



FOLIA
Amazónica
Revista del Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE AGUAJALES MEDIANTE CLASIFICACIÓN SUPERVISADA DE IMÁGENES DE SATÉLITE DE LA REGIÓN UCAYALI, PERÚ

Jorge Manuel REVILLA CHÁVEZ¹, David LLUNCOR MONTALVAN²,
Diego Gonzalo GARCIA SORIA¹, Krystel ROJAS MEGO¹,
Carlos ABANTO RODRIGUEZ¹, Wilson Francisco GUERRA AREVALO¹,
Kember MEJIA CARHUANCA³, Dennis DEL CASTILLO TORRES³

1 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, Pucallpa, Perú. Correo electrónico: jrevilla@iiap.gob.pe

2 Gerencia Regional Forestal y de Fauna Silvestre Ucayali, Pucallpa, Perú.

3 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, Iquitos, Perú.

RESUMEN

Los aguajales, son ecosistemas con presencia predominante de aguaje *Mauritia flexuosa*, aportan importantes beneficios socioeconómicos y ambientales a los pobladores de la Amazonía peruana. Este estudio tiene como objetivo determinar la extensión de aguajales en la región Ucayali, Perú, mediante el método de clasificación supervisada de imágenes de satélite generadas por el satélite de Observación Terrestre LANDSAT 8 a través del sensor OLI-TIRS, correspondiente a la región Ucayali en el año 2017. La extensión de aguajales se ha determinado también mediante la interpretación visual en la combinación de bandas 5 (Infrarrojo Cercano (NIR), con longitud de onda de 0,85 - 0,88 μm), 6 (Infrarrojo de Onda Corta 1 (SWIR 1), con longitud de onda de 1,57 - 1,65 μm) y 2 (Azul, con longitud de onda de 0,45 - 0,51 μm), para la obtención del mapa de aguajales con escala de interpretación de 1:100 000 y con un área mínima de mapeo de 5,00 ha. con lo que determinamos una extensión de 65 120,04 ha de aguajales en la región Ucayali. La identificación de la ubicación y superficie neta de los bosques de aguajales en la región Ucayali permitirá desarrollar estudios futuros sobre sus beneficios potenciales, el manejo y aprovechamiento de los frutos y los servicios ambientales, así como contar con información para una mejor gobernanza en un contexto de cambio climático.

PALABRAS CLAVE: *Mauritia flexuosa*, Amazonía, análisis de imágenes, procesamiento de imágenes.

SPATIAL DISTRIBUTION OF PALM SWAMP THROUGH SUPERVISED CLASSIFICATION OF SATELLITE IMAGES OF UCAYALI REGION, PERU

ABSTRACT

Palm swamps are ecosystems with a predominant presence of the palm *Mauritia flexuosa*, which provides important socio-economic and environmental benefits to the inhabitants of the Peruvian Amazon. The objective of this study is to determine the extent of palm swamp forest in the Ucayali region, Peru, through the supervised classification method of satellite images generated by the LANDSAT 8 Earth Observation satellite through the OLI-TIRS sensor, corresponding to Ucayali region in 2017. We visually interpreted the combination of bands 5 (Near Infrared (NIR), with wavelengths of 0.85 - 0.88 μm), 6 (Short Wave Infrared 1 (SWIR 1), with wavelengths of 1.57 - 1.65 μm) and 2 (Blue, with wavelengths of 0.45 - 0.51 μm) to obtain the map of palm swamp forest with an interpretation scale of 1:100 000 and a minimum mapping area of 5.00 ha. We determined a coverage of 65 120.04 ha of palm swamp forest in the Ucayali region. Identifying the location and net area of palm swamp forests in the Ucayali region will allow further understanding of their potential benefits, management and utilization of fruits, environmental services and also information for better management in the context of climate change.

KEYWORDS: *Mauritia flexuosa*, Amazonia, image analysis, image processing.

INTRODUCCIÓN

Los aguajales son bosques con predominancia de la palmera *Mauritia flexuosa* L.F. (Arecaceae), especie nativa de la Amazonía que se distribuye en regiones bajas y mal drenadas de América del Sur (Muller, 1970; González, 1987). *Mauritia flexuosa* se conoce comúnmente como caranday-guazu e ideuí en Bolivia; buriti, burití-do-brejo, miriti, buritirana en Brasil; canangucha, moriche, aguaje, mirití en Colombia; aguaje en Perú; y moriche en Venezuela. Se distribuye en tierras ácidas y anegadas de Brasil, Colombia, Bolivia, Venezuela, Surinam, Guyana Francesa, Guyana Inglesa y Trinidad (Garzón & Leyva, 1993; Domínguez, 1993; Henderson, 1995; Cabrera & Wallace, 2007).

En el Perú, los bosques de palmeras o aguajales tienen una extensión de 5 570 736 ha y cubren el 4,33 % del total del territorio nacional. La mayor extensión de aguajales se encuentra en la depresión del Abanico del Pastaza y la depresión Ucamara, en el departamento de Loreto, mientras que en la llanura inundable de los ríos Amazonas, Ucayali, Huallaga, Pastaza, Tigre, Napo, Santiago y Putumayo, están presentes en menor proporción (MINAM, 2015).

Los aguajales tienen gran importancia social, económica y ambiental en la Amazonía peruana (Del Castillo et al., 2006). El aguaje es un producto forestal no maderable con múltiples usos para las comunidades indígenas y rurales, principalmente asociadas con alimentos, fibras, forraje animal y construcción (Paniagua et al., 2007; Goodman et al., 2013). Los frutos del aguaje son una fuente importante de vitaminas y proteínas para las comunidades rurales (Pacheco, 2005). Aunque el fruto del aguaje se destaca como la parte más usada de la palmera, otras partes de la planta, como hojas, aceites y otros productos tienen un

papel importante económicamente (Virapongse et al., 2017).

En la región Ucayali, el aguaje es el producto forestal no maderable que genera mayores ingresos monetarios mensuales en los mercados de la ciudad de Pucallpa (Baltazar, 2011). Además, los aguajales en zonas bajas inundables son los mayores depósitos de carbono en los bosques de Ucayali, con un total de 304,6 tCha-1 (García et al., 2012), secuestran CO₂ atmosférico y regulan el drenaje, del mismo modo tienen buena resiliencia a cambios ambientales naturales (Charman et al., 2008), pero son muy sensibles a la actividad antrópica.

La práctica más común de cosechar el fruto de *M. flexuosa* implica la tala de las plantas que producen frutos (aguajes hembras), lo que provoca una reducción localizada en la población de palmeras adultas (Delgado et al., 2007; Manzi & Coomes, 2009; Falen & Honorio, 2018; Horn et al., 2018). En las últimas décadas, la creciente demanda local y regional de frutos de *M. flexuosa* ha tenido como resultado una mayor presión sobre los aguajales (Endress et al., 2013). La eliminación selectiva de aguajes hembras reduce la fuente de semillas, dificultando la regeneración natural y el reclutamiento de nuevas palmeras de *M. flexuosa* (Horn et al., 2012), alterando la estructura y composición de los bosques de *M. flexuosa*, disminuyendo severamente la ecología, integridad y pérdida de servicios ecosistémicos derivados de estos bosques. La degradación de los bosques de *M. flexuosa* podría potencialmente desestabilizar los depósitos de turba y reducir su capacidad para secuestrar y almacenar carbono (Bhomia et al., 2018), factores importantes para regular el clima y controlar las concentraciones de CO₂ atmosférico.

Es por ello que la gestión se vuelve de vital importancia para la sostenibilidad de los aguajales,

más aún teniendo en cuenta la extensión que ocupan en la Amazonía. El uso de técnicas de sensores remotos, es una herramienta de utilidad para la realización de estudios relacionados con suelos, vegetación, litología, geomorfología y otros similares. Mediante esta herramienta se extrae información de las imágenes satelitales a través del análisis digital, que puede mejorarse al incluirse medidas de espectro-radiometría y/o comprobación de campo (Carpintero et al., 2007). El presente estudio integra técnicas de sensoramiento remoto e interpretación visual de imágenes satelitales para la determinación de los aguajales en la región de Ucayali.

MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio comprende la región Ucayali, en la parte centro-oriental del territorio peruano y la llanura inundable del río Ucayali, al este de la Cordillera

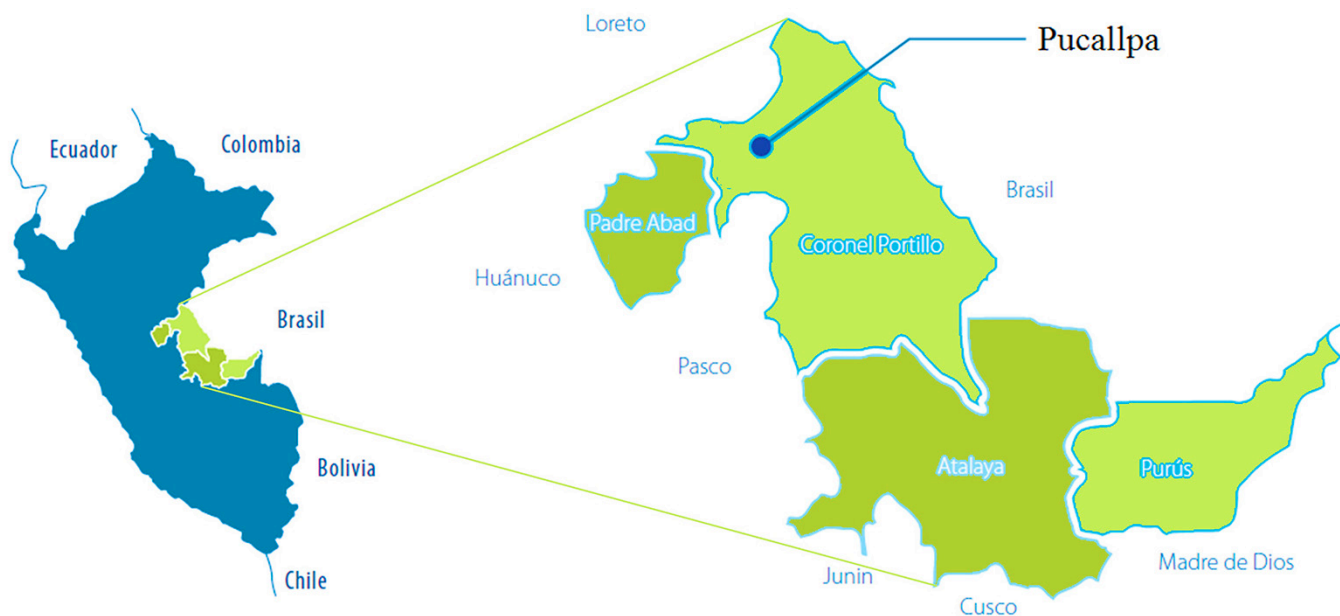
de los Andes. Es la quinta región en extensión a nivel nacional, con una superficie de 102 410,55 km², equivalente al 7,9 % del territorio nacional y al 13,2 % de territorio amazónico, siendo la segunda región amazónica más extensa del Perú, después de Loreto (Figura 1).

Geográficamente presenta los siguientes límites: al norte la región Loreto, al sur las regiones de Junín, Cuzco y Madre de Dios, al oeste las regiones de Huánuco, Pasco, y al este con la República del Brasil. Así mismo, la región Ucayali está conformada por cuatro provincias: Atalaya, Coronel Portillo, Padre Abad y Purús.

METODOLOGÍA

Para la determinación de los aguajales se utilizaron nueve bandas de las imágenes de satélite de observación LandSat 8 de la región Ucayali, de sensor satelital OLI-TIRS (Figura 2: a), descargados del repositorio de imágenes digital del portal GLOVIS (<https://glovis.usgs.gov/>), cuyas características se muestran en la Tabla 1 y 2.

Figura 1: Ubicación de la región Ucayali, Perú.



RECURSOS INFORMÁTICOS Y DIGITALES

Se realizó el procesamiento de nueve imágenes satelitales de nivel de procesamiento 1T (no requieren corrección atmosférica) de los meses de julio, agosto y septiembre del año 2017, cubriendo

la extensión de la región Ucayali. Teniendo como criterio de selección las escenas que presentaron un máximo de 10 % de nubosidad, las seleccionadas se listan en la Tabla 1. El procesamiento se realizó con software licenciado ArcGis 10.4.

Tabla 1: Imágenes satelitales LANSAT 8 sensor OLI (30 m resolución espacial).

N°	Imagen	Datum Horizontal	Esferoide	Proyección	Zona
1	LC08_L1TP_004067_20170724_20170809_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur
2	LC08_L1TP_004068_20170724_20170809_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur
3	LC08_L1TP_005066_20170715_20170727_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur
4	LC08_L1TP_005067_20170715_20170727_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur
5	LC08_L1TP_005068_20170816_20170825_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur
6	LC08_L1TP_006065_20170722_20170728_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur
7	LC08_L1TP_006066_20170722_20170728_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur
8	LC08_L1TP_006067_20170722_20170728_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur
9	LC08_L1TP_007066_20170830_20170915_01_T1	WGS84	WGS84	UTM	18 Sur

Figura 2: Fases de clasificación supervisada; **a.** Selección de imágenes Landsat 8 con 10 % de cobertura de nubes o menos (meses de junio, julio, agosto 2017); **b.** Ubicación de las coordenadas de los aguajales ubicados en campo combinación de bandas y composición a falso color de las imágenes a procesar; **c.** Selección del mejor algoritmo de clasificación (Maximun Likelihood); **d.** Determinación de los parámetros necesarios para ejecutar la clasificación supervisada (áreas de entrenamiento, firmas espectrales, etc.); **e.** Aplicación del algoritmo; **f.** Evaluación visual del resultado de la clasificación; **g.** Delimitación de áreas identificadas y verificación con imágenes de alta resolución (Google Earth); **h.** Depuración de áreas identificadas; **i.** Mapa temático de aguajales de la región Ucayali, Perú.

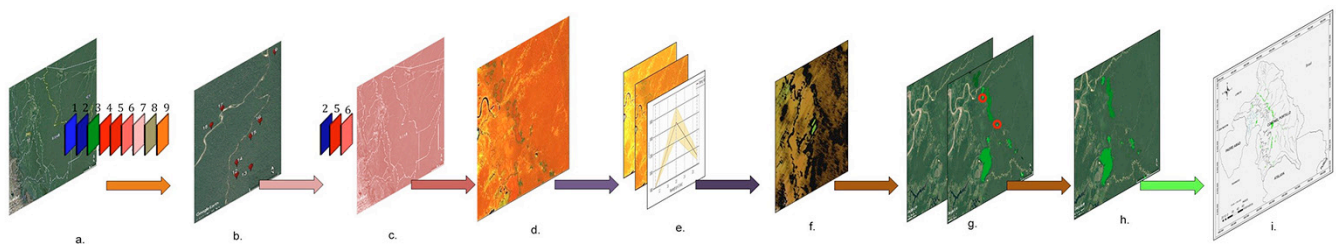


Tabla 2: Características de imágenes satelitales LANSAT 8 sensor OLI.

Banda	Nombre de Banda	Rango Espectral (μm)	Resolución
1	Azul Profundo	433-453	30 m (Bandas Heredadas del Sensor TM)
2	Azul	450-515	
3	Verde	525-600	
4	Rojo	630-680	
5	Infrarrojo Cercano	845-885	
6	Infrarrojo de onda corta 2	1560-1650	
7	Infrarrojo de onda corta 3	2100-2300	
8	Pancromático	500-680	
9	Infrarrojo de onda corta	1360-1390	

Tabla 3: Puntos de verificación de campo para obtención de firma espectral en áreas de aguajales en la región Ucayali, Perú.

N°	Coordenadas		Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
	E	N				
1	595890	9062120	Abujao	Masisea	Coronel Portillo	Ucayali
2	596338	9062143	Abujao	Masisea	Coronel Portillo	Ucayali
3	590582	9065809	Abujao	Masisea	Coronel Portillo	Ucayali
4	596290	9062234	Abujao	Masisea	Coronel Portillo	Ucayali
5	542330	9058460	Tupac Amaru	Manantay	Coronel Portillo	Ucayali
6	542306	9057401	Tupac Amaru	Manantay	Coronel Portillo	Ucayali
7	542389	9057985	Tupac Amaru	Manantay	Coronel Portillo	Ucayali
8	542561	9059192	Tupac Amaru	Manantay	Coronel Portillo	Ucayali
9	436479	9020464	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
10	440681	9023343	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
11	441000	9022953	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
12	435071	9016166	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
13	435577	9016167	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
14	435067	9016641	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
15	435558	9017371	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
16	435901	9017775	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
17	434428	9019231	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali
18	434032	9018760	Mariscal Cáceres	Padre Abad	Coronel Portillo	Ucayali

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

El procesamiento se inició con la superposición de 18 puntos de aguajales verificados en campo en coordenadas UTM con un GARMIN GPSMAP 78S (Figura 3: b; Tabla 3) sobre las imágenes disponibles, se prosiguió con la combinación de bandas para resaltar las áreas de aguajales, siendo la de mejor realce la combinación de bandas 5, 6 y 2 para una composición en falso color (Figura 2: c). Luego se asignó valores numéricos a los píxeles de las celdas coincidentes con los puntos de verificación de campo, haciendo uso del software Maximum Likelihood Classification, se ensayó el mejor algoritmo de los puntos verificados en campo, los criterios se capturaron para su utilización en la clasificación supervisada (Figura 2: d, e). En base a parámetros visuales y a la información del algoritmo, se generó una nube de píxeles, marcando texturas digitales identificadas como aguajales potenciales (Figura 2: d, f).

Se realizó el análisis visual, posterior delimitación y vectorización manual de las áreas de mayor concentración de píxeles resultantes de la clasificación, con descarte de áreas sin condiciones fisiográficas para aguajales (Figura 2: g, h), dando énfasis en zonas de mayor concentración de píxeles coincidentes a la clasificación. Para la verificación visual de la cobertura determinada se usaron las imágenes de los mapas temáticos de la ZEE de la región Ucayali (2017), el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015) e imágenes de alta resolución de Google Earth, con lo que se procedió a la depuración de resultados no coincidentes de coberturas en campo.

La aplicación del proceso resultó en la delimitación de capa de cobertura de aguajales para la región Ucayali (Figura 2: i), en la escala de interpretación de 1:100 000 con área mínima cartografiable de 5,00 ha, tomando en cuenta que el área mínima cartografiable aceptable para imágenes Landsat es de 30 m de resolución, con

Tabla 4: Área (ha) de aguajales de la región Ucayali y provincias del año 2017.

N°	Provincias	Extensión (ha)
1	Padre Abad	409,01
2	Coronel Portillo	59 272,00
3	Atalaya	4380,02
4	Purús	1059,01
Total		65 120,04

una precisión planimétrica de 50 m (Lencinas & Siebert 2009).

RESULTADOS

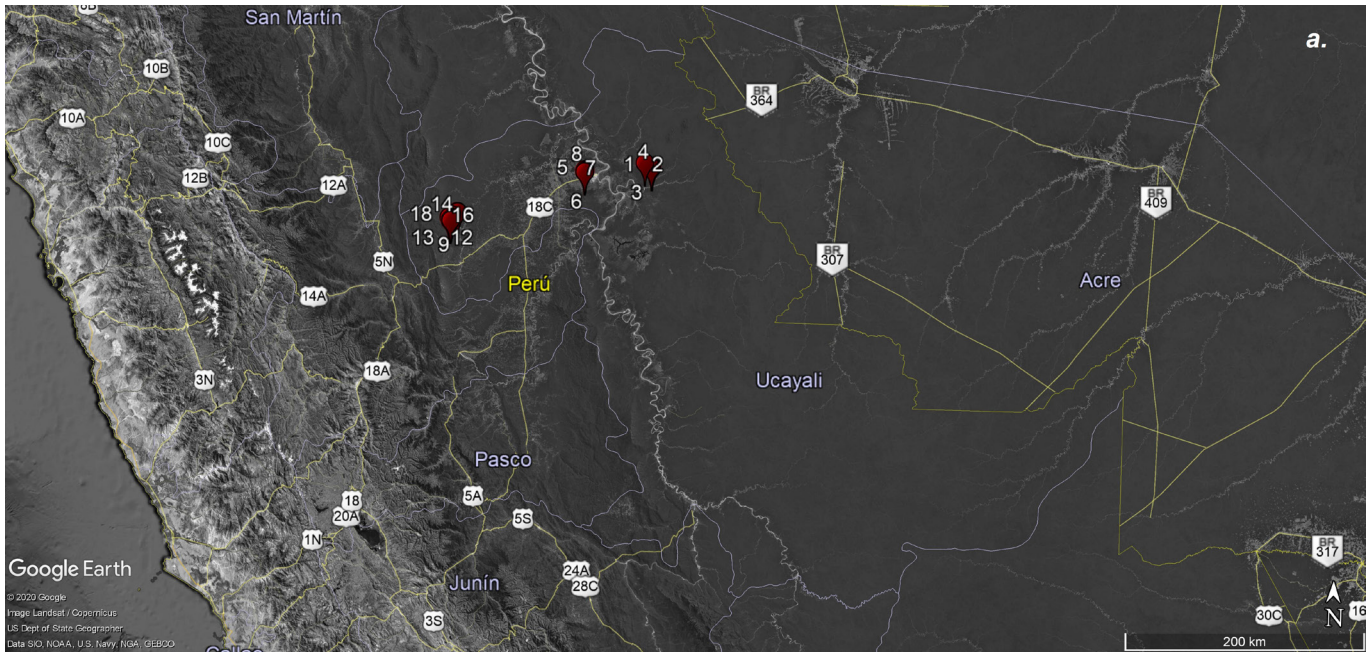
Basados en la interpretación visual a partir de los resultados de la clasificación supervisada del raster generado por la combinación de bandas del estudio, se encontró que el área de aguajales en la región Ucayali es de 65 120,04 ha (Figura 4).

Del mismo modo, se determinó que la mayor concentración de aguajales se encuentra en la provincia de Coronel Portillo (Tabla 4 y Figura 4).

DISCUSIÓN

El estudio de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) de la región Ucayali (GOREU, 2017) es el documento técnico de gestión del territorio vigente, en torno al cual se compararon los distintos resultados generados principalmente por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) y el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR). El GOREU (2017), utilizando la metodología Corine Land Cover, estimó que las poblaciones naturales de aguaje de la región Ucayali alcanzan una extensión de 25 533,12 ha (OR. N°017-2017), sin embargo, el mismo GOREU (2008), reportó una extensión de 55 781,21 ha.

Figura 3: a. Puntos de validación de campo de aguajales en la región Ucayali, Perú; b. Distrito de Manantay; c. Distrito de Padre Abad; d. Distrito de Masisea.



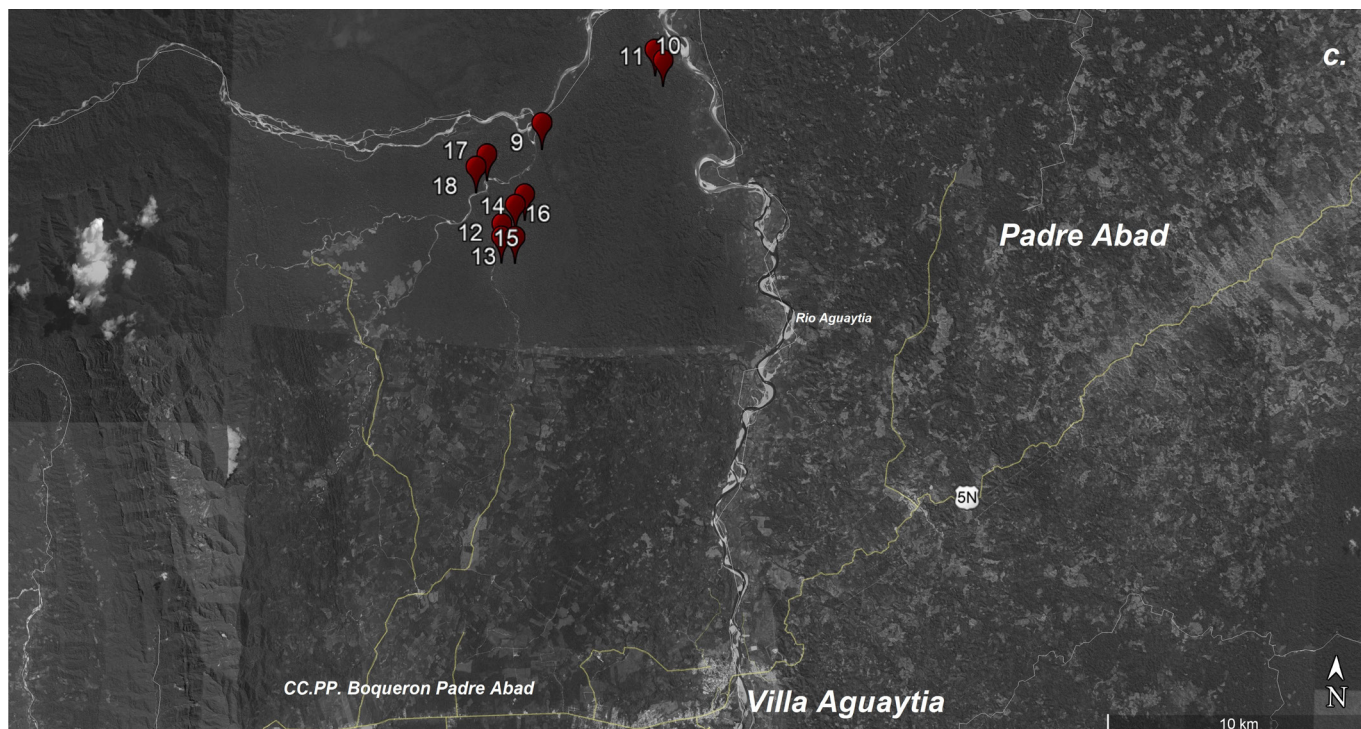
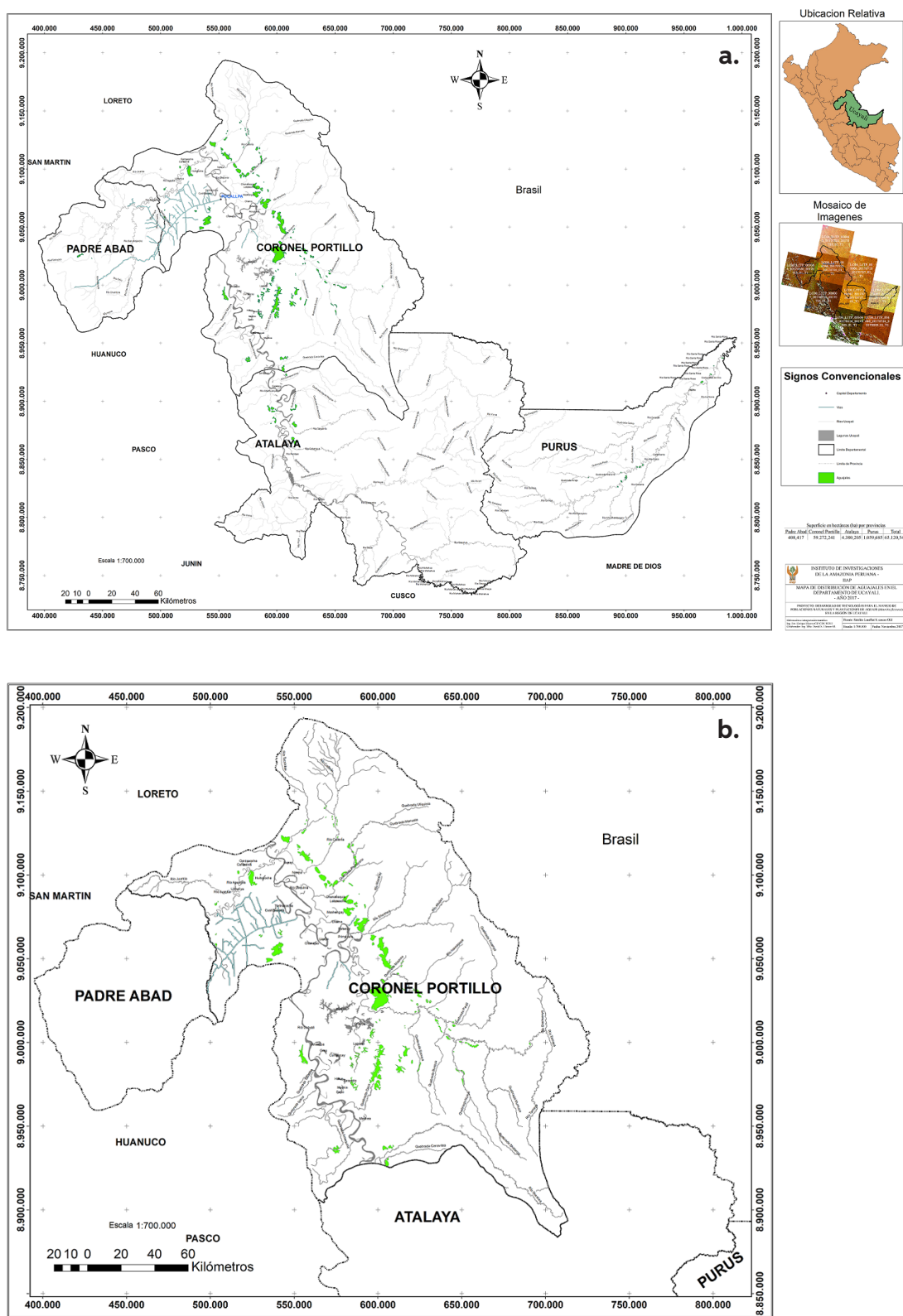
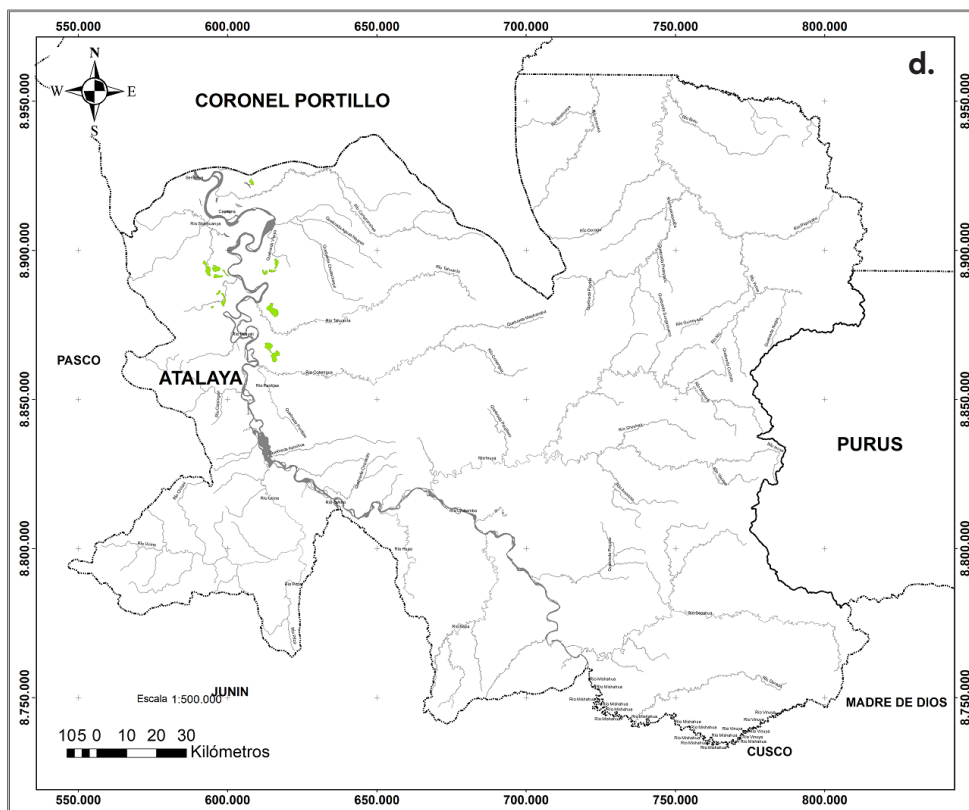
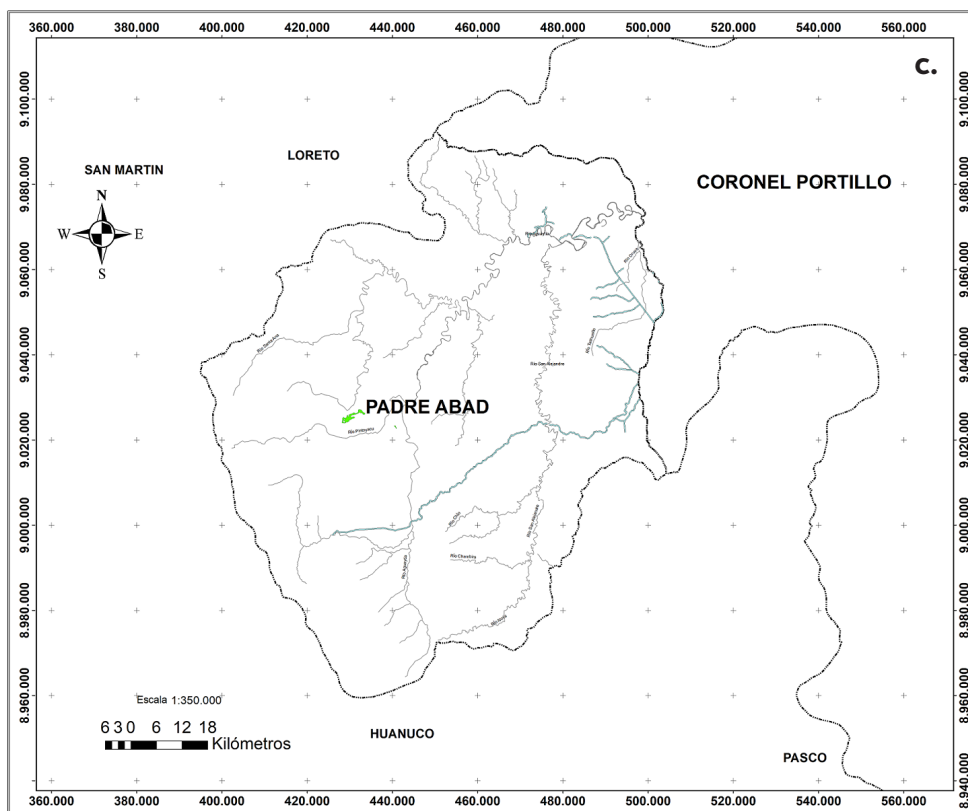
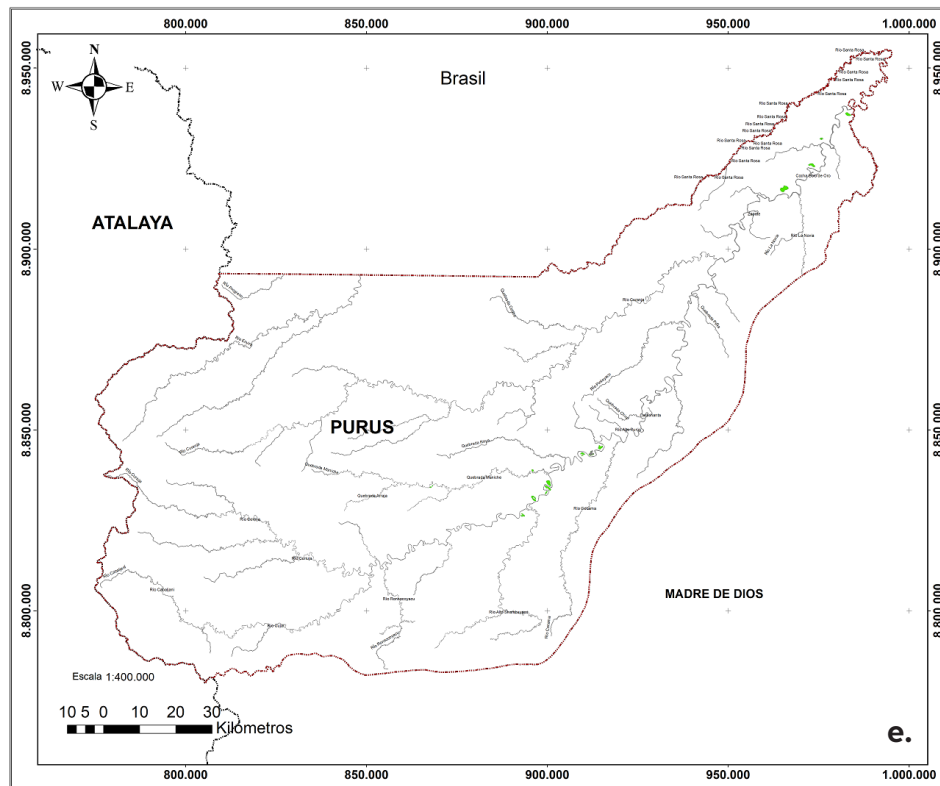


Figura 4: a. Aguajales de la región Ucayali, Perú; b. Provincia de Coronel Portillo; c. Provincia de Padre Abad; d. Provincia de Atalaya; e. Provincia de Purús.







Blanco (1986) reportó 61 000 ha de aguajales propiamente dichos. Del mismo modo la ONERN (1978), reportó 59 500 ha entre zonas de aguajal y bajial en una extensión de 900 000 ha en el distrito de Calleria, basándose en fotografías aéreas, mosaicos cartográficos y mosaicos de imágenes de radar de vista lateral (SLAR), de los cuales 39 500 ha son aguajales y 20 000 ha son bajiales. También la ONERN (1995) determinó 55 667,00 ha de aguajales, en base a imágenes LANDSATMSS en las bandas 4, 5 y 7 a escala 1/1 000 000 del año 1988 e imágenes LANDSAT-TM en las bandas 3, 4 y 5, a escala 1/250 000 de los años 1984-1991. Mientras que OSINFOR (2013) usando nueve imágenes de satélite Landsat TM 5 con resolución de 30 metros del año 2011 (cobertura total) y ocho imágenes de satélite ALOS AVNIR con resolución de 10 metros año 2009-2010 (cobertura parcial) reportó que la extensión de aguajales y/o humedales en Ucayali

es de 84 732 ha. Estas diferencias se deben a los distintos sistemas de clasificación de bosques utilizados por los autores y la tecnología variable usada en distintos momentos.

En este contexto, el resultado obtenido en el presente estudio es similar a lo reportado por Blanco (1986), quien utiliza un sistema de clasificación de aguajales propiamente dichos. Mientras que la ONERN (1978), utiliza la clasificación de zonas de aguajal y bajial para sus resultados y OSINFOR (2013) obtiene sus resultados basados en la clasificación de aguajales y humedales. Estos resultados se acercan a los obtenidos en el presente estudio a diferencia de los obtenidos por GOREU (2017), lo que refuerza la disparidad de los resultados basados en los distintos tipos de clasificación de bosques utilizados.

El factor tecnológico en estudios de sensoramiento remoto genera diferencias en los

resultados, debido a que las imágenes de satélite en la última década han mejorado significativamente su resolución espacial y temporal, permitiendo observar una mayor gama de variables y transiciones que los observados en los estudios desarrollados por la ONERN, que utilizaron imágenes de radar para expresar una mayor diversidad de tipos de cobertura en un área de escala nacional; por lo que la combinación preliminar de bandas permitió resaltar la textura y atributos visuales de aguajales en la región Ucayali. Del mismo modo, el uso de diferentes softwares ha permitido el análisis dinámico de la combinación de bandas, resaltando las respuestas radiométricas de una mayor amplitud de longitudes de ondas para identificar coberturas con similitud a las firmas espectrales utilizadas. Prueba de ello es que Salitchev (1979), establece que el área mínima cartografiable para imágenes Landsat, a una escala de 1/100 000, es de 16 ha, mientras que Lencina & Siebert (2009) establecen que el área mínima cartografiable para imágenes Landsat 8, para una resolución de 30 m, a una escala de 1/ 100 000, es de 5,00 ha para una precisión planimétrica de 50 m, esta área es cercana a la definida por Marquina & Mogollón (2018), para imágenes Landsat 8 de 30 m de resolución, para una precisión planimétrica de 25 m, cuya área mínima cartografiable es de 6,25 ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baltazar, O. 2011. *Estudio etnobotánico y de mercado de productos forestales no maderables extraídos del bosque y áreas afines en la ciudad de Pucallpa -Perú*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, 238pp.
- Bhomia, R.; Lent, J.; Rios, J; Hergoualc'h, K.; Honorio, E.; Murdiyarso, D. 2018. Impacts of *Mauritia flexuosa* degradation on the carbon stocks of freshwater peatlands in the Pastaza-Marañón river basin of the peruvian Amazon. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 24. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9809-9>
- Blanco, J. 1986. *Diagnóstico de la actividad forestal del Departamento de Ucayali*. Ministerio de Agricultura, Lima. 273pp.
- Cabrera, H.; Wallace, R. 2007. Patrones fenológicos de ocho especies de palmeras en el bosque amazónico de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 21: 1-18.
- Carpintero, S.; Chica, M.; Rigol, J.P.; Iguzquiza, E.; Galiano, V. 2007. Aplicación de imágenes ASTER y ETM+ para el estudio de la susceptibilidad a la erosión en una zona semiárida (SE España). *Revista de Teledetección*, 28: 13-23.
- Charman, D.J.; Booth, R.K.; Mäkilä, M.; Sirin, A. 2008. Peatlands and past climate change. In: Parish, F.; Sirin, A.; Charman, D.J.; Joosten, H.; Minayeva, T.; Silvius, M.; Stringer, L. (Eds.): *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: Main Report*. p.39-59.
- Del Castillo, D.; Otárola, E.; L. Freitas. 2006. *Aguaje: La maravillosa palmera de la Amazonía peruana*. Instituto de Investigaciones de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos. 51pp.
- Delgado C.; Couturier G.; Mejia, K. 2007. *Mauritia flexuosa* Arecaceae: Calamoideae, an Amazonian palm with cultivation purposes in Peru. *Fruits* 62: 157-169. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits:2007011>
- Domínguez, A. 1993. *Ensayos de procesamiento de "Pijuayo" (Guilielma Gasipaes B.K. - L.H. Bailei) y "Aguaje" (Mauritia flexuosa)*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos. s/p
- Endress B.A.; Horn C.M.; Gilmore M.P. 2013. *Mauritia flexuosa* palm swamps: Composition, structure and implications for conservation and management. *Forest Ecology and Management*. 302: 346-353. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.03.051>

- Falen L.; Honorio E. 2018. Evaluación de las técnicas de aprovechamiento de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en el Distrito de Jenaro Herrera, Loreto, Perú, *Folia Amazónica*, 27(2): 131-150, DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v27i2.443>
- García, D.; Honorio, E.; Del Castillo, D. 2012. Determinación del stock de carbono en aguajales de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali - Perú. *Folia Amazónica*, 21(1-2): 153-160. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v21i1-2.43>
- Garzón, C.; Leyva, P. 1993. *Perfiles sintéticos sobre especies amazónicas con potencial económico. Perfil N.- 28: Mauritia flexuosa Linn. F.* Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales, Programa de Botánica Económica - Corporación Aracuara - Proyecto Tropenbos, Bogotá. 13pp.
- González, B. 1987. *Los morichales de los llanos orientales: un enfoque ecológico.* CORPOVEN, Caracas. 56pp.
- Goodman, R.; Phillips, O.L.; Del Castillo, D.; Freitas, L.; Cortese, S.T.; Monteagudo, A.; Baker, T. 2013. Amazon palm biomass and allometry, *Forest Ecology and Management*, 310(12): 994-1004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.045>
- GOREU. 2008. *Plan vial departamental participativo de Ucayali 2009 - 2018*, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Pucallpa, 137pp.
- GOREU. 2017. *Zonificación ecológica económica base para el ordenamiento territorial de la región Ucayali.* GOREU, Pucallpa, 223pp.
- Henderson, A. 1995. *The palms of the Amazon.* OUP, New York, 351pp.
- Horn, C.M.; Vargas, V.; Gilmore, M.P.; Endress, B. 2018. Spatio-temporal patterns of *Mauritia flexuosa* fruit extraction in the Peruvian Amazon: Implications for conservation and sustainability. *Applied Geography*, 97(8): 98-108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.05.004>
- Horn, C.M.; Gilmore, M.P.; Endress, B.A. 2012. Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management*. 267(3): 93-103, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.040>
- Lencinas, J. D.; A. Siebert. 2009. Relevamiento de bosques con información satelital: resolución espacial y escala. *Quebracho Revista de Ciencias Forestales*, 17(1-2): 101-105.
- Manzi, M.; Coomes, O. 2009. Managing amazonian palms for community use: A case of aguaje palm *Mauritia flexuosa* in Peru. *Forest Ecology and Management*, 257(1): 510-517. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.038>
- Marquina J.; Mogollón A. 2018. Niveles y escalas de levantamiento de información geográfica en sensores remotos. *Revista Geográfica Venezolana*, 59(1): 42-52.
- Ministerio del Ambiente. 2015. *Mapa nacional de cobertura vegetal: Memoria descriptiva.* Ministerio del Ambiente, Lima. 100pp.
- Muller J. 1970. Palynological evidence on early differentiation of Angiosperms. *Biological Reviews*, 45(3), 417-450. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1970.tb01649.x>
- ONERN. 1978. *Evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Pucallpa-Abujao.* Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN, Lima. 262pp.
- ONERN. 1995. *Guía explicativa del mapa forestal INR-49-DGF.* Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN, Lima. 122pp.
- OSINFOR. 2013. *Evaluación de áreas deforestadas y aguajales en el departamento de Loreto al año 2011.* Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre - OSINFOR, Lima. 74pp.

- Pacheco Santos, L. 2005. Nutritional and ecological aspects of buriti or aguaje (*Mauritia flexuosa* Linnaeus filius): A carotene-rich palm fruit from Latin America. *Ecology of Food and Nutrition*, 44(5): 345-358. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03670240500253369>
- Paniagua, N.; Byg, A.; Svenning, J.C.; Moraes, M.; Grandez C.; Balslev, H. 2007. Diversity of palm uses in the western Amazon. *Biodiversity and Conservation*, 16(7): 2771-2787. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9218-y>
- Salitchev, K.A. 1979. *Cartografía*. Pueblo y Educación, La Habana. 182pp.
- Virapongse, A.; Endress, B. A.; Gilmore, M. P.; Horn, C.; Romulo, C. 2017. Ecology, livelihoods, and management of the *Mauritia flexuosa* palm in South America. *Global Ecology and Conservation*, 10(4): 70-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.12.005>

Recibido: 16 de febrero de 2020 **Aceptado para publicación:** 27 de junio de 2020