

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA

MOLINA

ESCUELA DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA



TESIS

Caracterización de la Producción Primaria en Selva Baja: Caso

Carretera Iquitos-Nauta

Presentado por: Leslie Enrique Salomón Alván Encinas

GRADO DE MAGÍSTER SCIENTIAE EN

ECOLOGÍA APLICADA

LIMA - PERÚ

2011

ÍNDICE

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

SUPUESTOS HIPOTÉTICOS

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CASOS Y PROYECTOS LOCALES

2.2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES DE LAS UNIDADES DE MEDICIÓN

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. TIPO DE NATURALEZA.

3.1.2. POBLACIÓN

3.1.3. EDUCACIÓN

3.1.4. FISIOGRAFÍA

3.2. PLAN DE TRABAJO

3.2.1. DATOS DE CAMPO

3.2.2. PRUEBAS DE LABORATORIO

3.2.3. TRABAJO DE GABINETE

3.2.4. TRÁMITES Y PERMISOS

3.3. MATERIALES DEL EXPERIMENTO

3.3.1. MATERIALES DE CAMPO

3.3.1.1. PARA GEOTEMPERATURA

3.3.1.2. PARA CO₂ / OXIGENO

3.3.1.3. PARA CARBONO; MÉTODO DESTRUCTIVO

3.3.1.4. PARA ALOMETRÍA; DAP

3.3.1.5. PARA RESPIRACIÓN

3.3.2. PARA MUESTRA SUELOS

3.3.3. LABORATORIO O TRABAJO DE GABINETE

3.3.3.1. IMÁGENES SATELITALES

3.3.3.2. ANÁLISIS Ó ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, END_s; SUELOS

3.3.3.2.1. FLUORESCENCIA DE RAYOS X; FRX

3.3.3.2.2. DIFRACCIÓN DE RAYOS X; DRX

3.3.3.2.3. ANÁLISIS MATERIA ORGÁNICA C, P, N.

3.3.3.2.4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)

3.3.4. MATERIALES DE OFICINA

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA; PRODUCCIÓN PRIMARIA BRUTA (PPB) Y PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA (PPN)

3.4.1.1. DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA BRUTA (PPB)

3.4.1.1.1. MEDIANTE EL MÉTODO DESTRUCTIVO DE J. SACH

3.4.1.1.2. CENSO DE PARCELAS

3.4.1.1.3. EMPLEO DEL MODELO GENERAL DE SISTEMAS DE USOS DE LA TIERRA, ICRAF

3.4.1.2. DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA (PPN).

3.4.2. EVALUACIÓN DEL $^{12}\text{CO}_2$ Y DETERMINACIÓN DE RESPIRACIÓN DEL SUELO

3.4.2.1. EVALUACIÓN DEL $^{12}\text{CO}_2$ ATMOSFÉRICO

3.4.2.2. DETERMINACIÓN DE $^{12}\text{CO}_2$, RESPIRACIÓN DEL SUELO

3.4.3. DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS MACROORGÁNICOS, QUÍMICOS Y MINERALÓGICOS DE LOS SUELOS DE LAS UNIDADES ECOSISTÉMICAS

3.4.3.1. ANÁLISIS ORGÁNICO

3.4.3.1.1. MATERIA ORGÁNICA (MO%)

3.4.3.1.2. CARBÓN ORGÁNICO DEL SUELO (COS)

3.4.3.1.3. MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (MOS)

3.4.3.2. ANÁLISIS QUÍMICOS CON ENDs CON TÉCNICA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)

3.4.3.3. ANÁLISIS MINERALÓGICOS CON ENDs CON LA TÉCNICA DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

3.4.3.4. DETERMINACIÓN FÍSICO QUÍMICO; POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) SUELOS

3.4.4. DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS; LA GEOTEMPERATURA, PRECIPITACIÓN (Pp), HUMEDAD RELATIVA (HR%) EVAPOTRANSPIRACIÓN (EPTmm) Y TENSIÓN HÍDRICA (Thhmm) DE LAS UNIDADES ECOSISTÉMICAS

3.4.4.1. DETERMINACIÓN DE LAS GEOTEMPERATURAS

**3.4.4.2. DETERMINACIÓN DE PRECIPITACIÓN, HUMEDAD RELATIVA;
EVAPOTRANSPIRACIÓN; TENSIÓN HÍDRICA DEL AIRE.**

**3.4.5. METODOLOGÍA PARA PROCESAMIENTO DE IMÁGENES; SISTEMA
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

**3.4.5.1. REGISTRO GEOREFERENCIAMIENTO DE POSESIONAMIENTO
SATELITAL (GPS)**

3.4.5.2. EL ÍNDICE DE RURALIDAD (IR)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

IV.1. RESULTADOS

IV.2. DISCUSIÓN

V. CONCLUSIONES

VI. RECOMENDACIONES

VII. BIBLIOGRAFÍA

VIII. ANEXOS

AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis defendida ha sido posible gracias a la colaboración de los profesores que asistieron de cerca el desarrollo del proyecto de investigación. Además colaboradores MM. Saborio con la ‘visión del territorio’. Algunos miembros del equipo en el campo al Dr. L. Campos, Sr. Sumer Rengifo,;en Laboratorio, a J. Arce, J. Mosquera, L. Flores y fundamental a mis padres Gilberto y Nerita.

RESUMEN

Esta investigación, tiene como propuesta contribuir con el análisis funcional de ecosistemas, en base a la caracterización y análisis de 20 ecosistemas de la Carretera Iquitos Nauta. La caracterización y análisis espacial de la Producción Primaria (PP), se obtuvo instalando geoestaciones. Es decir, para cada ecosistema se determinaron las condiciones microclimáticas, $\text{CO}_{2\text{atmosférico}}$, censo arbóreo y arbustivo, la fotosíntesis, la composición física, química, mineralógica y orgánica de suelos.

Usamos un Modelo General para tierra firme (tf). La Producción Primaria y las perturbaciones antropogénicas contextualizada al análisis funcional de ecosistemas - procesos en diferentes escalas espaciales- que caracterizan y determinan la 'integridad' y 'resiliencia' de los ecosistemas. En éste contexto, los estimados de PPBruta por sistemas de usos de suelos del área de estudio fueron: Bosque (2102gr C/m^2), en Purma (1603gr C/m^2) y Chamizal (651gr C/m^2). La evaluación con IRGA del $^{12}\text{CO}_{2\text{aire}}$ reveló en Bosque 414_{ppm} , en Purma 411.7_{ppm} y Chamizal 414.1_{ppm} de CO_2 . Y, la respiración del suelo en materia orgánica fue de $0.143\text{mlg CO}_2/\text{hora/g}$ la cual es menor a $0.169\text{mlg CO}_2/\text{hora/g}$ de raíces finas. Así, se determinó la PPNeta en Bosque, Purma y Chamizal. Además se analizó y evaluó la $\text{MO}\%$, COSgr C/m^2 , $\text{MOS}\%$, C/N , y P_{ppm} en suelos. Se empleó ENDS, mediante las técnicas de FRX y DRX para suelos, se identificó 5 elementos químicos dominantes por FRX, en Bosques (Fe, Ti, Zr, Mn, Nb), Purma (Fe, Zr, Ti, Nb, Mn) y Chamizal (Zr, Ti, Fe, Ca, Mn). Y; la DRX confirmó la abundancia relativa de arcillas (caolinita), óxidos (cuarzo), filosilicatos (montmorillonita), tectosilicatos (feldespatos) en la secuencia Chamizal > Bosque > Purma. En las condiciones microclimáticas se evaluó:

- i. el Flujo de Calor en el suelo positivo en el Bosque y Chamizal y negativo en la Purma.
- ii. la $\text{HR}\%$ fue mayor en Purma que Bosque y Chamizal; y, **iii.** la EPT_{mm} . mes, cuantificó mayor actividad en Chamizal que Bosque y Purma. El potencial hídrico del aire inverso a la $\text{HR}\%$, la tensión es menor en Purma que Bosque y Chamizal. Por último el análisis espacial, se procesó la información geográfica GIS, a partir del cual se generó y categorizó el Índice de Ruralidad, para Bosque (RnA 50%, RA 35%, T 15%), en Purma (RnA 50%, RA 20%, T 30%) y Chamizal (T 100%).

Abreviaciones: Producción Primaria, PPB/PPN, Bosque, Purma, Chamizal, GIS, ENDS FRX, DRX, IRGA, Geotemperaturas, Índice de Ruralidad.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático, es uno de los asuntos ambientales más prominentes de nuestro tiempo. Búsqueda de consensos, cumbres mundiales y acuerdos de partes (en las que el Perú participó), permitieron elaborar primero, el marco jurídico; segundo, los manuales y guías de valoración (Ley 28611, Ley 27446, Ley 27314¹ en Parra 2005). La valoración de biomasa y protección de ecosistemas orientadas a la evaluación de impactos ambientales; además, orientada a la revalorización potencial de servicios ambientales de bosques. La expectativa año a año, desde la Cumbre Mundial del Medio Ambiente en Río de Janeiro, 1992 en Brasil; la Cumbre de Kyoto, Japón 1997; la Cumbre de Poznan 2008, Polonia; la Cumbre de Copenhague 2009, Dinamarca; y, más reciente la Cumbre en Cancún, México 2010 (IPCC, 2010). Hoy en día, será la producción de emisiones (residuos sólidos domésticos y industriales -RSD, RIL-) más la generada en forma natural (autotrófica y heterotrófica), como los factores relevantes que contribuyen al cambio climático y calentamiento global. Amen, nuestra coyuntura (en distintos ordenes y estamentos de la burocracia) actual adherida a la lucha contra el cambio climático. En éste ítem, la gestión medioambiental y la **ecología aplicada** toma partida e intenta instrumentalizar.

El estudio, utiliza factores que gobiernan los procesos que dan lugar a patrones de distribución, organización, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas (de gran incidencia antropogénica). La caracterización de ecosistemas, estructura y función se tipifica y estandariza en parcelas. Así, por ejemplo, los factores y procesos climáticos y geológicos son adecuados en la definición de ecosistemas a escalas espaciales grandes, mientras que los procesos edafogénicos o fototróficos lo son para ecosistemas a escalas pequeñas. Se destaca el rango de conectividad y **funcionalidad** entre las unidades ecosistémicas y a diferentes niveles geográficos (NDVI). Por último, se resalta la sostenibilidad de la ruralidad. Lo rural en éste sentido, no existe consenso a nivel internacional sobre cómo diferenciar entre lo urbano y lo rural (Rodríguez, 2008). Si lo

¹ Ley 28611= Ley General del Medio Ambiente. Ley 27446= Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Ley 27314= Ley General de Residuos Sólidos.

rural es multidimensional y la heterogeneidad que se deriva de ello se expresa en el territorio (éste, con la ‘visión del territorio’ orientada a medir de la mejor manera el aporte de la agricultura y servicios de la ruralidad a la economía) (Sepúlveda, 2003). Se genera el Índice de Ruralidad, instrumento de conectividad -densidad de Producción Primaria (NDVI), densidad de gentes ó poblados y número de carreteras-, en cada una de las unidades ecosistémicas destacando la importancia de superar la dicotomía rural-urbano, a partir de mediciones basadas en el concepto de gradiente², presupuesto descriptivo y valorativo de la intervención antropogénica.

OBJETIVO GENERAL

1. Elaborar un Modelo General para la Producción Primaria de ecosistemas terrestres de Bosque, Purma y Chamizal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la Producción Primaria Neta de los ecosistemas.
2. Determinar y evaluar el ¹²CO₂ atmosférico y del Suelo.
3. Determinar y evaluar los elementos macroorgánicos, químicos, mineralógicos y físico químico de los suelos.
4. Determinar las condiciones microclimáticas de los ecosistemas.
5. Procesar las imágenes SIG para el NDVI y conectividad de los ecosistemas; generar Índice de Ruralidad.

SUPUESTOS HIPOTÉTICOS

- i. El Método destructivo con la técnica de sacabocados es eficiente para la cuantificación de la Producción Primaria en biomasa.
- ii. Los ENDS, mediante las Técnicas de FRX y DRX en suelos caracterizan eficientemente los ecosistemas Bosque, Purma y Chamizal del estudio.
- iii. Los parámetros de microclima usados en la caracterización del clima describen bien los tipos de ecosistemas.
- iv. La Producción Primaria y el uso del Índice de Ruralidad -como instrumentos de planificación-, son conceptos complementarios para el análisis funcional de ecosistemas.

² El gradiente urbano-rural, argumento teórico y práctico para definir y potenciar las relaciones campo y ciudad en procesos de desarrollo (Saborio, 2008).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CASOS Y PROYECTOS LOCALES

i. Estudios y Avances Realizados en Materia de Ordenamiento Territorial.

A nivel nacional y regional, algunas instituciones han realizado estudios de zonificación ecológica económica en ciertos sectores de la Región Loreto. Entre las instituciones que realizaron estudios se tiene a las siguientes:

- Proyecto Especial de Estudios Automatizados **PEAE 2002.**
- Proyecto de Desarrollo Integral de la Cuenca Río Putumayo **PEDICP 1993-94/2000-04**
- INADE (Organismo descentralizado del MP/PCM)
- El Instituto de la Amazonía Peruana-**IIAP**
- Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (**MTCVC**)

ii. Los estudios de Zonificación Ecológica Económica, área de influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, CTAR Loreto/IIAP/ARACURARIA 2000.

- Estudio de Macro Zonificación Ecológica de la Reserva Nacional Pacaya Samiria Región Loreto - IIAP - ARAUCARIA, año 2000 - 2001.
- BIODAMAZ, IIAP (**Cooperación Técnica Perú/Finlandia**). Proyecto de la Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana -Fase I, II, III-. **1ro.** se inició macrozonificación ecológica-económica, se avanzó en la caracterización de Macro Unidades Ambientales. Y la **2da.** fase del Proyecto Biodamaz se propuso la verificación científica de las macrounidades ambientales y la producción de una macrozonificación socioeconómica y cultural.

iii. El Estudio Geoecología en al área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta. Informe Universidad de Turku/IIAP/UNAP 1998. Estudio compilador, recapitula las exploraciones del último siglo XX.

iv. Dinamarca-IIAP, la Universidad de Veterinaria y Agricultura Danesa. Estudios de ‘Depósitos de Detritos, Biomasa y Producción Primaria Neta en los Bosque de la Llanura Aluvial de la Amazonía Peruana’. Informe doctoral de Nebel, Gustav y col. 2000. Se monitoreó tres bosques maduros en la ribera del Río Ucayali, durante 4 años

(ecosistemas conocidos como lomadas u lomeríos y Tahuampas). Adicionalmente se colectó durante un año, el depósito caído de detrito fino. El área foliar específica - defoliación correlacionada con precipitación e inundación-; los detritos finos promedian 700 g/m²/ año en los tres bosques.

v. HYBAN / ORE 2008: Con el fin de adquirir datos fiables y regulares, con pasos de tiempo adoptados a las variaciones estacionales (estiaje y aniego), el programa HYBAN estableció una red de 18 estaciones de referencia a partir de 1995 en los principales ríos de la Amazonía boliviana y brasileña.

v. GEF³: a. Conservación Cuenca Río Nanay IIAP 2001. Iquitos, Proyecto mediano plazo. b. Proyecto GEF amazonas OTCA/ PNUMA/ OEA países de la cuenca del río Amazonas emprenden proyecto para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, considerando la variabilidad y el cambio climático en la cuenca amazónica.

vi. IIAP. Plan Estratégico 2011-2020.

vii. SEPIA⁴ Congreso X, 2008.

2.2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES DE LAS UNIDADES DE MEDICIÓN

Análisis Multielemental. Mediante el cual a partir de muestras tomadas en los sitios de interés. Con el uso de ENDs, técnicas No Destructivas. **i.** Fluorescencia de Rayos X. **ii.** Difracción de Rayos X. **iii.** Análisis por radicación de Gas Infrarojo. Se determina elementos químicos y estructuras de materiales (minerales). Las que se analizan y evalúan cualitativa y cuantitativamente.

Análisis Funcional de Ecosistemas. El ecosistema, como unidad de análisis se revela como una escala adecuada para el estudio de procesos y transformaciones físico y bioquímicas. Y el estudio de los procesos ecológicos a partir de los registros de los patrones espaciales y temporales. El concepto de ecosistema es esencialmente funcional, pudiendo ser aplicado a sistemas naturales y a las perturbaciones antropogénicas. En este mismo contexto, el conocimiento de los factores que controlan la estructura y función de los ecosistemas constituye el único marco de referencia para el establecimiento de criterios objetivos para el manejo de ecosistemas y su conservación.

Bosque Tropical Húmedo. Es el bioma más rico y productivo de la superficie terrestre del planeta, cubriendo de ésta únicamente un 6% pero siendo hábitat de más del 50% del

³ GEF=Global Environment Facility. Iniciativa franco-alemán fundada en la cumbre Mundial de la Tierra 1992. Iniciativa y Convención Internacional para la Biodiversidad Biológica el Cambio Climático, Desertificación y Polución Ambiental.

⁴ SEPIA: Seminario Permanente de Investigación Agraria.

total de especies de plantas y animales. El promedio de vida media es +/-60 años tierra firme y 43 años para las poblaciones arbóreas en arenas blancas (Aguilar, 2009).

Bosque Maduro. Área siempre verde, la perturbación es <15%, el DAP⁵ arbóreo ≥30 cm. y dosel⁶ no menor 30m.. La flora arbórea, caracteriza una edad ≥ 60 años. A juicio de la FAO (1995), los bosques densos son formaciones arbóreas continuas de origen natural, con una altura media de más de 5m. y una cubierta de copa superior al 40% del área total.

Carbono. C; símbolo químico del carbono. El carbono es un no metal que se presenta en dos formas naturales: cristalina (diamante y grafito) y amorfa (Hulla, antracita, lignito y turba) y estas variedades alotrópicas se han podido obtener de manera artificial.

Carbono Orgánico, CO. Presente en todas las sustancias orgánicas, fijado por las plantas a través de la fotosíntesis. El CO constituye los carbohidratos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos. Se mide por la cantidad de dióxido de carbono que se genera al oxidar la materia orgánica en condiciones especiales (calorímetro).

COS. El carbono orgánico del suelo, es un componente importante del ciclo global del C, ocupando un 69,8 % del C orgánico de la biosfera (FAO, 2001). El COS asociado a la materia orgánica del suelo proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico. La cantidad de COS no solo depende de las condiciones ambientales locales, sino que es afectada fuertemente por el manejo del suelo (Martínez, 2008). Se usa para obtener el COS la ecuación sugerida por Ruiz, 2004. $COS = CO * Da * Ps$ (Mg C/ha⁻¹). Donde: CO: C% orgánico en suelo (Walkley y Black 1938 en Martínez 2008); Da: Densidad aparente g cm³; Ps: Profundidad del suelo (cm.).

Calicatas. Son aberturas de 1m² en el suelo del lugar de interés. Nos permite obtener monolitos, muestras del subsuelo e instalar los termómetros (sensores de temperatura).

Cartografía de Ecosistemas. El sistema de clasificación jerárquica de ecosistemas, a diferentes escalas espaciales, tomada de las propuestas americana y canadiense, para referirse a las escalas espaciales en que se expresan las características estructurales y funcionales que determinan la integridad de los ecosistemas a cada nivel de la clasificación. El resultado es una clasificación jerárquica de ecosistemas a diferentes escalas espaciales en primer lugar, en que con el empleo del prefijo "eco" se deja constancia de que el objeto a clasificar es un sistema de relaciones ecológicas y no un determinado componente del medio natural (geomorfología, suelo, vegetación); en

⁵ Dap: Diámetro a la altura del pecho.

⁶ Dosel: Biomasa bajo el nivel más alto del árbol ≥ 35 m.. al suelo ó nivel de superficie, en el estudio.

segundo lugar utiliza una terminología que se corresponde con áreas de tamaño decreciente (zona, provincia, ecorregión, etc.); y por último en que es fácilmente traducible a casi todos los idiomas europeos (Klijn&Udo de Haes, 1994).

NIVELES DE CLASIFICACIÓN	ESCALA CARTOGRÁFICA INDICATIVA	UNIDAD CARTOGRÁFICA BÁSICA	CARACTERÍSTICAS DE CLASIFICACIÓN
Ecozona	1: >50'	> 62.500 km ²	Climáticas
Ecoprovincia	1:10' - 2'	62.500 a 2500 km ²	Geológicas, geomorfológicas
Ecodistrito	1:2' -500.000	10.000 a 625 ha	Hidrológicas superficial
Ecosección	1:500.000-100.000	625 a 25 ha	Relieve, suelos
Ecoserie	1: 100.000 -25.000	25 a 1.5 ha	Cultivos, vegetación
Ecotopo	1:25.000-5000	1.5 a 0.25 ha	Unidad espacial más pequeña (polígono) puede cartografiarse
Ecoelemento	1: < 5000	< 0.25 ha	Elementos puntuales no cartografiables.

Fuente: Klijn&Udo de Haes, H..1994.

El ecosistema se comprende como una entidad perceptible plurisensorialmente; es decir, como un *paisaje* con límites operativos y por tanto puede reconocerse y cartografiarse. Sin una expresión espacial y un orden temporal, los ecosistemas no pueden ser clasificados ni cartografiados, y en consecuencia no pueden ser objeto de ninguna política ambiental encaminada a la conservación, a largo plazo, de su integridad y salud ecológica (Montes, 1997).

Densidad Global del Suelo (Dg). Es definida por la relación de la masa de una muestra de suelo seco y el volumen que ocupa en condiciones naturales; esto es, sin modificar su estructura: $Dg = m_{ss} / V_t$ (g / cm³).

Ecosistema. La aproximación ecosistémica al estudio y gestión de los espacios naturales que se promueve desde este trabajo desarrolla un marco de integración conceptual y metodológica articulado alrededor de tres acepciones o extensiones del término ecosistema que hay que tener muy en cuenta en la caracterización de sus atributos de integridad, salud y/o resiliencia: **a)** El ecosistema como una conceptualización de la organización y funcionamiento de la naturaleza. El ecosistema se comprende como una abstracción o supraestructura teórica. **b)** El ecosistema como el resultado de una jerarquía de relaciones de dependencia entre sus componentes y una jerarquía de escalas espacio-temporales. El ecosistema se comprende como una unidad con una organización jerárquica y como una entidad real; tangible, que puede definirse o clasificarse a una escala espacial determinada como un tipo genético-funcional de sistema ecológico. **c)** El

ecosistema como escenario, básicamente visual, de un sistema complejo de relaciones biofísicas (Montes, 1997).

Ecosistema como unidad funcional. Como abstracción o supraestructura teórica. Asociados los conceptos de función y estructura. La función o el funcionamiento del ecosistema se vinculan con el intercambio de materiales y el ciclo de nutrientes y con el procesado y transferencias de energía. La estructura se refiere a la organización de materiales y la distribución de la energía dentro del sistema. Cada tipo de ecosistema posee una organización estructural y desarrollo en el tiempo que determina su funcionalidad y que define su identidad ecológica o, en términos de conservación, su integridad ecológica, **su resiliencia**. Una vez considerados todos los atributos, podemos caracterizar un ecosistema "sano" como aquél que es activo y mantiene su organización y funcionamiento además de tener una gran -resiliencia- capacidad de absorber el estrés generado por las perturbaciones naturales y antropogénicas en el tiempo a la vez que suministra servicios a la sociedad.

Enfoque Territorial del Desarrollo Rural. El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) ha venido impulsando en los últimos años una visión que destaca la importancia de concebir lo rural desde una perspectiva territorial (Echeverri, 2002; Sepúlveda, 2003) el enfoque territorial es el fundamento sobre el cual se realizan planteamientos para orientar políticas públicas diferenciadas para el mundo rural (Sepúlveda, 2003). En particular, el enfoque territorial permite: **a)** superar las visiones dicotómicas, según las cuales lo rural es residual y se ajusta pasivamente a lo urbano; **b)** avanzar en la discusión del territorio como factor de desarrollo y no como contexto; **c)** entender lo rural como un proceso multidireccional y dinámico; **d)** reconocer la heterogeneidad del sistema económico-social y la necesidad de acercamientos a las dinámicas sociales y económicas que desarrollan las poblaciones ubicadas en territorios específicos; **e)** intentar respuestas a la pregunta de si es posible para un país avanzar en el logro de mayores niveles de competitividad de su estructura productiva sin considerar las condiciones particulares de los diversos sectores sociales y regiones en materia de sostenibilidad económica, social y ambiental; y **f)** discutir el tema de las políticas de desarrollo rural no como apéndice de la política económica, sino destacando el aporte del mundo rural al bienestar nacional.

- **Los Criterios para una Nueva Medición:** En la discusión sobre nuevos criterios para medir lo rural se identifican al menos cinco grandes temas: **a)** cómo abordar la relación entre lo rural y la actividad económica; **b)** la decisión sobre si utilizar la población

absoluta de las comunidades o la densidad de población de alguna unidad administrativa u otra; **c)** la decisión sobre si considerar o no -ó hasta donde- la provisión de servicios como criterio para definir lo rural; **d)** la conveniencia de utilizar criterios político - administrativos.

- **La construcción de un gradiente** rural/urbano plantea la necesidad de abordar temas como los siguientes:**a)** identificar las dimensiones a partir de las cuales establecer la distinción entre lo urbano y lo rural y seleccionar las variables para instrumentar la aplicación; **b)** definir, las unidades geográficas a partir de las cuales se construye el gradiente; **c)** definir, para cada una de las variables, el umbral a partir del cual dichas unidades son clasificadas como urbanas o rurales; **d)** definir cómo agregar las mediciones de las variables correspondientes a las dimensiones acordadas; y **e)** establecer criterios para la agregación territorial (Saborio, 2008).

Flujos de CO₂. El flujo neto de CO₂ es la variable que se usa para estudiar los intercambios entre ecosistemas terrestres y atmósfera (net ecosystem exchange, NEE). Se puede descomponer en: flujo debido a la actividad fotosintética que fija el CO₂ atmosférico y flujo debido a la respiración que libera CO₂ a la atmósfera. La respiración del ecosistema (TER, Total Ecosystem Respiration) se compone de la respiración de la cobertura foliar, del tejido leñoso y de las raíces de los árboles (respiración autotrófica del suelo AR) así como de la respiración de los microorganismos del suelo -respiración heterotrófica del suelo HR- (Janssens&Lankreijer, 2001 en Oviedo, 2007).

Formación Arenitas de Iquitos. La unidad geológica de 'arenitas de Iquitos', forman una secuencia granodecreciente con una base erosiva. Las arenitas libre de arcilla son usual mente blanquecinas. Ocupa espacios muy superficiales (en algunos tramos se puede distinguir una gruesa capa de podsol, visible a profundidades menores a 1.50m.) y profundidades registradas mayores a 11m.

- **Chamizal ó Ecosistema Muy Perturbado:** Área donde se han alterado todos los componentes del paisaje. Específicamente es la Formación Arenitas de Iquitos, sobreyacente a la Formación Nauta. Casi todas las plantas tienen hojas gruesas y coriáceas, y las hierbas son escasas, con excepción de los helechos que son muy comunes en el suelo las epífitas en partes bajas de arbustos. Los Líquenes, helechos y briofitas son especies vegetales endémicas su resiliencia se incrementa.

Formación Pebas. De acuerdo a las interpretaciones paleogeográficas efectuadas se ha sugerido una evolución de la Amazonía occidental en tres fases: una fase fluvial, una estuarina y una lacustrina. La formación Pebas que sería la unidad más antigua

conformando el basamento de la zona de estudio, se habría formado durante la fase lacustrina (18-11 Ma) en el “Lago Pebas”, tal como lo demuestran sus sedimentos limo arcillosos y abundante fauna fosilífera. Comprende depósitos formados hace unos 18 a 10 millones de años en un paleo-lago (formación geológica del Mioceno Medio) de la Amazonía occidental con episodios fluviales y perimarininos alternantes (Hoorn, 1994, Räsänen et al. 1995, Vonhof 1998 en Kaliolla 1998).

Fotosíntesis. La fotosíntesis es un proceso biológico que metaboliza (mediante sus células) la luz, los gases, el vapor de agua con la energía radiante del sol. Se transforman sustancias inorgánicas en orgánicas (síntesis del cloroplasto y mitocondrias). Cierta cantidad regresa a la atmósfera, pero la cantidad fijada y convertida en carbohidratos en la fotosíntesis se conoce como producción primaria bruta, PPB (Vigil, 2010).

- **Fotosíntesis; Método Julios Sach:** El valor neto de la fotosíntesis puede determinarse, aproximadamente a partir del aumento en peso de sustancias vegetal anhídrido (carbono) que corresponde a un área dada de superficie foliar durante determinado período de asimilación de CO₂ (Bonner&Galston, 1969).

Funciones del Bosque como Ecosistema. A partir de dos componentes interrelacionados: a) existencias; y b) flujos. Se categoriza los procesos evolutivos y la estructura del paisaje, clasificando las funciones: **i.** funciones de producción. **ii.** funciones de regulación. **iii.** funciones de información y mantenimiento.

- **Funciones de producción.** Es la más reconocida, utilizada y valorada económicamente por el hombre. Las formas de manejo y grados de explotación (perturbación) de los recursos repercuten en la intensidad con las que cumple las funciones de regulación, mantenimiento e información.

- **Funciones de regulación.** Importante para el equilibrio del ecosistema en el tiempo y en conjunto permiten que las funciones productivas se desarrollen.

- **Funciones de información y mantenimiento.** Referida a los procesos evolutivos que se desarrollan dentro del ecosistema como a su estructura, incluye el hábitad de comunidades humanas y los cultivos asociados al bosque. Información científica y educativa, estética y cultural.

Geoecología ó Ecología de los Paisajes. Debe ser la base científica para la planificación, manejo, conservación y desarrollo de los territorios y a la vez que profundiza en su concepción teórico-metodológica va a la búsqueda de nuevos métodos para la solución de las tareas prácticas y su aplicación a solución de problemas concretos del desarrollo socio económico en las diferentes regiones de nuestro planeta. El Ordenamiento

Geocológico de los paisajes fue la metodología escogida. Este ordenamiento es concebido por (Mateo, 1991 en Alcaraz 1994) como: “El nivel más amplio y abarcador en la planificación ambiental, dirigido a determinar un modelo constituido por tipos funcionales de uso para cada parte del territorio”. Los procesos geocológicos pueden dividirse además en: **i.** Funcionales o de la dinámica funcional: que son los dirigidos a garantizar el funcionamiento de sistemas como los hídricos, geomorfológicos (como factor formador del relieve), geoquímicos (como factor de migración de los elementos químicos), etc. **ii.** Degradantes: apuntan sobre los procesos negativos, indeseables, dañinos, geoambientales riesgosos a catastróficos.

Geotemperatura. Son las temperaturas del suelo. Las Temperaturas del suelo tiene mayor significado ecológico para la vida de las plantas que la temperatura del aire (Chang, 1971; en García 1993). La cantidad de energía radiante absorbida por el suelo estará en función de su textura, estructura y contenido de humedad. Es decir, son las temperaturas del suelo cuyos valores están en relación directa a la energía solar absorbida y en relación inversa a su contenido de humedad (García, 1993).

GPD. Procesamiento Digital Geográfico. Es el procesamiento de la imagen satelital ó rango del sensor espectral telemático Landsat. El flujo de radiación recogido por un sensor remoto, en varias bandas, es una representación precisa del flujo de radiación de las características de la superficie terrestre. Para realizar un análisis multitemporal se requieren imágenes satelitales que sean radiométricamente comparables, para tal efecto se aplicó una calibración radiométrica relativa que minimizará o elimina los efectos producidos por variaciones en el ángulo del sistema suelo -energía solar- sensor, las condiciones atmosféricas, y las condiciones de humedad del suelo.

Humedad del Suelo. La cantidad de agua almacenada por el suelo, en la mayoría de los casos está expresada en porcentaje de masa o porcentaje de volumen.

Humedad en base a peso seco: % H = (PH-PS) / PS * 100 (1)

Donde % H (peso) es el contenido de agua en base a peso expresada como porcentaje. El PH y PS representan, peso del suelo húmedo y seco respectivamente. El peso seco se determina luego de secar la muestra en estufa por 24 horas a 105°C también puede utilizarse para su determinación el horno de microondas.

Humedad en base a volumen (θ). Es el volumen de agua existente en el volumen total V_t , de la muestra de suelo: $\theta = (\text{Volumen agua}) / (\text{Volumen total suelo}) * 100$.

Índices de Ruralidad, IR. Que es un promedio simple de tres índices⁷, se calcula directamente mediante álgebra de mapas. El **Índice Ponderado**, es una expresión $\Sigma[\text{ir}, \text{ip}, \text{ic}]$; la función índice rural, es información de cada segmento sobre el área correspondiente a cada categoría. Esta solución, expresa la importancia relativa del valor del índice en el segmento como porcentaje del área total. Usando esta lógica, se calcula para cada segmento un valor ponderado a cada una de las categorías (i.e. 1,2,...,7) por el porcentaje de área correspondiente a cada una de ellas (Saborio, 2008).

Lo rural como territorio. La concepción de lo rural es planteada; a partir del concepto de Nueva Ruralidad. Por lo tanto, destaca la importancia de las actividades económicas rurales no agrícolas y su contribución a la generación de servicios con empleo (pj. REDD⁸), así como las oportunidades de desarrollo que surgen de una mayor articulación entre lo urbano y lo rural; y, para ello es central la propuesta de concebir lo rural como territorio (Echeverri y Ribero, 2002).

Materia Orgánica, MO. Cumple en el suelo muchas funciones, pero se pueden reducir fundamentalmente: **i. Acción química**, mediante la cual proporciona determinados elementos nutritivos a las plantas principalmente nitrógeno, y es además capaz de retener suplementos nutritivos aprovechables por las plantas. **ii. Acción biológica**, ya que sirve como medio de vida a los organismos heterótrofos del suelo. **iii. Acciones físicas**, tales como aumentar la estabilidad de los agregados del suelo, aumentar la capacidad de retención de agua, calentamiento del suelo más intenso debido a su color negro ó pardo. **iv. Acciones fisiológicas**, debido a su contenido en sustancias auxínicas y antibióticas. Y, el contenido en MO se deduce del carbono orgánico (C) usando el factor 1,724 de Van Bemmelen (Porta, 1986 en Martínez, 2008). $\%MO = \%C \times 1,724$. Este factor de Van Bemmelen se basa en la hipótesis que la materia orgánica del suelo tiene 0,58 % de carbono (Melgratti, 2005).

Modelo. En términos generales se puede decir que un modelo consta de: **i.** Reglas de representación del input y el output. Las reglas de representación permiten construir partiendo de una realidad física definir un conjunto de datos de entrada o input, a partir de los cuales el modelo proporcionará un output o resultado final, que también será una interpretación del efecto de las condiciones iniciales elegidas sobre la realidad física. **ii.** Estructura interna que dependerá del tipo de modelo. Esta estructura interna permite definir una correspondencia entre el input y el output. Un modelo es determinista si al

⁷ Tres Subíndices; $IR = \sum \text{Índices de Vegetación (iv)} + \text{Índices de Población (ip)} + \text{Índices de Caminos (ic)} / n$.

⁸ REDD= Reducción Evitado por Deforestación y Degradación de Suelos.

mismo input le corresponde el mismo output y no determinista si al mismo input pueden corresponderle diferentes outputs.

Modelos de Ecosistemas. Un modelo representa algo concreto y sobre el cual se pueden realizar previsiones, según esto los elementos de todo modelo deben ajustarse a unos comportamientos que puedan ser llevados a expresiones -matemáticas, físicas, biofísicas, socio ecosistémicas- científicas, puede por tanto predecirse un futuro comportamiento. Para su elaboración hay que tener en cuenta: lo que lo hace funcionar, las variables, las interacciones y el control que se establece sobre los propios elementos del sistema. Partiendo por tanto de un modelo concreto sobre él se podrán establecer hipótesis y sobre estas hipótesis se podrán establecer ecuaciones que se ajusten al comportamiento del ecosistema.

- **Elementos de un ecosistema:** **1. Bióticos:** **i.** Autotrófico: la fuente de energía y fotosíntesis. **ii.** Heterotrófico: el flujo del sistema los organismos y genes intercambian información: **a)** Biófagos; alimentación a partir de seres vivos, Herbívoros y Carnívoros. **b)** Saprófagos; las de rastrojos y mantillo, los desintegradores y descomponedores. **2. Abióticos:** **i.** Materiales no vivos. **ii.** Sustancias inorgánicas.

NDVI. El Índice Diferencial de Vegetación Normalizado, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en base a la medición. Lo más objetivo es hacer un trabajo de campo, en el cual se utilice un procedimiento aprobado para el cálculo de la biomasa vegetal presente. Este índice de vegetación justifica su aplicación de este modo, el NDVI utilizado fue el siguiente: $NDVI = \frac{TM_4 - TM_3}{TM_4 + TM_3}$

Donde: TM_4 = Banda 4 del espectro Landsat TM. TM_3 = Banda 3 de Landsat TM.

Parcela. Área donde se realizan las medidas de los diferentes componentes de la PP.

Píxel. Unidad de básica de información GIS⁹ $\approx 150m. * 150m.$. Es considerada como el área de contingencia para el análisis espacial, censo en flora arbustiva y aérea. Además la elaboración del índice de ruralidad.

Potencial Hídrico. En su forma clásica, el potencial hídrico del aire se expresa como función de su densidad y de la ratio de presiones de vapor. El potencial de agua de la atmósfera es mucho más negativo que el potencial hídrico de la planta.

Producción. Los organismos necesitan un aporte continuo de materia y energía para desarrollar sus funciones vitales y equilibrar las pérdidas del metabolismo el crecimiento

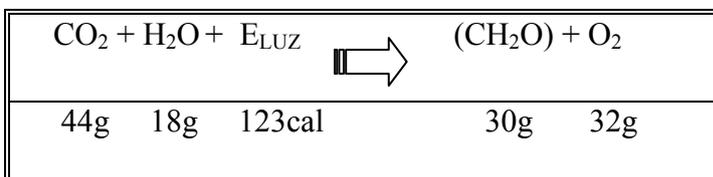
⁹ GIS: Sistema de Información Geográfica.

y la reproducción. La energía (flujo) se puede medir en cada nivel trófico por alguno de los siguientes parámetros:

- **Biomasa.** Es el peso total de organismos de un nivel trófico -población o ecosistema-. Se expresa; gramos de Materia seca o Materia fresca, gramos de Carbón, Calorías, N° de individuos. Por unidad de volumen o superficie (gr/cm^2 ; gr/ha ; kcal/ha).
- **Energía.** La energía disponible (R_n) está dada por la radiación neta en onda corta (R_{noc}) menos la radiación neta en onda larga (R_{nol}); esta diferencia (R_n) tiene valor positivo durante la mayor parte de las horas diurna y valor negativo en las últimas horas de la tarde y durante la noche (García, 1993). La propagación de energía se da a través de los procesos de radiación, advección horizontal, advección vertical (turbulencia) y conducción. El Flujo de calor puede medirse con placas medidoras de flujo de calor y el gradiente puede medir se utilizando termómetros.
- **Producción.** Es el incremento de biomasa por unidad de tiempo ($\text{mg}/\text{cm}^3/\text{d}$, $\text{kg}/\text{ha}/\text{año}$; etc.). Indica cuanta biomasa puede ser usada por el siguiente nivel trófico sin alterar el ecosistema
- **Productividad.** Es la relación de **Producción/Biomasa**. La productividad del ecosistema es, mayor cuanto menor es la pérdida de materia y energía entre los niveles tróficos.

Producción Primaria. De una comunidad es la cantidad de biomasa producida a través de la fotosíntesis por unidad de superficie y tiempo por parte de las plantas. Es el **incremento de** biomasa en el nivel trófico autótrofo. Se suele referir a los organismos fotosintéticos como base de casi todos los ecosistemas, bacterias y microorganismos (biocenosis) las tasas de fotosíntesis y respiración son parámetros importantes del ecosistema. Puede expresarse en unidades de masa/área/ tiempo.

PPB = producción primaria bruta. Es la biomasa producida por fotosíntesis:



Producción Primaria Neta, PPN: Es la energía almacenada en cada nivel, potencialmente disponible para ser transferida a los siguientes niveles tróficos. Representa el aumento de la biomasa por unidad de tiempo y se obtiene restando de la producción bruta la energía consumida en el proceso respiratorio de automantenimiento (R) en una unidad ecosistémica: **PPN = PPB – R.**

Propiedades Físicas del Suelo:

- **Capacidad Calórica (C).** Es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura un °C del volumen unitario (1 cm³) del suelo. Puede cuantificarse sobre la base de la densidad global del suelo (Dg) y el calor específico del suelo (Cs) y contenido de humedad del suelo: $C = Dg * Cs$ (Cal /cm³ °C).

La capacidad calórica y calor específico; si a un cuerpo se suministra una cantidad de calor Q y ocasiona un incremento de temperatura ΔT, entonces a la razón de la cantidad de calor suministrado entre la variación de temperatura se le denomina capacidad calórica (C). Por otro lado el calor específico (c) de una sustancia es su capacidad calórica por unidad de masa, o sea: $c = Q / m\Delta T$ (cal/g °C)

- **Calor Almacenado en el Suelo (Q).** La cuantificación en términos del balance de energía son mediciones experimentales micrometeorológicas de temperatura de aire, presión de vapor de agua, geotemperaturas y el viento en dos ó más niveles, luego se hacen uso de ecuaciones: $\Delta Q_{\text{día}} = \sum_{h=7}^{h=18} (\Delta Q) h$ (cal).

Rayos X (RX). Hace algo más de un siglo, en 1895, Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), científico alemán en la Universidad Würzburg, radiografió la mano de su esposa mostrando el anillo de boda. Por su descubrimiento obtuvo el Premio Nóbel de Física de 1901. Históricamente el descubrimiento de esta radiación revolucionó los campos de la Física, Química y Biología. La potencialidad de su aplicación en estos campos vino indirectamente de Max von Laue (1879-1960), profesor sucesivamente en las Universidades Munich, Zurich, Frankfurt, Würzburg y Berlín, quien pretendiendo demostrar la naturaleza ondulatoria de esta nueva radiación usó un cristal de blenda frente a los rayos X, obteniendo la confirmación de su hipótesis y demostrando al mismo tiempo la naturaleza periódica de los cristales. Laue recibió por ello el Premio Nobel de Física de 1914. Los británicos Bragg (padre e hijo), William H. Bragg (1862-1942) y William L. Bragg (1890-1971), quienes en 1915 recibieron el Premio Nobel de Física al demostrar la utilidad del fenómeno que había descubierto von Laue para obtener la estructura interna de los cristales.

- **Tecnología RX:** En el espectro electromagnético (es decir, en la distribución de las longitudes de onda emg¹⁰), los RX duros (de alta energía), se sitúan alrededor de una longitud de onda de 1Å¹¹ en el vacío (para el Cu es media, de 1,541874 Å y para el Mo

¹⁰ emg = electromagnético

¹¹ Ångstrom = Å ≈ 10⁻¹⁰

0.7107 Å), mientras que la luz visible se sitúa en el rango que va desde 4000 a 7000 Å. Los RX interactúan con la materia a través de los electrones e^- que la forman y que se están moviendo a velocidades mucho menores que la de la luz. Cuando la radiación emg X alcanza un e^- , éste se convierte en fuente de radiación emg secundaria dispersada. Según la longitud de onda y de las relaciones de fase de esta radiación dispersada, nos podemos referir a procesos elásticos, o inelásticos (dispersión Compton), dependiendo de que no cambie o cambie la longitud de onda (λ), y de coherencia o incoherencia; según que, las relaciones de fase se mantengan en el tiempo y en el espacio, o no. Todos estos tipos de interacciones dan lugar a diferentes procesos en el material como pueden ser: refracción, absorción, fluorescencia, dispersión Rayleigh, dispersión Compton, polarización, difracción, reflexión.

- **Difracción de Rayos X; DRX:** Es el fenómeno físico a través del cual se manifiesta la interacción fundamental de los rayos X con los cristales (materia ordenada). Sin embargo, para poder describir el fenómeno, es recomendable introducir previamente algunos modelos físicos que, como todos los modelos, no explican totalmente la realidad, pues suponen una idealización de la misma, pero nos sirven para comprender el fenómeno (CSIC, 2010). Los rayos X interactúan con la materia a través de los electrones que la forman y que se están moviendo a velocidades mucho menores que la de la luz. Cuando la radiación electromagnética (**emg**) X alcanza un electrón cargado éste se convierte en fuente de radiación **emg** secundaria dispersada. En esencia, pues, la Cristalografía estructural por difracción de rayos X, consiste en medir las intensidades de la mayor cantidad posible de haces difractados del espectro tridimensional de difracción, obtener de ellas los módulos de los factores de estructura, y de sus valores, mediante algún procedimiento de asignación de fases a cada uno de estos factores, reconstruir la distribución electrónica en la celdilla elemental, cuyos máximos corresponderán a las posiciones atómicas (CSIC, 2010). Es la condición para la difracción y puede ser definida por la ley de Bragg: $n\lambda = 2d \sin \theta$, donde "n" (λ) es un entero, es la longitud de onda de los rayos X (para un tubo de cobre de 1,541 Å), "d" es la distancia entre las redes estereocristalinas, " θ " es el ángulo de la condición de difracción. Desde que es conocido, θ se obtiene por la geometría del equipo y "n" es generalmente 1, 2 ó 3. Con las cifras proporcionadas, "d" puede ser calculada por la ley de Bragg (Kaliolla, 1998).

- **Fluorescencia de Rayos X; FRX:** Por dispersión nos vamos a referir aquí a los cambios de dirección que sufre la radiación incidente, y NO al caso de la separación de radiación en componentes según la longitud de onda. Los procesos de fluorescencia, en

los que un electrón es arrancado de un nivel energético del átomo, suministran información sobre la composición química del material. Debido a la expulsión de electrones de los diferentes niveles, se producen discontinuidades bruscas en la absorción continua de la radiación por el material, lo que permite análisis local alrededor de un átomo (**EXAFS**¹²) (Orozco& Romo, 2009). Si se bombardea cualquier elemento con una energía de intensidad suficiente, emitirá un espectro característico de líneas en la región de rayos X. En el análisis de fluorescencia de rayos X, se generan rayos X de alta energía en un tubo de rayos X que se dirigen sobre la muestra que deba analizarse. Cada elemento de ella se excita y emite su propio espectro característico de rayos X (Kaliolla, 1998).

Purma. Área siempre verde (chacra en abandono) mayor a 10 años menor de 20 años, el chacarero o campesino amazónico la vuelve utilizar, nuevamente durante unos cuatro años.

Resiliencia. En 1973 Crawford Holling, introduce por primera vez el concepto de **resiliencia** en la literatura ecológica como una forma para comprender las dinámicas no lineales así como los procesos a través de los cuales los ecosistemas se auto-mantienen y persisten frente a perturbaciones y los cambios. En forma complementaria (Scheffer y Jackson, 2001 en Resilience Alliance, 2008) argumentan que la resiliencia incrementa la probabilidad de evitar cambios a ‘dominios de estabilidad’ no deseados, además provee flexibilidad y oportunidad para desarrollar un sistema sustentable. Precisamente y en relación con los eventos socio globales vigentes, evitar los “dominios de estabilidad” no deseados será uno de los desafíos más importantes en un mundo crecientemente dominado por los seres humanos en interacción cada vez más agresiva con su entorno.

- **Características de la Resiliencia:** Según la definición de la Resilience Alliance (2003) y tal como se utiliza en diferentes libros de texto (Berkes, Colding y Folke, 2003 en Calvente, 2007) el concepto de resiliencia tiene tres características definitorias: **i.** una es la cantidad de cambio o transformaciones que un sistema complejo puede soportar manteniendo las mismas propiedades funcionales y estructurales. **ii.** la segunda es el grado en el que el sistema es capaz de autoorganizarse. **iii.** y; la tercera corresponde a la habilidad del sistema complejo para desarrollar e incrementar la capacidad de aprender,

¹² EXAFS; la zona EXAFS da información, sobre todo, de la naturaleza de los átomos. Técnica de aplicación local lo que significa que con EXAFS, se puede medir la distribución radial de los átomos alrededor del sitio central, incluyendo longitudes entre átomos número de coordinación u desorden térmico. Proporciona información segura acerca de la estructura electrónica del átomo central.

innovar y **adaptarse**. La Resiliencia se toma como la capacidad de la biota natural de la carretera Iquitos Nauta de conservar los procesos ecológicos que lo hacen sostenible ante diferentes perturbaciones (naturales ó antrópicas).

Respiración del Suelo. La respiración del suelo se define como la producción total de CO₂, por unidad de área y de tiempo, en suelos intactos debido a la respiración de organismos edáficos, raíces, hifas micorrícicas y, en menor extensión, por la oxidación química de los compuestos de carbono (Raich&Schlesinger 1992, Lloyd&Taylor 1994, Yi 2007 en Quinto, 2007). La cantidad total de C que contiene el suelo es dos a tres veces superior al del CO₂ atmosférico. En el suelo, este gas se produce, fundamentalmente, a través del metabolismo de la microflora y de las raíces de planta, siendo la descomposición micro biana de compuestos orgánicos el proceso más importante que lo genera. Durante la descomposición una parte del C es devuelto a la atmósfera en forma de CO₂, mientras que otra se transforma en otros compuestos más sencillos o se almacena en las propias estructuras microbianas.

- **Intensidad Respiratoria, IR:** Se define como la cantidad de gas, intercambiado (CO₂ producido ó O₂ absorbido) por unidad de tiempo y por unidad de materia respirante: **i.** IR = ml O₂/h/g de materia fresca **ii.** IR= mg CO₂/24 horas/100 gramos de materia fresca. **iii.** IR= ml O₂/min/mg de nitrógeno proteico contenido en la materia respirante.

SOM. Las fracciones de carbono orgánico en el suelo se conoce como materia orgánica del suelo, un conjunto de residuos orgánicos de origen animal y/o vegetal, que están en diferentes etapas de descomposición, y que se acumulan tanto en la superficie como dentro del perfil del suelo (Martinez, 2008). Además, incluye una fracción viva, o biota, que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos (Aguilera, 2000). La SOM participa en el reciclaje de nutrientes, en la productividad del suelo y en la formación y estabilidad de la estructura edáfica; también influye en la infiltración de agua, el desarrollo de raíces y la resistencia a la erosión, por lo que se considera crucial en la sostenibilidad de ecosistemas edáficos (Stevenson y Cole, 1999 en Manrique, 2009). El SOM se estima a partir del COS multiplicado por factores empíricos como el de van Benmelen equivalente 1.724 (Jackson, 1964 en Martinez, 2008). El factor de transformación de COS a SOM puede variar entre **1,9** en suelos superficiales y 2,5 para subsuelos (Broadbent, 1953 en Gomez, 2000). **% SOM = % COS x 1.72**

Suelos de Tierra Firme. Por definición la unidad de tierra firme comprende terrenos no inundables por las aguas de los ríos.

- **Restingas.** Terrenos algo más elevados que son ocupados por las aguas de los ríos durante la época de creciente.

- **Tahuampas.** Terrenos muy bajos y húmedos, inundados permanentemente

Transepto ó Transecto. El análisis por transeptos es una herramienta que puede ayudar a profesionales y pobladores a reconocer los factores y actores que afectan una actividad de desarrollo. Un transecto es un corte transversal visual de un ambiente particular que destaca los diferentes microambientes o subsistemas del área ó parcela de investigación (Sarmiento, 2006). El análisis por transectos se centra en los flujos o energía y los recursos de un área a otra (McArthur, 2006).

Termistores. El termistor es un tipo de transductor pasivo, sensible a la temperatura y que experimenta un gran cambio en la resistencia eléctrica cuando está sujeto a pequeños cambios de temperatura. El término procede del inglés thermally sensitive resistor; es decir, resistencia sensible térmicamente. Se trata de un dispositivo semiconductor de dos terminales, relativamente sencillo, compuesto de óxidos metálicos como Mn, Ni, Co, Fe, ó Ti.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

Se escenifica en el departamento de Loreto, situada en el extremo nororiental del Perú con una extensión de 368,852 km², es aproximadamente el 28,7% del territorio nacional. El transecto de estudio está localizado entre Iquitos, Capital de la Provincia de Maynas y Nauta Capital de la Provincia de Loreto. El transecto es la carretera Iquitos Nauta localizada aproximadamente 03° 47' 05" a 04°30'18" latitud sur; y 73°18'00" a 73°34'55" longitud oeste. Se monitoreó en seis (6) comunidades en la carretera Iquitos Nauta geopolíticamente jurisdicción del Distrito de San Juan Bautista Provincia de Maynas y el Distrito de Nauta de la Provincia de Loreto.

Imagen 1: Área de estudio.



3.1.1. TIPO DE NATURALEZA.

El ámbito del proyecto corresponde al clima ecuatorial, cálido y húmedo, cuyo referente, comprende la Provincia Biogeográfica Amazónica Tropical; y el nivel de eco sistemas que predomina es la zona de vida Bosque Húmedo Tropical bh-T con precipitaciones promedios anuales superiores a 2400mm y temperatura media mensual igual o superior a 28°C. De acuerdo al mapa climático del Perú, el área de estudio se encuentra dentro del tipo de clima A(r) A'H4, que se caracteriza por ser muy lluvioso debido a la intensidad.

El área de Iquitos geológicamente, está localizada entre el cratón¹³ de Guayana-Brasil hacia el Este y las cuencas del antearco andino hacia el Oeste y Sur. Durante el Cenozoico hasta hoy día, la formación y levantamiento de los Andes han determinado en gran escala la evolución geológica, la distribución de las formaciones geológicas y la formación de las geoformas modernas en los alrededores de Iquitos (Linna, 1997 en Kaliolla, 1998).

3.1.2. POBLACIÓN

La población de la Región Loreto está compuesta por 778 mil habitantes, el 58% habita en zonas urbanas y el 42% en zonas rurales. En el área rural la densidad poblacional es de 2.56 hab./km². La mayoría de sus habitantes son niños, adolescentes y jóvenes de 0 a 24 años, llegando a constituir el 64.5% de la población total. La población urbana está concentrada en la ciudad de Iquitos, en los distritos de San Juan Bautista, Belén y Punchana ubicados en la provincia de Maynas (45.70%) del total de la región. La zona tiene una tasa de crecimiento poblacional al 2005 en 2.1% (INEI 2005). El distrito de San Juan Bautista, cuenta con una población total de 102.076 habitantes, repartidas entre zona urbana y rural. La Urbana cuenta con una población de 82.258 y la Rural con 22.896. Distrito Sanjuanino registra una tasa de crecimiento poblacional de 3.2% a nivel de la región, con una Mortalidad infantil de 48 por cada 1,000 nacidos vivos, la Mortalidad materna distrital es de 90.3 por cada 1000 casos (los decesos, se deben a infecciones postparto) (Municipalidad San Juan 2008). El Centro Poblado de importancia turística de Quistococha tiene una población 1,966 habitantes. El Distrito de Nauta con 24 mil habitantes que representa el 53% del total de la Provincia de Loreto. La ciudad de Nauta con 13mil habitantes es el 40%. El distrito cuenta con 92 centros poblados (38% población rural) (Cárdenas, 2010).

3.1.3. EDUCACIÓN

El Distrito de San Juan registra 168 Instituciones Educativas, las de primaria y secundaria 09 con 1720 alumnos y una deserción del 15% (Municipalidad San Juan 2010). El Distrito de Nauta, reporta un promedio de más de 60% con jóvenes entre 6 a 24 años que asisten a un centro educativo (primaria, secundaria, instituto, universidad) (Cárdenas, 2010).

3.1.4. FISIOGRAFÍA

La zona estudiada presenta las características de una altillanura degradada conformada por superficies de lomeríos; cuya altura no sobrepasa los 15m. nivel de base local, con un

¹³ Cratón = Una parte de corteza terrestre que ha permanecido estable y ha sufrido poca deformación por períodos prolongados.

proceso de disectación de intensidad variable, cuyo origen está ligado a la acción erosiva de las precipitaciones pluviales.

3.2. PLAN DE TRABAJO

Para el plan, se listó actividades y se elaboró una(s) matriz(es) para el análisis y caracterización de parámetros y variables de las 20 unidades ecosistémicas (seis comunidades) en tierra firme (tf).

3.2.1. DATOS DE CAMPO

i. Las Geoestaciones: Instalación de mini bases de monitoreo, en las que se registró las Temperaturas y se coleccionó muestras Suelo, Aire y Biomasa de las unidades ecosistémicas clasificadas: a. Bosque; b. Purma; c. Chamizal.



Imagen 2: 1ra. Geoestación en el Bosque del Zoológico Quistococha del Centro Poblado Quistococha.

ii. Área de contingencia SIG: Configura el área del sistema y SIG valor aproximado de 1 píxel $\approx 100*100m$. (≈ 1 en el polígono GIS / ERDAS).

iii. Tiempo de Registro: Los registros y colecciones de las 20 Unidades Ecosistémicas, previa exploración se ejecutaron desde Enero 2004 a Marzo del 2005.

iv. Trabajo de Gabinete: El tratamiento y análisis de la información, se concluyó el 2010.

3.2.2. PRUEBAS DE LABORATORIO

i. Suelos: Se usó aproximadamente 7kg. de tierra por calicata en unidades ecosistémicas; se realizó: **a.** Análisis de Calor Específico y Capacidad Calórica en el Laboratorio Fitoquímica Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). **b.** Granulometría y tamizado en Laboratorio de Física y Mecánica de Suelos Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) **c.** Análisis Orgánico en el Laboratorio de Suelos en Facultad de Agronomía UNALM. **d.** Análisis de FRX, en el Instituto de Energía Nuclear (IPEN) del

Ministerio de Energía y Minas (MEM). **e.** Análisis de DRX, en la Universidad Mayor de San Marcos (UNMSM) e Instituto nacional minero Metalúrgico (INGEMMET) MEM. **f.** pH, Laboratorio de Horticultura UNALM.

ii. Aire: Lectura IRGA -Rayos Infra Rojos- Laboratorio de Horticultura UNALM.

iii. Biomasa: La colección y el análisis (muestra fresca y seca) se realizó en Laboratorio de la Facultad(es) Física y Biología (Laboratorios Fitoquímica y Biología Molecular) UNAP.

iv. Alometría flora: DAP in situ. Se tomó como referencia el área del Pixel 100*100m, para GIS. Se estimó el valor de parcela de 5m.*100m.. Siguiendo la instructiva del modelo del Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF) se prioriza árboles, arbustos y lianas.

v. Respiración: ExSitu, ensayos y estandarización de protocolo para la necromasa -MO y Raíces Finas- en los Laboratorio de Horticultura y Microbiología Suelos/Facultad Agronomía UNALM.

3.2.3. TRABAJO DE GABINETE

i. Modelo de Productividad Primaria Bruta y Neta. Cálculo de Carbono del registro In Situ: **a)** Seguimos la metodología del ICRAF para la determinación de la PPB (Árboles, Arbustos, Hojas, Hojarasca). **b)** Se determina exsitu la Respiración: **1.** MO (necromasa); y, **2.** Raíces Finas. **c)** Colectamos aire atmosférico $^{12}\text{CO}_2/\text{O}_2$. **d)** y; en suelos, se prioriza las interrelaciones orgánicas de MO, COS, SOM, C/N, y pH. **e)** Se determina el NDVI por ecosistema (SIG -ERDAS). **f)** Calculamos la PPN como la diferencia obtenida de la PPB y Respiración.

ii. Determinación y evaluación de los Suelos. Con muestras de las calicatas por Unidad Ecosistémica en Bosques, Purmas y Chamizales se realizaron los siguientes ensayos y análisis: **a)** Macroelementos Orgánicos (superpie a 20cm) de C, N, P. **b)** Los elementos Químicos por FRX. **3.** Minerales por DRX. **4.** Físico (C, Cs, Css, Dg). **5.** Flujo calórico (calor en el suelo $\text{cal}/\text{cm}^2*0.5\text{h}$). **5.** Físico Mecánico, granulometría.

iii. Índice de Ruralidad, IR. Se genera a partir de los subíndices de conectividad; Población (densidad pobladores y poblados), Caminos ó Carreteras (nº de trochas o carreteras asfaltadas) y el NDVI (Índice Normalizado de vegetación). Los subíndices describen el potencial de la geografía física y los gradientes con su categoría una aproximación a la perturbación (antropogénica). La funcionalidad del Índice de Ruralidad se categoriza en cada ecosistema de las Unidades Ecosistémicas del estudio.

iii. Análisis SIG. Los registros de GPS en campo y la imagen NASA 2005. Imagen compuesta que se configura a la carta nacional; y, con el soporte de simulación ERDAS 8.6 Imagine obtenemos la matriz de distancia y el NDVI.

3.2.4. TRÁMITES Y PERMISOS

Se gestionó y tramitó los permisos necesarios para el trabajo de campo con la finalidad de instalar estaciones de registro y colecta en seis comunidades. En estas comunidades; primero se exploró; luego, se delimitó el área del sistema a monitorearse. Las autorizaciones solicitadas, entre Instituciones y Parceleros, fueron las siguientes:

- i.** Secretaria de Turismo, Gobierno Regional Loreto -Zoológico Quistococha, Km.6-.
- ii.** Presidencia del proyecto especial binacional Perú/Finlandia de Biodiversidad Amazónica (BIODAMAZ), para las instalaciones en el Programa de Ecosistemas Acuáticos en Quistococha IIAP Km.4.
- iii.** Ministerio de Agricultura, INRENA -Estación de Experimentación Forestal Bárbara de D'Achille, Comunidad de Varillal Km. 15.
- iv.** Presidencia del IIAP -Programa de Biodiversidad su Estación Biológica en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Km. 27-.
- v.** Secretaria de Asuntos de Transformación, Ministerio de Agricultura -Estación Experimental de Campo INEIA -- Km. 25.
- vi.** Secretaria de Asuntos de Producción, Ministerio de la Producción -Proyecto Sorgo Búfalo, Km. 31-.
- vii.** Propietario de parcelas Sr. Hitler Rengifo y familia de Mario Tipa de las Comunidades Nuevo Nauta I y Nuevo Nauta II, pertenecientes a la Provincia de Loreto, Km. 72 a 75 de la carretera Iquitos Nauta.
- viii.** Propietario de parcelas Sr. Cárdenas E., de la Comunidad Corazón Valiente, de la Provincia de Loreto, Km. 88.5 a 93.6 de la carretera.

3.3. MATERIALES DEL EXPERIMENTO

Los requerimientos y materiales para instalación, recolección y trabajo de gabinete:

3.3.1. MATERIALES DE CAMPO

Consistente en toda la indumentaria e instrumentos usados para la instalación y monitoreo de geoestaciones.

3.3.4. MATERIALES DE OFICINA

3.4. METODOLOGÍA

Se realizó actividades de instalación, de registro y colección (datos y variables) para cuantificación y cualificación del parámetro ó componente respectivo:

Imagen 3: Bosque (CV1)



Imagen 4: PURMA (CV2)



Imagen 5: CHAMIZAL (ZOO3)



3.4.5.2. EL ÍNDICE DE RURALIDAD (IR)

La metodología para determinar el índice de ruralidad en el área de estudio se usó la metodología propuesta por Arce y Samudio 2003. El Cuadro adjunto nos sirvió de referencia

Cuadro 3.1: Los Gradientes en Rangos y Clase, para cada uno de los Subíndices: **i.** de Vegetación. **ii.** de Caminos. **iii.** de Población

Clase	NDVI	IDCi	IDPi
1	$0 < iv < 0.143$	$0 < idc < 500$	$0 < idp < 500$
2	$0.143 < iv < 0.286$	$500 < idc < 1200$	$500 < idp < 1000$

3	0.286 < iv < 0.429	1200 < idc < 2200	1000 < idp < 1500
4	0.429 < iv < 0.571	2200 < idc < 5000	1500 < idp < 2000
5	0.571 < iv < 0.714	3500 < idc < 3500	2000 < idp < 3000
6	0.714 < iv < 0.857	5000 < idc < 7000	3000 < idp < 4000
7	0.857 < iv < 1	7000 < idc	4000 < idp

Fuente: Arce y Samudio 2003 en Saborio, 2008.

La información básica elabora el cálculo de cada índice. Además, se describe como función de Vegetación IV: $IVi = [(ndvi \max - ndvi \ i) / (ndvi \ max - ndvi \ min)]$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

IV.1. RESULTADOS

I. DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA BRUTA (PPB)

1. MEDIANTE EL MÉTODO DESTRUCTIVO (J. SACH)

A partir de las muestras colectadas con los sacabocados (según el diámetro del aro) se determinó la fotosíntesis de las hojas por niveles (1.6m, 5m, 10m.). Los niveles ó alturas de colección de árboles ó arbustos, plantas parásitas y semiparásitas. El valor obtenido es un componente del modelo general de PPB la biomasa de hojas (Bh).

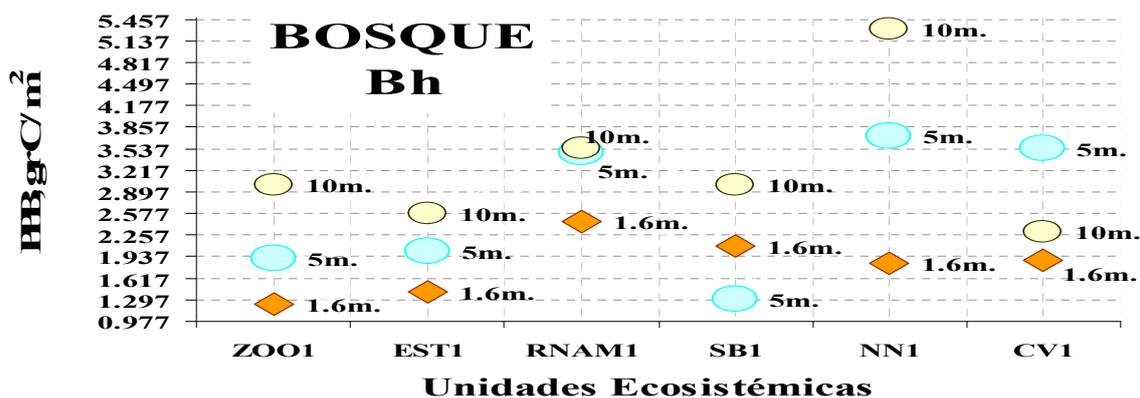


Gráfico 4.1.1: Producción Primaria Bruta (PPB) de hojas (Bh) in situ, gr C/m² por nivel [1.6m.:5m.:10m.] de los Ecosistemas de BOSQUE

Se ilustra la PPB de seis ecosistemas de BOSQUE, por niveles ó altura [1.6m.:5m.:10m] de producción de biomasa de hojas (Bh). En promedio en el nivel de 10m. es del orden 3.290gr C/m², a 5m. es 2.665gr C/m²; y, a 1.6m. es 1.821gr C/m². La tendencia al incremento de un ecosistema a otro no está bien definida. Puede deberse al tipo de vegetación (particularidad endémica, hojas coriáceas y carnosas), los árboles más grandes tienen hojas pequeñas y finas. Tenemos presente valores atípicos de producción p/ej. la Unidad Ecosistémica NNI 5.315gr C/m², vegetación compuesta de árboles de Capinurí (Maquira coriácea) especie endémica de la zona. Otro valor atípico es a 5m. 1.313gr C/m² de la Unidad Ecosistémica SB1 con árboles de gran altura (muy pocos) y con muchos arbustos y herbáceas zona muy expuesta con vecindad a áreas de explotación minera (canteras de arenas).

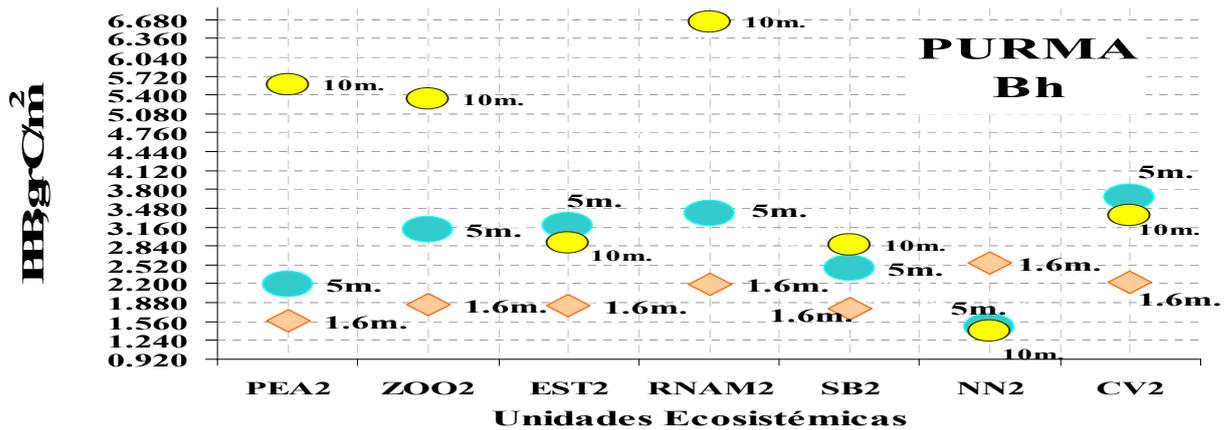


Gráfico 4.1.2: Producción Primaria Bruta PPB de hojas (Bh) in situ, gr C/m² por nivel [1.6m.:5m.:10m] de los Ecosistemas de PURMA.

La ilustración de PPB en siete ecosistemas de PURMA, por nivel ó altura [1.6m.:5m.:10m] de producción de hojas (Bh). Los promedios para el nivel 10m. es del orden 4.008gr C/m², al nivel 5m. 2.781gr C/m², y; en el nivel 1.6m. de 2.002gr C /m². Un valor atípico de producción en la Unidad Ecosistémica RNAM2 se encuentra a 10m. con 6.638gr C/m² corresponde al área experimental (IIAP) de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana con cultivos frutícolas (Ingas edulis, Ananas, Annonas, etc). Otro valor atípico un mínimo en la Unidad Ecosistémica NN2 de la Comunidad Nuevo Nauta, 2da. Etapa área en abandono con vegetación típica a la Formación Nauta (suelos franco arcillosos, arcillosos).

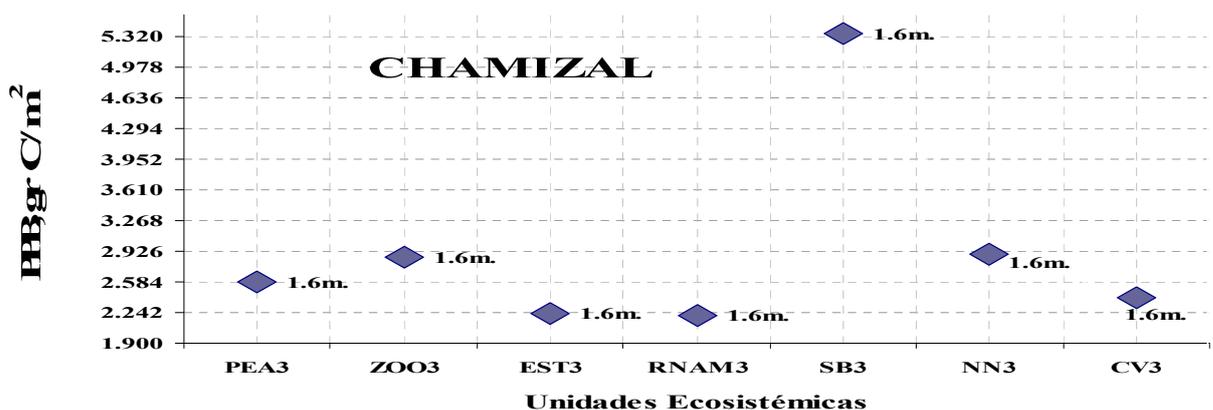


Gráfico 4.1.3: Producción Primaria Bruta PPB, hojas (Bh) in situ, gr C/m² nivel [1.6m.] de los Ecosistemas de CHAMIZAL.

Se ilustra la PPB de hojas (Bh) en siete ecosistemas de CHAMIZAL, un sólo nivel de producción de hojas 1.6m. un promedio 2.931gr C/m². Muestra valores atípicos de producción p/ej. el ecosistema SB3 del Proyecto Especial Sorgo Búfalo con 5.354 gr C/m², ésta zona es una restinga de Varillal hoy es un Chamizal que ha recuperado su

flora y líquenes típicos a Formación Arenitas de Iquitos. **Ver Anexo 1.** Carbono Método Destructivo.

Imagen 7: Superficie y subsuelo de la Formación Arenitas de Iquitos ó Chamizal, denuncios para explotación de canteras en la Carretera Iquitos Nauta...



2. MEDIANTE EL MODELO GENERAL, EL SISTEMA DE USOS DE LA TIERRA (ICRAF)

Con los datos y funciones desarrolladas del Modelo General del ICRAF se cuantificó la PPB de los ecosistemas del área de estudio. Los componentes de la biomasa (suelo, superficie y aérea). Componentes de la biomasa evaluadas y consolidadas por Unidad Ecosistémica: **i.** Sistemas de Usos de la Tierra (SUT). **ii.** Carbón del Suelo (CS). **iii.** Carbón de la Biomasa Vegetal (CBV). Se anota el Carbono Total según Sistema de Usos de la Tierra SUT cuya función es: **SUT = CBV + CS.**

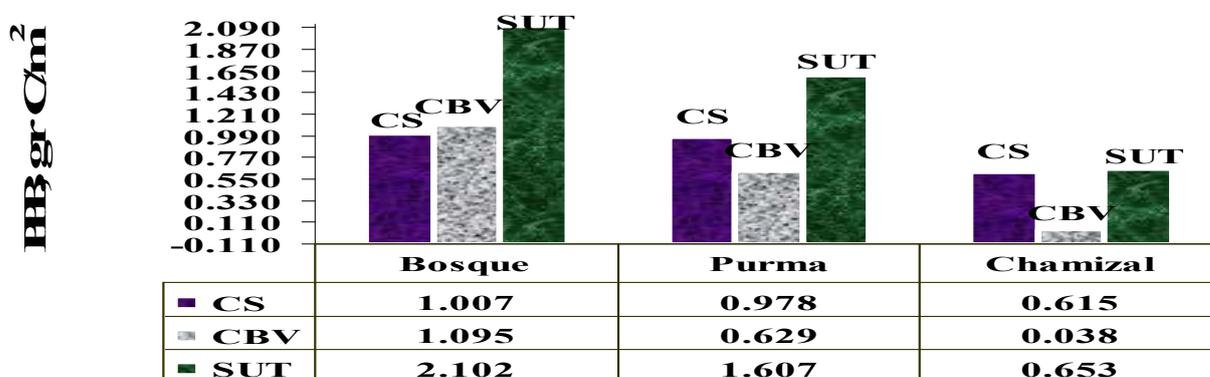


Gráfico 4.1.4: Producción Primaria Bruta Modelo ICRAF, los componentes Carbono del Suelo CS, Carbono de Biomasa Vegetal CBV y Carbono de Sistemas de Usos de Tierra SUT gr C/m².

Por los resultados de PPB de las Unidades Ecosistémicas con el Modelo del ICRAF:

- i.** el componente SUT es muy significativo en la Unidad Bosque con 2102grC/m², seguido de la Unidad Purma con 1607gr C/m², la Unidad Chamizal con 653gr C/m².
- ii.** la producción de CS es significativa y muestra gran actividad en todas las Unidades Ecosistémicas.
- iii.** el componente CBV muestra valores muy significativos para

ecosistemas de Bosque y Purma y pobre significación en ecosistemas de Chamizal. **iv.** en general el SUT tiene la siguiente secuencia de producción: Bosque > Purma > Chamizal.

II. EVALUACIÓN DEL CO₂ Y DETERMINACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DE SUELO

1. DE LA EVALUACIÓN ¹²CO₂ AIRE

Las muestras se recolectaron (c/hipodérmicas 20cc) in situ; y, luego se trasladó en contenedores para su análisis ENDS con el IRGA del Laboratorio Horticultura UNALM. Las muestras analizadas fueron periódicas durante los años 2004-2005 cada una de las muestras corridas requirió 5cc de aire, los promedios por Ecosistema se ilustra en el siguiente gráfico.

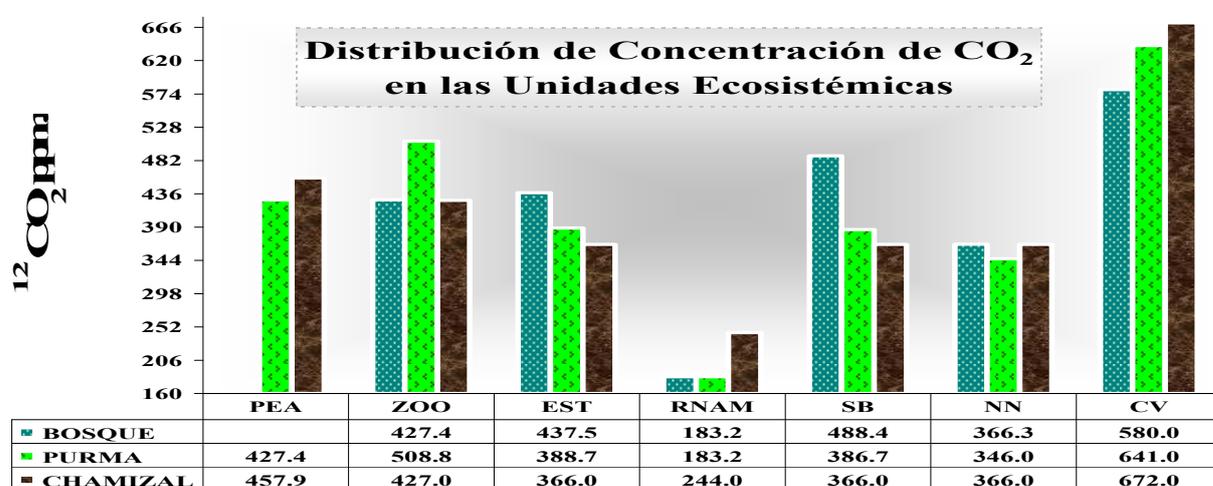


Gráfico 4.1.5. Distribuciones promedios del ¹²CO₂ppm, corridas efectuadas con IRGA de las Unidades Ecosistémicas.

De los resultados con el IRGA y los promedios de concentración ¹²CO₂ppm.: **i.** tenemos la siguiente secuencia: Chamizal > Bosque > Purma. **ii.** las concentraciones más mínimas se registra en los tres Ecosistemas de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (RNAM1, RNAM2, y RNAM3). **iii.** el nivel de mayor concentración ¹²CO₂ppm en los ecosistemas correspondientes a la Provincia de Loreto, Distrito de Nauta en las comunidades de Nuevo Nauta y Corazón Valiente (NN1, NN2, CV1, CV2, CV3).

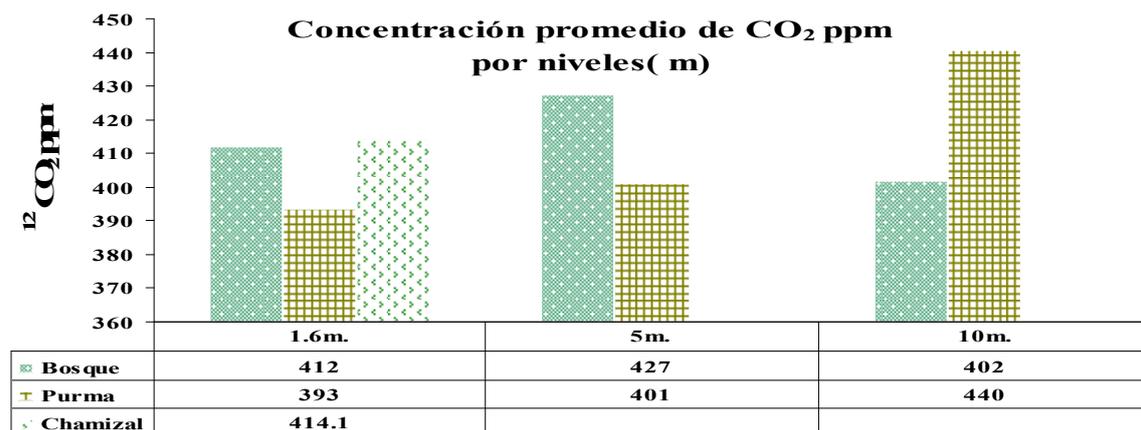


Grafico 4.1.6. Concentración de ¹²CO₂ppm promedios por nivel (m) de las Unidades Ecosistémicas -Bosque, Purma y Chamizal-.

De las concentraciones promedio de CO₂ podemos decir: **i.** una mayor actividad esta en el primer nivel a 1.6m.. **ii.** la secuencia de distribución de concentración de los niveles: 1.6m. > 10m > 5m. **iii.** se promedia valores atípicos como el de la Purma a 10m. 440ppm. ¹²CO₂.

2. DE LA RESPIRACIÓN DEL SUELO

Las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, mediante la técnica volumétrica el gas producido durante la respiración (CO₂) es capturado en una solución básica (NaOH). La metodología empleada tuvo muestras y ensayos repetidos (n=50) un número suficiente para un promedio de los tiempos de residencia, determinación de actividad a dos tiempos (1h y 3h) según resultados que se registró mayor producción general de CO₂ generado a partir de raíces finas; y, dos niveles de Materia Orgánica (5cm.:20cm) de subsuelo.

Tabla 4.1.1: Resultados de Intensidad Respiratoria; dos niveles de sustrato y raíces finas.

	Tiempo	Raíz fina	MO superficie	MO 20cm.
INCUBACIÓN	Residencia	mg CO ₂ /h/gr	mg CO ₂ /h/gr	mg CO ₂ /h/gr
PROMEDIO	1h	0.2234	0.149	0.0865
	3h	0.163	0.106	0.054

Fuente: Elaboración propia (ensayos en el Laboratorio de Microbiología de Suelos - Agronomía UNALM).

III. ELEMENTOS MACROORGÁNICOS, QUÍMICOS, MINERALÓGICOS Y POTENCIAL FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

Las muestras colectadas para el análisis en el laboratorio tuvieron un previo tratamiento, es decir; la Materia Orgánica MO en el Laboratorio de Suelos UNALM (la tierra madre tamizada en malla a 40um). Muestras para la FRX / IPEN con malla 40um. Igual para la

DRX / UNMSM con malla 40um. Se trabajo en 40um para homogenizar tamaño de muestra. En seguida se lista los resultados de los análisis de los respectivos Laboratorios:

1) RESULTADO DE LOS ELEMENTOS MACROORGÁNICOS

Tabla 4.1.2: Determinación de elementos macroorgánicos del suelo de la Unidad Bosque

ECOSISTEMA	MO%	COS	P PPM	N %	C / N
ZOO1	1.12	1.00	5.40	0.04	16,3
EST1	1.47	1.75	3.90	0.05	17,0
RNAM1	1.66	2.15	5.70	0.07	13,7
SB1	2.28	1.98	4.90	0.07	18.9
NN1	1.38	1.50	4.10	0.06	13,3
CV1	2.65	2.93	5.10	0.06	25,7

Nota: MO%: Materia Orgánica porcentual. $COS = \%C * Da * Ps$. Carbono Orgánico de Suelos en g/m^2 ; $\forall Da =$ Densidad aparente global. Ps = profundidad del suelo (20cm.). P = Fósforo en ppm. N%= Nitrógeno porcentual. C/N= Relación C/N (**Ver Anexo 5:** Análisis de Resultados Laboratorio C, N, P).

Tabla 4.1.3: Determinación de los elementos macroorgánicos del suelo en Purma

ECOSISTEMA	MO%	COS	P PPM	N %	C / N
PEA2	1.93	2.37	5,2	0.05	22.4
ZOO2	2.24	2.76	4,3	0.08	16.3
EST2	2.09	2.42	3,2	0.05	24.2
RNAM2	0.83	0.97	0,2	0.05	9.6
SB2	1.19	1.50	4,7	0.05	13.8
NN2	1.67	2.27	5,6	0.07	13.9
CV2	1.71	2.46	3,5	0.09	11.0

Tabla 4.1.4: Determinación de los elementos macroorgánicos del suelo en Chamizal

ECOSISTEMA	MO%	COS	P PPM	N %	C / N
PEA3	1.31	1.47	4,2	0.02	28.5
ZOO3	1.31	1.47	6,1	0.01	76.0
EST3	2.93	4.35	4,4	0.1	17.0
RNAM3	1.72	2.44	5,6	0.03	33.3
SB3	1.12	1.09	3,2	0.01	65.0
NN3	1.29	1.43	5,7	0.04	18.8
CV3	1.34	2.26	3,1	0.03	26.0

La cuantificación de los elementos macroorgánicos del suelo a partir de los análisis obtenidos en el Laboratorio de Agronomía UNALM, podemos decir: **i.** las concentraciones de la MO% tienen la secuencia de mayor a menor; Bosque > Purma >

Chamizal. **ii.** las concen traciones promedio para el caso del COS es: Purma > Chamizal> Bosque. **iii.** las concentraciones promedio para el P_{ppm} tiene la secuencia; Bosque >Chamizal >Purma. **iv.** la concentración del Nitrógeno %, tiene la secuencia Purma ≈ Bosque > Chamizal. **v.** en la relación C/N, se presenta la secuencia (óptima) Purma > Bosque > Chamizal.

2. DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS CON LAS TÉCNICAS DE FRX Y DRX DEL SUELO

2.1. RESULTADOS DE LA FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)

Con las corridas realizadas con la tecnología del IPEN, las concentraciones de los elementos químicos revelados cuantitativamente y cualitativamente para cada Ecosistema de Unidad -Bosque, Purma ó Chamizal-.

Tabla 4.1.5: Elementos químicos de la FRX en las Unidades ecosistémicas de BOSQUE.

N°		ZOO1		EST1		RNAM1		SBI		NN1		CV1
1	Fe%	1.4	Fe%	1	Fe%	0.6	Ti%	0.4	Ti%	0.6	Ti%	0.4
2	Ti%	0.3	Ti%	0.4	Ti%	0.4	Zr	2347	Fe%	0.5	Zr	2033
3	Zr	1685	Zr	2002	Zr	1.72	Fe%	0.2	Zr	3354	Fe%	0.2
4	K%	0.3	K%	0.2	Nb	54	Nb	53	Nb	75	Mn	59
5	Sr	105	Sr	60	Mn	<43	Mn	43	Y	64	Y	50
6	Mn	89	Nb	54	Y	42	Y	42	Mn	<43	Nb	45
7	Nb	53	Mn	50	Cr	37	Pb	30	Sr	20	Pb	31
8	Pb	49	Y	48	Pb	26	Cr	33	Th	18	Cr	22
9	Y	48	Cr	38	As	19	Sr	18	Pb	15	Sr	22
10	Zn	41	Pb	36	Sr	18	Th	16	Ga	16	Th	16
11	Rb	34	Zn	20	Th	14	Ga	16	As	8.9	Rb	15
12	Cr	28	Th	18	Ga	11	Br	14	Cu	8	Zn	6.9
13	Th	17	Rb	17	Zn	7	Cu	8	Zn	7	Br	6
14	Cu	17	Cu	12	Cu	6	Zn	7	Cr	2.9	Co	5
15	Br	2.9	Br	6	Rb	5	Rb	2	Rb	2	Cu	4
16	Co	1.99	Co	1.99	Co	1.99	Co	1.99	Co	1.98		

Fuente: propia 2010.

Nota: Los elementos porcentuales se señalan los demás elementos tienen una cuantificación en **ppm** (partes por millón).

Tabla 4.1.6: Elementos químicos de la FRX en la Unidades Ecosistémicas de PURMA.

		PEA2		ZOO2		EST2		RNAM2		SB2		NN2		CV2
1	Fe%	0.7	Fe%	1.6	Fe%	0.3	Fe%	3.4	Fe%	0.4	Ti%	0.33	Fe%	2.7
2	Ti%	0.4	Ti%	0.3	Ti%	0.3	K%	0.5	Ti%	0.3	Zr	1732	Ti%	0.4
3	Zr	1949	K%	1.9	Zr	1970	Ti%	0.4	Zr	447	Nb	66	Zr	1699

4	Nb	70	Zr	1709	Mn	48	Zr	700	Ca%	0.09	Mn	57	Mn	72
5	Y	59	Ca%	0.1	Y	40	Mn	105	Mn	48	Y	54	Nb	68
6	Cu	54	Mn	59	Nb	34	As	92	Cr	30	Pb	51	Y	53
7	Mn	47.9	Nb	44	Cr	33	Rb	84	Nb	21	Th	33	Pb	44
8	Sr	33	Y	44	Pb	18	Sr	74	Pb	21	Sr	27	Th	31
9	Pb	29	Pb	32	Sr	12	Nb	70	Y	16	Cr	24	Cr	22
10	Cr	22	Sr	24	Th	10	Zn	69	Sr	12	Rb	12	Sr	30
11	Zn	<9	Cr	<22	Zn	8.99	Y	67	Th	10	Br	8	Rb	14
12	Br	6	Rb	14	Cu	8	Pb	61	Cu	5	Co	6	Zn	9
13	Rb	5	Th	16	Ga	4	Th	35	Rb	4			Co	8
14	Co	1.99	Zn	12	Br	4	Cr	22	Br	3			Br	7
15			Ga	9	Rb	3	Cu	12					Cu	4
16			Cu	7	Co	1.99	Co	11						
17			Br	5			Br	3						
18			Co	4										

Nota: Los elementos porcentuales se señalan los demás elementos tienen una cuantificación en **ppm** (partes por millón).

Tabla 4.1.7: Elementos químicos de FRX en Unidades Ecosistémicas del CHAMIZAL.

		PEA3		ZOO3		EST3		RNAM3		SB3		NN3		CV3
1	Ti%	0.55	Zr	2448	Ti%	0.2	Fe%	2.1	Zr	2130	Ti%	0.3	Ti%	0.2
2	Fe%	0.4	Ti%	0.2	Zr	2093	Ti%	0.3	Ti%	0.2	Zr	2764	Zr	2022
3	Zr	2256	Fe%	0.1	Fe%	0.1	K%	0.2	Ca%	0.2	Ca%	0.19	Fe%	0.1
4	Ca%	0.09	Mn	43.9	Ca%	0.1	Zr	1417	Fe%	0.1	Fe%	0.15	Ca%	0.09
5	Nb	70	Y	39	Mn	43.9	Nb	64	Y	56	Mn	44	Mn	44
6	Y	46	Cr	39	Y	26	Mn	61	Mn	43.9	Cr	40	Cr	25
7	Mn	43.9	Nb	24	Nb	23	Y	56	Cr	30	Y	28	Y	24
8	Pb	40	Zn	11	Cr	33	Pb	48	Th	27	Nb	19.5	Nb	17
9	Cr	32	Cu	10	Pb	18	Th	35	Nb	21	Th	17	Pb	8.9
10	Zn	26	Pb	8.9	Cu	9	Sr	27	Zn	13	Zn	15	Zn	8.9
11	Sr	23	Sr	4	Zn	8.99	Rb	26	Pb	8.9	Cu	13	Cu	7
12	Br	23	Rb	1.99	Th	8	Cr	24	Sr	8	Pb	8.9	Th	4.96
13	Ga	22	Ca%	0.1	Sr	3	Ga	9.9	Rb	1.9	Sr	5	Br	2.9
14	Cu	11			Rb	2	Zn	9	Cu	12	Rb	2.9	Rb	2
15	Rb	3					Br	5			Br	2.9	Sr	1
16							Cu	4						

Nota: Los elementos porcentuales se señalan los demás elementos tienen una cuantificación en **ppm** (partes por millón).

Del acuerdo a la cuantificación y cualificación el número de elementos químicos revelados por FRX promedian 16 tanto en Bosque como en Purma y Chamizal. Las

Unidades Ecosis témicas del estudio tienen elementos comunes definidos. De ellos son 10 los de mayor concentración:

i. En el Bosque: Fe% 1.52 > Ti% 0.35 > Zr 1458_{ppm} > Mn62.4_{ppm} > Nb 53.3_{ppm} > Pb 40_{ppm} > Y 45.2_{ppm} > Sr 30.3_{ppm} > Cr 23_{ppm}.

ii. La Purma: Zr1904_{ppm} > Fe% 0.65 > Ti% 0.42 > K% 0.3 > Mn60.3_{ppm} > Nb55.7 > Y49_{ppm} > Sr 40.5_{ppm} > Cr 32.5_{ppm} > Pb 31_{ppm} > Th 17_{ppm}.

iii. En el Chamizal: Fe% 0.44 > Ti% 0.28 > Zr 2161_{ppm} > Ca% 0.13 > Mn 46.6_{ppm} > Y 39.3_{ppm} > Nb 34_{ppm} > Cr 33.2_{ppm} > Pb 25_{ppm} > Zn 23_{ppm} > Cu 9.5_{ppm}.

2.2. DE LA DRX; ELEMENTOS MINERALÓGICOS

Las muestras de suelos corridas con el empleo de la técnica de difracción DRX en las Unidades Ecosistémicas nos revela la estructura material de suelos. A partir de la cual podemos validar la composición geomorfológica, las propiedades físico-mecánico de los suelos. El área de Iquitos Nauta tiene diferenciada seis Unidades Geológicas. Son dos las relevantes en la zona de estudio la Formación Pebas y Formación Arenitas de Iquitos. Cada una tiene diferentes edades, propiedades físicas, geoquímicas, mineralógicas y geomorfológicas propias (Rasanen, 97 en Kaliolla 1998).

Tabla 4.1.8: Análisis de Difracción de Rayos X, corridas realizadas con la tecnología de la UNMSM - Facultad de Física, Laboratorio de Arqueometria

Nº	BOSQUE		PURMA		CHAMIZAL	
1			PEA2	Quartz low; Si O ₂	PEA3	Quartz; Si O ₂
2	ZOO1	Quartz; Si O ₂	ZOO2	Quartz low; Si O ₂	ZOO3	Quartz; Si O ₂
3	EST1	Quartz; Si O ₂	EST2	Quartz low; Si O ₂	EST3	Quartz; Si O ₂
4	RNAM 1	Quartz; Si O ₂	RNAN2	Quartz low; SiO ₂ B Montmorillonite-22A: Fórmula: Na _{0.3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ *8H ₂ O	RNAM 3	Quartz; Si O ₂
5	SB1	Quartz; Si O ₂	SB2	Quartz low; Si O ₂ B Kaolinite-1 Md: Fórmula; Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	SB3	Quartz low; Si O ₂
6	NN1	Quartz low; Si O ₂	NN2	Quartz low; Si O ₂	NN3	Quartz; Si O ₂
7	CV1	Quartz low; Si O ₂ Chromium Molybdenum Vanadium Oxide. Fórmula: V _{0.76} Cr _{0.16} Mo _{0.08} O ₂	CV2	Quartz; Si O ₂	CV3	Quartz low; SiO ₂ B Kaolinite-1 Md: Fórmula: Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄

Fuente: Propia 2011.

Las corridas y análisis con la técnica de difracción, confirma la abundancia relativa de CUARZO en todas las Unidades Ecosistémicas con promedios >60% en algunos casos

supera 92%. La presencia de minerales de arcillas <14% (caolinita, montmorillonita) y otros elementos no metálicos. Y; la DRX confirmó la abundancia relativa de arcillas (caolinita), óxidos (cuarzo), filosilicatos (montmorillonita), tectosilicatos (feldespatos) en la secuencia: Chamizal > Bosque > Purma.

4) DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO pH POR UNIDAD ECOSISTÉMICA

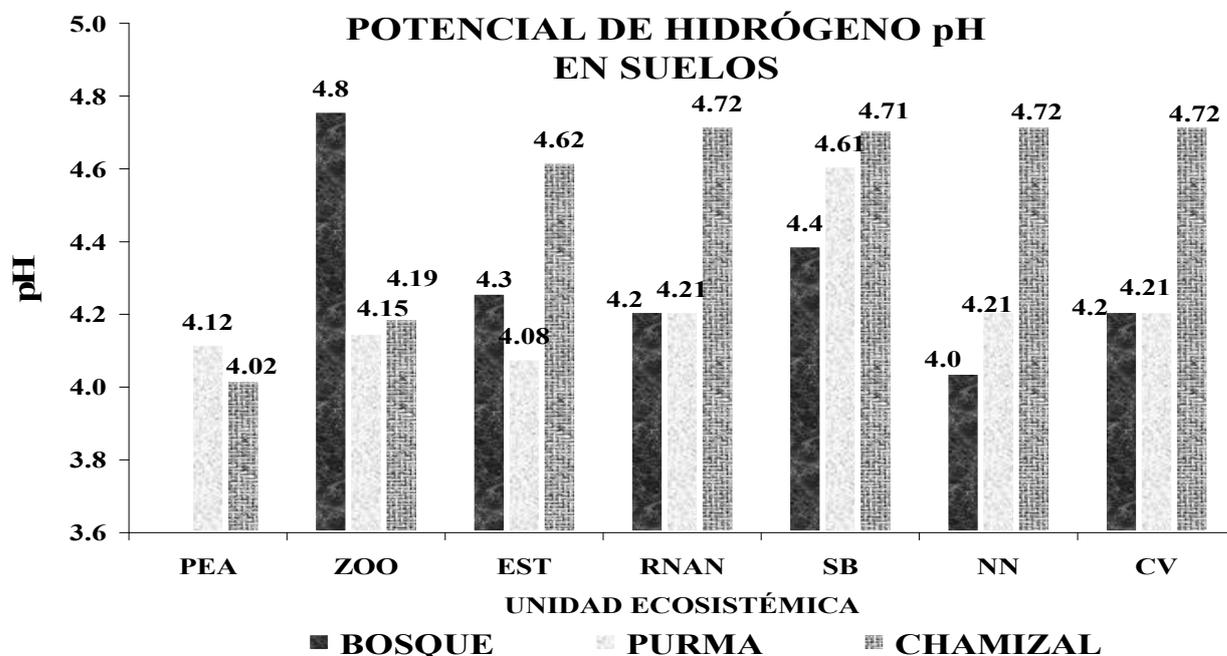


Gráfico 4.1.7. Determinación del pH suelos de los ecosistemas.

Según la determinación del pH de suelos de las unidades ecosistémicas, tiene la secuencia de extremadamente ácido, muy ácido, ácido: Purma < Bosque < Chamizal.

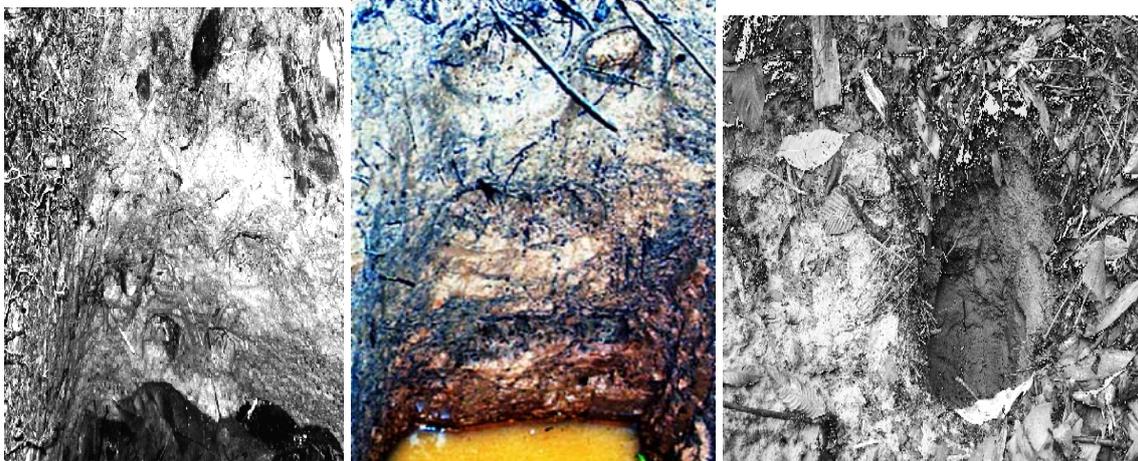
5) RESULTADOS DEL ANÁLISIS TEXTURA DE SUELOS

Tabla 4.1.9: Determinación del Análisis Físico Mecánico ó Clase Textural por Unidad Ecosistémica

Sistema	BOSQUE	PURMA		CHAMIZAL	
		PEA2	Franco arc. arenoso	PEA3	Franco arenoso
ZOO1	Franco arc. arenoso	ZOO2	Franco arcilloso	ZOO3	Franco arc. arenoso
EST1	Franco arc. arenoso	EST2	Arcilla arenosa	EST3	Franco arc. arenoso
RNAM1	Arcilla arenosa	RNAN2	Arcilla	RNAM3	Franco arc. arenoso
SB1	Franco arcilloso	SB2	Arcilla arenosa	SB3	Franco arenoso
NN1	Franco arcilloso	NN2	Franco arcilloso	NN3	Franco limoso
CV1	Arcilla	CV2	Arcilla arenosa	CV3	Franco arcilloso

Nota: Guía 'Triangulo Textural', USDA 2006.

Imagen 7: Calicatas Bosque ZOO1, Purma ZOO2, Chamizal ó Perturbado NN2.



IV. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS; GEOTEMPERATURAS, HUMEDAD RELATIVA (HR%), EVAPO TRANSPIRACIÓN (EPT) Y TENSIÓN HÍDRICA (Thh)

1) LA VARIACIÓN TEMPORAL DEL CALOR EN EL SUELO

(Geotemperaturas)

El flujo de calor al suelo (G) es uno de los componentes del balance de energía que, junto con la radiación neta, representa la energía disponible por el ecosistema. El cálculo de G vendrá dado por la suma del flujo de calor del suelo a una profundidad de calicata (<1m.).

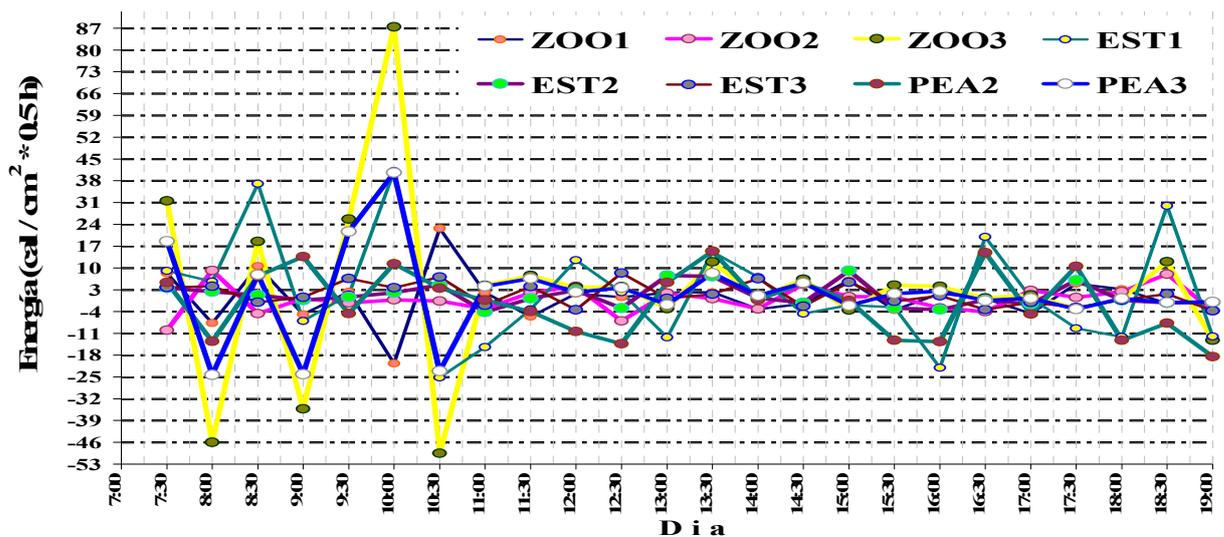


Gráfico 4.8. Ilustración de la Variación horaria y Flujo Neto de calor en el suelo (G) para Bosque, Purma, Chamizal; ecosistemas de la carretera Iquitos/ Nauta (0-1m.) de profundidad.

La G de energía se comporta erráticamente (positivo a negativo) en las primeras horas de las mañanas sobre todo el Chamizal ZOO3 y PEA3 -Comunidad de Quistococha-.

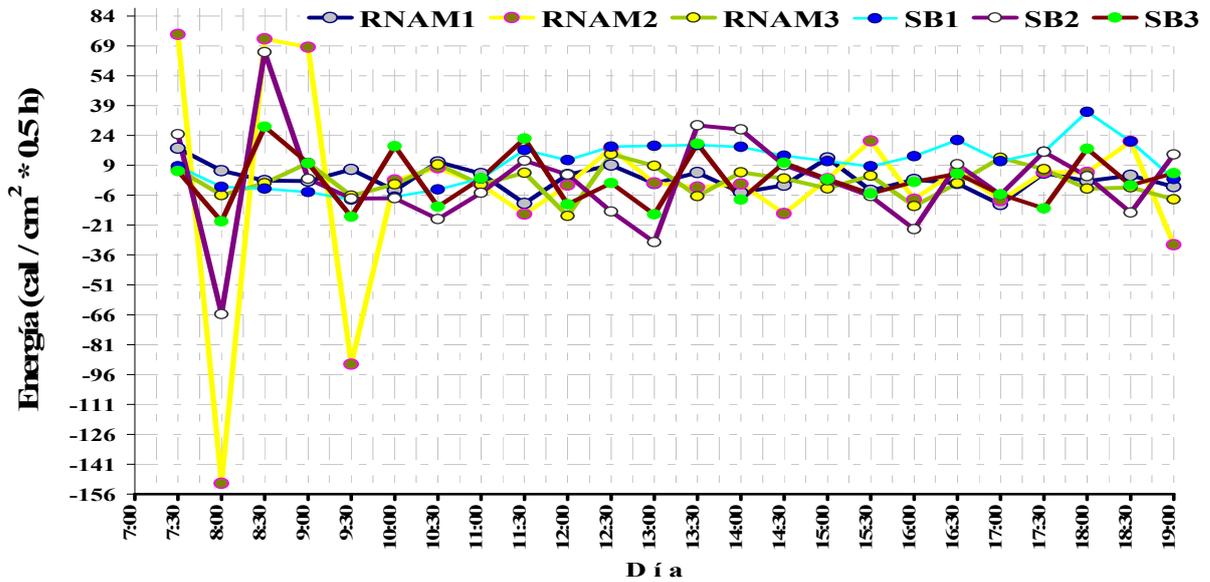


Gráfico 4.9. Variación horaria y Flujo Neto de calor en suelos de la carretera Iquitos/Nauta (0-1m.) de profundidad.

El flujo de G que corresponde a la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana y de la Comunidad 13 de Febrero lugar del Proyecto Especial de Cooperación Técnica Internacional Italia / GOREL ‘Gramínea Sorgo y Ganado Búbalino’.

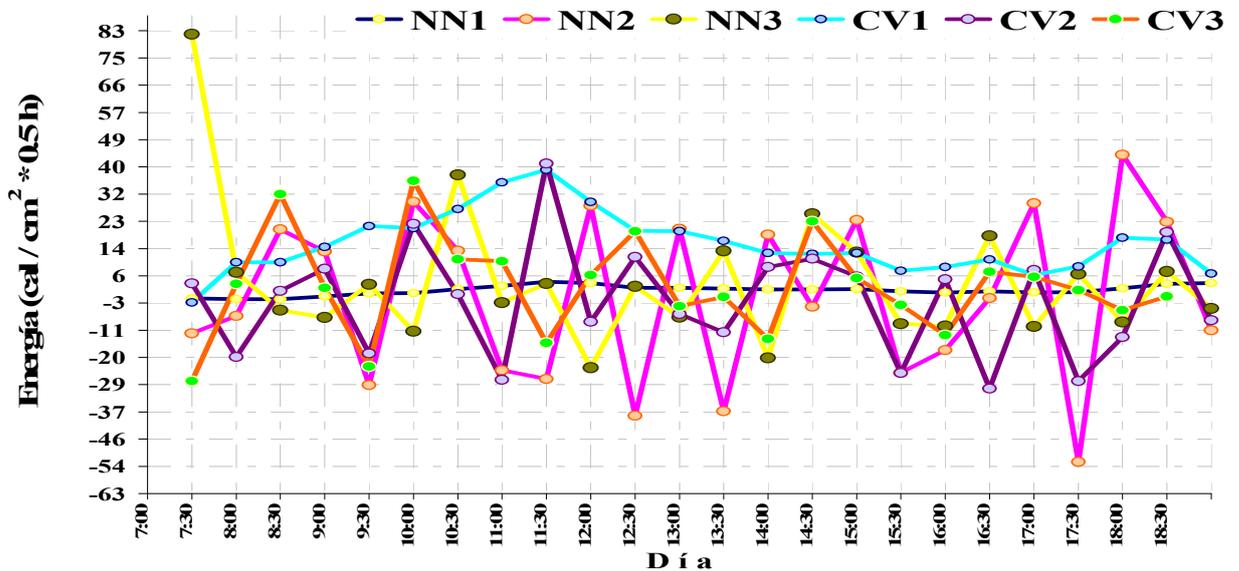


Gráfico 4.10. Variación horaria y Flujo Neto de calor en el suelo del Bosque, Purma, Chamizal de seis ecosistemas de la carretera Iquitos/Nauta (0-1m.) de profundidad.

El flujo de G que corresponde a las Comunidades de la Provincia de Loreto, Distrito Nauta -Nuevo Nauta I y II; Comunidad Corazón Valiente-.

2) DE LAS VARIABLES DE LAS CONDICIONES DE MICROCLIMA: HR%, EPT, PRECIPITACIÓN (Pp), TEMPERATURAS (TX, TMAX, TMIN) NIVELES (m) POR UNIDAD ECOSISTÉMICA.

Las Unidades Ecosistémicas evaluadas por nivel, según las características de Bosque, Purma ó Chamizal. Las geoestaciones (parcelas) con los termómetros y análisis respectivos son de gran importancia. Las siguientes variables climáticas se promedian y se resume por nivel en cada uno de los ecosistemas (1.6m, 5m. y 10m).

Cuadro 4.1.10: Resumen de los parámetros microclimáticos por niveles de los Ecosistemas -Bosque, Purma y Chamizal- del Zoológico de Quistococha.

ZOO1	HR %	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh mPa	Taire(°C)	Tmax	Tmin
10m.	68.1	339.9	220	-36.8	31.8	38	28.7
5m.	87.0			-19.5	30.9	35.5	26.5
1.6m.	76.9			-54.2	32.1	40	28.7
ZOO2	HR %	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire(°C)	Tmax	Tmin
10m.	98	197.1	220	-11.6	27.9	30.9	24.2
5m.	91.1			-34.5	28.1	31.3	23.1
1.6m.	80			-39.9	27.7	29.1	26.5
ZOO3	HR %	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire(°C)	Tmax	Tmin
1.6m.	83.7	294.3	249	-198	26.7	34.8	19
0.03					33	43	26

Fuente: propia 2010.

Cuadro 4.1.11: Resumen de los parámetros microclimáticos por niveles de los ecosistemas -Bosque, Purma, Chamizal- de la Estación del Santuario Bárbara D' Achille.

EST1	HR %	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
10m.	60.9	197.7	249	-107.4	27.2	32.5	25
5m.	86.5			-19.1	25.3	31.5	22.8
1.6m.	53.1			-63.9	26.9	29	23.8
EST2	HR%	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
10m.	87.9	311.4	263	-10	26	29.9	22.2
5m.	82.5			-38	25.9	29.2	22.6
1.6m.	73.5			-32	25.5	28.7	22.3
EST3	HR%	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
1.6m.	76	285.6	277	-188	29.6	34.8	22.8
0.03					33.5	43.2	26

Fuente: propia 2010.

Cuadro 4.1.12: Resumen de los parámetros microclimáticos por niveles de los ecosistemas -Bosque, Purma, Chamizal- de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana.

RNAM1	HR %	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
10m.	80.9	284.7	203	-27.6	29.7	33.1	26.3
5m.	78.4			-37.7	24.9	28.3	21.7

1.6m.	82.5			-31.2	29.3	32.7	25.2
RNAM2	HR%	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
10m.	89.3	244.8	237	-42	27.8	33.2	23.1
5m.	75.9			-44	27.7	34.0	22.8
1.6m.	78.2			-16	28	31.2	25.5
RNAM3	HR%	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
1.6m.	83	285.6	372	-215	30.5	36.3	26
0.03					30.4	35.8	26.2

Fuente: propia 2010.

Cuadro 4.1.13: Resumen de los parámetros microclimáticos por niveles de los ecosistemas -Bosque, Purma, Chamizal- del Proyecto Especial Sorgo Búfalo.

SB1	HR %	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
>10	73.1	245.4	203	-45.6	24	27.4	20.7
>5	88			-50.5	22.5	26.0	18
1.6	73.1			-34.0	27.7	30.4	24.4
SB2	HR%	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
>10	91	293.4	237	-31	25.5	28.6	22.6
>5	74			-36	28.1	31.3	23.1
1.6	84.6			-13	27.7	29.1	26.5
SB3	HR%	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
1.6	82	274.8	372	-187	27	32.1	23.4
0.03					34	29.6	25.8

Fuente: propia 2010.

Cuadro 4.1.14: Resumen de los parámetros microclimáticos por niveles de los ecosistemas -Bosque, Purma, Chamizal- de la Comunidad de Nuevo Nauta en Nauta.

NN1	HR %	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
>10	77	294.3	203	-38.0	25.1	29.2	21.4
>5	61.2			-80.2	26.8	29.9	23.4
1.6	76.6			-35.9	27.3	30.9	22.9
NN2	HR%	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
>10	68.4	211.8	237	-24	29.1	33.8	24
>5	76.8			-47	27.3	29.7	24.8
1.6	53.3			-10	29	30.8	26
NN3	HR%	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
1.6	55.5	310.5	277	-172	31.5	39	27.4
0.03					32.2	41.4	28

Fuente: propia 2010.

Cuadro 4.1.15: Resumen de los parámetros microclimáticos por niveles de los ecosistemas -Bosque, Purma, Chamizal- de la Comunidad Corazón Valiente en Nauta.

CV1	HR %	EPT_{mes} mm	Pp_{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
>10	83	304.8	249	-36.2	26.0	31.5	22.4
>5	84.5			-82.4	26	31.5	25.1
1.6	76.3			-34.3	27.2	30.9	22.6

CV2	HR%	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
>10	87	225.6	258	-80	25.9	28.6	24
>5	90			-33	25.2	29.7	23.6
1.6	51			-49	27	29.7	24.6
CV3	HR%	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
1.6	49.7	326.4	372	-158	33.9	42.3	24.6
0.03					32.8	36.7	28.2

Fuente: propia 2010.

Cuadro 4.1.16: Resumen de los parámetros microclimáticos por niveles de los ecosistemas -Purma, Chamizal- del Programa de Ecosistemas Acuáticos IIAP.

PEA2	HR %	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
>10	73.1	197.1	277	-96	27.4	30.3	24.2
>5	77.8			-90	27.1	32.0	24.4
1.6	91.5			-19	26.2	28.3	23.0
PEA3	HR%	EPT _{mes} mm	Pp _{mes} mm	Thh Mpa	Taire °C	Tmax	Tmin
1.6	81	334.8	220	-202	32.6	42.5	25.8
0.03					33.5	41.8	26.1

Fuente: propia 2010.

Nota: Las variables de Pp mensual son registros de SENHAMI (**Anexo 8:** SENHAMI)

Con el uso de los psicrómetros por nivel en cada ecosistema, se determinó las distribuciones de los promedios de HR%, EPTmm., THHaire en MPa y los máximos y mínimos de temperaturas con Bulbo Seco Tx, Tmax, Tmin en °C.

IV. MATRIZ DEL ÍNDICE DE RURALIDAD

La elaboración de la Matriz del Índice de Ruralidad de acuerdo a los lineamientos de la 'Visión del Territorio', instrumentalización metodológica del 'Territorio' de indizar la RURALIDAD en gradientes y luego categorizar el grado de intervención ó perturbación por los grupos humanos en la Zona y Área de Estudio:

Tabla 4.1.17. Los Índices Rurales y sus Categorías Rurales de las Unidades Ecosistémicas del Bosque, la Purma y Chamizal.

BOSQUE	IR	CR	PURMA	IR	CR	CHAMIZAL	IR	CR
ZOO1	3	T	PEA2	4	T	PEA3	3	T
EST1	5	RnA	ZOO2	4	T	ZOO3	4	T
RNAM1	7	RA	EST2	5	RnA	EST3	4	T
SB1	5	RnA	RNAM2	5	RnA	RNAM3	4	T
NN1	6	RnA	SB2	5	RnA	SB3	3	T
CV1	7	RA	NN2	4	T	NN3	4	T
			CV2	7	RA	CV3	3	T

Fuente: propia 2011.

Nota: donde; CR= Categoría Rural. RA= Rural Aislado. RnA= Rural no Aislado y T= Transitorio. (**Anexo 6.2:** Gradiente Antropogénico e IR).

Las Unidades Ecosistémicas de Bosque, Purma y Chamizal presentan problemas en la elaboración de los subíndices de población y de caminos. El caso de la densidad de pobladores, los más resaltante son los Ecosistemas del PEA/IIAP y ZOO (Comunidad Quistococha - Distrito San Juan) difícil su evaluación porque el Distrito tiene una tasa de crecimiento de natalidad alta y la expansión urbana de la ciudad de Iquitos. El Zoológico (ZOO), tiene un área boscosa aproximadamente 40ha administración del GOREL. Administración que tiene partidas y programas para cuidado y vigilancia de ésta área con gran potencial turístico (Lago Quistococha).

Las Purmas seleccionadas en la Formación Arenitas de Iquitos son de varillal medio (1) y varillal alto (2) su característica de flora es endémica. Las Purmas de la Formación Nauta (3) son áreas con árboles y arbustos juveniles, biomasa en regeneración a veces intransitable con mucha arcilla, es muy fácil encontrar Purma en la carretera.

El Chamizal, zona típica de la Formación Arenitas de Iquitos en los primeros 40km. de la carretera Iquitos Nauta, áreas deforestadas en algunos casos justificada -necesaria para abrir trocha y caminos; también áreas de producción agropecuaria y canteras mineras-.

IV.2. DISCUSIÓN

I.- DE LA DETERMINACIÓN DE PRODUCCIÓN PRIMARIA BRUTA (PPB)

1. LA BIOMASA DE HOJAS (Bh)

1.1. CON EL MÉTODO DESTRUCTIVO (J. Sach) ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

Los valores obtenidos con la técnica destructiva son promediados y consolidados en una sumatoria por Unidad Ecosistémica. El siguiente gráfico representa promedios totales de los niveles de producción de carbono ($\Sigma 1.6m.:5m.:10m$) de cada ecosistema correspondiente a las Unidades Ecosistémicas de Bosque, Purma ó Chamizal.

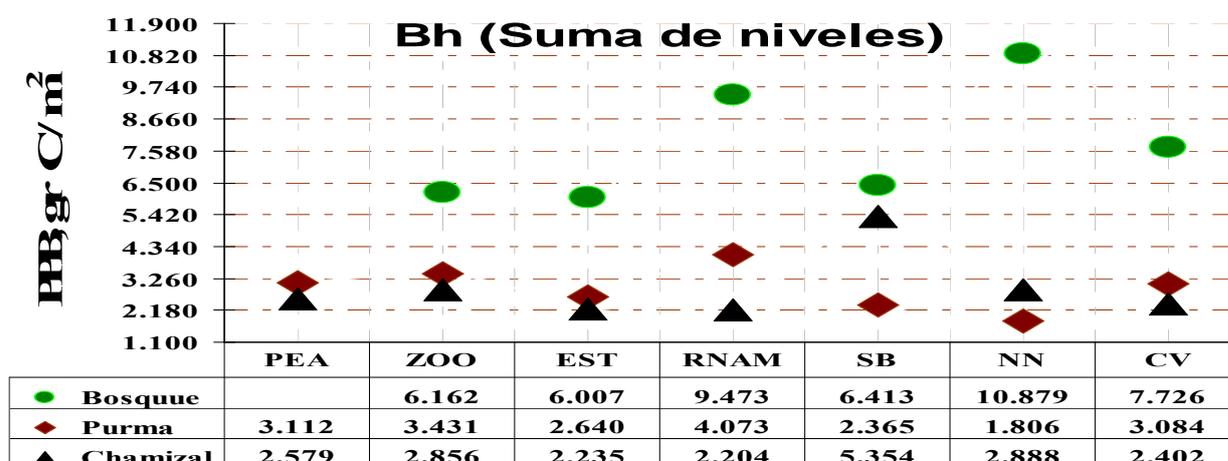


Gráfico 4.2.1. Productividad Primaria Bruta (PPB), Biomasa de hojas (Bh) en las Unidades Ecosistémicas -Bosque, Purma y Chamizal- en gr C/m².

De los resultados: **i)** Mayor actividad a mayor altura. **ii)** Los valores promedios de producción Bh del Bosque alcanzan en todos los casos los valores más altos de producción. **iii)** El siguiente nivel de producción es la Purma contiguo el Chamizal. **iv)** Los valores máximos encontramos en el sistema Bosque 10.879gr C/m² y los mínimos en el sistema Purma 1800gr C/m².

1.2. EMPLEO DEL MODELO GENERAL ICRAF PARA EL COMPONENTE Bh

Otra forma rápida de cuantificación del carbono de la biomasa es usando la metodología estandarizada del ICRAF. Uno de los valores convencionalmente aceptados es el 45% de biomasa vegetal seca es carbono. En los ecosistemas terrestres (Bosque ó Purma) existe una acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera, se puede cuantificar los componentes de la biomasa vegetal, siguiendo la metodología desarrollada por el ICRAF para condiciones similares con los ecosistemas terrestres del área en estudio. La ilustración mediante Diagramas de Cajas resalta la variación y magnitud de la producción con el uso de la función del Modelo ICRAF para la Producción Bruta de Biomasa de

Hojas el componente (Bh). Este componente de producción (Método Indirecto) es comparado con la Producción Primaria Bruta del Método Directo Destructivo J. Sach.

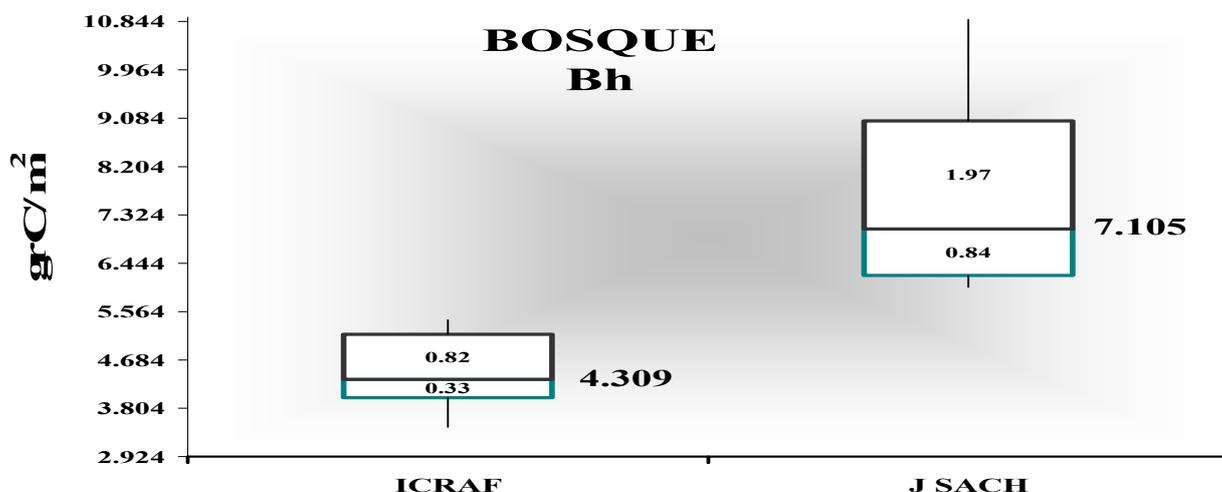


Gráfico 4.2.2. Diagramas de Caja consolidado comparativo de la Unidad Bosque, producción de biomasa de hojas (Bh) de los Métodos Indirecto ICRAF Vrs. Método Directo Destructivo de J. Sach en $gr C/m^2$.

En el Diagrama en Bosque la biomasa de hojarasca (Bh) presenta: **i)** Por el Método Directo con la Técnica Destructiva J. Sach el rango de variabilidad es más amplio en el primer cuartil, su mediana $7.105gr C/m^2$ valor que mejor aproxima a lo exacto. **ii)** El Método Indirecto con la guía del Modelo ICRAF su rango de variación es menor en ambos cuartiles su mediana es $4.309gr C/m^2$ la magnitud de los valores logran una representación más de precisión.

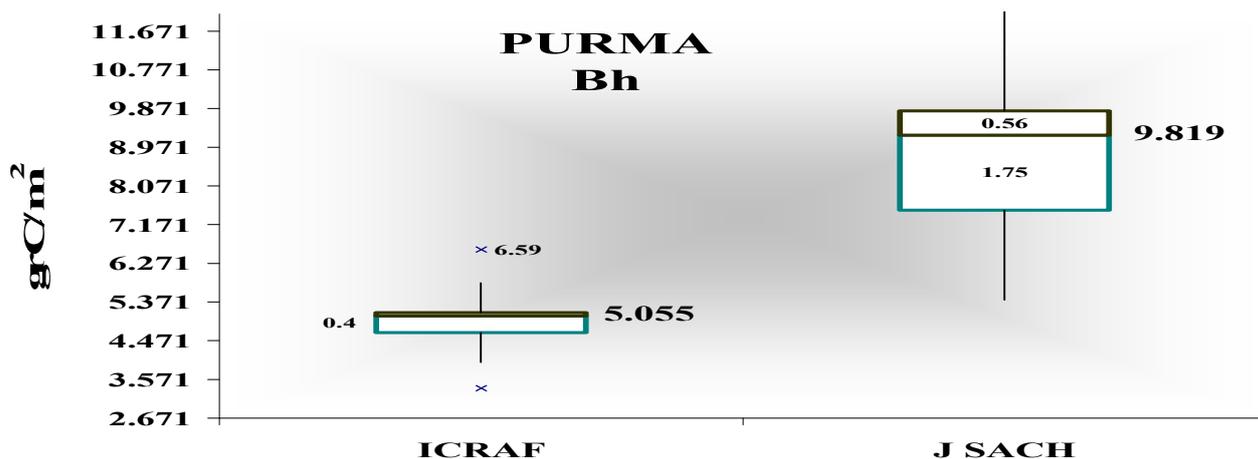


Gráfico 4.2.3: Diagramas de Caja de la Unidad Purma, de Producción de Biomasa de hojas (Bh) con el Método Indirecto ICRAF Vrs. Método Directo Destructivo J. Sach en $gr C/m^2$.

En el Diagrama de la Unidad Purma la biomasa de la hojarasca Bh presenta: **i.** El Método Directo de producción de hojas de J. Sach con un rango de variabilidad más amplio en el tercer cuartil, su mediana 9.819gr C/m² valores que mejor aproxima a lo exacto. **ii.**El Método Indirecto del Modelo ICRAF con una menor variabilidad y más ajustada su mediana 5.055gr C/m² valores que representan mejor la precisión.

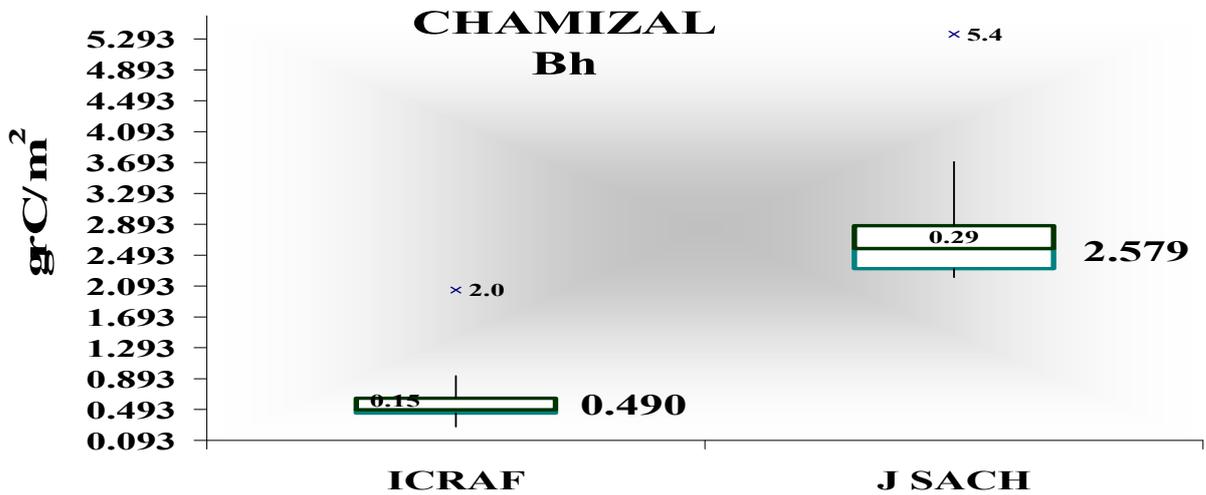


Gráfico 4.2.4: Diagramas de Caja de Producción de Biomasa en Hojas (Bh) de la Unidad Chamizal con Método Indirecto ICRAF Vrs. Método Directo Destructivo J. Sach gr C/m².

En el Diagrama de la Unidad Chamizal la biomasa de la hojarasca Bh presenta: **i.** El Método Directo destructivo de producción de hojas J. Sach una mediana de 2.579gr C/m² es más exacta. **ii.** El Método Indirecto para el Modelo ICRAF con mediana más pequeña 0.490gr C/m² más preciso.

Imagen 9: Técnica Destructiva In situ.



2. DE LA PRODUCCIÓN EN PRODUCCIÓN PRIMARIA BRUTA Y DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA

Con los datos y funciones desarrolladas del Modelo ICRAF se cuantifica la PPB de los ecosistemas, un conjunto de componentes de la biomasa (suelo, superficie y aérea). Esta producción general sus componentes SUT, CS, CBV, BAH, Bh y la metodología de RESPIRACIÓN evaluada y determinada en el estudio sirven de soporte a la Función de Producción Primaria Neta PPN. Una primera aproximación de STOCK de carbono en los ecosistemas tratados.

2.1. Con el uso de los Diagramas de Caja para cada unidad ecosistémica, los valores alcanzados en los componentes de la PPB con el CS y SUT son comparados con los resultados de la Producción Primaria Neta del CS y PPN del SUT.

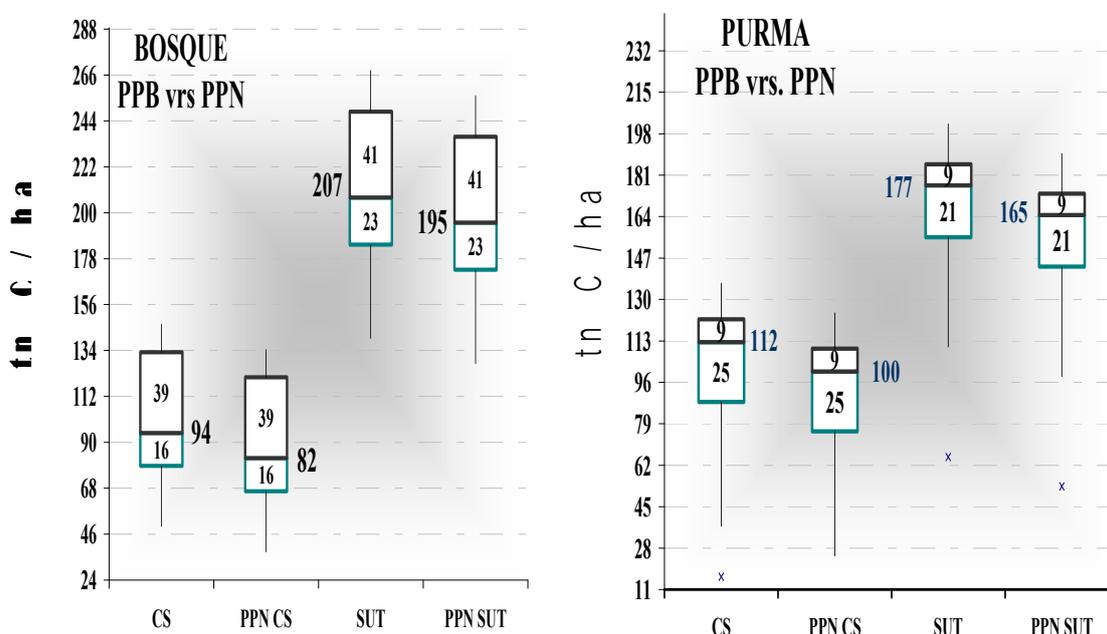


Gráfico 4.2.5: Diagrama de Cajas del Modelo ICRAF de los Componentes de Carbono del Suelo (CS) y Carbono del Sistema de Usos de la Tierra (SUT) tn C/ha del BOSQUE y PURMA. La Producción Primaria Bruta del CS y SUT Vrs. Producción Primaria Neta PPN del CS y SUT..

De la data, podemos decir: **i.** La Producción Bruta y Producción Neta en los Diagramas de Cajas las Unidades Ecosistémicas de Bosque y Purma muestran pequeñas diferencias de mismo componente CS y SUT. **ii.** La diferencia más significativa son la magnitud de producción de las Unidades Ecosistémicas entre Bosque y Purma. En promedio la producción del SUT Bosque con una mediana en PPB 207tn C/ha y PPN 195tn C/ha; y, en el SUT Purma las medianas en la PPB 177tn C/ha y PPN 165tn C/ha. Lo mismo

podemos decir del PPB del CS en Bosque la mediana 94tn C/ha y PPN 82tn C/ha; y, en CS PURMA con una mediana en la PPB 112tn C/ha y PPN 100tn C/ha, que indica una importante actividad en el suelo mayor que el Bosque. Los numerales interiores (en la Caja) representan el porcentaje que ocupa en la Caja del cuartil respectivo.

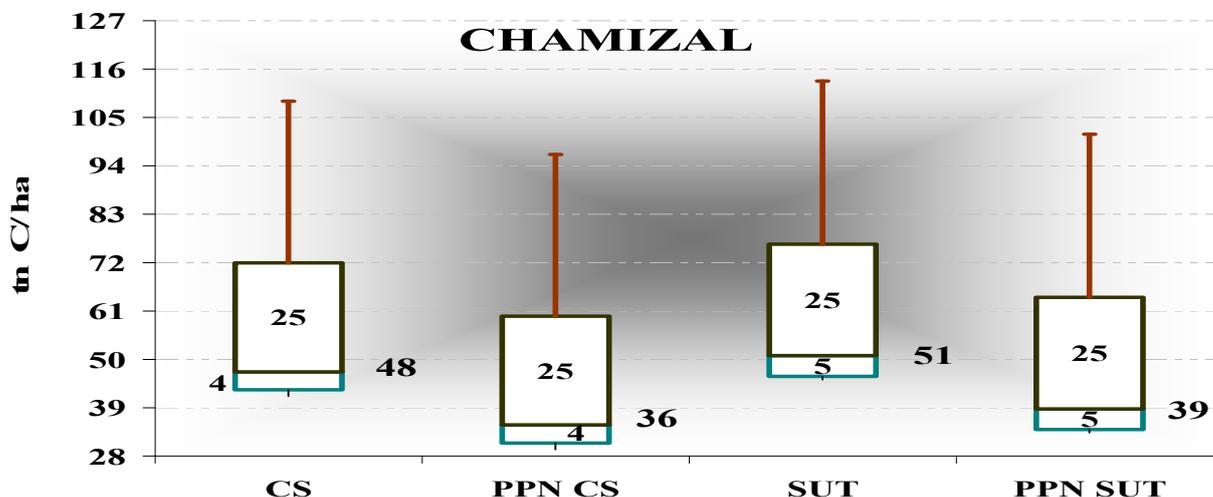


Gráfico 4.2.6: Diagrama de Cajas del Modelo ICRAF en CHAMIZAL; Producción de Biomasa de los componentes Carbono del Suelo CS y Carbono del Sistema de Usos de la Tierra SUT en tn C/ha, resultados de Producción Primaria Bruta del CS y el SUT Vrs. Producción Primaria Neta del PPN CS y el PPN SUT en tn C/ha.

De la ilustración del Chamizal, podemos decir: **i.** la Producción Bruta y Producción Neta del Diagrama de Cajas el Chamizal tiene pequeñas diferencias entre componentes y parámetros del CS y SUT. **ii.** en promedio la mediana de PPB del CS es 48tn C/ha y la PPN CS es 36tn C/ha. La misma variabilidad sin diferencias significativas en la PPB SUT 51tn C/ha y PPN SUT 39tn C/ha.

2.2. Redundando en la PPN, se adicionan dos gráficas que presentan los valores totales de producción promedio SUT en gr C/m² y los rangos de variación en tn C/ha. conglomerados de las Unidades Ecosistémicas Bosque, Purma y Chamizal.

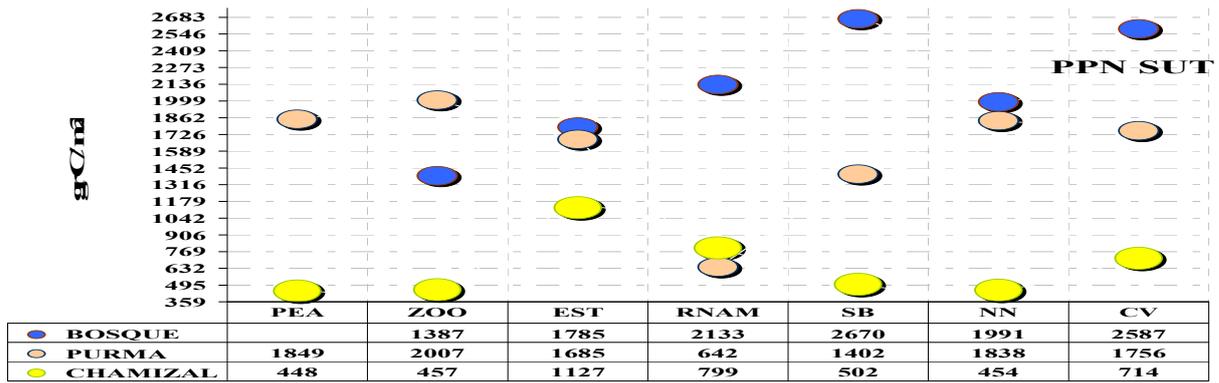


Gráfico 4.2.7: La Producción de Biomasa del Ecosistema su dinámica con la Producción Primaria Neta según Sistema de Usos de la Tierra SUT en gr C/m² por Unidad Ecosistémica -Bosque, Purma y Chamizal-.

La producción en términos de la PPN SUT: **i.** promedia valores para Bosque 2102gr C/m², Purma 1607gr C/m² y Chamizal 653gr C/m². **ii.** los conglomerados de las Unidades de Bosque y Purma con alta producción, y el Chamizal con valores más bajos de producción. **iii.** Redundando, en la Unidad de Purma algunos promedios y valores atípicos p.j. la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (RNAM2) con 642gr C/m².

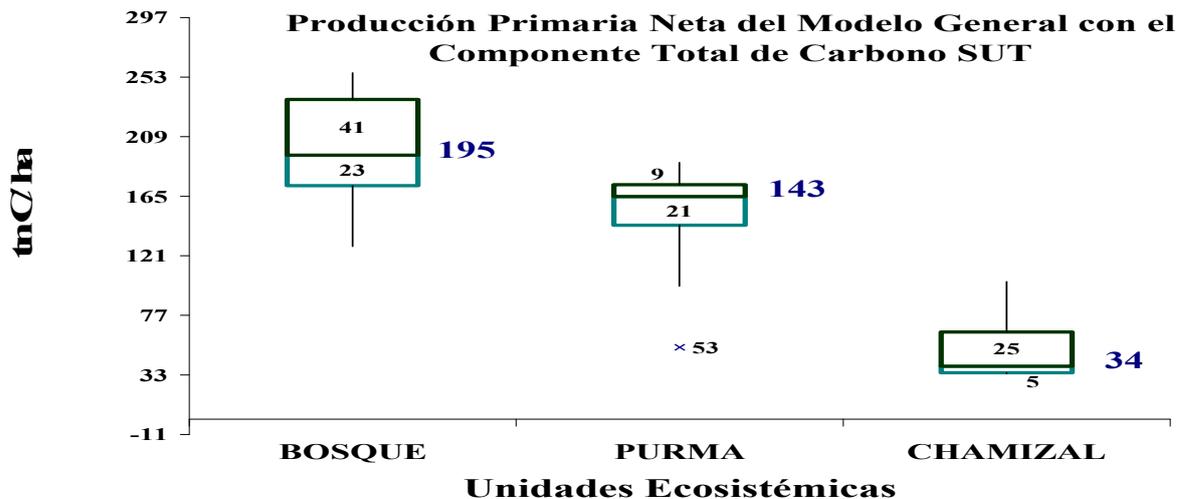


Gráfico 4.2.8. Diagramas de cajas de la Producción Primaria Neta según Unidad Ecosistémica en tn C/ha.

Diagrama de Caja con los promedios de la mediana para las Unidades Ecosistémicas de PPNeta SUT: **i.** tienen diferencias significativas de producción en Bosque, cuya mediana es 195tn /ha en la Purma en la es 143tn /ha y más aún con el Chamizal promedia 34tn /ha. **ii.** los valores de producción neta sigue la secuencia: Bosque > Purma > Chamizal.

2.3. El Modelo General ICRAF y la estadística de sus componentes Carbón del Suelo (CS), Carbón de la Biomasa Vegetal (CBV) e Índice Diferencial Normalizado de Vegetación (NDVI). El perfil (columna) de la parcela y sus niveles de producción de C

con las metodologías empleadas agrupadas en un resumen estadístico. La matriz que correlaciona los componentes del CS, CBV con el parámetro de densidad de biomasa el NDVI (representa el Tope del Sistema).

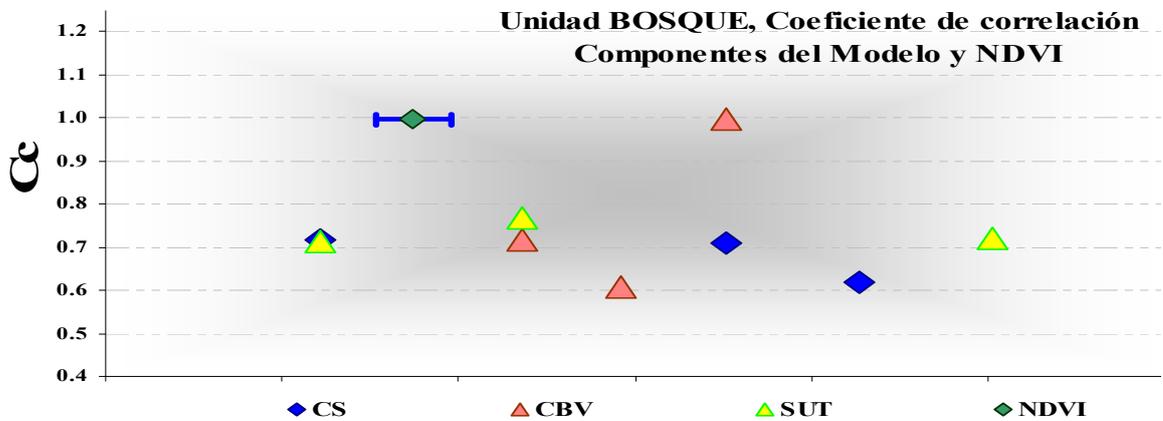


Gráfico 4.2.9: Coeficientes de correlación de los componentes de Producción Primaria Neta Carbono del Suelo (CS), Carbono de la Biomasa Vegetal (CBV) y el Índice Diferencial Normalizado de Vegetación (NDVI) de siete Ecosistemas de la Unidad BOSQUE

Las correlaciones son significativas: **i.** la asociación de los componentes en el Modelo son fuerte positivo para CS/NDVI, fuerte positivo con el CBV/NDVI y perfecto positivo del SUT/NDVI. **ii.** Los componentes de CS, CBV y SUT en todos los casos las correlaciones son perfecta positiva a fuerte positiva. **iii.** El Coeficiente de Determinación R^2 0.87

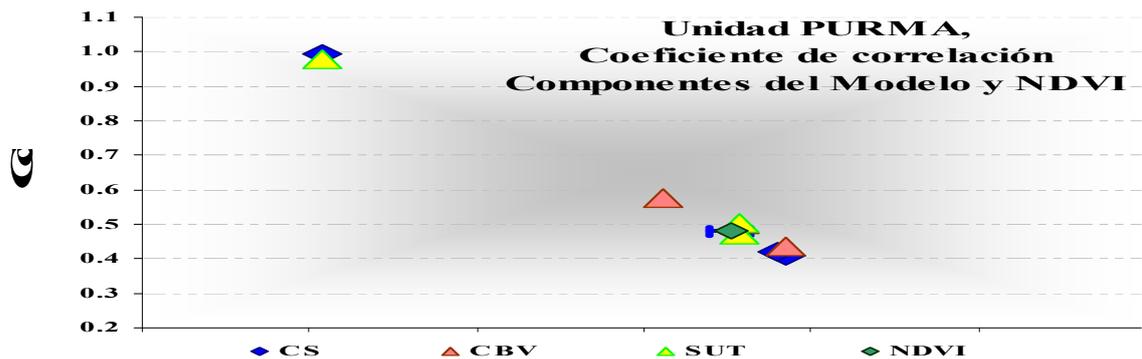


Gráfico 4.2.10: Coeficientes de correlación de los componentes de Producción Primaria Neta Carbono del Suelo (CS), Carbono de la Biomasa Vegetal (CBV), Carbono Sistemas de Usos de la Tierra (SUT) y el Índice Normalizado de Vegetación (NDVI) de siete Ecosistemas de la Unidad PURMA.

Los Coeficientes correlacionan: **i.** significativo con los componentes; fuerte positivo para CS/NDVI, fuerte positivo el CBV/NDVI y fuerte positivo del SUT/NDVI. **ii.** Los

componentes de CS, CBV y SUT en todos los casos las correlaciones son fuerte positivo a perfecto positivo. **iii.** Con un coeficiente de determinación R^2 0.86 intensa asociación.

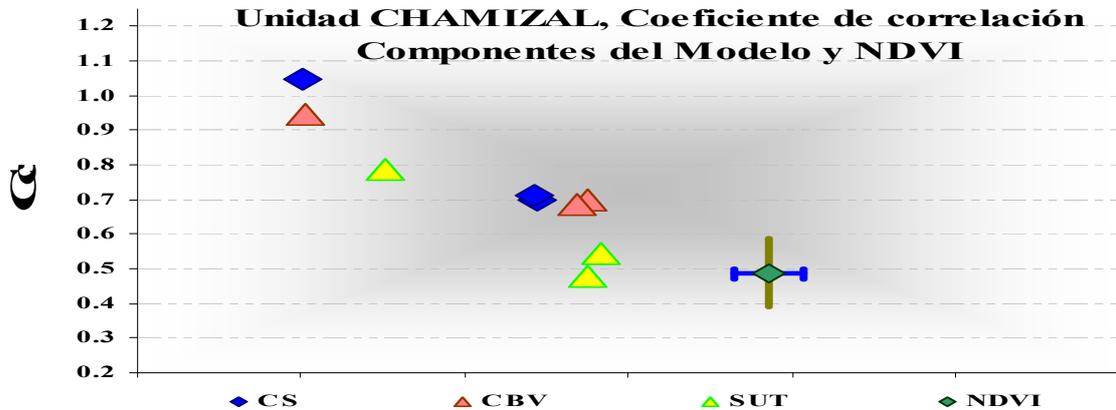


Gráfico 4.2.11: Coeficientes de correlación de los componentes de Producción Primaria Neta Carbono del Suelo (CS), Carbono de la Biomasa Vegetal (CBV), Carbono Sistemas de Usos de la Tierra (SUT) y el Índice Normalizado de Vegetación (NDVI) de siete Ecosistemas de la Unidad CHAMIZAL.

Los Coeficientes correlacionan: **i.** significativo con los componentes; débil positivo para CS/NDVI, fuerte positivo el CBV/NDVI y fuerte positivo del SUT/NDVI. **ii.** Los componentes de CS, CBV y SUT en todos los casos las correlaciones son fuerte positivo a perfecto positivo. **iii.** Con un coeficiente de determinación R^2 0.86 intensa asociación.

II. EVALUACIÓN DEL CO₂ ATMOSFÉRICO

1. LAS CORRIDAS CON EL IRGA

Las concentraciones mol ¹²CO₂ en la atmósfera terrestre, según la IPCC hoy en día es alrededor de 390_{ppm} ¹²CO₂. El flujo e intercambio del carbono terrestre, sus estados (sólido y gaseoso) y procesos tróficos naturales son influenciados por las actividades antropogénicas u emisiones (residuos sólidos, RS) en la zona y área del estudio en las que se encontró concentraciones de ¹²CO₂ por encima del promedio global en las Unidades Ecosistémicas de Bosque, Purma y Chamizal. La distribución y promedio se resume en los siguientes gráficos:

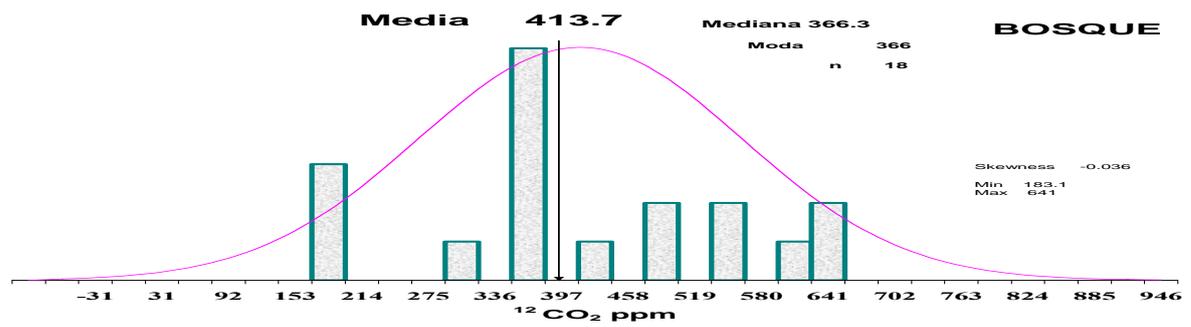


Gráfico 4.2.12: Distribución promedio de concentración $^{12}\text{CO}_2$ de seis Ecosistemas de BOSQUE.

El Histograma en Bosque promedia 413.7ppm. CO_2 con máximo de 641ppm CO_2 (CV1) y mínimo 183ppm CO_2 (RNAM) y un Coeficiente de Asimetría -0.3.

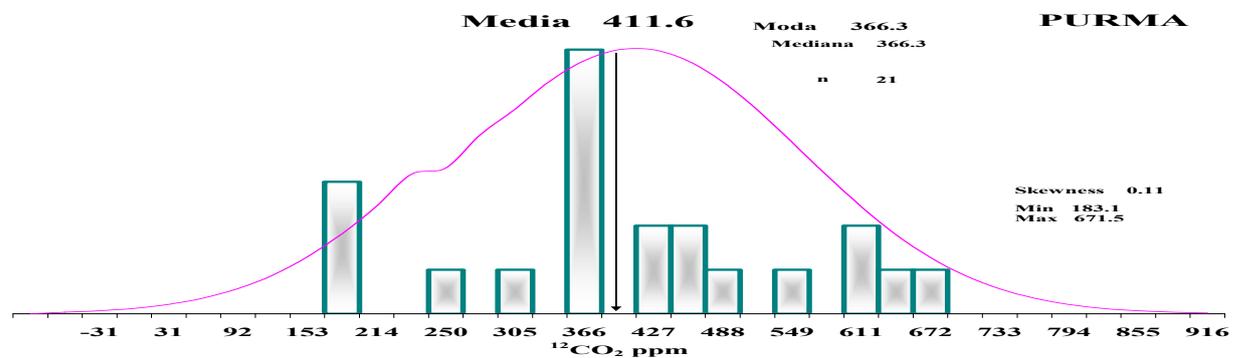


Gráfico 4.2.13: Distribución promedio de concentración de CO_2 de siete Ecosistemas de la Unidad PURMA.

El Histograma en Purna promedia 411.6ppm. $^{12}\text{CO}_2$ tiene un máximo 641ppm CO_2 (CV2) y mínimo 183.2 ppm CO_2 (RNAM2) con un Coeficiente de Asimetría 0.06.

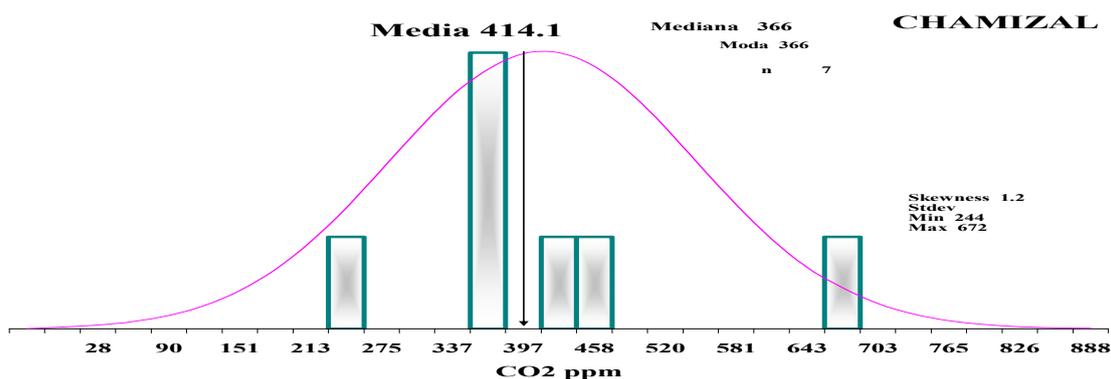


Gráfico 4.2.14. Distribución promedio de concentración de $^{12}\text{CO}_2$ de siete Ecosistemas de la Unidad CHAMIZAL

El histograma en Chamizal promedia 414.1ppm. CO_2 un máximo de 672ppm CO_2 (CV3) y un mínimo 244ppm CO_2 (RNAM3) con un Coeficiente de Asimetría 1.2 la tendencia es al incremento.

III. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS ORGÁNICOS, ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS CON FRX Y DRX; Y, EL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH).

1. DE LOS ELEMENTOS MACROORGÁNICOS

Sólo una pequeña **parte de cada** nutriente presente en el **suelo** se encuentra disponible para las plantas (**2%**). El **resto (98%)** aparece en formas **no asimilables** por las plantas, es decir, se halla firmemente ligado a la fracción mineral y a la materia orgánica, resultando inaccesible mientras no se vea afectado por los procesos de descomposición. Estos procesos **ocurren lentamente**, durante largos períodos, y los nutrientes son liberados de modo gradual los 16 elementos esenciales, los 3 primeros son suministrados mayoritaria mente por el aire y el agua, mientras que los **13 restantes** son aportados por el suelo. Micronutrientes en la Materia Orgánica del Suelo (MOS), en el Carbono Orgánico del Suelo (COS) es más o menos tres veces mayor que el retenido en los organismos **vivos** (Lal *et al.*, 1995). Pequeños cambios en reservas de COS ó MOS pueden tener un efecto sustancial al disminuir o aumentar los niveles de la concentración de CO₂ en la atmósfera y, consecuentemente, en el clima global (Schlesinger, 1995).

1.1. SOBRE LA MATERIA ORGÁNICA (MO%), CARBÓN ORGÁNICO DE SUELOS (COS), MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (MOS)

Son de manera importantes para las evaluaciones dinámicas del suelo. La biodisponibilidad y descomposición son procesos que van de semanas, años a décadas pueden estimarse con la identificación y cuantificación de los agregados orgánicos en sus fases de MO, MOS, COS. Siguiendo las metodologías descritas para MO y MOS su cuantificación es porcentual (%) y para el COS es en gr/m².

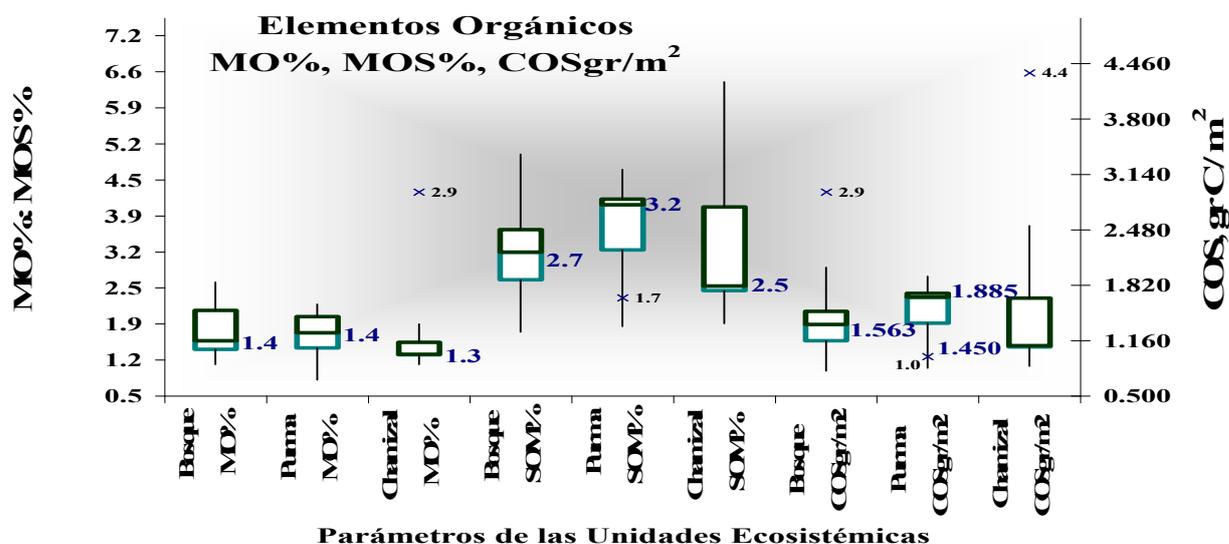


Gráfico 4.2.15: La ilustración resume la distribución de concentración de la Materia Orgánica MO% y de la Materia Orgánica del Suelo MOS%, también del Carbón Orgánico del Suelo COS gr C/m² en las Unidades Ecosistémicas -Bosque, Purma y Chamizal-.

Según el Diagrama, los parámetros de: **I) MO%**; i. el Bosque y Purma con la misma mediana 1.4% el Chamizal un poco menor 1.3%. **II) MOS%**; i. el Bosque con una mediana 2.7% en la Purma se incrementa a 3.2%. El Chamizal un poco más bajo 2.5%. **ii.** la Purma con mediana alta de 3.2%; amen, de mostrar gran actividad orgánica hay presencia de valores atípicos decreciente 1.7% (ZOO2, Comunidad de Quistococha). **III) COS gr C/m²**; en el Bosque con mediana 1.563 gr C/m² en la Purma se incrementa notablemente a 1885 gr C/m² y el Chamizal la mediana de 1450 gr C/m². En el Chamizal presenta un valor atípico (EST3, Estación INRENA).

1.2. Sobre la relación C/N: es muy significativo el hecho de que los microorganismos utilizan las sales amoniacales y nitratos para la formación de sus cuerpos. Mientras más amplia sea la relación C/N, menor cantidad de amoníaco será liberado, debido a que la proporción de carbono presente es mayor que la del nitrógeno.

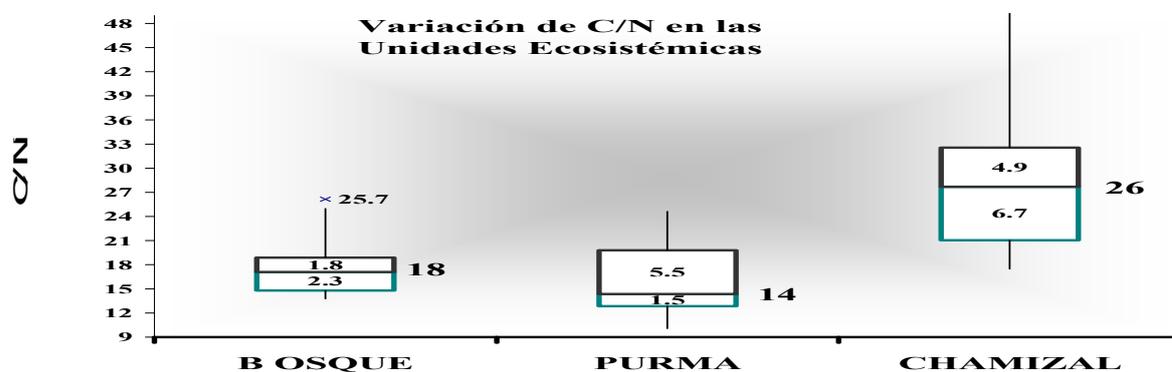


Gráfico 4.2.16. Diagrama de Cajas para la relación C/N de las Unidades Ecosistémicas.

De acuerdo al Diagrama se puede distinguir variación y magnitud de la data, podemos decir: **i.** la Purma tiene una mediana de 14 seguida del Bosque con mediana 18 y la mediana del Chamizal 26. **ii.** la secuencia será de mayor eficiencia C/N: Purma > Bosque > Chamizal.

1.3. Sobre el Fósforo, P

El P está presente en el suelo en formas orgánicas e inorgánicas y se absorbe principalmente en forma de anión monovalente fosfato (H₂PO₄)⁻¹ y menos rápidamente con el anión divalente (HPO₄)⁻². El pH del suelo controla la abundancia relativa de estas

dos formas: el $(\text{H}_2\text{P O}_4)^{-1}$ se ve favorecido por un $\text{pH} < 7$, mientras que el HPO_4^{-2} lo estará por encima de este valor.

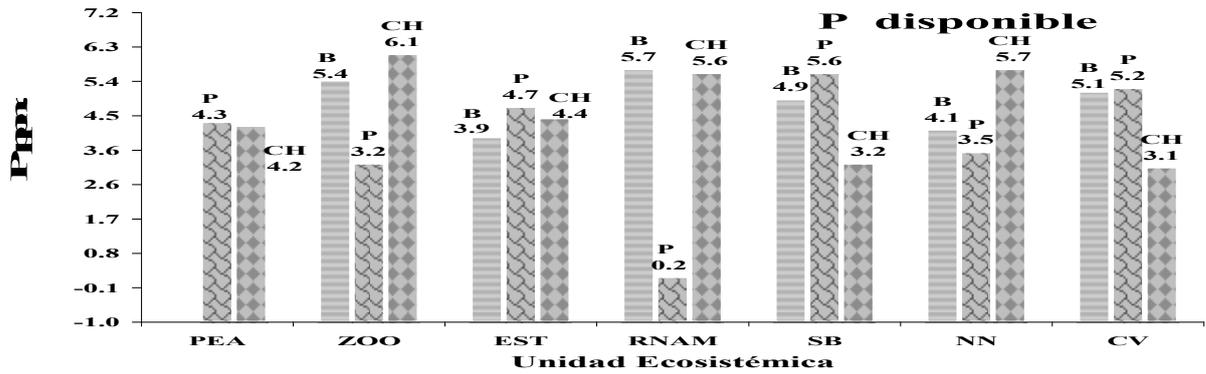


Gráfico 4.2.17. Cuantificación de Fósforo Disponible ($P_{\text{ppm.}}$) por Ecosistema en las Unidades Bosque (B), Purma (P) y Chamizal (CH).

Los valores cuantificados P_{ppm} con valores atípicos extremadamente bajos el caso de la RNAM2 (Purma, de Reserva Nacional Allpahuayo Mishana).

Los niveles de asociación de P disponible con la materia orgánica en las distintas unidades ecosistémicas. La importancia de la Materia Orgánica en el Suelos (MOS) en relación a las condiciones de climáticas y medioambientales. El Carbón Orgánico del Suelo (COS) condicionada por el tipo de vegetación antes y después de una perturbación.

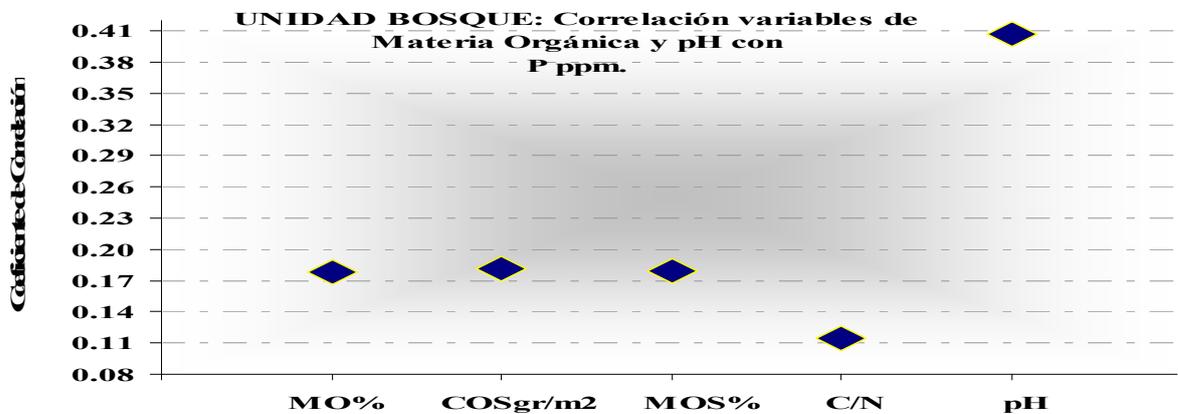


Gráfico 4.2.18. La Unidad BOSQUE, distribución del Coeficiente de Correlación del P disponible con las variables de la Materia Orgánica (MO, COS, MOS, C/N) y pH.

De la ilustración del P disponible podemos decir: **i.** Hay una significativa correlación fuerte positiva con el pH y débil positiva con MO, COS, MOS. **ii.** Todos los parámetros correlacionan positivamente.

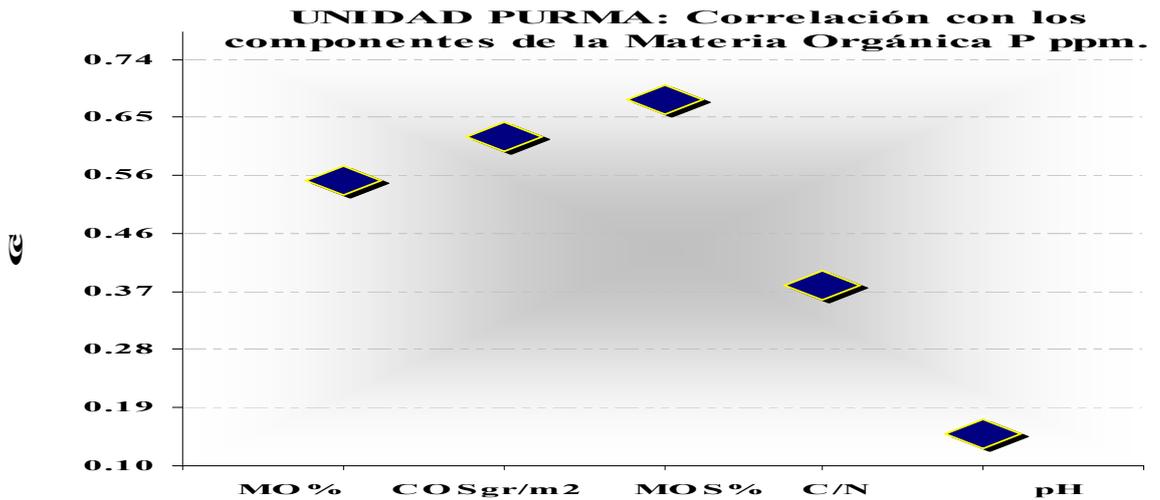


Gráfico 4.2.19. Unidad PURMA; distribución del Coeficiente de Correlación del P disponible con las variables de la Materia Orgánica (MO, COS, MOS, C/N) y pH.

De la ilustración del P disponible podemos decir: **i.** Hay una significativa correlación muy fuerte positivo con MO, COS, MOS y fuerte positivo con el C/N y débil positivo con el pH. **ii.** Todos los parámetros correlacionan positivamente.

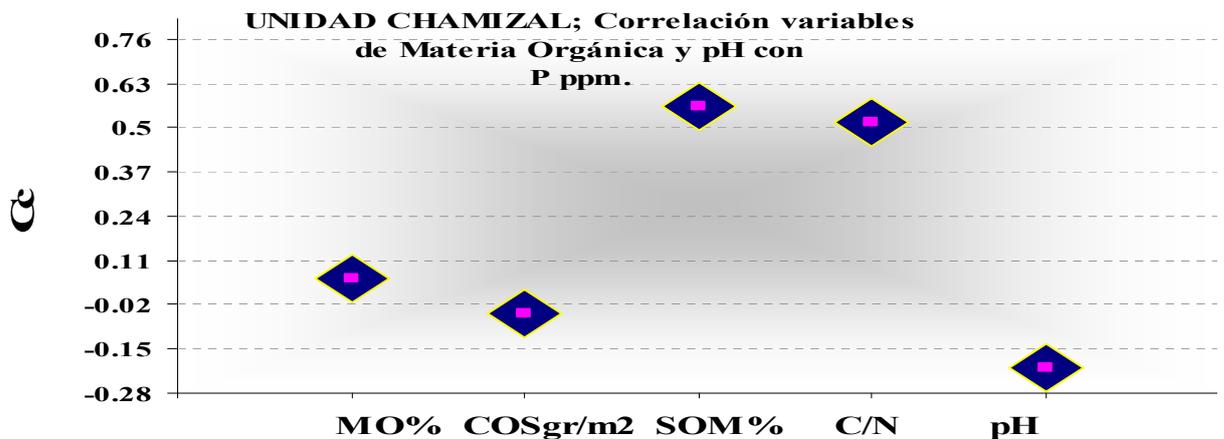


Gráfico 4.2.20. Unidad CHAMIZAL; distribución del Coeficiente de Correlación del P disponible con las variables de la Materia Orgánica (MO, COS, MOS, C/N) y pH.

De la ilustración del P disponible podemos decir: **i.** Hay una buena correlación MOS y el C/N, una relación débil con el COS y ninguna con la MO%; asimismo es débil negativo el pH. **ii.** No todos los parámetros correlacionan positivamente con el pH es negativo.

De las correlaciones podemos decir que el $P_{disponible}$, se ordena de mayor a menor en la secuencia: Purma > Bosque > Chamizal. **iii.** En todos los casos los valores de $P_{disponible}$ se explica bien con la materia orgánica MO%, COS y MOS pero tiene dificultades con el potencial de hidrógeno pH. (Ver anexo 5: Análisis de C, N, P).

2. LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS; LAS TÉCNICAS DE FRX Y DRX

Cuantitativamente en un suelo normal la fracción mineral representa de 45 - 49% del volumen del suelo. Y, dentro de la fase sólida constituye para un suelo representativo, del orden del 90 - 99% (el 10 - 1% restante corresponde a la MO).

2.1. ARREGLO EXPERIMENTAL CON LA FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX) DE LA UNMSM

D) Se realizó pruebas, con un par de muestras para mejorar la comprensión de la distribución y concentración de elementos químicos. La maquina de la UNMSM del Laboratorio de Arqueometría de la Facultad de Física con su equipo portátil (EP) muy frecuente en la industria peruana. La calibración de energías se realizo con una muestra patrón de suelo.

Cuadro 4.2.1. Resultados comparativos de FRX, elementos químicos encontrados en el IPEN y la tecnología del Equipo Portátil de la UNMSM.

N°	EST2	IPEN	EST2	UNMS	RNAM3	IPEN	RNAM3	UNMS
1	Fe%	0.3	Si	52.26	Fe%	2.1	Si	97.8
2	Ti%	0.3	Fe	6.43	K%	0.2	Al	1.1
3	Zr	1970	Ti	0.83	Ti%	0.3	Cl	0.38
4	Y	40	K	0.76	Zr	1,417	Mn	0.27
5	Nb	34	Cl	0.28	Nb	64	Ca	0.23
6	Mn	< 48	Mn	0.09	Mn	61	Ti	0.08
7	Cr	33	Ca	0.07	Y	56	Cu	0.03
8	Pb	18	Zr	0.05	Pb	48	Fe	0.02
9	Sr	12	Zn	0.05	Th	35	Ni	0.02
10	Th	10	V	0.04	Sr	27	Zn	0.02
11	Zn	< 9	Cr	0.02	Rb	26	Zr	0.01
12	Cu	8	Cu	0.02	Cr	24	V	0.01
13	Br	4	Sr	0.006	Ga	< 10		
14	Rb	3			Zn	< 9		
15	Co	< 2			Br	5		
16					Cu	4		

Fuente: Propia 2009 (colaboración del Dr. P. Bravo UNMSM).

Las dos muestras de FRX corridas con el Portátil de la UNMSM corresponden a los Sistemas PURMA EST2 y CHAMIZAL RNAM3. Los elementos químicos de mayor presencia el Si, Fe y Ti frecuente y abundante en la Formación Arenitas de Iquitos. Asimismo, el Fe y K funcionales a arcillas afin a la actividad orgánica; mientras el Si de los filosilicatos. Por otro lado, no se ha revelado la presencia química del Zr (Circón).

II. Se Resume en dos gráficos las de corridas de FRX-IPEN; en ésta la distribución de concentración porcentual (%) de seis elementos más abundantes en Bosque, Purma y Chamizal.

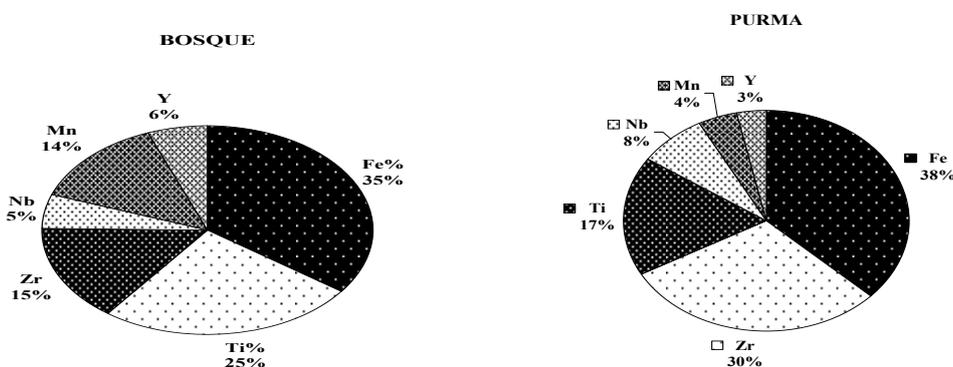


Gráfico 4.2.21: Distribución de abundancia porcentual de los elementos químicos revela dos con ENDs mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX) en Bosque y Purma. Las ocurrencias de los elementos más abundantes: **i.** Bosque; tiene la secuencia Fe > Ti > Zr > Mn > Y > Nb. **ii.** Purma; con la secuencia Fe > Zr > Ti > Nb > Mn > Y. **iii.** Es relevante la abundancia de tres elementos Ti, Fe y Zr primarios de suelos de la Formación Nauta y Arenitas de Iquitos.

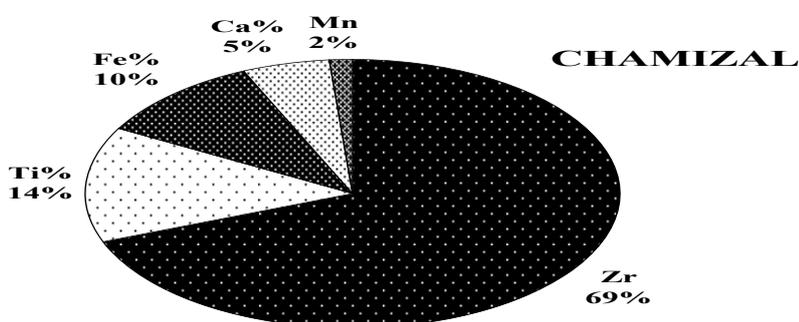


Gráfico 4.2.22. Elementos revelados con la Técnica de Fluorescencia de Rayos X (FRX) la concentración porcentual ó ppm. de los Elementos Químicos en Chamizal. La distribución de los elementos más importantes: **i.** Chamizal; tiene la secuencia Zr > Ti > Fe > Ca > Mn. **ii.** Es relevante la abundancia de tres elementos Zr, Ti y Fe precursores de suelos en la Formación Nauta y Arenitas de Iquitos.

2.2. ARREGLO EXPERIMENTAL CON NUEVAS PRUEBAS DE DIFRACCION DRX CON EL EQUIPO DE INGEMMET / MEM

i) Se realizó pruebas, con un par de muestras para validar resultados obtenidos del reporte del análisis de Difracción de la Facultad de Física de la UNMSM. Pruebas realizadas con el equipo del INGEMMET y con la colaboración del Ing. Carrasco G. Palermo.

Cuadro 4.2.2: Muestra radiada **RNAM2** analizada con Difractómetro INGEMMET /MEM.

N°	INGEMMET	FORMULA	%	UNMSM	RNAM2
01	Cuarzo	SiO ₂	69.63	Cuarzo	SiO ₂
02	Montmorillonita	Ca _{0.2} (Al, Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) _{2.4} H ₂ O	17.19	Montmorillonita	Na _{0.3} (Al, Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ 8H ₂ O
02	Caolinita	Na _{0.3} Al ₄ Si ₆ O ₁₅ (OH) _{6.4} H ₂ O	4.58		
03	Amorfo	-- (i)	5.27		
04	Anatasa	TiO ₂	1.62		
05	Ankerita	Ca(Fe ⁺ ₂ ,Mg)(CO ₃) ₂	0.95		
06	Hematita	Fe ₂ O ₃	0.76		

Cuadro 4.2.3: Muestra radiada **SB2**, analizada con Difractómetro INGEMMET/ MEM.

N°	INGEMMET	FORMULA	%	UNMSM	SB2 - Purma
01	Cuarzo	SiO ₂	98.79	Cuarzo	SiO ₂
02	Caolinita	Na _{0.3} Al ₄ Si ₆ O ₁₅ (OH) _{6.4} H ₂ O	0.53	Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
03	Goetita	Fe ⁺ ₃ O(OH)	0.47		
04	Anatasa	TiO ₂	0.21		

Lo que podemos decir, ambas muestras tratadas con malla diámetro 40um., se irradió con los difractómetros (de UNMSM, y del INGEMMET). El reporte del equipo del INGEMMET mejora notablemente el reporte, se determinó el rango de barrido y diámetro de muestra máximo para trabajar arcillas, minerales primarios ó secundarios. En el siguiente gráfico se presenta la distribución porcentual de éstas estructuras mineralógicas:

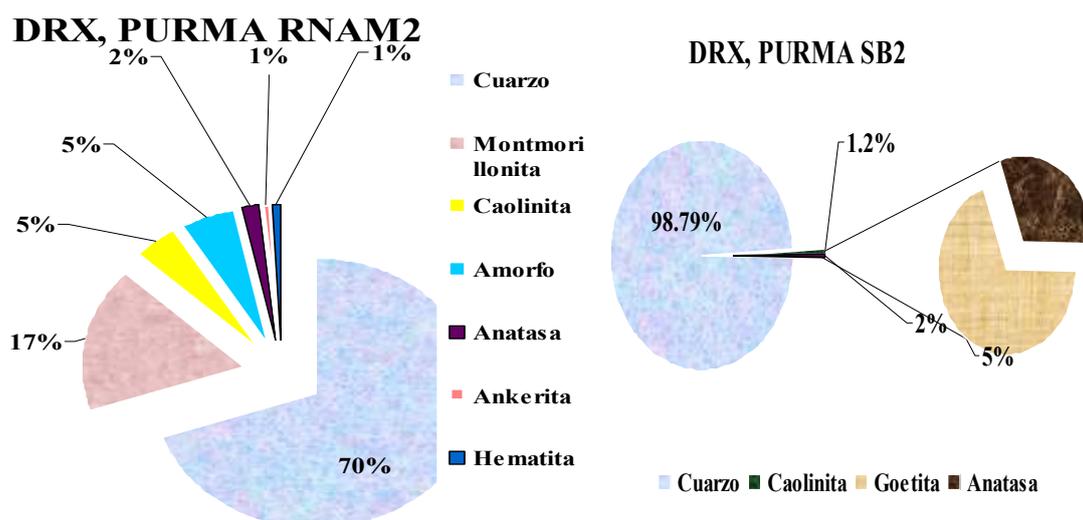


Gráfico 4.2.23. Ilustración de los análisis de Difracción de Rayos X (DRX) con la Tecnología del INGEMMET (colaboración del Ing. Palermo) para dos Ecosistemas de PURMA; RNAM2 y SB2.

Los gráficos en ambos casos cuantifican el porcentaje del material(es) que lo compone. La Purma de la RNAM2 con menos cuarzo resalta las arcillas, la Purma del SB2 ecosistema de Varillal de altura corrobora la abundancia del cuarzo con algo de arcillas.

3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO, POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

La nitrificación y la fijación del nitrógeno tiene lugar vigorosamente en el suelo a valores de pH por encima de 5.5, sin embargo, la **descomposición, aminización y la amonificación**, aunque disminuida proceda con considerable intensidad a valores inferiores de pH, debido a hongos y bacterias capaces de efectuar estas transformaciones enzimáticas a valores de pH muy bajos (ó ácidos).

i. El pH de suelos de los Ecosistemas en el estudio presentan un rango promedio [4.2: 4.71] pH muestras de (0 a 20cm.) de profundidad.

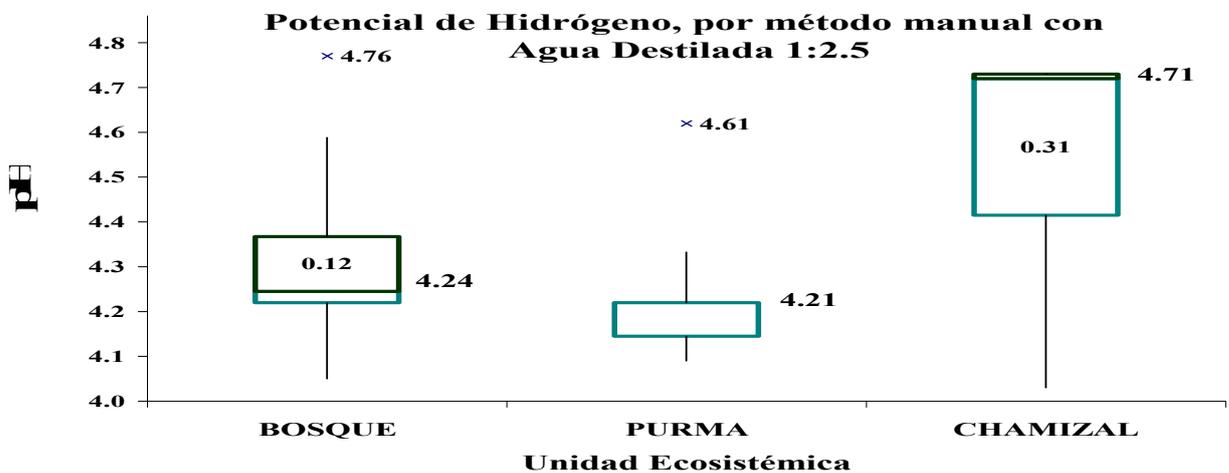


Gráfico 4.2.24. Diagrama de Cajas, con el Potencial de Hidrógeno (pH) de suelos de las Unidades Ecosistémicas del área de estudio.

El pH es un indicador importante en la estabilidad de los agregados orgánicos MO, MOS, COS y otros microelementos. Las Unidades Ecosistémicas siguen la secuencia de extremadamente ácida a suelos muy ácidos: Purma > Bosque > Chamizal.

IV. ANÁLISIS DE VARIABLES MICROCLIMÁTICAS DE LA VARIACIÓN HORARIA DEL CALOR DEL SUELO, TEMPERATURAS, LA HUMEDAD RELATIVA, EVAPOTRANSPIRACION Y TENSION HÍDRICA.

4.1. LA VARIACIÓN HORARIA DE CALOR DEL SUELO Y TEMPERATURAS DEL AIRE, SUELO (Ta, Ts)

4.1.1. VARIACIÓN HORARIA DEL CALOR EN EL SUELO

Hay tendencia clara de conservar Energía(calor) en el Bosque, con promedios 128.1cal /cm² y máximos de 384cal/cm² caso del Sistema NN1 -suelos francos arcillo arenosos,

franco arcillosos, arcillosos arenosos-. Seguido del Chamizal que registra como promedio 53.9 cal/cm², con un máximo de 99.1 cal/cm² -suelos arenosos arcillosos, franco arenoso y arenoso-. Y; la Purma tiene tendencia negativa casi en todos sus ecosistemas, su máximo positivo 28.8 ≈ cal /cm² y mínimo -51.7 cal/cm², correspondiente a suelos franco arcilloso-arenoso, franco arcilloso, franco arenoso y arenoso.

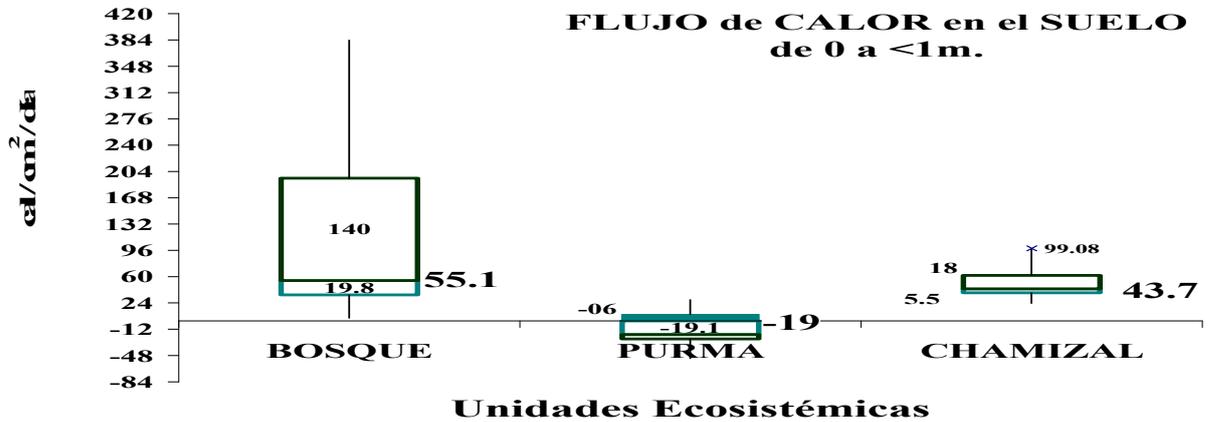


Gráfico 4.2.25: Diagrama de Caja, Flujo de calor en suelos por Unidad Ecosistémica - Bosque, Purma y Chamizal- (0 a 1m.) en cal/cm²/día.

En resumen, quitando los valores atípicos el Flujo de Calor día: **i.** en el Bosque tiene una mediana 55.1cal/cm²/d; la Purma, registra -19cal/cm²/d; y, el Chamizal 43.7cal/cm²/d. **ii.** la acumulación energía es positivo en Bosque y Chamizal y negativo en Purma.

4.1.2. TEMPERATURA PROMEDIOS DE AIRE Y SUELO

Los promedios de las temperaturas registradas por 12h. en las Unidades Ecosistémicas. Las temperaturas por niveles (de calicata 1m. a 25m. altura, en Bosque; calicata <1m. a 20m. altura, en Purma; y, en Chamizal la calicata 0.60m. hasta nivel de caseta 1.6m). La variación horaria de temperaturas aéreas y de las temperaturas del suelo:

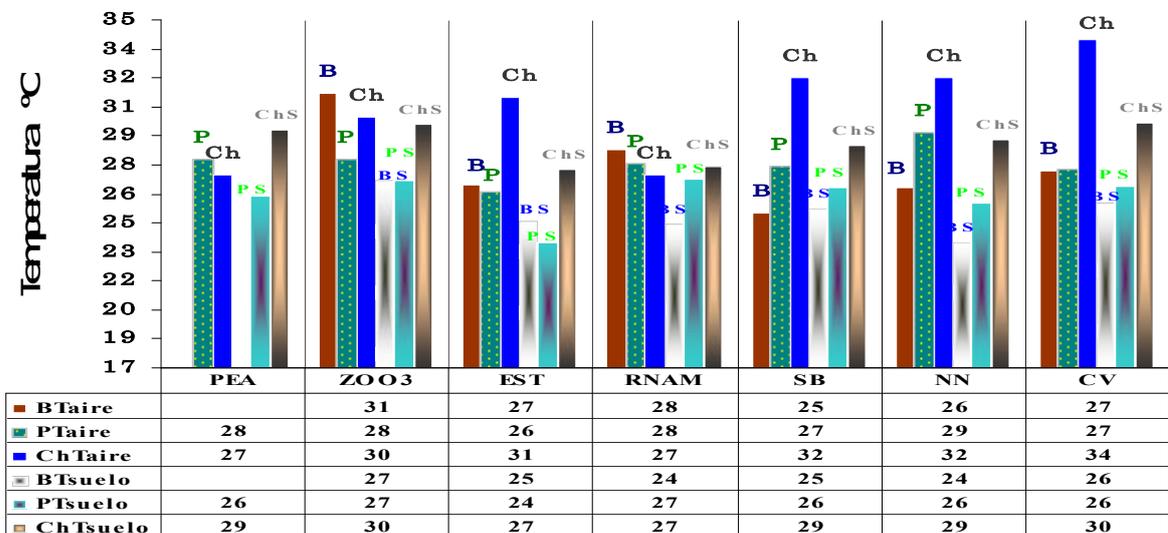


Gráfico 4.2.26: Temperaturas aéreas (Ta °C) y Temperaturas del suelo (Ts °C) de las

Unidades Ecosistémicas: **i.** Bosque (BTa °C), (BTs °C). **ii.** Purma (PTa °C) y (PTs °C). **iii.** Chamizal (ChTa °C) y (ChTs °C).

De las temperaturas promedio: **i.** Temperatura promedio de aire/suelo en Bosque 26°C, en Purma 27°C; y, Chamizal 30°C. **ii.** Tenemos que el promedio total de temperatura de los Ecosistemas en la carretera Iquitos Nauta aire y suelo: **i.** Ta es 28.5°C. **ii.** Ts 26.5°C.

4.2. CONDICIONES DE MICROCLIMA

Los parámetros de microclima se resume en cuadros presentados en los resultados doce (12) meses de monitoreo; la Pp_{mm} mes; la HR%; la EPT_{mm} mes; el Potencial Hídrico (MPa).

4.2.1. De las variables del microclima una ilustración que resume las condiciones de microclima año 2004 - 2005, promedios de los principales parámetros de microclima en la zona de estudio.

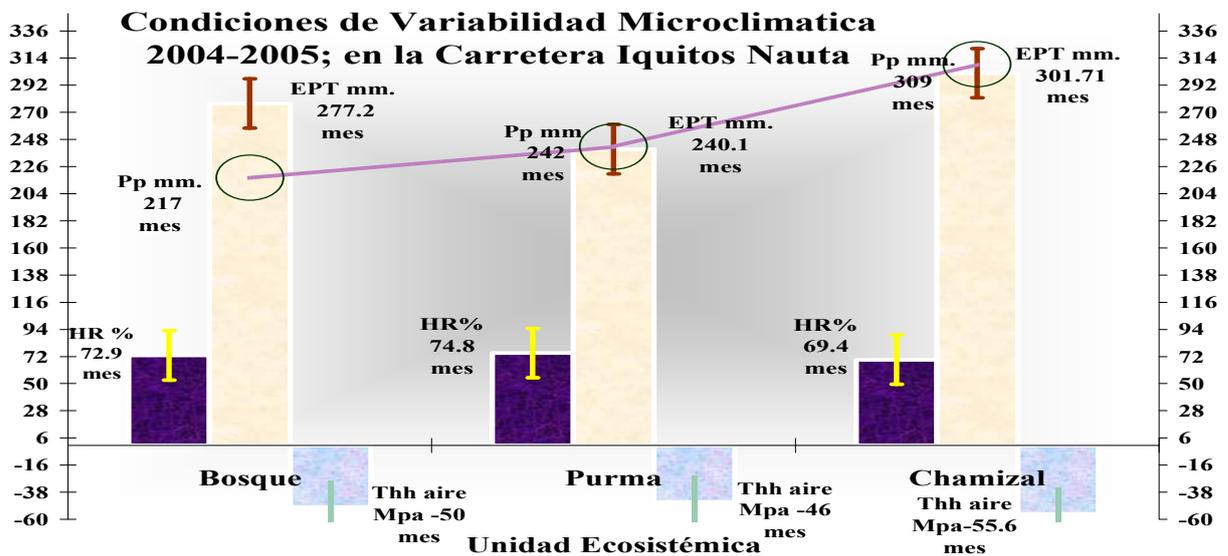


Gráfico 4.2.27. Ilustración que agrupa y cuantifica promedios de los parámetros de microclima del año 2005 - 2006 en las Unidades Ecosistémicas de la Carretera Iquitos Nauta.

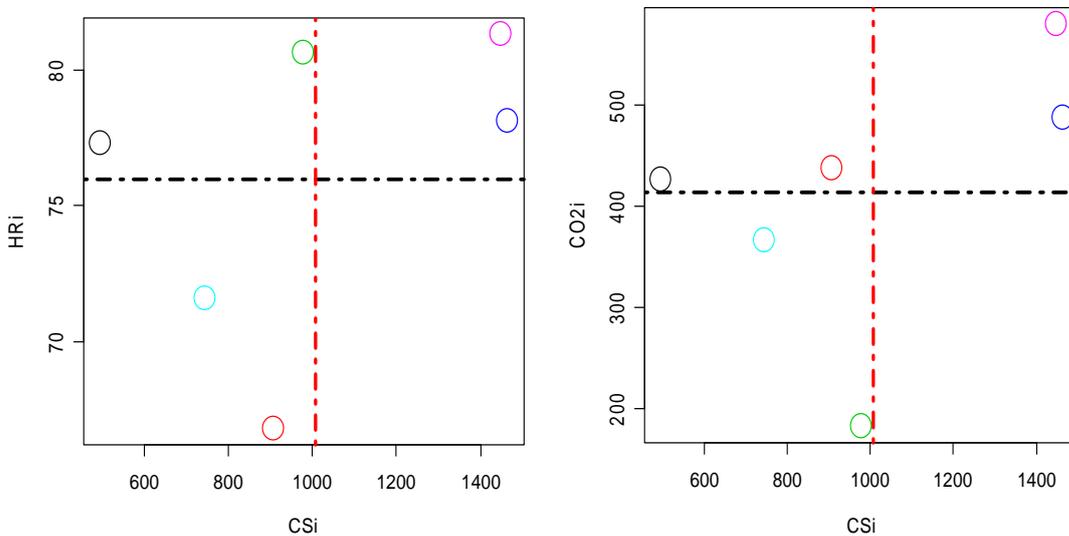
De los resultados se corrobora: **i.** alta humedad en los ecosistemas 72.3% no es extrema. **ii.** con precipitaciones Pp (mm) promedio de selva baja 2759mm año y una media de 256 mm mes. **iii.** los promedios de EPT 3284mm año y media mensual de 273mm. **iv.** de la Thh del aire ó Potencial Hídrico promedian -50.5 MPa es mucho menor que la de la planta y es inverso a la disponibilidad de vapor de agua.

Además podemos decir: **a.** la ocurrencia de HR% sigue una secuencia de mayor a menor humedad; Purma > Bosque > Chamizal. **b.** la Pp mm. es más intensa en el Chamizal seguida de la Purma > Bosque. **c.** La Thh aire en MPa es inversa a la HR%; Chamizal -56

< Bosque -50 < Purma -46. **d.** la EPT mm. es mayor en el Chamizal seguida del Bosque > Purma.

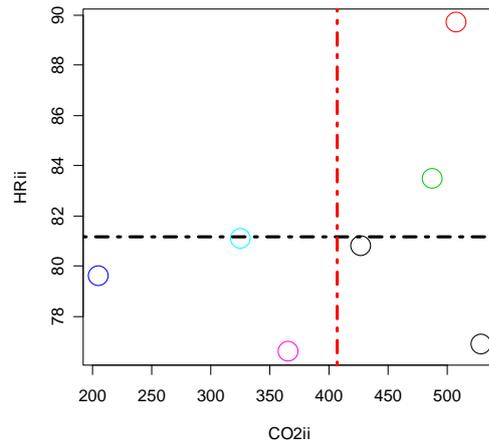
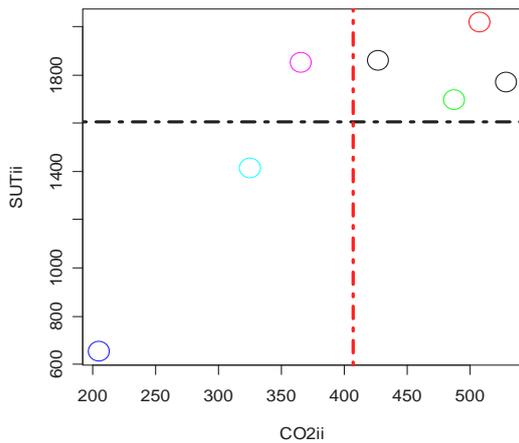
4.2.2. Las correlaciones de los parámetros biofísicos y los componentes de producción, podemos decir:

- 1.** De los Ecosistemas Bosque; **i.** la Humedad Relativa HR y Carbono del Suelo CS correlacionan positivamente. **ii.** el Carbono del Suelo CS y CO₂ del aire correlacionan positivamente. **iii.** la Humedad Relativa HR y el Carbono del SUT correlacionan positivamente. **iv.** el CO₂aire y la Precipitación Pp correlacionan fuerte positivo.
- 2.** De los Ecosistemas Purna; **i.** el carbono del SUT y CO₂aire correlacionan perfecto positivo. **ii.** la Humedad Relativa HR y el CO₂aire correlacionan positivamente. **iii.** la Humedad Relativa HR y Carbono del SUT correlacionan positivamente.
- 3.** Los Ecosistema de Chamizal; **i.** la Evapotranspiración EPT mes y CO₂aire correlacionan fuerte positivo. **ii.** el CO₂aire y Humedad Relativa HR correlacionan positivamente. **iii.** el carbono del SUT y Precipitación Pp correlacionan débil positivo.



4.2.28a. Las Ilustraciones agrupan y cuantifican promedios en **Bosque** de los parámetros de producción y microclima; **i.** Carbono del Suelo CS y Humedad Relativa HR%. **ii.** Carbono del Suelo CS y CO₂aire.

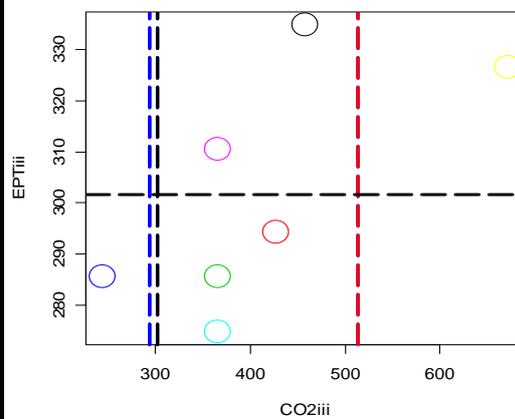
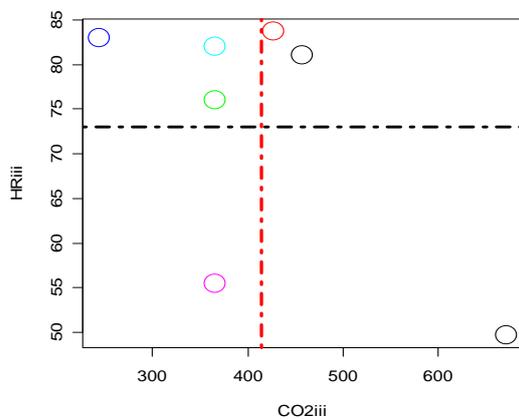
Se puede decir; **i.** a mayor HR mayor incremento de producción de CS. **ii.** la tendencia es incrementos de CO₂aire a mayor producción CS.



4.2.2

8b. Las Ilustraciones agrupan y cuantifican promedios en **Purma** de los parámetros de producción y microclima; **i.** Carbono del Sistema de Usos de Suelos SUT y Humedad Relativa HR. **ii.** Humedad Relativa y $CO_{2\text{aire}}$.

Se puede decir; **i.** a mayor producción del SUT más incrementos de $CO_{2\text{aire}}$. **ii.** la tendencia es a mayor HR hay incrementos de $CO_{2\text{aire}}$.



4.2.28c. Las Ilustraciones agrupan y cuantifican promedios en **Chamizal** de los parámetros de producción y microclima; **i.** Carbono del Sistema de Usos de Suelos SUT y Humedad Relativa HR. **ii.** Humedad Relativa y $CO_{2\text{aire}}$.

Se puede decir; **i.** a mayor presencia de $CO_{2\text{aire}}$ mayor HR. **ii.** la tendencia de mediana y media del $CO_{2\text{aire}}$ se incrementa a mayor actividad EPTiva.

V.- ÍNDICE RURALIDAD

El Índice Rural y categorías de ruralidad son resultados generados con los gradientes ó subíndices, numerales asociados a la densidad (producción) del Índice de Vegetación (NDVI muy denso o débil) en razón a la densidad poblacional (alta o baja), y la frecuencia con la que puede ser transitado en razón al número de caminos y carreteras. El

criterio de densidad es una alternativa, el cálculo de la densidad permite la confección de gradientes, medi ante la delimitación de rangos. Son los gradientes de ruralidad magnitudes ó componentes que asocia la sostenibilidad y sustentabilidad del Ecosistema, soporte fundamental de la **Visión del Territorio** y la **Resiliencia** de los Unidades Ecosistémicas.

V. CONCLUSIONES

I. Sobre la PRODUCCIÓN PRIMARIA (PP)

1.- La aproximación ecosistémica como línea de pensamiento y estrategia metodológica nos permite analizar y modelar el complejo sistema de interrelaciones biofísicas, entre las que se incluye al hombre, que definen el medio natural. Una vez considerados todos los atributos, podemos caracterizar un ecosistema "sano" por su producción y sostenibilidad. En ese sentido la **Resiliencia** define, conecta el mantenimiento mínimo de la función trófica del ecosistema:

1.1- La PP de los Ecosistemas de BOSQUE del estudio en la carretera Iquitos Nauta:

- i.** La Producción en Bosque es de alta resiliencia por su dinámica de Producción Primaria Bruta y Producción Primaria Neta altas y su categoría es Rural no Aislado.
- ii.** Las temperaturas aéreas y suelo promedian 26°C.
- iii.** La asimilación y calor del suelo cuya mediana es positiva 55.1 cal/cm²/d.
- iv.** Sus niveles óptimos de HR 72.9%.
- v.** Alta EPT 278mm. mes.
- vi.** El flujo en el dosel del Bosque de CO₂aire promedia 413ppm..
- vii.** La tensión hídrica del aire Thh -50Mpa.
- viii.** El Índice de Ruralidad promedia 6 su categoría es Rural no Aislado (RnA).

1.2- La PP de los Ecosistemas de PURMA del estudio en la carretera Iquitos Nauta:

- i.** La Producción en Purma es de alta resiliencia por su dinámica de Producción Primaria Bruta y Producción Primaria Neta altas y su categoría es Rural no Aislado.
- ii.** Las temperaturas aérea y suelo promedian 27 °C.
- iii.** El calor en el suelo cuya mediana es negativa -19 cal/cm² /d.
- iv.** Mayor nivel de Humedad Relativa 74.8%.
- v.** Con menor actividad EPT 240mm..
- vi.** El flujo en el dosel de la Purma de CO₂aire promedia 411ppm..
- vii.** La tensión hídrica del aire Thh es -46 Mpa.
- viii.** el Índice de Ruralidad promedia 5 su categoría es Rural no Aislado (RnA).

1.3- La PP de los Ecosistemas de CHAMIZAL del estudio en la carretera Iquitos Nauta:

i. La Producción en el Chamizal cuya resiliencia es media-alta propia a su edafología (franco arenoso, arenoso) y escasa ó mínima densidad de flora. Es decir, la Producción Primaria Bruta y Producción Primaria Neta son bajas. Amen, la producción del Carbón del Suelo (CS) es alto a nivel de superficie y su categoría rural es Transitoria (T).

ii. Las temperaturas promedio del aire y suelo 30°C.

iii. El calor en el suelo u energía cuya mediana es de 43.7 cal/ cm²*d.

iv. Los niveles de Humedad Relativa promedio 69.4%.

v. La Precipitación es alta 306mm mes.

vi. Gran actividad EPT 302mm mes.

vii. El flujo CO₂aire es el mayor de las Unidades Ecosistémicas 414.1ppm.

viii. la Tensión hídrica es del orden -55.6Mpa.

ix. El Índice de Ruralidad es 4 la categoría Transitoria (T).

2. De las Metodologías con la Producción Primaria Bruta (PPB)

2.1- El Carbono determinado por fotosíntesis mediante el Método Destructivo es significativo: **i)** Mayor actividad a mayor altura. **ii)** La menor actividad está en el Bosque nivel 1.6m. **iii)** La mayor actividad en Purma >10m. con 6.638gr C/m². **iv)** La Producción en Hojas (Bh) de las Unidades Ecosistémicas en promedio tiene la secuencia muy particular a su flora endémica (hojas suculentas y coriáceas del Chamizal) así lo denota: Chamizal (2.931gr C/m²) > Purma (2930.3 gr C/m²) > Bosque (2592gr C/m²).

2.2. La Producción Bruta de Carbono de hojas (Bh) según los métodos del Modelo General y el Método Destructivo: **Bosque; i)** con el Método de la Técnica Destructiva, mayor rango de variabilidad y la mediana 7.105gr C/m² valor que mejor aproxima a lo exacto. **ii)** la guía del Modelo General ICRAF, cuyo rango de variación es menor y su mediana 4.309gr C/m² la magnitud de los valores son más de precisión. **Purma; i)** el Método de la Técnica Destructiva cuya mediana es 9.819gr C/m² valores que mejor aproxima a lo exacto. **ii)** el Método guía del ICRAF con una menor variabilidad y mediana 5.055gr C/ m² valor más preciso. **Chamizal; i)** por el Método de la Técnica Destructiva la mediana es 2.579gr C/m² más exacta. **ii.** El Método del Modelo General ICRAF con mediana más pequeña 0.490gr C/m² más preciso.

3- De la Producción Primaria Neta (PPN)

3.1. La Producción Neta del Modelo General con el componente de Sistema de Usos de la Tierra (SUT): **i.** En la Unidad Bosque 2102gr C/m². **ii.** En la Unidad Purma

1607.6grC/m². **iii.** Y, la Unidad Chamizal 653gr C/m². **iv.** los valores de Producción Neta sigue la secuencia: Bosque > Purma > Chamizal.

3.2. El resumen estadísticos de las Unidades respectivas, correlaciones de las variables de producción del perfil (columna) de los Ecosistemas, Carbón del Suelo (CS, 1er. nivel), Carbón de Biomasa Vegetal (CBV, 2do.nivel), Índice de Vegetación (NDVI, 3er. nivel ó tope del sistema) para las Unidades Ecosistémicas:

Bosque; **i.** las correlaciones son fuerte positivo para CS/NDVI, fuerte positivo con el CBV/NDVI y perfecto positivo del SUT/NDVI. **ii.** Los componentes de CS, CBV y SUT en todos los casos las correlaciones son perfecta positiva a fuerte positiva. **iii.** El Coeficiente de Determinación R² 0.87.

Purna; **i.** significativo fuerte positivo para CS/NDVI, fuerte positivo el CBV/NDVI y fuerte positivo del SUT/NDVI. **ii.** Los componentes de CS, CBV y SUT en todos los casos las correlaciones son fuerte positivo a perfecto positivo. **iii.** Con coeficiente de determinación R² 0.86 intensa asociación.

Chamizal; **i.** significancia fuerte positivo el CBV/NDVI y fuerte positivo del SUT/NDVI y débil positivo para CS/NDVI. **ii.** Los componentes de CS, CBV y SUT en todos los casos las correlaciones son fuerte positivo a perfecto positivo. **iii.** Con un coeficiente de determinación R² 0.86 intensa asociación.

II. Sobre la Evaluación y determinación de CO₂ atmosférico y Respiración del suelo

1.1. CO₂atmosférico: **a.** Lo que revela las corridas del IRGA, una tendencia de menor a mayor concentración ¹²CO₂: **Chamizal > Bosque > Purma.** **b.** El promedio para la carretera Iquitos Nauta es 413.1ppm. ¹²CO₂.

1.2. En la Respiración del Suelo se cuantificó CO₂: **a.** Para MO de dos niveles (sustratos de 5cm: 20cm) la Σ 0.169mg CO₂/hora/g. **b.** La actividad de producción en raíces finas 0.143mg CO₂/hora/g. **c.** Por inferencia, la mayor intensidad respiratoria es autotrófica Σ Raíces gruesas y finas.

III. Sobre los elementos macroorgánicos, químicos, mineralógicos y físico de SUELOS

1. La abundancia relativa de MO%, MOS% y COSgr C/m²:

i. La producción de MO% del Bosque y Purma con mediana 1.4% y el Chamizal 1.3%.

ii. La importancia de la Materia Orgánica en el Suelos (MOS) esta en relación a las condiciones de climáticas y medioambientales. La MOS% en el Bosque cuya mediana es 2.7%, en la Purma se incrementa a 3.2%.; y el Chamizal disminuye al 2.5%.

iii. El Carbón Orgánico del Suelo (COS) condicionada por el tipo de vegetación antes y después de una perturbación. El COSgr C/m² del Bosque con mediana 1.563gr C/m²; la Purma incrementa notablemente su producción 1.885gr C/m²; y, el Chamizal con una actividad endémica suficiente con una mediana de 1450gr C/m².

1.2. La producción de la relación C/N:

i. En la Purma, la mediana C/N 14 es óptima.

ii. Del Boque su mediana C/N, 18 normal

iii. El C/N del Chamizal 26 pobre.

1.3. La distribución promedio con el Fósforo ($P_{\text{disponible}}$) principalmente en forma de anión monovalente fosfato (H_2PO_4)⁻¹ se explica bien con la materia orgánica MO%, COS y MOS pero tiene dificultades con el potencial de hidrógeno pH:

i. La abundancia relativa $P_{\text{disponible}}$ es Purma > Bosque > Chamizal.

ii. Por las correlaciones: **i.** En el Bosque, las correlaciones de $P_{\text{disponible}}$ son fuerte positiva con el pH y débil positivo con MO%, COSgrC/m², MOS%. **ii.** En Purma; el $P_{\text{disponible}}$ corre laciona fuerte positivo con la MO%, COSgr C/m², MOS%, C/N y débil positivo con el pH. **iii.** En el Chamizal; el $P_{\text{disponible}}$ correlaciona fuerte positivo con la MOS%, C/N; y, débil con el COSgr C/m² y ninguna con la MO%, negativo con el pH.

2. De los Ensayos No Destructivos por Fluorescencia de Rayos X (FRX):

2.1. Se ha determinado con las corridas de FRX en las Unidades Ecosistémicas; Bosque, Purma y Chamizal un promedio 15 elementos químicos.

2.2. La ocurrencia de seis elementos dominantes por ecosistemas:

i. La Unidad **Bosque**; Fe% > Ti% > Zr_{ppm} > Mn_{ppm} > Nb_{ppm} > Pb_{ppm}.

ii. En la Unidad **Purma**; Zr_{ppm} > Fe% > Ti% > Mn_{ppm} > Nb_{ppm} > Y_{ppm}.

iii. Y en **Chamizal**; Fe% > Ti% > Zr_{ppm} > Ca% > Mn_{ppm} > Y_{ppm}.

2.3. El equipo portátil UNMSM de FRX nos reveló elementos como Fe, Cl y Si. De gran actividad en la forma de filosilicatos, tectosilicatos y óxidos (abundante a muy abundante).

3. De los Ensayos No Destructivos por Difracción Rayos X (DRX):

3.1. Se ha podido constatar que para identificar por DRX todas las fases de las estructuras cristalinas presentes en una muestra (minerales, arcillas, etc.) es conveniente

calibrar a 2° el rango de inicio del barrido del espectro para poder obtener información de las bentonitas y esmectitas (arcillas) como mejor lectura del software. Con la tecnología de la UNMSM se calibró a partir de 10°, apenas logró distinguir un par de veces montmorillonita.

3.2. El contenido de óxidos (cuarzo), filosilicatos (montmorillonita) y tectosilicatos (feldespatos) es: **demasiado abundante > muy abundante > abundante** respectivamente. En el orden decreciente: **Chamizal > Bosque > Purma.**

4. El potencial de hidrógeno (pH):

4.1. El pH suelos de las Unidades Ecosistémicas se determinó muy ácidos a extremadamente ácidos: **Purma < Bosque < Chamizal.**

IV. De las variables microclimáticas ecosistémicas

1. De las Temperaturas y variación horaria de calor del suelo

1.1. Temperatura Aire Ta y temperatura del Suelo Ts:

i. La Ta sigue la secuencia; Chamizal > Bosque > Purma.

ii. La Ts tiene la secuencia; Chamizal > Purma > Bosque.

1.2. De la variación horaria y flujo neto de calor en el suelo; la tendencia a ganar energía es: Bosque > Chamizal > Purma.

2. De la Pp mm., la HR%; la EPTmm., el Potencial hídrico del aire Thh (Mpa)

2.1. La Pp mm. promedia 2759_{mm} es más intensa en Chamizal > Purma > Bosque

2.2. La HR% promedia 72.4% es mayor en Purma > Bosque > Chamizal

2.3. La EPTmm. promedia 3284_{mm} año, su actividad es mayor en Chamizal > Bosque > Purma.

2.4. El potencial atmosférico del área de estudio ó Thh del aire (Mpa) en promedio -50.7: Purma (-46) > Bosque (-50) > Chamizal (-56).

3. De las correlaciones de los parámetros biofísicos y los componentes de producción, podemos decir:

3.1. De la producción y microclima del Bosque; predomina:

i. Que, CO₂aire, Precipitación Pp_{mm} y Carbón del Suelo CS correlacionan fuerte positivo

ii. Que, HR% y Sistemas de Usos de la Tierra SUT correlaciona positivamente.

iii. Se puede decir, que a mayor producción CO₂aire e intensidad de HR% la tendencia será gran actividad productiva del Carbón del Suelo.

3.2. De la producción y microclima en Purma; predomina:

i. Que, CO₂aire y Sistemas de Usos de la Tierra SUT correlacionan perfecto positivo.

- ii. Que, HR% el CO₂aire y Sistemas de Usos de la Tierra SUT correlacionan positivamente.
- iii. Se puede decir, que a mayor producción del SUT más incrementos de CO₂aire. Y, la tendencia es a mayor HR% hay mayor difusión de CO₂aire.

3.3. De la producción y microclima en Ecosistemas de Chamizal:

- i. Que, Evapotranspiración EPT_{mm} mes y CO₂aire correlacionan fuerte positivo.
- ii. Que, CO₂aire y HR% correlacionan positivamente.
- iii. Que, Sistemas de Usos de la Tierra SUT y Precipitación Pp_{mm} correlacionan débil positivo.
- iv. Se puede decir que los procesos de difusión de agua y gas son altos. Gran actividad EPT_{mm} de HR% y CO₂aire.

V. INDICE RURALIDAD

1. Los gradientes generados del Índice de Ruralidad según categorías de densidad poblacional:

- i. Densidad alta ninguna.
- ii. Densidad intermedia, la categoría es de Transición (**T**) y la distribución porcentual ocurrente por Unidad Ecosistémica: **a) T**, Bosque 15%, **b) T**, Purma 30%; y, **c) T**, Chamizal 100%.
- iii. Las categorías de densidad poblacional baja; Rural No Aislado (**RnA**) y Rural Aislado (**RA**): **a); RnA** Bosque 50% y **RnA** Purma 50%. **b); RA** Bosque 35% y **RA** Purma 20%.

2. Los gradientes derivados del tratamiento de imágenes y SIG (NDVI) son robustos para identificar territorios con características claramente urbanas y claramente rurales; sin embargo, hay limitaciones para caracterizar los territorios de **Transición (T)**. En este estudio se consideró únicamente desde el punto de vista biomasa NDVI, que estaría vinculada principalmente a la producción primaria del ecosistema.

3. El Índice de Ruralidad, instrumento de análisis de la Visión del Territorio. Mejora y detalla la calidad de informes de campo (poblaciones ó gentes bosquecinas) para la toma de decisiones. Permite explorar y evaluar algunos de los principios básicos de sostenibi

alidad del ecosistema. Es decir, los decisores y actores podrán tener diagnósticos rápidos y eficientes.

VI. RECOMENDACIONES

1. Los estudios de producción primaria requieren la persistencia sin alteración de las áreas de muestreo para el adecuado seguimiento de variables a mediano y largo plazo. Es importante que se garantice que las parcelas de estudio permanezcan aisladas de cualquier interferencia de perturbación antropogénica. Obtendríamos lecturas más uniformes.
2. Es relevante que en la producción primaria y la dinámica del carbono en el ecosistema. El MOS y COS es útil para validar el potencial de un bosque maduro y estable de aquella Purma en desarrollo y crecimiento. Se debe darle prioridad a la producción de hojas (aéreas y actividad del mantillo). Y; a la Respiración Heterotrófica, la producción de CO₂ de las raíces finas y gruesas.
3. Se requiere de un laboratorio equipado con sensores y analizadores electrónicos especializados para materia orgánica y micronutrientes (suelo, biomasa, agua) tales como autoanalizadores portátiles, microestaciones meteorológicas, espectrofotómetros de rayos X, IRGA ó LRA (CO, CO₂), estufas, equipo de cristalería, molino, microscopios, reactivos, etc..
4. Incorporar criterios de la visión del territorio y planificar acciones que nos permita determinar estimaciones en costos y gastos de bienes no comerciales (recursos naturales rurales). También identificar y cuantificar costos (precios) de los servicios ambientales (en conservación).
5. Parte de la base de que si el objetivo último de la gestión ecosistémica del medio natural es un sistema ecológico-económico ambientalmente sostenible **requiere** un sistema de integración y evaluación continua de la información relacionada con los valores sociales, la capacidad de carga y **la resiliencia de los ecosistemas** que permita que los errores cometidos sean no solamente detectados y corregidos rápidamente sino que las enseñanzas obtenidas sean rápidamente incorporadas al sistema.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C. M; Reynel C. R.. 2009.** Dinámica Forestal y Regeneración en un Bosque Montano Nublado de la Selva Central del Perú (Localización Puyu Sacha, Valle de Chanchamayo, Región Junín 2100 msnm.). UNALM / FCF.
- Alcaraz, D.; Paruelo, J. M.; Oyonarte, C.; Piquer, M. y Cabello, J.. 2004.** Tipos funcionales de ecosistemas de la Península Ibérica. Implicaciones para el cambio global y la conservación de la biodiversidad. Ecosistemas 2004.
- Anderson, J.E. 1982.** Soil Respiration. En: Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological Methods (Eds. A.I. PAGE, R.H. MILLER, D.R.KEENEY), pp. 831-871. American Society of Agronomy.
- Arévalo, A.; Alegre, J.; Palm, Ch.. 2003.** Determinación de las Reservas Totales de Carbono en los Diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en el Perú.
- Bonner J.; Galston A. W.. 1969.** Principios de Fisiología vegetal 4º Edición - Editorial Aguilar - Madrid España 485p
- Cabellos, R.. 1993.** Evaluación del Calor Almacenado por el Suelo en un Cultivo de Frijos en el Valle de Cajamarca. Tesis, Meteorología. UNALM.
- Calvente, A. M.. 2007.** Resiliencia: un concepto clave para la sustentabilidad. Universidad Abierta Interamericana. Centro de Altos Estudios Globales.
- Cárdenas Soria 2010.** Plan de Gobierno Municipal para la Provincia de Loreto (período 2011-2014. Acción Popular.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas 2010.** ----- Instituto de Química-Física Rocasolano, CSIC
- Encarnación, F..1983.** Nomenclatura de la Especies Forestales Comunes en el Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002.
- García, Jerónimo. 1992.** Agrometeorología. Energía y Agua en la Agricultura. UNALM.
- García, Jerónimo. 1994.** Principios de Climatología. UNALM.
- García, L.; García-Oliva, F.; Murillo, R.. 2002.** Flujos de C, N, y P al suelo de dos especies de Árboles Remanentes en Pradera Tropical Estacional. Botánica Mexicana 61: 41-57.
- Grau, Ricardo. 2008.** Ecología Regional y Ecología del Paisaje; Introducción.
- INEI 2005.** Población Loreto. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- IPCC 2010.** Meetings in 2010. http://www.ipcc.ch/calendar_of_meetings/calendar_of_meetings.shtml.

- Kalliola, R.; y Flores, P..1998.** Geoecología y Desarrollo Amazónico: Estudio Integrado en la Zona de Iquitos, Perú. Turun y Liopisto, Turku. Finlandia.
- Klijn, F. and Udo de Haes, H.A.. 1994.** A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. *Landscape Ecology* 9:89-104.
- Lopez de Pablo, C..1999.** Cartografía ecológica: conceptos y procedimientos para la representación espacial de ecosistemas. [Http://www.ucm.es/info/ecologia/](http://www.ucm.es/info/ecologia/)
- Llorca., Ll. R. 2004.** Prácticas y Problemas de Climatología. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Marengo, G. J..1983.** Estudio Agroclimático en la Zona de Jenaro Herrera – Requena / Loreto- y Climático en la Selva Baja Norte de Perú. Tesis, Departamento de Física y Meteorología.
- Manrique, S.;; Francoz, J.; Nuñez V.; Seghezoz, L.. 2009** .Stock de Biomasa y Carbono en una Zona del Chaco Occidental en el Municipio Coronel Moldes, la Viña, Salta.
- Martinez, E.; Fuentes J. P. ; Acevedo E.. 2008.** Carbono Orgánico y Propiedades del Suelo. R. C. Suelo Nutrición Vegetal 8(1).
- Melgratti, de Inalbon María. 2005.** Procedimientos analíticos para suelos normales y salinos técnicas utilizadas en el laboratorio de suelos y agua. http://www.inta.gov.ar/saenzpe/info/documentos/reccat/Proc_analit_suelos_nor_y_salinos.pdf
- Montes, C.; Borja, F.; Bravo, M.; Moreira, J.. 1997** .Reconocimiento Biofísico de Espacios Naturales Protegidos. Doñana: Una Aproximación Ecosistémica.
- Municipalidad de San Juan Bautista 2010.** Plan de Desarrollo Local Concertado 2006-2011. www.munisanjuan.gob.pe.
- Nascimento, Filho. 1999.** Técnicas Analíticas de Fluorescencia de Rayos X por Dispersión de Energía (EDFRX) y por reflexión total (TXRF).
- Gómez, M. Luisa. 2000.** Propuesta metodológica para la aplicación del análisis de las propiedades físicas edáficas a la evaluación del suelo para usos ganaderos.
- Nebel, G.; Gradsted, J.; Salazar Vega. 2003.** Deposito de Detrito, Biomasa Producción Primaria Neta en los Bosques de la Llanura Aluvial Inundable de la Amazonía Peruana.
- Olivera, Paula. 2006.** Análisis por fluorescencia de rayos X. Prácticas de Laboratorio. IPEN.
- Ordóñez, H. J.. 2005.** Teledetección y Procesamiento Digital de Imágenes de Satélite en la Evaluación de los Recursos Naturales. UNALM / FIA / DRAT.
- Orozco C., Romo P.. 2009.** Extended X-Ray Absorption Fine Structure. Universidad del Valle, Fac. CCs..

- Oviedo B., L.. 2007.** Medición de la Respiración del Suelo en Ecosistemas Mediterráneos con Sistemas de Cámaras y Analizadores tipo IRGA. Tesis MgSc. Geofísica y Meteorología de Universidad de Granada.
- Parra, Olarte D. 2005.** Normas Ambientales. www.regiontacna.gob.pe/pagina/documentos/taller_medio_ambiente/miercoles/NORMAS_AMBIENTALES.pdf.
- Pulache, Vilchez, W.. 1997.** Efectos de Alteración del Microclima en el Cultivo de Pimiento (*Capsicum annum. L.*). Tesis, Metereología. UNALM
- Quinto, M. H.; Ramos, P. Y.; Abadía, B.D.. 2007.** Cuantificación de la Caída de Hojarasca como Medida de la Productividad Primaria Neta en un Bosque Pluvial Tropical en Salero, Chocó, Colombia. Revista Institucional Universidad Tecnológico del Chocó DLC. N° 26, pg. 28-48
- Ramírez Palacio, A. M.; Moreno Hurtado, F.. 2008.** Respiración Microbial y de Raíces en Suelos de Bosques Tropicales Primarios y Secundarios (Porce, Colombia). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 61(1):4381-4393.
- Resilience Alliance, 2007.** Assessing and managing resilience in social-ecological systems: A practitioners workbook. www.resalliance.org/
- Rodríguez, A.; Saborío, R.M.. 2008.** Lo RURAL es Diverso. Evidencia para el Caso de Costa Rica. IICA; UCR, INEC.
- Ruiz, A.; Ibrahim, M.; Locatelli, B.; Andrade, H.; Beer, J.. 2004.** Fijación y Almacenamiento de Carbono en Sistemas Silvopastoriles y Competitividad Económica de Fincas Ganaderas en Matiguás, Nicaragua. En, Avances de la Investigación. Agroforestería en las Américas N° 41-42
- Saborío, R., M. Milagro. 2008.** Exploración de Gradientes de Ruralidad y de las Características Urbano-Rurales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Dirección de Desarrollo Rural Sostenible.
- Sarmiento, Fausto O.. 2001.** Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya-Yala, Quito.
- Schlesinger, W. (1977).** Carbon balance in terrestrial detritus. Annual Review of Ecology and Systematics, 8:51-81.
- Schlesinger, W.; Andrews, J.. 2000.** Soil Respiration and The Global Carbon Cycle. Biogeochemistry 48: 7-20.
- Sepúlveda, S.; Rodríguez, A.; Echeverri, R. y Portilla, M.. 2003.** El Enfoque Territorial del Desarrollo Rural. IICA, Dirección de Desarrollo Rural Sostenible

Sepúlveda S. y Saborío M. 2007. Desarrollo Sostenible de la Agricultura y Medio Rural: Impacto Social del Cambio Climático. IICA-Montevideo, Uruguay.

Sepúlveda, S.; Rodríguez, A.; Echeverri, R. y Portilla, M. 2003. El Enfoque Territorial del Desarrollo Rural. Costa Rica: IICA.

Vigil Neri, R.. 2010. Estimación de Biomasa y Contenido de Carbono en *Cupressus lindleyi* Klotzsch ex Endl. en el Campo Forestal Experimental “Las Cruces”, Texcoco, México. Universidad Autónoma de Chapingo.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Carbono Método Destructivo

	NIVELES	ARO 6.5		ARO 3.5	PROMEDIO ARO = X	
	metros	1re. PF	PS	2do. PF	gr C PS	gr C PSx
ZOO1	1.6	0.660	0.141	0.278	0.048	0.095
	5	0.717	0.226	0.257	0.069	0.148
	10	0.708	0.352	0.218	0.109	0.231
ZOO2	1.6	0.671	0.183	0.190	0.084	0.142
	5	0.639	0.231	0.297	0.120	0.239
	10	1.379	0.628	0.396	0.190	0.409
ZOO3	1.6	0.778	0.349	0.214	0.089	0.219
EST1	1.6	0.643	0.152	0.165	0.207	0.109
	5	0.754	0.197	0.367	0.244	0.154
	10	0.855	0.284	0.262	0.301	0.198
EST2	1.6	0.638	0.065	0.181	0.075	0.141
	5	0.491	0.112	0.247	0.123	0.244
	10	0.653	0.111	0.265	0.143	0.222
EST3	1.6	0.762	0.252	0.207	0.090	0.172
RNAM1	1.6	0.929	0.283	0.291	0.094	0.189
	5	1.026	0.402	0.305	0.132	0.267
	10	0.912	0.414	0.291	0.129	0.272
RNAM2	1.6	0.699	0.249	0.254	0.086	0.168
	5	0.436	0.245	0.235	0.128	0.261
	10	1.222	0.704	0.701	0.364	0.509
RNAM3	1.6	0.780	0.249	0.249	0.089	0.169
SB1	1.6	0.666	0.255	0.204	0.067	0.161
	5	0.492	0.154	0.170	0.047	0.101
	10	1.048	0.383	0.293	0.078	0.23
SB2	1.6	0.746	0.189	0.224	0.085	0.137
	5	0.419	0.183	0.222	0.089	0.189
	10	0.815	0.330	0.246	0.108	0.219
SB3	1.6	0.872	0.467	0.838	0.354	0.411
NN1	1.6	0.553	0.218	0.212	0.065	0.142
	5	0.841	0.398	0.384	0.173	0.286
	10	1.224	0.617	0.388	0.198	0.408
NN2	1.6	0.532	0.333	0.234	0.058	0.195
	5	0.302	0.110	0.182	0.076	0.112
	10	1.303	0.137	0.148	0.079	0.108
NN3	1.6	0.975	0.301	0.416	0.142	0.221
CV1	1.6	0.777	0.226	0.182	0.062	0.145
	5	1.024	0.416	0.328	0.127	0.272
	10	1.807	0.275	0.307	0.078	0.177
CV2	1.6	1.016	0.277	0.181	0.065	0.171
	5	0.608	0.268	0.233	0.124	0.281
	10	1.037	0.379	0.337	0.137	0.258
CV3	1.6	0.489	0.273	0.228	0.095	0.184
PEA1	1.6	0.490	0.181	0.174	0.061	0.121

	5	0.833	0.253	0.277	0.082	0.168
	10	1.345	0.668	0.381	0.187	0.428
PEA2	1.6	0.576	0.270	0.237	0.126	0.198

Nota: Promedios por nivel.

Cacho	Anacardium occidentale	0.14	0.213													
n/i	Miconia sp.	0.13	0.199	0.008												
EST1		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	
Wira caspi	Tapiria guiamensis	0.63	0.937			30	Machimango	Eschweilera sp.	0.15	0.22		3.0	Abuta grandifolia	0.04	0.06	
Moena	Nectandra a.	0.43	0.639			35	Quinilla	Pouteria sp.	0.08	0.12		3.0	spp.	0.04	0.05	0.006
Cedro	Cedrela odorata	0.41	0.615			25	Remo caspi	Aspidosperma excelsum B.	0.04	0.06	0.019	2.5				
Cetico	Cecropia sp.	0.40	0.596			20										
Machimango	Eschweilera sp.	0.32	0.473			20										
Quinilla	Pouteria sp.	0.31	0.459			15										
Remo caspi	Aspidosperma excelsum Benth	0.30	0.449			10										
Tahuarí	Tabebuia serratifolia	0.28	0.416			9										
ACM		0.74	1.098	0.114	2.03	10										
EST2	Especie	DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Machimango	Eschweilera sp.	0.57	0.852			25	Machimango	Eschweilera sp.	0.21	0.32		3.5	Abuta g.	0.14	0.21	
Espintana	Oxandra x.	0.49	0.733			22	Cetico	Cecropia sp.	0.16	0.24		4.0	Abuta	0.10	0.15	
Chonta	Socratea exorrhiza	0.43	0.643			20	Huacrapona	Socratea exorrhiza	0.15	0.23		3.5	Abuta grandifolia	0.06	0.09	
Huacrapona	Socratea exorrhiza	0.33	0.497			20	Cedro rojo	Cedrelinga o.	0.11	0.17		33.0	spp.	0.04	0.05	
Cetico	Cecropia sp.	0.27	0.402			8	Cedro	Cedrelinga o.	0.09	0.14	0.022	3.0	spp.	0.03	0.05	0.011
Cedro rojo	Cedrelinga o.	0.24	0.355			8										
ACM		0.56	0.828	0.086	1.15	10										
EST3		DAP	BA	BAVT	BAMC	h										

Guayaba	Psidium spp.	0.14	0.213													
Miconia t.		0.13	0.199	0.008												
RNAM1	Especie	DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Ana caspi	Apuleia leiocarpa	0.90	1.334			>35	Cedro	Cedrelinga sp.	0.20	0.29		3.0	Abuta g.	0.20	0.30	
Ana caspi	Apuleia leiocarpa	0.87	1.287			35	Quinilla	Pouteria sp.	0.11	0.17		2.5	Abuta	0.16	0.24	
Machimango	Eschweilera sp.	0.70	1.041			30	Pijuayo	Bactris g.	0.11	0.17		2.5	Abuta g.	0.12	0.18	
Moena a.	Aniba amazónica	0.49	0.733			15	Indano	Byrsonima Chrysophyla	0.10	0.15	0.016	3.0	spp.	0.10	0.15	
Espintana varil	Guatteria t.	0.46	0.686			10								0.09	0.13	
Espintana altu	Guatteria sp.	0.46	0.677			10								0.08	0.12	
Quinilla	Pouteria sp.	0.25	0.369			12								0.06	0.09	
Espintana	Guatteria t.	0.21	0.308			10								0.05	0.08	0.026
Achiote	Bixa Orellana	0.21	0.308													
ACM		0.72	1.065	0.156	1.91											
RNAM2		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Cedro	Cedrela sp.	0.51	0.762			20	Plátano	Musa sp.	0.21	0.32		2.5	Abuta g.	0.04	0.06	
Anona	Annona sp.	0.42	0.625			10	Azucar huayo	Hymenaea o.	0.16	0.24		2.5	Abuta	0.04	0.05	
Aguano cumala	Virola albidiflora D.	0.40	0.601			15	Achiote	Bixa orellama	0.15	0.23		2.0	Abuta g.	0.19	0.28	0.008
Uvilla	Pouruma cecropiefolia	0.37	0.549	0.051		7	Guayaba	Psidium guajaba	0.11	0.17	0.019	2.0				
RNAM3		DAP	BA	BAVT	BAMC	h										
Miconia t.		0.14	0.213													
		0.10	0.142	0.007												

SB1		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Wira caspi	Tapiria guiamensis	0.73	1.088			30	Cetico	Cedrelinga sp.	0.28	0.42		4.0	Abuta g.	0.08	0.12	
Cumala colorada	Iryanthera jurensis	0.87	1.287			30	Huito	Genipa americana	0.28	0.42		4.0	Abuta	0.03	0.05	0.003
Machimango	Eschweilera sp.	0.70	1.041			20	Azúcar huayo	Hymenaea c.	0.25	0.37		3.0				
Palisangre	Brosimun raraense H.	0.51	0.762			20	Plátano	Musa sp.	0.22	0.32	0.031	2.5				
Moena	Hymenaea c.	0.49	0.733			15										
Tornillo	Cedrelinga c.	0.46	0.681			10										
Moena	Hymenaea c..	0.42	0.625			12										
Azúcar huayo	Hymenae courbari L.	0.40	0.601			10										
Caimito	Pouteria caimito	0.37	0.549			12										
Capirona	Loretoa peruviana	0.32	0.468			15										
ACM	sp.	0.68	1.017	0.177	1.74											
SB2		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	Nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Espintana de varillal	Guatteria sp.	0.49	0.733			20	Cetico	Cedrelinga sp.	0.23	0.35		3.0	Abuta g.	0.04	0.06	
Quinilla	Pouteria sp	0.38	0.568			15	Taperiba	Spondias mombin	0.23	0.34		3.0	Abuta	0.04	0.06	
Remo caspi	Swartzia peruviana	0.35	0.520			15	Níspero	Mespilus germánica L.	0.22	0.32		2.0	Abuta g.	0.04	0.05	
Palo sangre	Brosimum r.	0.32	0.473			12	Quinilla	Pouteria sp.	0.06	0.09		1.8	spp.	0.03	0.05	
Árbol del pan	Cecropia sp	0.29	0.426			10	Azúcar huayo	Hymenaea c.	0.13	0.19		1.8	spp..	0.29	0.43	
Cetico	Cedrelinga sp.	0.25	0.378			10	Palo sangre	Brosimun raraense H.	0.11	0.16		1.5	spp.	0.25	0.38	0.020
Caucho	Heveas brasiliensis	0.22	0.331				Pan árbol	Cecropia sp	0.08	0.12	0.031	2.0				
ACM	sp.	0.46	0.691	0.082	0.27											

SB3		DAP	BA	BAVT												
		0.13	0.189			2										
Rifari	Miconia sp.	0.12	0.180	0.007												
NN1		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Wira caspi	Tapirira g.	0.87	1.287			35	Capinurí	Maquira coriacea	0.32	0.47		9.0	Abuta g.	0.15	0.22	
Wira caspi	Tapirira g.	0.80	1.183			30	Capinurí	Maquira coriacea	0.29	0.43		9.0	Abuta	0.08	0.12	
Palisangre	Brosimun paraense H.	0.70	1.041			25	Huito	Genipa a.	0.28	0.42		8.0	Abuta g.	0.08	0.12	
Capinuri	Maquira coriacea	0.60	0.892			18	Azúcar huayo	Hymenaea sp.	0.25	0.37		5.0	spp.	0.08	0.12	
Capinuri	Maquira coriacea	0.43	0.643			15	Cumala col.	Iryanthera laevis M.	0.21	0.31	0.040	4.0	spp.	0.04	0.06	
Renaco	Clusia a.	0.43	0.639			12	Cumala blanca	Osteophleum platyspermun						0.04	0.05	0.014
Lagarto caspi	Calophyllum brasiliense C.	0.41	0.615			10										
Moena	Nectandra c.	0.40	0.596			10										
Machimangocol.	Eschweilera timbuchensis	0.57	0.852			8										
Cathuaamarillo	Hura crepitans	0.43	0.643			8										
ACM	sp.	0.82	1.225	0.192		9										
NN2		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Wira caspi	Tapiria guiamensis	0.51	0.757			20	Cedro	Cedrelinga	0.21	0.32		8.0	Abuta g.	0.12	0.18	
Oje Renaco	Ficus schultesii	0.45	0.662			20	Espintana var.	Oxandra sp.	0.16	0.24		8.0	Abuta	0.10	0.15	
Lagarto caspi	Calophyllum brasiliense	0.41	0.615			15	Tornillo	Cedrelinga catenaeformis	0.15	0.23		5.0	Abuta g.	0.09	0.13	
Mari mari	Hymenobium sp.	0.38	0.568			10	Lupuna	Chorisia sp.	0.14	0.21		4.0	Abuta g.	0.08	0.12	
Machimango	Eschweilera sp.	0.35	0.520			10	Machimango	Eschweilera	0.13	0.19		3.0	Abuta g.	0.07	0.10	

								sp								
Moena	Nectandra c.	0.29	0.426			10	Catahua	Hura c.	0.12	0.18		2.0	Abuta g.	0.06	0.09	
ACM	sp.	0.78	1.159	0.094	0.23	11	Toronja	Citrus sp.	0.09	0.14		2.0	spp.	0.05	0.08	
							Tornillo	Cedrelinga c.	0.09	0.13	0.033	2.0	spp.	0.05	0.08	0.019
NN3		DAP	BA	BAVT												
Rifari	Miconia sp.	0.11	0.166													
		0.10	0.142	0.006												
CV1		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Espintana alt.	Oxandra x.	0.70	1.041			30	Cedro	Cedrela o.	0.21	0.32		5.0	Abuta g.	0.04	0.06	
Espintana Var.	Oxandra sp.	0.49	0.733			20	Wira caspi	Tapiria guiamensis	0.16	0.24		4.0	Abuta	0.04	0.05	
Machimango	Eschweilera sp.	0.43	0.643			25	Quinilla	Pouteria sp.	0.06	0.09		1.5	Abuta g.	0.03	0.05	0.003
Moena	Ocotea sp.	0.43	0.639			20	Moena	Diploptropis p.	0.11	0.17		3.0				
Machimango	Eschweilera sp.	0.43	0.643			15	Topa	Ochroma pyramidale	0.09	0.14		2.0				
Aceite caspi	Caraipa jaramilloi	0.43	0.639			15	Cetico	Cecropia sp.	0.22	0.32		2.5				
Moena	Nectandra sp.	0.41	0.615			12	Machimango	Eschweilera sp.	0.18	0.26		2.5				
Topa	Ochroma pyramidalis	0.40	0.596			12	Moena	Nectandra a.	0.15	0.22		2.0				
CV1		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h				
Remo caspi	Swartzia peruviana	0.57	0.852			12	Aceite caspi	Caraipa	0.12	0.18	0.039	2.0				
Cetico	Cecropia sp.	0.43	0.643			14										
ACM	sp.	0.63	0.932	0.160	1.46											
CV2		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Moena neg.	Aniba m.	0.51	0.757			20	Plátano	Musa sp.	0.08	0.12		1.0	Abuta	0.07	0.10	

Quinilla	Pouteria sp.	0.45	0.662			15	Irapay	Lepidocaryum tessmannii	0.04	0.06		1.0	Abuta g.	0.04	0.05	
Remo caspi	Swartzia peruviana	0.41	0.615			15	Casho	Anacardium occidentale	0.04	0.05		1.0	Abuta g.	0.03	0.05	
Shimbillo	Inga aria	0.38	0.568			12	Yuca	Manihot esc.	0.03	0.04	0.005	1.0	Abuta g.	0.03	0.05	
Cumala	Virola decorticans D.	0.35	0.520			10							Abuta g.	0.03	0.05	
Huira caspi	Tapiria guiamensis	0.30	0.449			10							Abuta g.	0.03	0.04	
Caucho	Heveas brasiliensis	0.25	0.378	0.079									spp.	0.03	0.04	
ACM	sp.	0.45	0.662		0.74								spp.	0.02	0.03	
CV3		DAP	BA	BAVT												0.01
		0.14	0.213													
		0.13	0.189	0.008												
PEA2		DAP	BA	BAVT	BAMC	h	nombr.común		DAP	BA	BAVT	h		DAP	BA	BAVT
Zapote	Matista cordata	0.41	0.615			15	Cocona	Solanum sessiliflorum	0.06	0.09			Abuta g.	0.14	0.21	0.004
Moena negra	Nectandra	0.38	0.568			15	Quinilla	Pouteria sp.	0.06	0.09						
Huayruro	Ormosia coccinea	0.35	0.520			14	Quinilla	Pouteria sp.	0.06	0.09						
Capirona de alt	Calycophyllum spruceanum	0.30	0.449			12	Tahuarí	Memora cladotricha S.	0.05	0.07	0.007					
Huito	Genipa americana	0.29	0.426			10										
Palo Sangre	Brosimun paraense H	0.28	0.416			10										
Quinilla	Pouteria sp.	0.27	0.402			8										
PEA2		DAP	BA	BAVT	BAMC	h										
Cumala	Virola spp.	0.25	0.374			9										
Espintana Alt.	Xylopia p. R.E.	0.24	0.355			5										

Cetico	Cecropia sp.	0.21	0.312			4										
Machimango Col.	Eschweilera timbuchensis	0.19	0.284	0.094		4										
PEA3		DAP	BA	BAVT												
Moena	Nectandra a.	0.12	0.180													
s/n	sp.	0.10	0.142	0.006												

Anexo 3.1. Producción Primaria Bruta (PPB), Biomasa de Arbustiva/Herbácea (BAH) tn/ha; (Pruebas ex Situ, Jardín Botánico Velarde UNALM), Modelo ICRAF.

BAH	1m²	tn/ha		tn/ha		tn/ha
Pesos	Bosque		Purma		Perturbado	
PFresco	303.2	78.4	530	36.3	10.30	1.09
PSeco	112.2	kg/parc.	363	kg/parc.	6.30	kg/parc.
PF Total	2119	151.65	2110	25.13	31.00	0.095

Nota: Promedios exsitu laboratorio Fisiología Vegetal UNALM.

Anexo 3.2. Producción Primaria Bruta (PPB), Biomasa de hojarasca (Bh) tn/ha, Modelo ICRAF.

	h m.	PF	PS	PFT	Bh	Kg C×m²
ZOO1	1.6	0.47	0.10	1.987	0.0662	0.161
	5	0.49	0.15	0.694	0.1106	0.084
	10	0.46	0.23	1.987	0.0307	0.395
ZOO2	1.6	0.43	0.14	1.987	0.0645	0.246
	5	0.64	0.24	2.255	0.0850	0.339
	10	0.89	0.41	0.694	0.0240	0.128
ZOO3	1.6	0.50	0.22	1.987	0.1018	0.351
EST1	1.6	0.25	0.11	1.987	0.1312	0.354
	5	0.54	0.15	2.255	0.0237	0.355
	10	0.56	0.20	0.694	0.0688	0.145
EST2	1.6	0.41	0.14	1.987	0.0762	0.135
	5	0.50	0.24	1.987	0.0575	0.252
	10	0.46	0.22	2.255	0.1168	0.25
EST3	1.6	0.48	0.17	0.694	0.0581	0.098
RNAM1	1.6	0.61	0.19	1.987	0.0309	0.245
	5	0.67	0.27	1.987	0.0830	0.319
	10	0.60	0.27	1.987	0.0994	0.359
RNAM2	1.6	0.4765	0.1675	2.255	0.0260	0.317
	5	0.47	0.26	2.255	0.1000	0.5
	10	0.96	0.51	2.255	0.0280	0.501
RNAM3	1.6	0.514	0.169	0.694	0.0091	0.091
SB1	1.6	0.44	0.16	1.987	0.0294	0.294
	5	0.33	0.10	1.987	0.0242	0.242
	10	0.67	0.23	1.987	0.0273	0.273
SB2	1.6	0.48	0.14	1.999	0.0226	0.226
	5	0.43	0.19	2.255	0.0383	0.383
	10	0.53	0.22	2.255	0.0372	0.372
SB3	1.6	0.86	0.41	0.694	0.0133	0.133

NN1	1.6	0.38	0.14	1.987	0.0294	0.294
	5	0.61	0.29	1.987	0.0370	0.37
	10	0.81	0.41	1.987	0.0402	0.402
NN2	1.6	0.39	0.20	1.999	0.0404	0.404
	5	0.31	0.11	2.255	0.0346	0.346
	10	0.73	0.11	2.255	0.0134	0.134
NN3	1.6	0.70	0.22	0.694	0.0088	0.088
CV1	1.6	0.48	0.14	1.987	0.0239	0.239
	5	0.68	0.27	1.987	0.0320	0.32
	10	1.06	0.18	1.987	0.0133	0.133
CV2	1.6	0.60	0.17	2.255	0.0258	0.258
	5	0.64	0.28	2.255	0.0420	0.42
	10	0.69	0.26	2.255	0.0338	0.338
CV3	1.6	0.36	0.18	1.987	0.0408	0.408
PEA2	1.6	0.33	0.12	1.987	0.0290	0.29
	5	0.55	0.17	2.255	0.0272	0.272
	10	0.86	0.43	2.255	0.0447	0.447
PEA3	1.6	0.41	0.20	0.277	0.0054	0.054

Anexo 3.3: Producción Primaria Bruta (PPB), Carbono Biomasa Vegetal (CBV),
Modelo ICRAF

ECO					Tn/ha	Tn/ha	gr.
Sistema	BAVT	BTAMC	Bh	BAH	BVT	CBV	Cxm²
ZOO1	115.3	6.429	0.0662	78.469	200.3	90.139	1.397
ZOO2	106.7	1.870	0.1106	36.411	145.1	65.307	2.017
ZOO3	3.5		0.0307	1.9268	5.5	2.469	0.467
EST1	115.9	2.391	0.0645	78.5	196.8	88.576	1.795
EST2	102.4	0.920	0.0850	36.4	139.8	62.897	1.695
EST3	8.2		0.0240	1.9	10.2	4.579	1.137
RNAM1	176.2	3.852	0.1018	78.5	258.6	116.391	2.143
RNAM2	72.5		0.1312	36.4	109.0	49.070	0.652
RNAM3	7.1		0.0237	1.9	9.0	4.068	0.809
SB1	190.1	1.743	0.0688	78.5	270.3	121.653	2.680
SB2	123.6	0.535	0.0762	36.4	160.6	72.254	1.412
SB3	6.2		0.0575	2.0	8.2	3.672	0.513
NN1	200.7		0.1168	78.5	279.3	125.699	2.001
NN2	122.3	2.263	0.0581	36.4	161.0	72.462	1.848
NN3	6.2		0.0309	1.9	8.1	3.649	0.464
CV1	175.1	1.463	0.0830	78.5	255.2	114.831	2.597
CV2	85.1	0.739	0.0994	36.4	122.4	55.058	1.766
CV3	8.0		0.0260	1.9	10.0	4.495	0.724

PEA2	105.5		0.1000	36.4	142.0	63.902	1.859
PEA3	6.4		0.0280	1.9	8.4	3.774	0.458

Anexo 3.4: Producción Primaria Bruta (PPB), Carbón del Suelo (CS), Modelo ICRAF

ECO	Dg	C %	PV	CS
Sistema	gr/cc	Labor.	tn/ha	gr C×m²
ZOO1	0.77	0.65	7623	496
ZOO2	1.06	1.3	10494	1364
ZOO3	0.97	0.76	5820	442
EST1	1.08	0.85	10692	909
EST2	0.89	1.21	8811	1066
EST3	1.07	1.7	6420	1091
RNAM1	1.03	0.96	10197	979
RNAM2	0.34	0.48	3366	162
RNAM3	1.28	1	7680	768
SB1	1.12	1.32	11088	1464
SB2	1.01	0.69	9999	690
SB3	1.22	0.65	7320	476
NN1	0.94	0.8	9306	745
NN2	1.17	0.97	11583	1124
NN3	0.95	0.75	5700	428
CV1	0.95	1.54	9405	1448
CV2	1.24	0.99	12276	1215
CV3	1.45	0.78	8700	679
PEA2	1.1	1.12	10890	1220
PEA3	1	0.7	6000	420

Anexo 3.5: Producción Primaria Bruta (PPB), Sistemas de Usos de la Tierra (SUT), Modelo ICRAF

ECO	CS	CBV	SUT	SUT
Sistema	Tn/ha	C tn/ha	Tn/ha	gr C×m²
ZOO1	49.55	90.139	139.69	1.397
ZOO2	136.42	65.307	201.73	2.017
ZOO3	44.23	2.4691	46.701	0.467
EST1	90.88	88.576	179.458	1.795
EST2	106.61	62.897	169.510	1.695
EST3	109.14	4.579	113.719	1.137

RNAM1	97.89	116.391	214.282	2.143
RNAM2	16.16	49.070	65.226	0.652
RNAM3	76.80	4.068	80.868	0.809
SB1	146.36	121.653	268.015	2.680
SB2	68.99	72.254	141.247	1.412
SB3	47.58	3.672	51.252	0.513
NN1	74.45	125.699	200.147	2.001
NN2	112.36	72.462	184.817	1.848
NN3	42.75	3.649	46.399	0.464
CV1	144.84	114.831	259.668	2.597
CV2	121.53	55.058	176.590	1.766
CV3	67.86	4.495	72.355	0.724
PEA2	121.97	63.902	185.870	1.859
PEA3	42.00	3.774	45.774	0.458

Anexo 4: Analizador de GAS Infrarojo (IRGA) ¹²CO₂

Laboratorio		BOSQUE				PURMA				CHAMIZAL		
		Niveles				m.	m.	m.		m.		
Horticultura	UNALM					1.6	5	10			1.6	
		m.	m.	m.	PEA2	%	0.25	0.20	0.25	PEA3	%	0.25
		1.6	5	10		ppm	458	366	458		ppm	458
		ZOO1	%	0.20	0.30	0.20	ZOO2	%	0.33	0.20	0.30	ZOO3
	ppm	366	549	366		ppm	549	366	611		ppm	427
EST1	%	0.17	0.20	0.35	EST2	%	0.23	0.27	0.14	EST3	%	0.20
	ppm	641	366	305		ppm	250	488	427		ppm	366
RNAM1	%	0.10	0.10	0.10	RNAM2	%	0.10	0.10	0.10	RNAM3	%	0.13
	ppm	183	183	183		ppm	183	183	183		ppm	244
SB1	%	0.30	0.27	0.23	SB2	%	0.20	0.23	0.20	SB3	%	0.20
	ppm	427	488	549		ppm	366	427	366		ppm	366
NN1	%	0.20	0.20	0.20	NN2	%	0.20	0.20	0.17	NN3	%	0.20
	ppm	366	366	366		ppm	305	366	366		ppm	366
CV1	%	0.35	0.33	0.27	CV2	%	0.37	0.33	0.35	CV3	%	0.37
	ppm	488	611	641		ppm	641	611	672		ppm	672

Anexo 5. Análisis Orgánico de Laboratorio de Suelos – Agronomía / UNALM (C, N, P)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE SUELO

SOLICITANTE : INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA AMAZONIA PERUANA
 PROCEDENCIA : LORETO/MAYNAS-LORETO
 REFERENCIA : H.R. 21505
 FECHA : 09-01-09

Lab	Número Muestra Claves	N %	C %	P ppm
5275	Bosque 200 Km. 4,8-1	0.04	0.65	5.4
5276	Bosque, Est.Barbara Dacheille, Km. 17,8-2	0.05	0.85	3.9
5277	Bosque R.NAM, Km. 27,5-3	0.07	0.96	5.7
5278	Bosque Corazón Valiente, Km 92,3-5	0.06	1.54	5.1
5279	CH. Estación Barbara Dacheille-7	0.10	1.70	4.4
5280	CH. 200, Km 6,2-8	0.01	0.76	6.1
5281	CH. PEA, Km 4,3-9	0.02	0.57	4.2
5282	Chkezfurbando Km 88,8 Caliz Valiente-10	0.04	0.75	5.7
5283	CH. RNAM-11	0.03	1.00	5.6
5284	CH. Sorgo Bufalo-12	0.00	0.65	3.2
5285	P.PEA, Km 4,8-13	0.05	1.12	5.2
5286	P. Quisticocha 200 Km 5,8-14	0.08	1.30	4.3
5287	P. Estación B. Dacheille-15	0.05	1.21	3.2
5288	P. RNAM Km 28,9-16	0.05	0.48	0.2
5289	P. Sorgo Bufalo-17	0.05	0.69	4.7
5290	P. Nuevo Nonke-18	0.07	0.97	5.6
5291	P. Corazón Valiente Km 88,5-19	0.09	0.99	3.5
5292	Bosque Nuevo Nauta	0.06	0.80	4.1
5293	Bosque Sorgo Bufalo Km 30,9	0.07	1.32	4.9
5294	Perturbado C. Valiente, Km 89 -88 1/2	0.03	0.78	3.1


 Dr. Brulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio

Av. La Universidad s/n. La Molina. Campus UNALM
 Telfs.: 349 5669 349 5647 Anexo: 222 Telefax: 349 5622
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 6. Análisis de Suelos ó Calicatas; C, Dg, u, Cs (promedio niveles: 0.3cm., 5cm., 15cm., 50cm., 100cm)

ECOSISTEMA	u	DG	C	CS
ZOO1	0.23	0.77	0.29	0.37
ZOO2	0.23	1.06	0.41	0.38
ZOO3	0.20	0.97	0.35	0.35
EST1	0.27	1.03	0.42	0.41
EST2	0.2	1.0	0.4	0.4
EST3	0.14	1.28	0.39	0.31
RNAM1	0.16	1.12	0.36	0.32
RNAM2	0.10	1.01	0.27	0.24
RNAM3	0.10	1.22	0.33	0.27
SB1	0.29	0.75	0.43	0.43
SB2	1.1	1.09	0.43	0.34
SB3	0.9	0.84	0.46	0.45
NN1	0.45	0.94	0.53	0.56
NN2	0.32	1.17	0.15	0.45
NN3	0.45	0.95	0.26	0.56
CV1	0.45	0.95	0.26	0.64
CV2	0.59	1.24	0.81	0.67
CV3	0.51	1.45	0.87	0.60
PEA2	0.39	1.06	0.20	0.50
PEA3	0.08	1.07	0.27	0.25

Nota: $\forall u$ = Humedad en base a peso. **Dg**= Densidad global suelo. **C**= Capacidad calórica; **Cs**= Calor específico.

Anexo 7. Diagnósticos Senhami.



DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN CP MORALILLO

Latitud : 03° 53' 59" Dpto. : Loreto
Longitud : 73° 20' 17" Prov. : Maynas
Altitud : 154 m.s.n.m. Dist. : San Juan

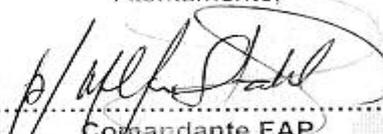
ANO : 2004

Meses	Temp. punto de rocío media mensual (°C)	Humedad relativa media mensual (%)	Precipitación total mensual (mm)
Febrero	23.5	88	249.2
Marzo	24.2	88	263.4
Abril	24.8	89	148.0
Mayo	23.5	90	372.6
Junio	23.0	91	203.6
Julio	23.5	91	179.4
Agosto	23.6	90	277.7
Setiembre	24.0	89	237.7
Octubre	24.5	90	258.5
Noviembre	24.6	87	208.2
Diciembre	24.2	88	162.3

Iquitos, 11 de febrero de 2005

Atentamente,




Comandante FAP
HILDEBRANDO CASTILLO GUERRERO
Director Regional SENAMHI-Loreto

Anexo 8: Georeferenciamiento

ECOSISTEMA		SISTEM A	LATIT UD	LONGIT UD	MSNM .
ZOO1	Zoológico Quistococha	Bosque	3.82170	73.31900	116
ZOO2	Zoológico Quistococha	Purma	3.82580	73.32410	138
ZOO3	Zoológico Quistococha	Chamizal	3.89240	73.35010	128
EST1	Estación INRENA	Bosque	3.89660	73.32270	155
EST2	Estación INRENA	Purma	3.89530	73.35220	138
EST3	Estación INRENA	Chamizal	3.89390	73.35240	155
RNAM1	Reserva Nacional Allpahuayo Mishana	Bosque	3.97280	73.42360	147
RNAM2	Reserva Nacional Allpahuayo Mishana	Purma	3.97280	73.41620	141
RNAM3	Reserva Nacional Allpahuayo Mishana	Chamizal	3.95140	73.40610	164
SB1	Sorgo Búfalo MAG	Bosque	4.00380	73.43110	139
SB2	Sorgo Búfalo MAG	Purma	4.17720	73.43180	148
SB3	Sorgo Búfalo MAG	Chamizal	4.00510	73.43150	147
NN1	Nuevo Nauta I	Bosque	4.20573	73.30347	175
NN2	Nuevo Nauta II	Purma	4.00540	73.43180	162
NN3	Nuevo Nauta II	Chamizal	4.00510	73.43150	147
CV1	Corazón Valiente Nauta	Bosque	4.35580	73.53530	139
CV2	Corazón Valiente Nauta	Purma	4.35200	73.54270	162
CV3	Corazón Valiente Nauta	Chamizal	4.35710	73.43480	132
PEA2	Programa Ecosistema Acuáticos IIAP	Purma	3.81400	73.32260	139
PEA3	Programa Ecosistema Acuáticos IIAP	Chamizal	3.89240	73.35010	131

Anexo 9.1. Índice de ruralidad; Subíndice de VEGETACIÓN NDVI

Sistema	Media	MAX	MIN	NDV I
ZOO1	0.3576	0.6970	0.0049	0.2349
ZOO2	0.5000	0.9922	0.0078	0.4845
ZOO3	0.1189	0.2321	0.0057	0.0256
EST1	0.0289	0.5172	0.0020	0.2515
EST2	0.3222	0.6406	0.0037	0.2029
EST3	0.4998	0.9941	0.0112	0.4860
RNAM1	0.5078	0.9922	0.0078	0.4768
RNAM2	0.3789	0.7236	0.0206	0.2423
RNAM3	0.1851	0.5512	0.0044	0.2002
SB1	0.4922	0.9922	0.0078	0.4922
SB2	0.0495	0.7383	0.0114	0.5006
SB3	0.0877	0.4636	0.0034	0.1730
NN1	0.1220	0.5893	0.0060	0.2726
NN2	0.1304	0.7188	0.0059	0.4194
NN3	0.1888	0.5638	0.0106	0.2074
CV1	0.5039	0.9922	0.0078	0.4807
CV2	0.5117	0.9922	0.0156	0.4692
CV3	0.0620	0.4672	0.0031	0.1881

PEA2	0.4922	0.9922	0.0078	0.4922
PEA3	0.0610	0.5794	0.0117	0.2943
Sistema	Media	MAX	MIN	NDV I

Nota: Corrida ERDAS imagine 8.6.

Anexo 9.2: Subíndices de Conectividad; **i.** Subíndice Habitantes IDH; Subíndice Poblados IDP; Subíndice Caminos, IDC

INDICADOR N°	ÍNDICE	PEA	ZOO	EST	RNAM	SB	NN	CV
Habitantes	IDH	>1000	>1000	< 500	< 200	< 100	≈ 45	≈ 48
Caseríos	IDP	3	>3	3	1	1	1	1
Caminos	IDC	>5	>5	>5	>3	2	1	1

Anexo 9.3: Categoría de ruralidad y de las características urbano-rurales

GRADIENTE	CARACTERÍSTICA	MEMBRETE	CATEGORÍA
I	Urbano Central	UC	1
II	Urbano Periferia	UP	2
III	Transitorio	T	3 {3-4}*
IV	Rural no Aislado	RnA	4-5 {5-8}*
V	Rural Aislado	RA	6-7 {9-12}*

Nota: *=Índice de Ruralidad Ponderado ó asociado a las variables socioeconómicas (PEA, PIB, Densidad Poblacional, Agua en Vivienda, etc.). En Saborio, M. 2008.

Imagen 9.1

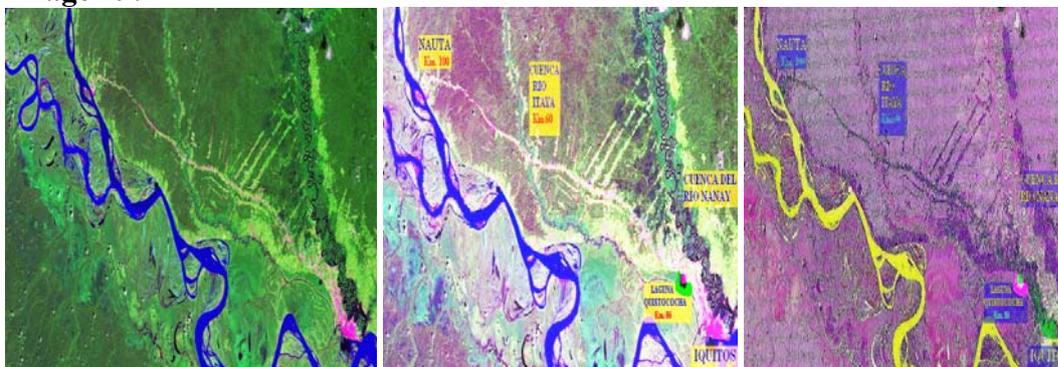


IMAGEN ◆◆◆◆◆ **SEGMENTACIÓN** ◆◆◆◆◆ **PROCESO**

Imagen 9.2. TAMAÑO DE PIXEL Y FORMA PROCESADO

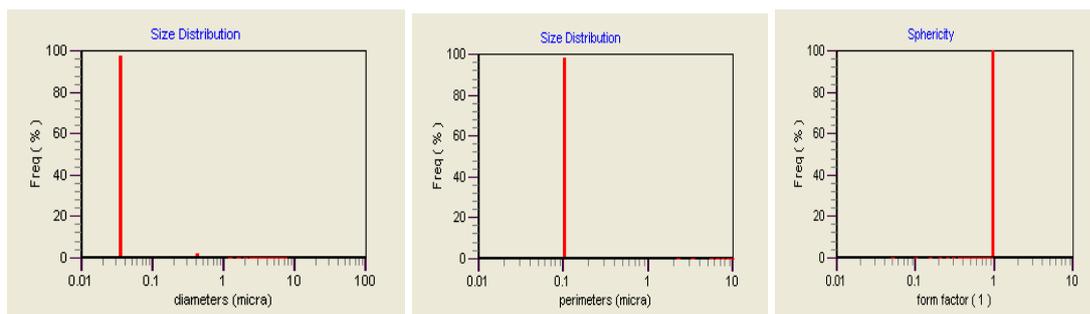
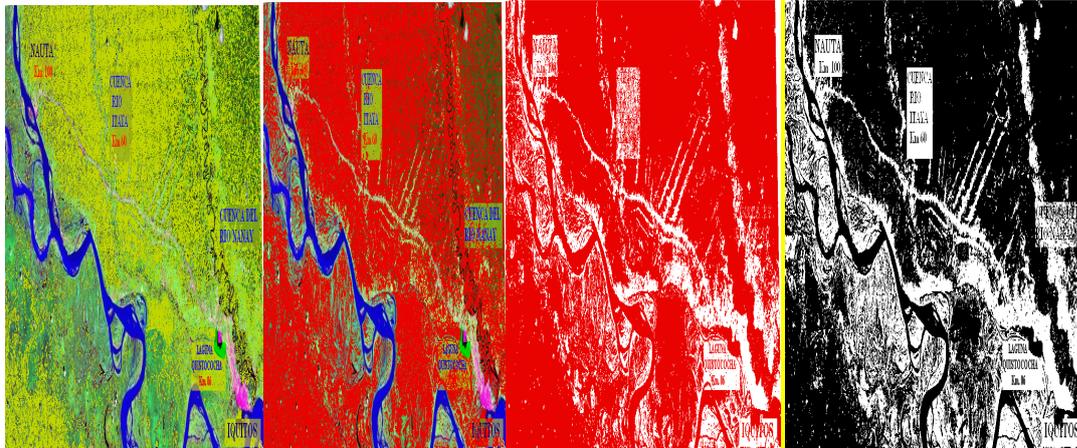


Imagen 9.3. PROCESAMIENTO DE IMAGEN AREA, DIÁMETRO, ESFERICIDAD, PERÍMETRO, LONGITUD Y NÚMERO



Área (mm ²)	Length (mm)	Perimeter (mm)	Diameter (mm)	Sphericity	Number of objects :
Mean 6.0834E-9	Mean 0.50798	Mean 0.00012823	Mean 8.8009E-5	Mean 1	1530
Sdv 1.1387E-7	Sdv 1.1028E-9	Sdv 0.00024279	Sdv 0.00038077	Sdv 0	VERDE
max 4.3138E-6	max 0.50798	max 0.0073575	max 0.0023436	max 1	Claro
min 4.3011E-10	min 0.50798	min 6.7733E-5	min 2.3401E-5	min 1	Y ROJO1-2