150	**7,1884**	2,6000	4,5884	2,6000	2,6613	**7,1884**	36,169%	63,831%	37,022%	0,0732
	A5P5	150/160	151-200	**8,3021**	3,5191	4,7830	3,5191	2,7742	**8,3021**	42,387%	57,613%	33,415%	0,0846
	A5P5	80/90	51-100	**9,3739**	5,0912	4,2827	5,0912	2,4840	**9,3739**	54,312%	45,688%	26,499%	0,0955

Tabla 9. Determinación del Carbono Almacenado en el Suelo (CAS).

N°	NOMBRE DE LA MUESTRA	%Carbono	Densidad (g/cm^3)	P(cm)	CAS (g/cm^2)	CAS (Kg/m^2)	CAS(tha^{-1})*
1	BAM	2,3514	0,06831	50,0	0,08031226	0,80312255	8,03122551
2	BAM	1,9660	0,08030	100,0	0,15786980	1,57869800	15,78698000
3	BAM	2,7316	0,12050	150,0	0,49373670	4,93736700	49,37367000
1	Chachibay	3,0760	0,08386	50,0	0,12898129	1,28981294	12,89812940
2	Chachibay	2,4337	0,09313	100,0	0,22665778	2,26657782	22,66577820
3	Chachibay	2,5320	0,12668	150,0	0,48113444	4,81134438	48,11344380
4	Chachibay	1,9670	0,08270	200,0	0,32534180	3,25341800	32,53418000
5	Chachibay	3,0088	0,11896	250,0	0,89480960	8,94809598	89,48095980
6	Chachibay	4,1032	0,17378	350,0	2,49573242	24,9573242	249,57324200
1	Kaliola	2,4667	0,09470	50,0	0,11679825	1,16798245	11,67982450
2	Kaliola	2,4840	0,09550	100,0	0,23722200	2,37222000	23,7222000
3	Kaliola	1,9942	0,07322	150,0	0,21902299	2,19022986	21,9022986
4	Kaliola	2,3817	0,09362	200,0	0,44592569	4,45925691	44,5925691
5	Kaliola	2,3251	0,09225	250,0	0,53623781	5,36237813	53,6237813
6	Kaliola	3,8402	0,24570	350,0	3,30237999	33,02379990	330,2379990
1	Picuro	1,9964	0,10430	100,0	0,20822452	2,08224520	20,8224520
2	Picuro	1,8457	0,06190	150,0	0,17137325	1,71373245	17,1373245
3	Picuro	3,2283	0,13560	250,0	1,09437756	10,9437756	109,437756
4	Picuro	2,9373	0,11385	350,0	1,17042006	11,7042006	117,042006
1	Saposoa	2,2368	0,10345	50,0	0,11569289	1,15692888	11,5692888
2	Saposoa	2,0784	0,11670	100,0	0,24255136	2,42551358	24,2551358
3	Saposoa	2,4592	0,11610	150,0	0,42827337	4,28273369	42,8273369

Tabla 10. Profundidad por punto de muestreo

ítem	Sitio	Código	Profundidad turbera (cm)	Coordenadas UTM X	Y
1	BAM	A1P1	40,00	539873,26	9057372,94
2	BAM	A1P2	20,00	540042,03	9057143,85
3	BAM	A1P3	95,00	540305,63	9056753,72
4	BAM	A1P4	40,00	540906,00	9056312,05
5	BAM	A1P5	160,00	540980,00	9055895,00
6	PICURO	A2P1	525,00	567476,70	9099759,65
7	PICURO	A2P2	480,00	567497,44	9099319,35
8	CHACHIBAI	A3P1	375,00	560865,00	9108245,00
9	CHACHIBAI	A3P2	150,00	558482,00	9109563,00
10	CHACHIBAI	A3P2.5	105,00	558220,00	9109546,00
11	CHACHIBAI	A3P3	125,00	558000,00	9109513,00
12	CHACHIBAI	A3P4	120,00	557551,00	9109460,00
13	CHACHIBAI	A3P5	180,00	555568,00	9113627,00
14	CHACHIBAI	A3P6	372,00	555548,00	9113171,00
15	CHACHIBAI	A3P7	528,00	555501,00	9112666,00
16	CHACHIBAI	A3P8	487,00	555563,00	9112133,00
17	CHACHIBAI	A3P9	145,00	555743,00	9111581,00
18	CHACHIBAI	A3P10	160,00	552441,00	9113574,00
19	SAPOSOA	A4P0.5	50,00	545164,77	9122430,98
20	SAPOSOA	A4P1	210,00	545002,25	9122166,61
21	SAPOSOA	A4P2	180,00	545033,50	9121680,42
22	SAPOSOA	A4P3	152,00	545077,98	9121169,29
23	SAPOSOA	A4P4	90,00	545579,94	9121111,34
24	KALIOLA	A5P0.1	360,00	604872,00	9027692,00
25	KALIOLA	A5P0.2	380,00	604887,00	9027194,00
26	KALIOLA	A5P1	220,00	603987,00	9030162,00
27	KALIOLA	A5P2	240,00	603487,00	9030037,00
28	KALIOLA	A5P3	225,00	602988,00	9029982,00
29	KALIOLA	A5P4	190,00	602437,00	9029965,00
30	KALIOLA	A5P5	195,00	602121,00	9030049,00

Tabla 11. Análisis de correlación

			Carbono (g)	Nivel_profundidad
Rho de Spearman	Carbono (g)	Coeficiente de correlación	1,000	0,352*
		Sig. (bilateral)		0,011
		N	52	52
	Nivel_profundidad	Coeficiente de correlación	0,352*	1,000
		Sig. (bilateral)	0,011	
		N	52	52

***. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).**

ICONOGRAFIAS



Fotografía 1. Determinación de cenizas



Fotografía 2. Determinación de porcentaje de humedad



Fotografía 3. Instalación de la Barrena Rusa.



Fotografía 4. Medición de las muestras obtenidas



Fotografía 5. Selección de muestras para ser llevadas al laboratorio.



Fotografía 6. Características del aguajal de Chachibai