



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



Programa Presupuestal 144: "Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos"

Foto: Jaratuna del CEFA - Semanp

ECOSISTEMAS DEL NORTE DEL PERÚ: **ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL COTO DE CAZA EL ANGOLO**

INFORME TÉCNICO ESPECIAL VOLUMEN II



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



Programa Presupuestal 144: "Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos"

ECOSISTEMAS DEL NORTE DEL PERÚ:
**ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
DEL COTO DE CAZA
EL ANGOLO**

INFORME TÉCNICO ESPECIAL VOLUMEN II

Créditos

Ecosistema del norte del Perú:
Zona de amortiguamiento del Coto de Caza El Angolo
Informe Técnico Especial. Volumen II.

Lucía Ruiz Ostoic
Ministra del Ambiente

Hernando Tavera
Presidente Ejecutivo IGP

Danny Scipión
Director Científico IGP

Editores: Alejandra Martínez y Luis Céspedes
Diseño y Diagramación: Luis Miguel Ybañez

Carátula: Vista del bosque del Coto de Caza El Angolo
en época húmeda

Foto: Jefatura del CEEA - Sernanp

Editado por:
Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
IV Etapa - Ate
Teléfono (511) 3172300

Lima, abril de 2019

ISBN digital: 978-612-47606-6-2

Esta publicación digital se encuentra disponible en:
<http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/4433>

Contenido

- Introducción 11
- Caracterización climática primaria del Coto de Caza El Angolo y alrededores. Ricardo Zubieta, Miguel Saavedra y Luis Céspedes. 13
- Análisis del índice de sequía estimada con imágenes MODIS para el Coto de Caza El Angolo y su zona de amortiguamiento. Erick Príncipe y Diana Ruiz. 23
- Análisis de cobertura vegetal en la zona de amortiguamiento del Coto de Caza El Angolo. Erick Príncipe. 35
- Servicios ecosistémicos del Coto de Caza El Angolo y alrededores. Daniel Flores, Luis Céspedes y Alejandra Martínez. 47
- Análisis de capacidad y vulnerabilidad climática en la zona de amortiguamiento del Coto de Caza El Angolo. Daniel Flores, Diana Ruiz, Sandra Isola y Claudia Vega. 63

Acrónimos

ANP	Área Natural Protegida
CDC	Centro de Datos para la Conservación
CCEA	Coto de Caza El Angolo
CCPT-P	Club de Caza, Pesca y Turismo - Piura
GORE	Gobierno Regional
IGP	Instituto Geofísico del Perú
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINCETUR	Ministerio de Comercio Exterior y Turismo
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PNCA	Parque Nacional Cerros de Amotape
RAMSAR	Convención en Tierras Húmedas o Convención RAMSAR
SERNARP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
WCED	World Commission on Environment and Development

Terminología

AMBIENTE

La totalidad de todas las condiciones externas que afectan la vida, el desarrollo y la supervivencia de un organismo (OECD: Glosario de términos estadísticos, 2007).

ÁREA PROTEGIDA

Un área geográficamente definida que se designa o regula y se gestiona para lograr objetivos de conservación específicos (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992).

CINEGÉTICO

Arte de la caza (Real Academia Española, 2017).

CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático se refiere al cambio en el estado del clima que puede ser identificado (por ejemplo: mediante el uso de pruebas estadísticas) por los cambios en la media o la variabilidad de sus propiedades, y que persisten por un período extendido de tiempo, generalmente en décadas o más. El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o forzamientos externos como la modulación de los ciclos solares, erupciones volcánicas y los continuos cambios de origen antropogénico en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo. Considerar que la UNFCCC (Framework Convention on Climate Change) en su Artículo 1, define al cambio climático como: "Un cambio en el clima es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo

comparables". En este sentido, la UNFCCC hace una distinción entre el cambio climático causado por las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y el cambio en la variabilidad por causas naturales (IPCC: Assessment Reports: 2007, 2013, 2014).

DESARROLLO SOSTENIBLE

Desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (WCED: Nuestro futuro común, 1987).

DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos - entre otros -, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de los ecosistemas (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992).

ECOSISTEMA

Un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y su entorno no viviente, que interactúa como una unidad funcional (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992).

HABITAT

Lugar o tipo de sitio donde ocurre naturalmente un organismo o población (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992).



Introducción

El Programa Presupuestal 0144 tiene como objetivo lograr la conservación y uso sostenible de los ecosistemas naturales del país proveedores de servicios ecosistémicos, en ese marco, el Instituto Geofísico del Perú genera información geofísica y socioeconómica base que pueda ser utilizada para el ordenamiento territorial, la conservación y la recuperación de las especies y servicios ecosistémicos.

Durante el año 2017 se preparó y publicó el informe técnico especial "Ecosistemas del norte del Perú: El Coto de Caza El Angolo" – Volumen I, que incluyó información base sobre el Coto de Caza El Angolo CCEA, así como información sobre gestión de áreas naturales protegidas, fauna silvestre, y actividad turística. Este Volumen II amplía la

información geofísica y socioeconómica sobre el ecosistema bosque seco, incluyendo tanto la zona de amortiguamiento como alrededores del Coto de Caza El Angolo.

Así, en este volumen se incluye información sobre la caracterización climática primaria de la zona, así como análisis de la cobertura vegetal y del índice de sequía – estimada a través del sensoramiento remoto – de la zona de amortiguamiento, para cerrar con la identificación de los servicios ecosistémicos, y un breve análisis de la capacidad y vulnerabilidad climática en la zona. Esperamos que este material pueda servir como referencia inicial para el desarrollo de nuevos trabajos de investigación sobre este ecosistema.

Instituto Geofísico del Perú



Caracterización climática primaria del Coto de Caza El Angolo y alrededores

Ricardo Zubieta¹, Miguel Saavedra y Luis Céspedes

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la caracterización climática del Coto de Caza El Angolo (CCEA) y sus alrededores, y los impactos en la cobertura vegetal. El CCEA corresponde a un área natural protegida en la región norte del Perú, ubicado en las provincias de Sullana y Talara de la región Piura. Tiene una superficie de 65,000 km² y su principal objetivo es la

conservación del bosque seco ecuatorial y el manejo sostenible de la fauna silvestre (<http://www.sernanp.gob.pe/el-angolo>).

Las actividades socioeconómicas de mayor importancia en la zona son las actividades ganadera y agrícola. Sabogal (2011) sostiene que las localidades que se encuentran

¹ Instituto Geofísico del Perú. Comunicación a: rzubieta@igp.gob.pe



Figura 1. Vista de ganado vacuno, caprino y ovino. Créditos: L. Céspedes.

alrededor de la zona de influencia del CCEA, tienen como principales ingresos locales a la ganadería, donde los pastores no poseen la propiedad de la tierra, pero realizan una ganadería extensiva en la que las cabras y vacas, durante el día, buscan solas su propio alimento.

Los ganaderos manifiestan que la falta de agua afecta directamente a la disponibilidad de pastos para el ganado (Figura 1), como lo ocurrido el año 2014, cuando ocurrió una fuerte sequía que indujo a la muerte de numerosas cabezas de ganado vacuno y predominantemente caprino, principalmente por la falta de alimento.

Sernanp (2011) sostiene que el sector oeste del CCEA (caseríos de Fernández Bajo y Fernández Alto) (Figura 2) desarrolla una agricultura de pequeña escala y con fines de subsistencia, cuya gran limitación es la disponibilidad del agua, por lo que en dicho sector las áreas agrícolas están identificadas, ubicadas y limitadas por el acceso al recurso hídrico. En tanto, durante los meses de enero-julio, los cultivos son regados por gravedad (agua que se almacena en las quebradas producto de las lluvias) y entre agosto – diciembre hacen uso del agua subterránea a través de cuatro pozos anillados. La zona está cubierta por bosques estacionales secos ecuatoriales, que son ecosistemas caracterizados por su asociación al régimen de lluvias que varía durante el año, y altamente influenciados por el régimen pluviométrico.

El CCEA limita al norte con la Quebrada Grande y el Parque Nacional Cerros de Amotape, y al sur por la Quebrada Gramadal, y se localiza en la naciente de los ríos Fernández, Pariñas y Chira, entre los 100 y 1500 msnm. (Figura 2a-b). Estudios climáticos de regiones que involucren al CCEA y sus alrededores son escasos, por lo que el objetivo de este trabajo es caracterizar la variabilidad temporal de las precipitaciones, temperatura y vientos en el CCEA y alrededores, así como describir la dinámica y la distribución espacial de índices de vegetación para periodos de estiaje, avenidas y un evento extraordinario El Niño son proporcionados a partir de sensoramiento remoto.

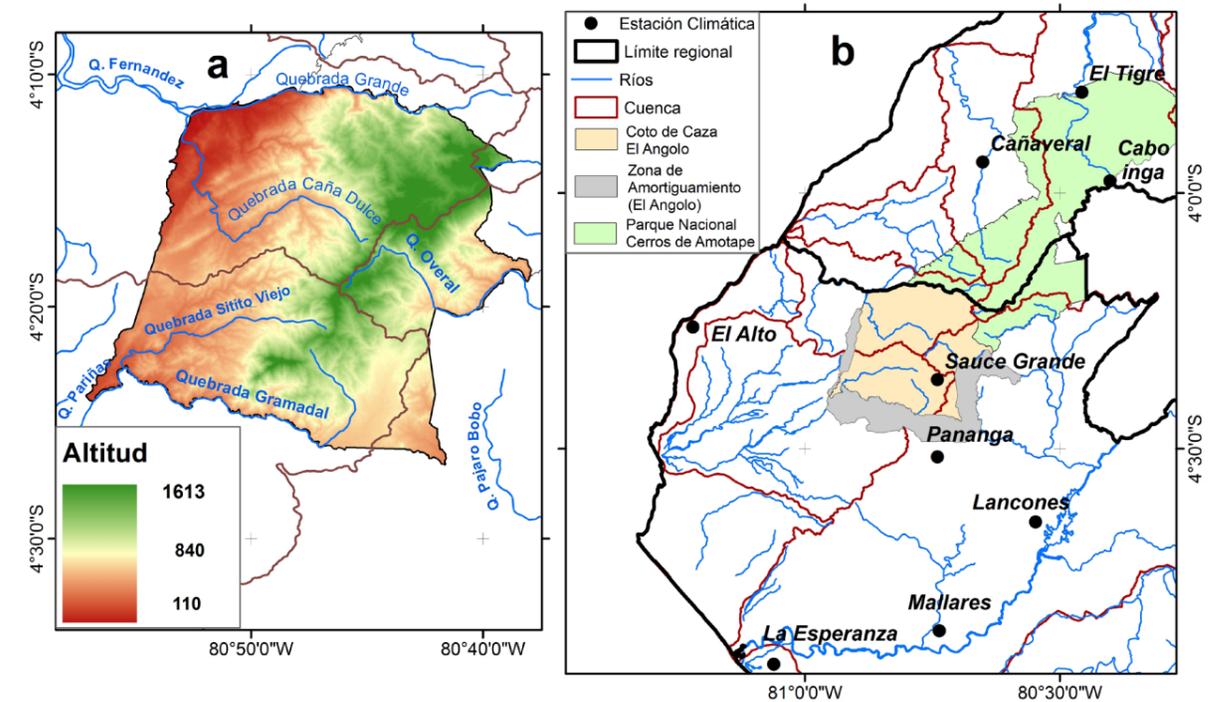


Figura 2. a) Mapa hidrográfico y b) mapa de ubicación del Coto de Caza El Angolo. Se muestra el gradiente altitudinal, la red hídrica y el límite regional y de cuencas.

DATOS Y METODOLOGÍA

Los resultados de este estudio se han obtenido a partir del análisis de datos meteorológicos observados en estaciones del Servicio

Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y del Centro de Datos para la Conservación-Universidad Nacional Agraria la

Tabla 1. Estaciones climáticas utilizadas y sus principales características: latitud (Lat), longitud (Lon), altitud (Alt), temperatura máxima (T max), temperatura mínima (T min), precipitación (P) promedio anual y periodo de datos.

N	Estaciones	Lat	Lon	Altitud	T max	T min	P	Periodo de datos
1	Sauce Grande	-4,37	-80,74	758	24,2	21,9	438	1995-2015
2	Pananga	-4,52	-80,74	360	---	---	395	1995-2015
3	Mallaes	-4,86	-80,74	44	31,9	19,4	214	1995-2015
4	Lancones	-4,64	-80,55	133	31,5	18,8	452	1995-2015
5	Cañaverl	-3,94	-80,65	131	32,7	20,8	311	2011-2015
6	Cabo Inga	-3,98	-80,40	228	33,2	20,5	641	2011-2015
7	La Esperanza	-4,92	-81,06	7	28,1	19,9	89	1995-2015
8	El Alto	-4,26	-81,22	291	27,5	18,7	43	2011-2015
9	El Tigre	-3,80	-80,46	45	---	---	508	1995-2015

Molina (UNALM) para el caso de la estación Sauce Grande (ubicada dentro del CCEA). Se utilizaron las estaciones más próximas que rodean el área del Coto de Caza y su zona de amortiguamiento (Figura 2a-b, Tabla 1). Todos los datos de las estaciones recopiladas fueron sometidos a un estricto control de calidad (Hiez 1977; Brunet-Moret 1979).

Por otro lado, para analizar la cobertura vegetal en el CCEA y alrededores, fueron

recopiladas 3 imágenes de satélite Landsat-5, seleccionadas para representar el periodo estiaje, avenidas y un evento extraordinario El Niño (1997-1998). El porcentaje de nubosidad presente en cada imagen satelital (Tabla 2), difiere de la nubosidad presente sobre el CCEA; la cual se estima en 0 %, 10% y 25% para los periodos de estiaje, avenidas y el evento El Niño (1997-1998), respectivamente.

Tabla 2. Lista de imágenes Landsat recopiladas.

Satélite	Nomenclatura	Fecha	% nubes
LANDSAT_5	LT05_L1TP_011063_19990403_20161218_01_T1	03/04/1999	8
LANDSAT_5	LT05_L1TP_011063_19980126_20161228_01_T1	26/01/1998	20
LANDSAT_5	LT05_L1TP_011063_20000827_20161213_01_T1	27/08/2000	30

La metodología empleada consiste en la generación de promedios climáticos anuales de precipitación y temperatura del aire, además de caracterizar el ciclo diario de los vientos en el CCEA durante las cuatro estaciones del año. La imágenes de satélite pasaron por una corrección geométrica, radiométrica y atmosférica, basada en la metodología propuesta por Chander et al. (2009). Los niveles de reflectividad obtenidos fueron usados para la estimación del Índice Normalizado de Vegetación (NDVI) (Yang et al., 2010; Lan et al., 2009) para cada una de las imágenes recopiladas (Figura 3a-f).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los bajos valores de NDVI estimados para el periodo de estiaje (menor a 0.2) sugieren condiciones severas de estrés hídrico en aproximadamente el 70% del área del CCEA y alrededores (Figura 3b). Esta región tiende a recuperarse de los altos niveles de estrés durante el periodo de avenidas, presentando valores de NDVI entre 0.3 y 0.5 (Figura 3d). Para esta misma región, los valores de NDVI tienden a ser considerados altos (~0.6) durante el evento El Niño 97-98 (Figura 3f), lo que

sugiere una alta conservación de humedad y por tal una recuperación del estado vegetativo de la cobertura boscosa durante este tipo de eventos a lo largo de todo el CCEA.

La precipitación registrada en la estación Sauce Grande presenta un régimen bastante marcado, el cual diferencia claramente el periodo de estiaje y avenidas (Figura 4) (Elías, 2015). Además, se pueden identificar con claridad los años de mayores precipitaciones (2000, 2001, 2002, 2012), entre ellos, lo registrado durante el evento El Niño 97-98; así como los años donde se presentaron las mínimas precipitaciones para el periodo de avenidas (1995, 1996, 1999, 2003, 2004, 2005, 2007, 2011, 2014).

La mayor precipitación ocurre principalmente durante los meses febrero y marzo (Figura 5a), esto es congruente con lo mayores niveles de NDVI (Figura 3c-d). Además, un largo periodo de estiaje se presenta entre mayo y diciembre, con un déficit de precipitaciones (Figura 5a) y niveles bajos de NDVI (Figura 3b). Para las estaciones ubicadas alrededor del CCEA, el régimen de lluvias es bastante similar, y la cantidad promedio de precipitación está asociada a la gradiente altitudinal. Por ejemplo, los promedios más bajos de precipitación fueron registrados en las

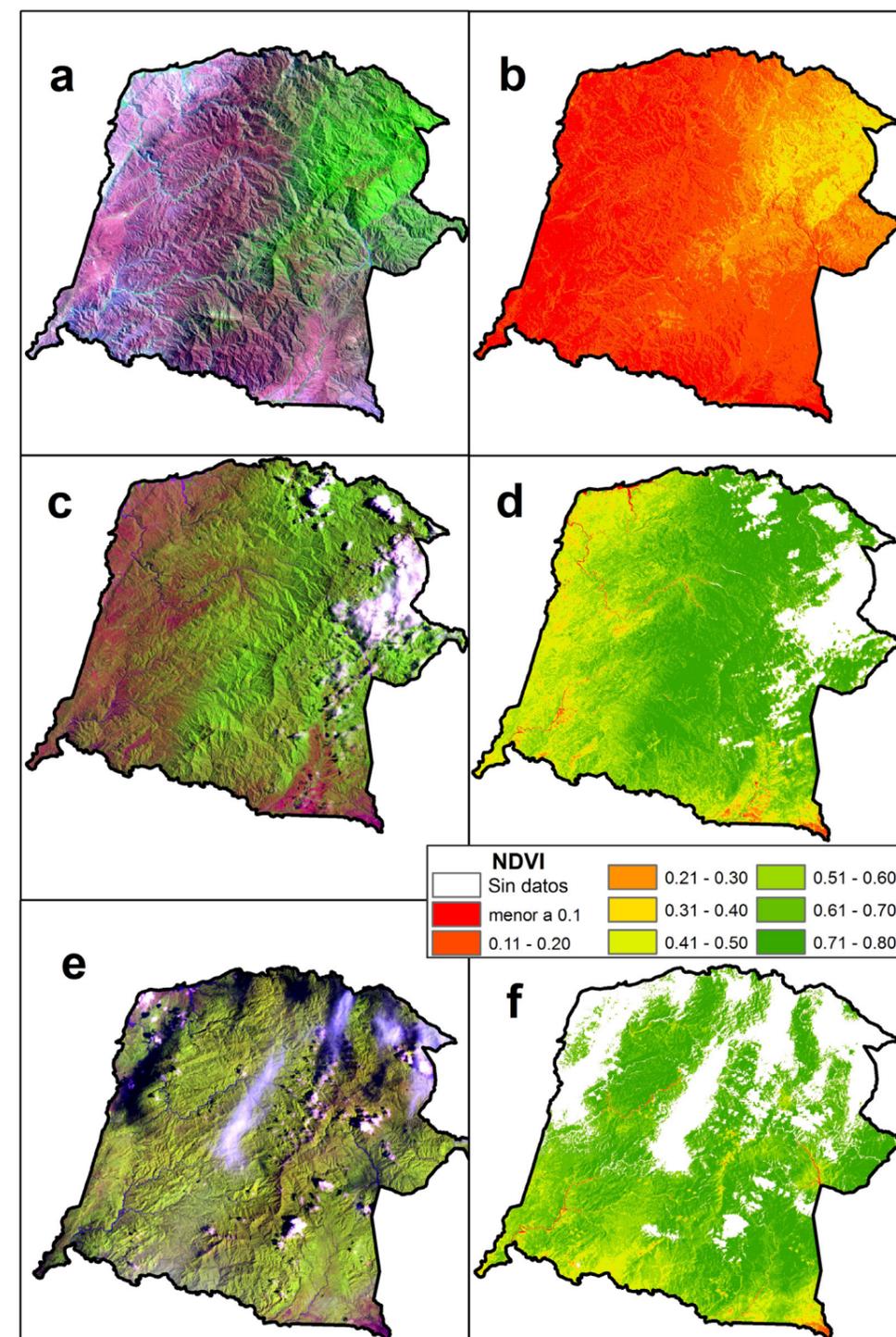


Figura 3. Imágenes de satélite Landsat (izquierda) y su respectivos mapas de NDVI (derecha) representativos de los periodos de estiaje (a-b), avenidas (c-d) y del evento extraordinario El Niño 1997-98 (e-f). Una descripción semidetallada es mostrada en la Tabla 2.

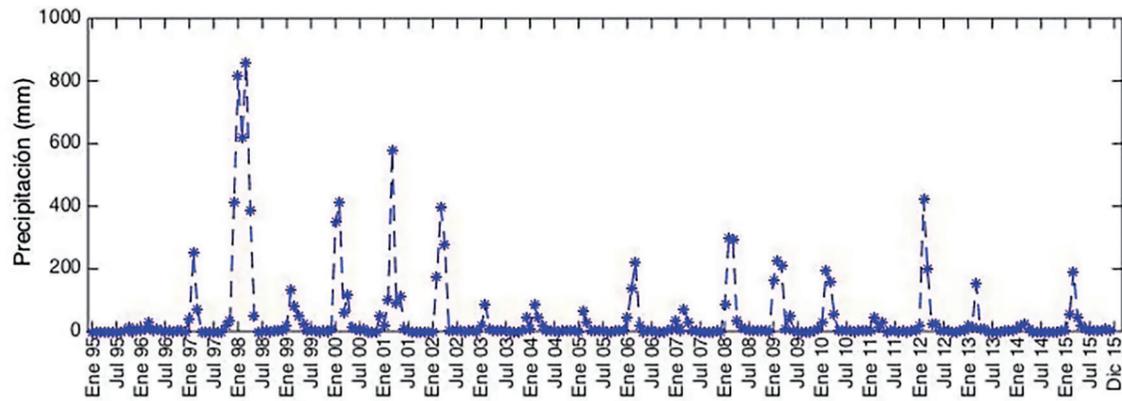


Figura 4. Precipitación mensual registrada en la estación Sauce Grande (1995-2015) (Fuente: UNALM, Centro de Datos para la Conservación).

estaciones más costeras (El Alto, Mallares, La Esperanza), mientras que los más altos fueron registrados en regiones de montaña (Sauce Grande, Pananga) (Figura 3b, Tabla 1).

Por otro lado, el análisis de temperatura mensual en la estación Sauce Grande indica un paulatino incremento de la temperatura máxima (de 22 a 25.6°C) y temperatura mínima (de 20.3 a 23.7°C) entre noviembre y julio (Figura 5a). Asimismo, cabe mencionar

que la temperatura máxima (25.6 a 22°C) y la temperatura mínima (23 a 19.9°C) tienden a disminuir entre agosto y noviembre, respectivamente. Además se puede apreciar que el periodo de incremento de la temperatura máxima y mínima es de 8 meses (de diciembre a julio), mientras que el periodo de descenso es de tan solo 4 meses (de agosto a noviembre); es decir el periodo de calentamiento toma el doble de tiempo que el enfriamiento.

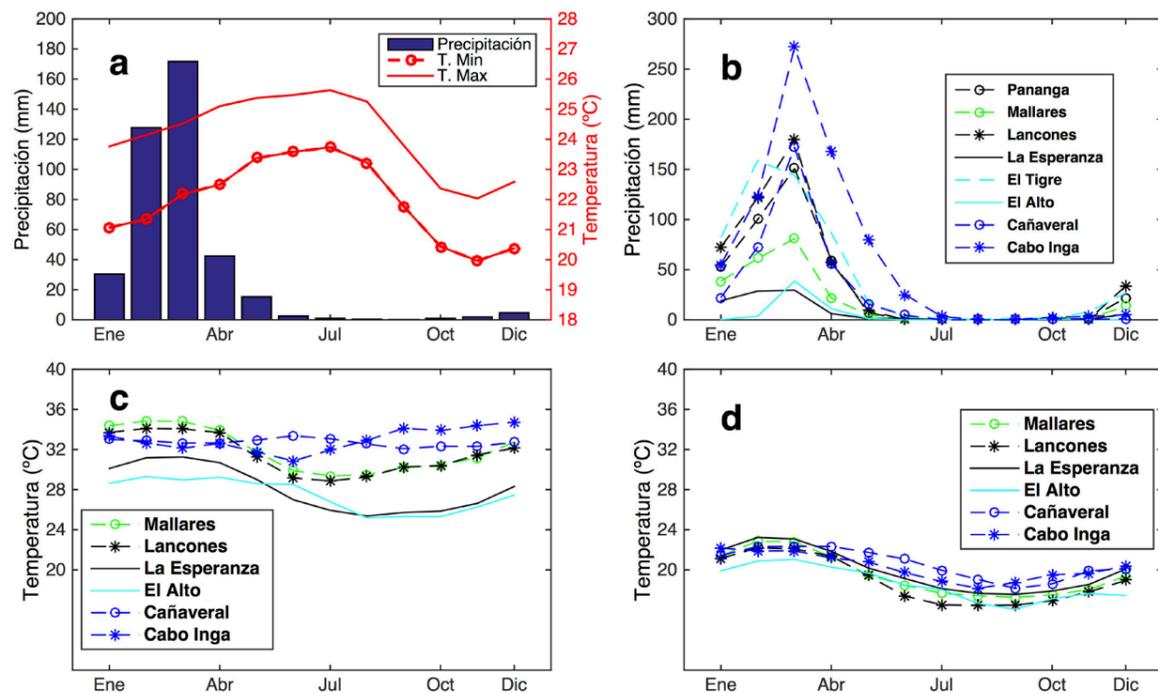


Figura 5. Precipitación mensual, temperatura máxima y mínima mensual de la estación a) Sauce Grande (ubicada dentro del Coto de Caza El Angolo, CCEA) y promedio mensual de las estaciones ubicadas alrededor del CCEA para datos de b) precipitación, c) temperatura máxima y d) temperatura mínima.

La estacionalidad de la temperatura máxima registrada en estaciones alrededor del CCEA resalta similitudes entre ellas. Estos son los casos de La Esperanza-El Alto, Mallares-Lancones y Cañaverl-Cabo Inga (Figuras 5c). En particular estas últimas dos estaciones ubicadas al norte no muestran estacionalidad, sugiriendo un impacto en la temperatura máxima con respecto a la altitud. Es decir, a mayor altitud la temperatura máxima

tiende a disminuir (Figuras 2b y 4c, Tabla1); no obstante, para las mismas estaciones, la estacionalidad de la temperatura mínima es mucho más similar CCEA (Figura 5d).

En la Figura 6a-q se presenta el ciclo diurno de la rosa de vientos para la estación de Sauce Grande, donde el ciclo diurno ha sido dividido en cuatro grupos: de 04-08, 10-14, 16-20 y 22-02 horas. En general, se

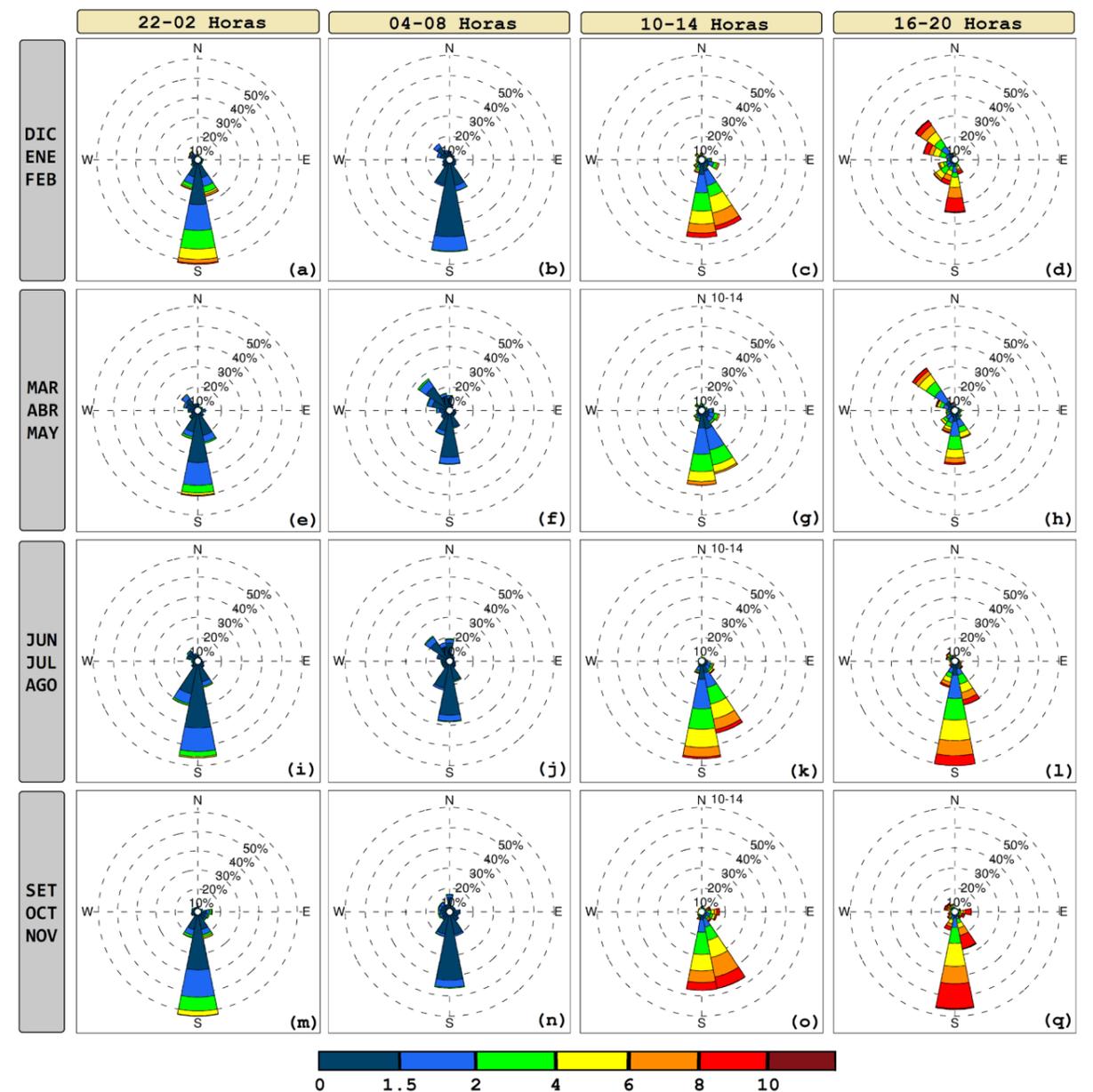


Figura 6. Ciclo diurno de la rosa de vientos para la estación de El Angolo para cuatro periodos (DEF, MAM, JJA y SON). La rosa de vientos es dividida en 16 direcciones, empleando datos horarios de 2003 a 2010.

observa que el ciclo diurno de la dirección y velocidad del viento presentan un patrón bien definido durante todo el año con vientos predominantes del sur, vientos calmos (de 0 a 1.5 m/s) en la mañana (04 a 08 horas) y más intensos en al atardecer (16 a 20 horas).

La predominancia de los vientos del sur durante todo el año, se observa usualmente durante los periodos 22-02, 04-08, y 10-14 horas. Estos vientos del sur en adición de sus adyacentes, es decir vientos del SSE y SSW, pueden llegar a representar hasta el 60% de los datos durante el periodo 04-08 horas con velocidades de hasta 2 m/s. Asimismo, durante el periodo 10-14 horas, los vientos del sur y adyacentes constituyen por lo menos el 65% del total de datos con velocidades de entre 0 y 10 m/s. En el periodo de 22-02 horas, la densidad de datos de vientos del sur y adyacentes se asemejan al periodo 10-14 horas, sin embargo la velocidad de la mitad de estos datos es menor a 2 m/s.

El periodo 16-20 horas es particular, ya que a diferencia de los otros tres periodos sí presenta una estacionalidad en la dirección del viento. Durante las estaciones de verano y otoño (dic-ene-feb y mar-abr-may, respectivamente) la dirección presenta un comportamiento bimodal con máximos en dirección sur y noroeste. En estas dos estaciones, así como en el resto, los vientos van de 0 a 10 m/s, sin embargo el periodo mar-abr-may presenta mayor presencia de vientos calmos. Las estaciones de jun-jul-ago y set-oct-nov presentan, como la gran mayoría de casos, dirección predominante del sur y sureste con más del 65% de casos.

CONCLUSIONES

El periodo de avenidas o máximos de precipitación (entre los meses de diciembre y marzo), se encuentra asociado a vientos del noroeste, es decir, están asociados a entrada de vientos que vienen del mar ubicado en la zona ecuatorial. Estos vientos serían los responsables de la advección de aire húmedo desde las aguas cálidas frente a la costa norte

del Perú. Además, el periodo de avenidas es caracterizado por una recuperación de la cobertura vegetal, la cual es identificada mediante un aumento en los índices de vegetación de hasta en 40%.

Por su parte, la temperatura máxima no muestra estacionalidad en las estaciones ubicadas al norte de CCEA, sin embargo en el resto de estaciones presenta los máximos en enero y abril, los cuales son coincidentes con los máximos de precipitación, en concordancia con el calentamiento de las aguas frente a la costa norte. Estos resultados corroboran otros estudios, como el de Woodman y Takahashi, 2014.

La influencia del clima y ubicación geográfica en los ámbitos aledaños y sectores dentro CCEA se puntualiza en el acceso al agua como una de las principales limitaciones para la actividad ganadera y agrícola, dependiendo única y directamente de los periodos de lluvia, las cuales no ocurren todos años, sucediendo periodos de sequías como el acontecido el año 2014.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y a la Universidad Nacional Agraria la Molina por proveer los datos climáticos. Los autores de este trabajo agradecen las sugerencias del Msc. Omar Gutiérrez, y la contribución en el pre-procesamiento de datos climáticos al Lic. Erick Príncipe, ambos investigadores del Instituto Geofísico del Perú.

REFERENCIAS

- Brunet-Moret Y., 1979. Homogénéisation des précipitations. Cahiers ORSTOM Sér Hydrol 16:3-4
- Chander, G., Markham, B. L. and Helder, D. L., 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote. Sensing of Environment, 113, pp. 893-903.

Davis S, Heywood, V.H., Hamilton, A.C., 1997. Centres of plant diversity, vol 3: the Americas. IUCN, Gland.

Elías, R., 2015. Protocolo sanitario para venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) del sector sauce grande, coto de caza El Angolo, Piura, Perú. Tesis presentada para optar el grado de Magister Scientiae en conservación de recursos forestales.

Hiez G 1977, L'homogénéité des données pluviométriques. Cahiers ORSTOM Sér Hydrol 14:129-172.

IGP, 2005. Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la Cuenca del Río Mantaro. Instituto Geofísico del Perú, Fondo Editorial del CONAM.

Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E., y Mosquera, K., 2008: El Niño - related precipitation variability in Perú. Advances in Geosciences 14, 231-237.

Lan, Y., Zhang, H., Lacey, R., Hoffmann, W.C., Wu, W., 2009. Development of an integrated sensor and instrumentation system for measuring crop conditions", Agricultural engineering journal , 11, pp.11-15.

Lavado W and Espinoza J.C., 2014. Impact of El Niño and La Niña events on Rainfall in Peru. Revista Brasileira de Meteorologia, v.29, 171-182.

Sabogal, A., 2011. Estudio de vegetación y el pastoreo en los bosques secos del norte del Perú con énfasis en la distribución de *Ipomoea carnea* Jacq.

SERNANP, 2011. Diagnóstico de actividad agrícola dentro del CCEA - sector Fernández. Informe N° 005-2011-SERNANP-CCEA/CJVG. Jefatura del Coto de Caza El Angolo, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

Silva, Y., Takahashi, K., y Chávez, R., 2008: Dry and wet rainy seasons in the Mantaro river basin (Central Peruvian Andes). Advances in Geosciences 14, 261-264.

Woodman, R. y Takahashi, K., 2014. ¿Por qué no llueve en la costa del Perú (salvo durante El Niño)? Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Junio, 1, 6, 4-7.

Yang Y, Zhu J, Zhao C, Liu S, Tong X., 2010. The spatial continuity study of NDVI based on Kriging and BPNN algorithm", Journal of Mathematical and computer modelling, pp. 77 - 85.



Análisis del índice de sequía estimada con imágenes MODIS para el Coto de Caza El Angolo (CCEA) y su zona de amortiguamiento

Erick Príncipe¹ y Diana Ruiz

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la sequía ha sido monitoreada basada en datos obtenidos de estaciones meteorológicas, que carecen de la cobertura espacial continua necesaria para caracterizar y monitorear el patrón espacial detallado de las condiciones de sequía (Gu et al., 2007). Debido a la escasez de datos, desde la década de 1970, cientos de estudios

han utilizado datos de observación terrestre por satélite para monitorear una variedad de procesos de superficie terrestre dinámica (Anderson et al., 1976; Yang et al., 1998).

Tal como indica Gu et al. (2007), la teledetección por satélite proporciona una visión sinóptica de la tierra y un contexto espacial para medir

¹ Instituto Geofísico del Perú. Comunicación a: rprincipe@igp.gob.pe.

los impactos de la sequía, en este entorno el papel del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) en la vigilancia y evaluación de la sequía ha sido descrito varias veces durante la última década (Kogan, 1991). Sin embargo, una limitación del NDVI para el monitoreo de la sequía es el desfase aparente entre un déficit de precipitación y la respuesta del NDVI (Gu et al., 2007). Dada la restricción del NDVI se empieza a utilizar el índice de agua de diferencia normalizada (NDWI, por sus siglas en inglés), que es un índice derivado de los canales del infrarrojo cercano NIR y el infrarrojo de onda corta (SWIR) que refleja cambios tanto en el contenido de agua como en el mesofilo esponjoso (Gao, 1996).

El NDWI calculado a partir de la banda SWIR de 500 metros de MODIS se ha utilizado recientemente para detectar y monitorear la condición de humedad de la copa de vegetación en grandes áreas (Xiao et al., 2002; Jackson et al., 2004). Debido a que el NDWI está influenciado tanto por la desecación como por el marchitamiento en el dosel de la vegetación, puede ser un indicador más sensible que el NDVI para el monitoreo de la sequía (Gu et al., 2007), y combinando los dos índices físicos se obtiene el “Índice de Sequía de Diferencia Normalizada” (NDDI, por sus siglas en inglés) que permite medir sus impactos.

El objetivo de este estudio fue investigar evidencias de sequías ocurridas en El Coto de Caza el Angolo y su zona de amortiguamiento, aplicando métodos derivados de imágenes de satélite, y de esta manera medir y monitorear la sequía en esa región.

DATOS

Para este estudio se utilizaron las imágenes de reflectancia MOD09, obtenidas a partir del sensor MODIS el cual se encuentra a bordo de los satélites Terra y Aqua, de un compuesto de ocho días que tienen las características de ser la mejor observada posible durante el periodo indicado y con ausencia de nubes o sombras de nubes (USGS, 2015). El producto MOD09 es una evaluación de la reflectancia de las cubiertas terrestres, es decir la relación entre

el flujo luminoso reflejado y el flujo luminoso incidente tal como hubiera sido medido a nivel del suelo si no existiera absorción ni dispersión atmosférica.

La estimación de la reflectancia se lleva a cabo para todos los píxeles sin nubes y para cada una de las siete primeras bandas del sensor MODIS; para ello, se corrigen los efectos atmosféricos producidos por gases, aerosoles y nubes cirrus. El cálculo se realiza con base en la radiancia al nivel del sensor (MOD02, nivel 1B), utilizando el procedimiento de corrección basado en un modelo de Tanré et al. (1986) citado por Francois (2011). El modelo utiliza datos atmosféricos directamente derivados de los datos MODIS (aerosoles, vapor de agua) o, si estos no están disponibles, los obtenidos por el Centro Nacional de Predicción Ambiental (<http://www.ncep.noaa.gov/>). El espesor óptico de aerosoles, el parámetro más crítico para las bandas del visible y del infrarrojo próximo, se obtiene únicamente de los datos MODIS (Francois, 2011).

METODOLOGÍA

Para realizar el seguimiento y monitoreo de la sequía en El Coto de Caza el Angolo y zona de amortiguamiento, se empleó la metodología de Gu et al. (2007), la cual permite desarrollar una base de datos de la serie de tiempo de los Índices físicos NDWI y SAVI. Estos índices son parámetros calculados a partir de los valores de reflectividad a distintas longitudes de onda, y permite extraer información relacionada con la vegetación y el vapor de agua y minimizar los efectos de los otros factores externos como las propiedades ópticas del suelo, la irradiancia solar, atmósfera, entre otros. Además, reduce el número de dimensiones propias de las medidas multispectrales a una sola dimensión (Tucker, 1979).

El índice SAVI al igual que el NDVI proporciona una medida relativa del verdor de la vegetación a partir del contraste espectral que se produce entre las bandas del rojo e infrarrojo (Ec. 1). Se trata de un índice adecuado para trabajos en zonas semiáridas, donde la contribución del suelo es muy importante. Así, cuando se realice un estudio sobre una zona de estas características, este

índice resultará más consistente que el NDVI, gracias a esa mayor distinción entre el suelo y la vegetación (Eastman, 2006). Por otra parte, el NDWI (Ec. 2) se utiliza para detectar y monitorear la condición de humedad de los doseles de vegetación de grandes áreas (Xiao et al., 2002). Debido a que este índice tiene una fuerte influencia tanto por la marchitez y el secado en el dosel vegetal, podría ser un indicador más sensible que el NDVI para la vigilancia de la sequía (Gu et al., 2007).

Los datos MODIS se obtuvieron de manera gratuita de la página web de la USGS (<https://lpdaac.usgs.gov/>); los productos necesarios serán las imágenes de reflectancia bandas 1, 2 y 7 con 500 m de resolución espacial que son utilizados en los cálculos de los índices físicos SAVI (Ec. 1) y NDWI (Ec. 2). Para cubrir el área de estudio fue necesario la descarga de la imagen h9V9 y descargadas en formato HDF y luego convertidas a formato geotiff.

$$SAVI^2 = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_R)}{(\rho_{NIR} + \rho_R)} (1+L) \quad (Ec. 1)$$

$$NDWI^3 = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR}} \quad (Ec. 2)$$

Donde ρ_R , ρ_{NIR} y ρ_{SWIR} son los valores de reflectancia en 645nm, 857nm y 2130nm respectivamente, que corresponde a las bandas 1, 2 y 7 para el sensor MODIS. El factor de corrección L de la ecuación 1, asume el valor 0 para una cubierta de vegetación muy alta, 1 para una cubierta muy baja y 0.5 para la cubierta intermedia (Sebem, 2005). Obtenidos SAVI y NDWI se procede con la generación el Índice de Sequía de Diferencia Normalizada (NDDI) mediante la ecuación 3 (Gu et al., 2007), este índice permitirá monitorear la respuesta vegetal ante la presencia o ausencia prolongada de la humedad.

$$NDDI^4 = \frac{SAVI - NDWI}{SAVI + NDWI} \quad (Ec. 3)$$

RESULTADOS

Para identificar la respuesta temporal de la cobertura vegetal presente durante el periodo febrero 2000 a julio 2016, se preparó las series de tiempo de los índices físicos SAVI, NDWI y NDDI, las cuales son los valores promedio de los píxeles de 500m x 500m que corresponden al área del CCEA y su zona de amortiguamiento. Los valores más bajos para SAVI y NDWI corresponden al intervalo de tiempo 2003 - 2005 y de 2012 - 2014 (Figura1). Asimismo, la serie de tiempo del índice de sequía mostrado en la Figura 1 (serie de color rojo) indica valores elevados para estos dos intervalos de tiempo.

Las series de tiempo obtenidas fueron sometidas a un contraste con la serie de precipitación anual que fue generada para el mismo periodo (Figura 2), donde se pudo identificar para los intervalos 2003-2005 y 2013-2014, los valores de precipitación más bajos en comparación al resto de la serie. Esto da indicio de una mayor ausencia de humedad y menor actividad vegetal tal como indica la serie de tiempo NDWI y SAVI respectivamente, evidenciando de este modo la probable ocurrencia de sequías en estos periodos.

Por otra parte, para los años 2007 y 2011 los valores de precipitación fueron bajos, no obstante, los siguientes años la precipitación se incrementó de manera significativa evidenciando la recuperación del vigor vegetal, el cual es mostrado en la serie de tiempo del índice de vegetación SAVI, donde los valores de este índice son altos.

² El índice físico SAVI se encuentra en un rango de valores de +1 a -1, donde la tendencia a "1" indica presencia de vegetación vigorosa, la tendencia a "0" indica suelos sin cobertura vegetal o desnudos, y la tendencia a "-1" refiere cobertura de agua o espejos de agua.

³ El índice físico NDWI oscila en el rango de valores de +1 a -1, donde la tendencia a "1" indica alta presencia de humedad en la vegetación, en cambio la tendencia a "-1" indica la ausencia de agua en la vegetación.

⁴ El índice físico NDDI indica rangos de valores de 2 a 0, donde valores con tendencia a "2" indica ausencia de humedad y/o precipitación (indicador de posible ocurrencia de sequía); y la tendencia a "0" refiere presencia de humedad.

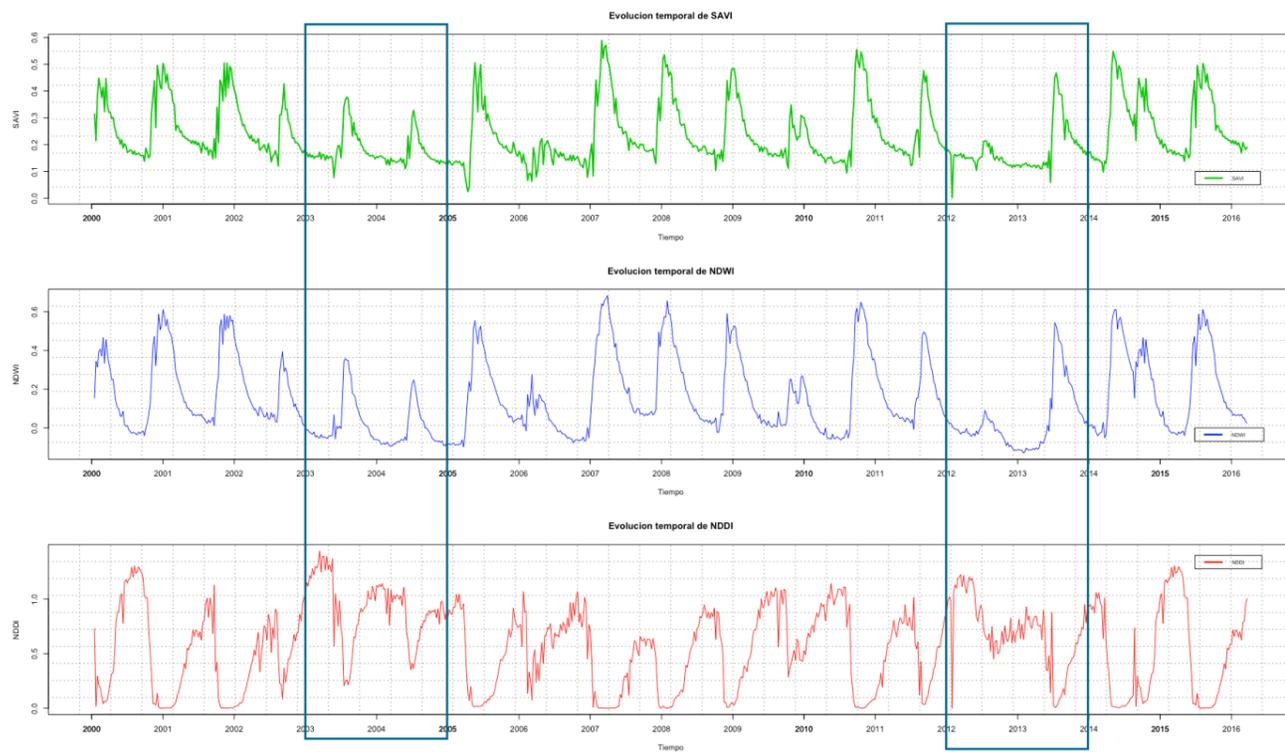


Figura 1. Series de tiempo de los Índices físicos SAVI, NDWI y NDDI correspondientes al intervalo de tiempo 2000 a 2016 para la región Tumbes. Elaboración propia.

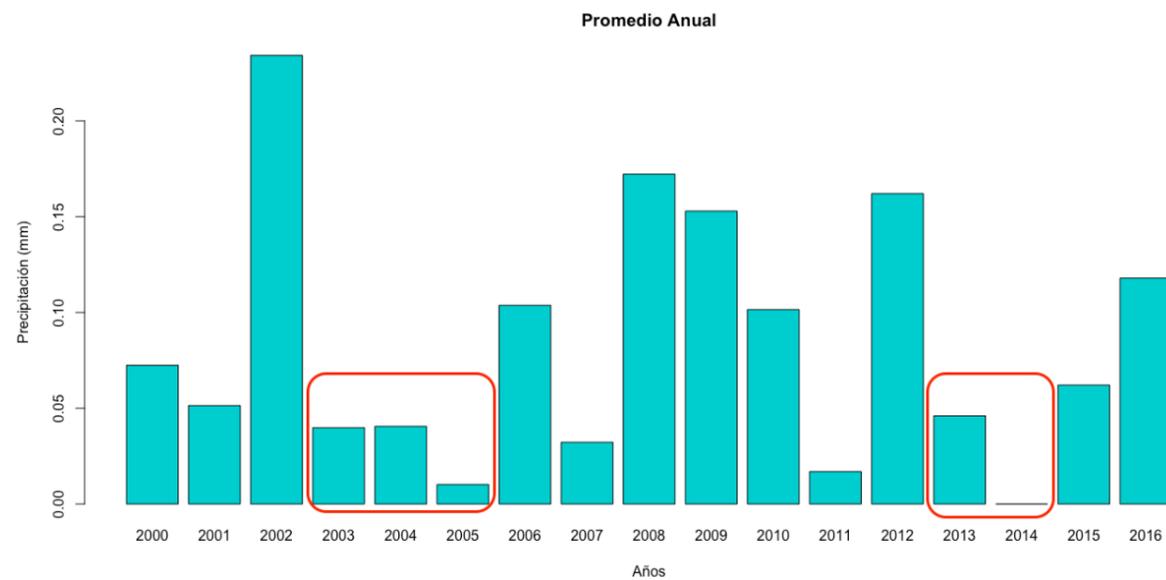


Figura 2. Serie de tiempo de precipitación de periodo anual correspondiente al intervalo de tiempo 2000 a 2016 en la estación Sauce Grande. Fuente: CDC-UNALM.

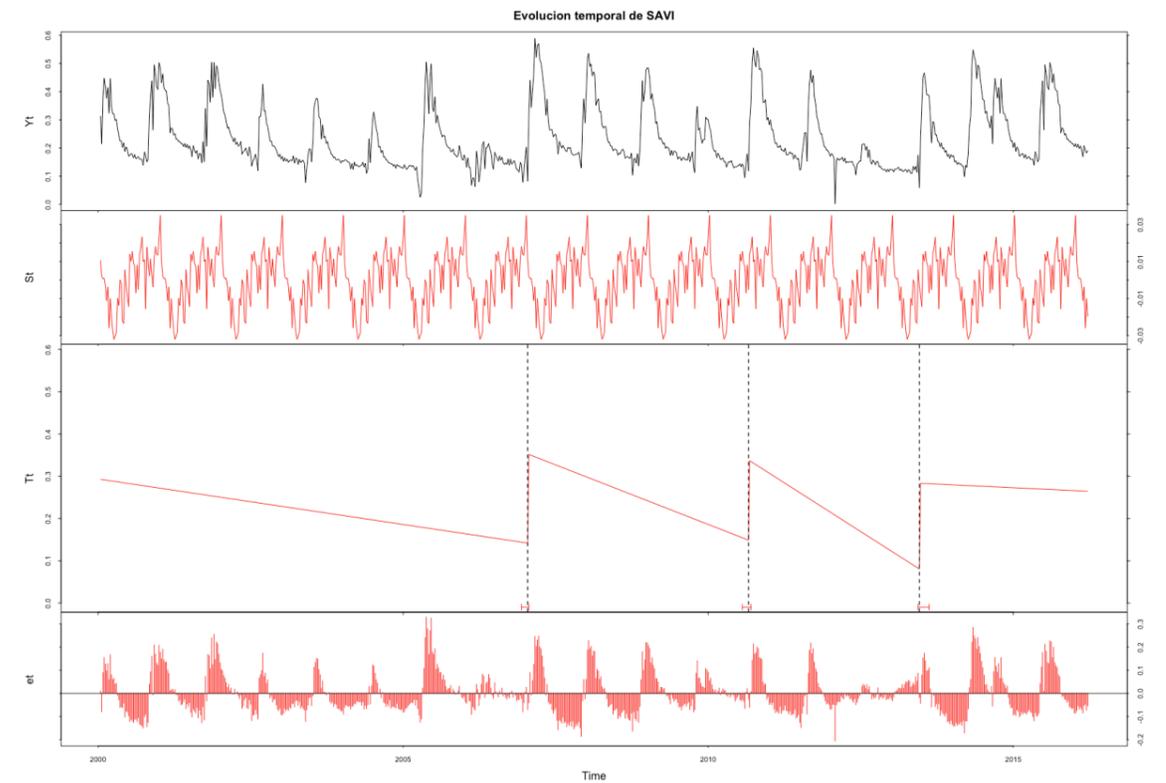


Figura 3. Descomposición de la serie temporal SAVI mediante la función Bfast para el intervalo de tiempo 2000 a 2016 para la CCEA y zona de amortiguamiento. Elaboración propia.

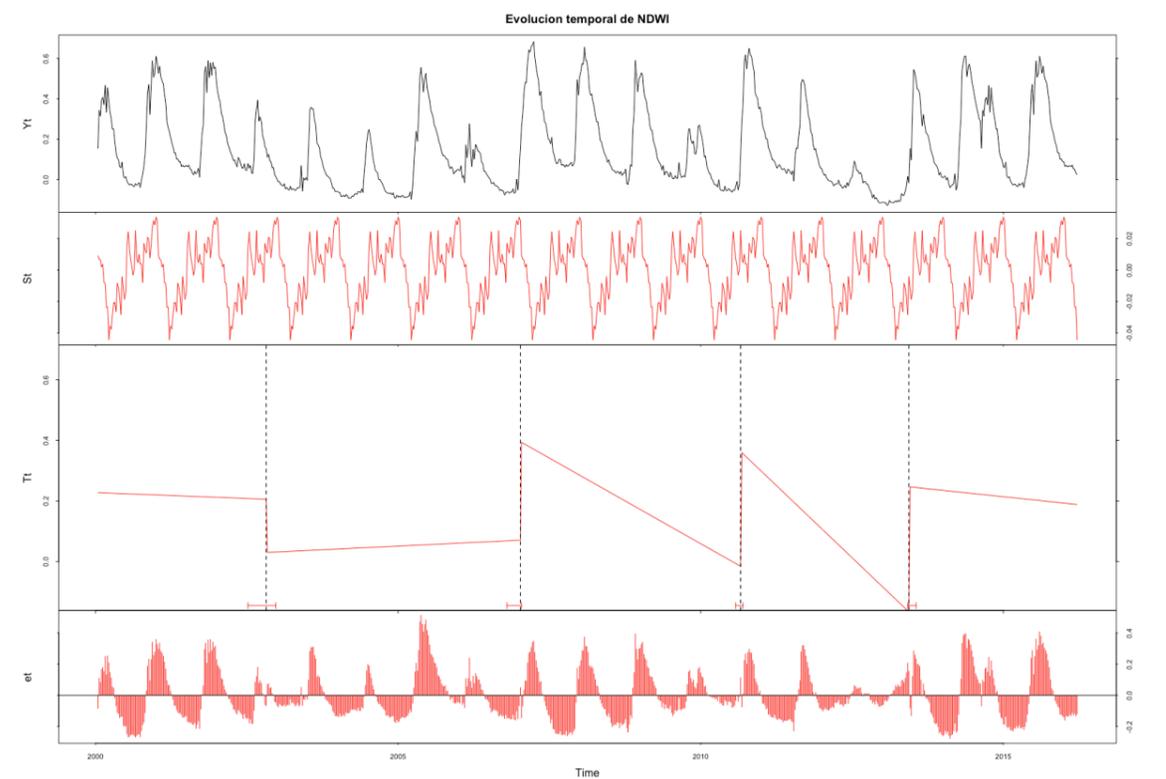


Figura 4. Descomposición de la serie temporal NDWI mediante la función Bfast para el intervalo de tiempo 2000 a 2016 de el CCEA y zona de amortiguamiento. Elaboración propia.

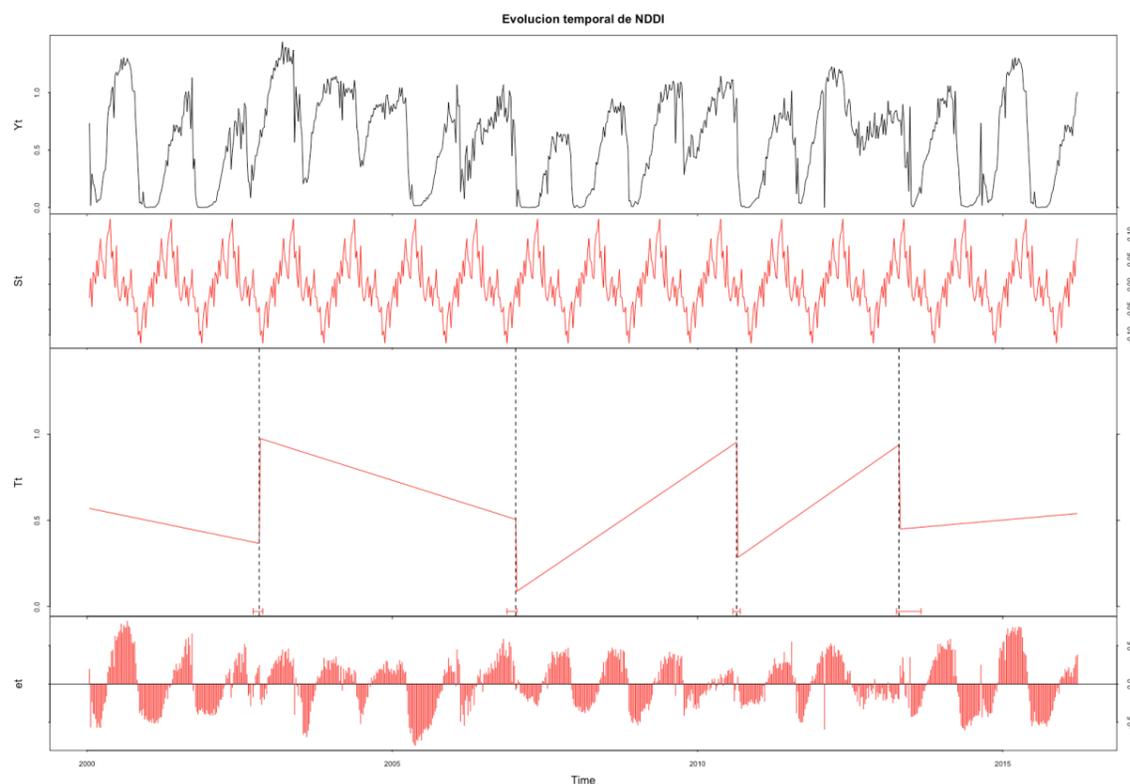


Figura 5. Descomposición de la serie temporal NDDI mediante la función Bfast correspondiente al intervalo de tiempo 2000 a 2016 para el CCEA y zona de amortiguamiento. Elaboración propia.

Los cambios ocurridos en los índices físicos son realizados a partir de la descomposición de la serie de tiempo mediante una función del software **R** (Bfast). Dicha descomposición se muestra en las Figuras 3, 4 y 5 donde la primera fila representa la serie mientras que en la segunda fila se observa la estacionalidad, en la tercera fila las tendencias por intervalo con sus cambios y la última representa los restantes de la serie de tiempo. Según Verbesselt et al. (2010), la componente de tendencias permite detectar los cambios bruscos en la serie. En la fila de tendencia de la Figura 3 se observa una disminución en el intervalo de tiempo 2000 – 2007, donde a inicios del 2007 ocurre un cambio brusco de incremento para luego bajar hasta finales del 2010; de igual modo en el intervalo de finales del 2010 y 2013 se aprecia una caída pronunciada de SAVI. De todo el intervalo analizado (2000-2016), la gráfica muestra el valor más bajo de SAVI para finales del 2013. Que los valores de SAVI sean tan bajos sería un indicio de la ocurrencia de sequía.

En la fila de tendencia de la descomposición de la serie de tiempo NDWI (Figura 4), se observan valores bajos para el intervalo de tiempo 2003 - 2007 con una tendencia de incremento suave; mientras que en los periodos comprendidos entre los años 2007 - 2010 y desde finales del 2010 a finales del 2013, las tendencias son de caída rápida. Sin embargo, la caída más brusca sucede para el periodo final 2010 a final 2013.

Los cambios bruscos que ocurren para la serie de tiempo del índice NDDI son mostrados en la Figura 5 donde desde inicios del año 2000 hasta finales del 2002 se aprecia una pendiente negativa leve, esto significa que hubo un incremento de la humedad; mientras que desde inicios del 2003 a finales de 2007 se observa valores de NDDI elevados, es decir de ausencia de humedad y bajo vigor vegetal, determinándose de este modo como una posible ocurrencia de sequía para este intervalo de tiempo. Mientras que en los intervalos inicios del 2007 y 2012, inicios del

2012 a mediados del 2013 y mediados del 2013 y 2016 sucede un incremento positivo suave.

ANÁLISIS DE ANOMALÍAS

Los datos de la serie de tiempo de los índices físicos SAVI, NDWI y NDDI son empleados para calcular las anomalías con la finalidad de investigar la tendencia de déficit y superávit de los índices físicos de la región en estudio. Valores positivos de la anomalía indican un valor de índice mayor a lo normal, es decir un superávit, y valores negativos de la anomalía indican un menor valor de índice que lo normal, es decir un déficit. Así, la anomalía de los índices físicos se calcula como el valor del dato menos la media de cada 8 días de los años analizados; es decir, el indicador de anomalía compara el índice físico observado con el índice normalmente observado en la región.

En la Figura 6, se observan los datos de anomalías de 8 días de los índices SAVI, NDWI y NDDI en gráficas de color verde, azul y rojo respectivamente; mientras que la línea horizontal separa las anomalías positivas y negativas. El periodo con mayor ausencia de humedad se dio en el periodo 2003-2005, tal como evidencian las gráficas de anomalías de SAVI y NDWI; no obstante, la anomalía de NDDI muestra valores elevados. Para inicios del 2007, 2014 y finales del año 2013 los valores negativos de SAVI y NDWI están muy por debajo de lo normal, mientras que el índice NDDI presenta valores elevados.

La distribución de las anomalías positivas de la serie NDDI mostró tres periodos significativos por encima de la media. El primero corresponde al periodo 2003-2006 que se caracterizó por tener el mayor tiempo de duración del total de intervalo. El segundo periodo significativo de las anomalías positivas corresponde al intervalo, mediados de 2010 a finales 2012, siendo este

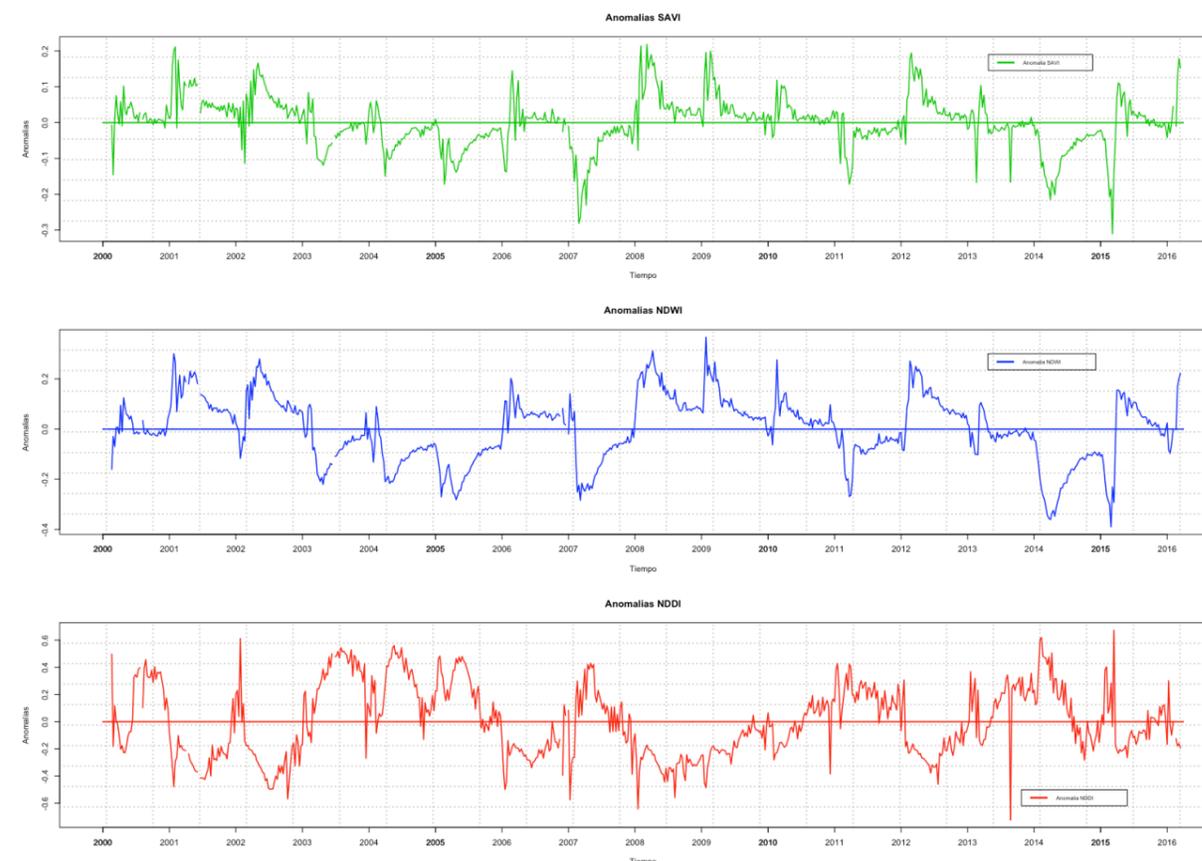


Figura 6. Anomalías de los índices SAVI, NDWI y NDDI correspondientes al intervalo de tiempo 2000 a 2016 para el CCEA y zona de amortiguamiento. Elaboración propia.

periodo de menor duración que el anterior. Y finalmente para el periodo de mediados del 2013 a finales del 2014 se visualizan valores elevados que hace la curva más ancha en comparación al año 2007 que podría asociarse a un periodo de estiaje corto.

Durante casi dos años (2003-2005) las anomalías de NDDI fueron altas para la zona

de estudio con valor de anomalía máxima de 0.56, mientras la anomalía más alta de toda la serie fue de 0.67 en el mes de marzo del 2015. Finalmente, las anomalías negativas de NDDI mostraron cinco periodos notables donde las anomalías de los índices SAVI y NDWI fueron predominantemente positivas.

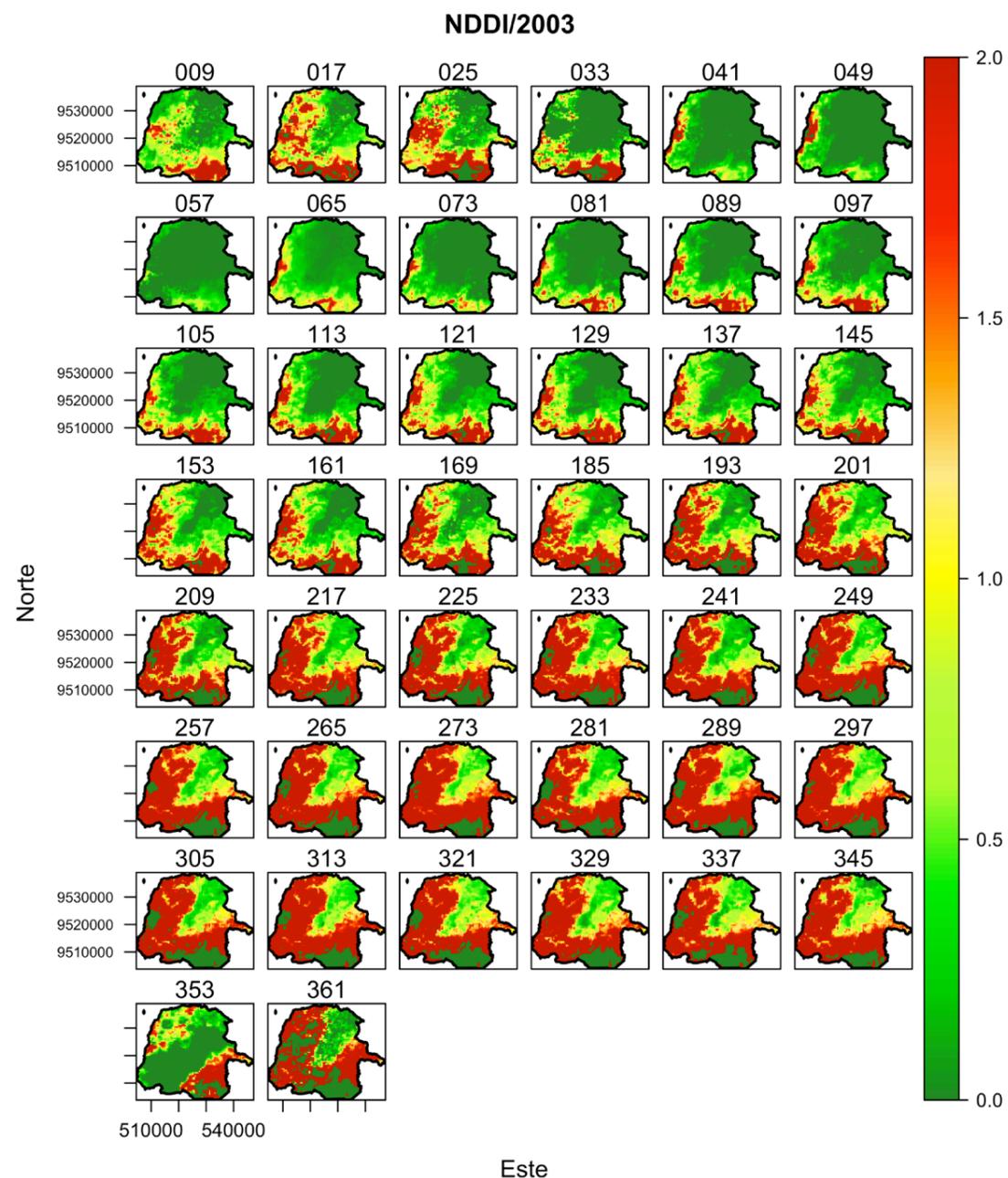


Figura 7. Índice físico NDDI correspondiente al año 2003 del CCEA y su zona de amortiguamiento con sensor MODIS. Elaboración propia.

ANÁLISIS ESPACIAL DEL ÍNDICE NDDI

Para el análisis espacial del índice NDDI se escogió como ejemplo las imágenes de un año donde se pudo identificar un posible evento de sequía. En la Figura 7 se muestran las imágenes del índice NDDI para el año 2003, donde se observa que a partir del día juliano 153 predominan los valores en el rango de 1.5 a 2; es decir que a partir del día mencionado la actividad vegetal fue baja; no obstante, para días anteriores a esta los valores del índice están entre 0 y 0.5. Asimismo, a partir del día juliano 073 los valores van espacialmente en incremento hasta el máximo ocurrido el día juliano 345.

DISCUSIÓN: EVIDENCIA DE SEQUÍA EN PIURA

Con el fin de validar los resultados obtenidos, se recogió información socioeconómica que sustentará la ocurrencia de los eventos de sequía identificados, su duración y principales características. A continuación, la información por periodo de sequía:

- El gobierno regional de Piura identificó durante los periodos 2003 y 2004 y los primeros 10 meses del 2005, pérdidas de considerable proporción a consecuencia de la sequía, las que ascendieron a un total de S/. 7,273,262.63 para la región y de S/. 152,478.80 para la provincia de Sullana (SIAR, 2006). Por su parte, Trivelli y Boucher (2005) sostienen que a pesar de que la mayor parte agrícola se abastece con riego regulado, el departamento de Piura fue afectado con pérdidas que alcanzaban el orden de los 60 millones de soles, las cuales incluyen pérdidas de producción, ganado y apoyo alimentario a las familias afectadas, lo que ocasionó que el departamento de Piura fuera declarado en emergencia el 2 de abril del 2004.
- Para el periodo 2013-2014 el Instituto Nacional de Defensa Civil en su informe de emergencia reportó que durante los meses de noviembre 2013 y enero 2014 hubo deficiencia de lluvias para las zonas de sierra de Piura, así como

para las zonas altas de Tumbes y Lambayeque (Indeci, 2014), el déficit de lluvias y caudales afectó el normal desarrollo de la campaña agrícola 2013-2014 y el abastecimiento del agua potable. Debido a estos eventos, se declaró en emergencia hídrica el departamento de Piura en conjunto a otros departamentos de la costa norte del Perú.

- Para el 2014, según el Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) las zonas arroceras disminuyeron su producción en un 30% a 40% aproximadamente. Considerando que Piura representa el 30% de la producción arroceras del Perú (Peru21, 2014), se deduce que se generó una pérdida del 9% al 12% a nivel nacional. Asimismo, el gobierno regional de Piura manifestó que esta sequía ocasionó pérdidas agrícolas y ganaderas equivalentes a los 20 millones de soles. Ante lo anterior, el gobierno peruano y las autoridades regionales tomaron como medida utilizar las aguas subterráneas para combatir los efectos de la sequía, habilitando 800 pozos (La República, 2014). Además, como medida preventiva, en el año 2013 se firmó un convenio de Agrobanco con la empresa de seguros La Positiva (ALIDE y FAO, 2015); debido a la ausencia de precipitación, en el 2014 Agrobanco indemnizó a productores de arroz cuyas plantaciones fueron afectadas por la sequía en Piura (Agrobanco, 2014).
- Por otra parte, las encuestas socioeconómicas aplicadas en el mes de octubre del 2015 en la ZA del CCEA muestran que los pobladores ubican e identifican la ausencia de precipitación a partir del 2011 en adelante, específicamente durante los años 2013-2014, periodo en el cual la población afrontó la ausencia drástica de precipitación, ocasionando pérdidas de cultivos y mortandad de ganado, principalmente caprino.

CONCLUSIONES

La serie de tiempo de los índices físicos analizados muestra un patrón de valores elevados para NDDI y bajos para los índices SAVI y NDWI en intervalos de tiempo marcado como 2003-2005 y 2013-2014. Para el periodo 2003-2005 se evidenció la mayor ausencia de humedad y posible ocurrencia de evento de

sequía. Lo mismo ocurre para el periodo 2012-2014, donde los valores de NDDI son altos. Además, en la serie de anomalías (Figura 6) se observó permanencia de valores elevados de NDDI en los intervalos de tiempo 2003 - 2005 y 2012 - 2014 por lo que evidencia una posible ocurrencia de sequía, observándose además anomalías de los índices SAVI y NDWI valores por debajo de la normal lo cual indica ausencia de humedad y vigor vegetal.

Este análisis fue contrastado con evidencia socioeconómica consistente con la ocurrencia de periodos de sequía en la región de estudio, incluyendo información de pérdidas económicas, declaratorias de emergencia, entre otras. Así, la técnica de percepción remota permitió identificar eventos de sequía ocurridos en los periodos 2003-2005 y 2013-2014, tal como se evidenció con el reporte del gobierno regional de Piura, el Minagri y el estudio socioeconómico realizado en la zona de amortiguamiento del CCEA.

Así, el análisis realizado con las imágenes MODIS demuestra ser útil para la identificación de eventos de sequía, y servir como evidencia técnica para sustentar propuestas de proyectos en prevención ante la probabilidad de su ocurrencia en la región. Las investigaciones sobre sequías en el área de estudio son escasas, pero se espera que este análisis permita abrir el espectro de futuros trabajos que den continuidad al tema abordado.

REFERENCIAS

Asociación Latinoamericana de Instituciones Financieras para el Desarrollo (ALIDE), 2015. Seguros agropecuarios catastróficos para bancos de desarrollo. <http://www.alide.org.pe/instrumentos-financieros-agricolas/>

Anderson, J., Hardy, E., Roach, J. and Witmer, R., 1976. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., 964, 28 pp.

Di, L., Rundquist, D. and Han, L., 1994. Modeling relationship between NDVI and precipitation during vegetative growth cycles. *International Journal of Remote Sensing*, 15, 2121-2136.

Eastman R., 2006. *Idrisi Andes guide to GIS and image processing*. Worcester. USA. Clark University. 328 p.

Francois, J., 2011. *Aplicaciones del sensor MODIS para el monitoreo del territorio*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México.

Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI, 2014. Informe de emergencia N° 539 - 23/07/2014/COEN-INDECI/14:00 horas (Informe n° 30).

Gao, B., 1996. NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sens. Environ.*, 58, 257-266.

Gu, Y., Brown, J., Verdin, J. and Wardlow, B., 2007. A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophysical research letters*. 34, L06407.

Jackson, J., Chen, M., Cosh, F., Li, M., Anderson, F., Walthall, C., Doriaswamy, P. and Hunt, E., 2004. Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans, *Remote Sens. Environ.*, 92, 475-482.

Kogan, F., 1991. Observations of the 1990 U.S. drought from the NOAA-11 polar orbiting satellite. *Drought Network News*, 3(2), 7-11.

La República 20/02/2014 Pérdida por sequía en Piura suma más de S/. 20 millones. La República. <https://larepublica.pe/economia/773591-perdida-por-sequia-en-piura-suma-mas-de-s-20-millones>

Perú 21, 03/03/2014. Sudamérica enfrenta una severa sequía que amenaza las cosechas

claves. Perú 21. <https://peru21.pe/economia/sudamerica-enfrenta-severa-sequia-amenaza-cosechas-claves-147381>

Sebem, E., 2005. Aportaciones de la teledetección en el desarrollo de un sistema metodológico para la evaluación de los efectos del cambio climático sobre la producción de las explotaciones agrarias. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos Universidad Politécnica de Madrid.

SIAR Piura 2006. Boletín de Indicadores Ambientales Regionales Piura. Gobierno Regional de Piura - G.R.PIURA. siar.regionpiura.gob.pe/admDocumento.php?accion=bajar&docadjunto=70

Tanré, D., Deroo, C., Duhaut, P., Herman, M., Morcrette, J., Perbos, J. y Deschamps, P., 1986. Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (5S). *Laboratoire d'Optique Atmosphérique, Université des Sciences et Techniques de Lille*.

Trivelli, C. y S. Boucher, 2005. Vulnerabilidad y shocks climáticos: el costo de la sequía para los productores agropecuarios de Piura y el Valle del Mantaro. CIES (Consortio de Investigación económico y social). <http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/vulnerabilidad-y-shocks-climaticos-el-costo-de-la-sequia-para-los-productores-agropecuarios-de-piura.pdf>

Tucker, J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sens. Environ.*, 8, 127-150.

USGS, 2015. Recuperado de: http://landsat.usgs.gov/CDR_LSR.php

Verbesselt J., Hyndman, R., Newnham, G., Culvenor, D., 2010. Detecting Trend and Seasonal Changes in Satellite Image Time Series. *Remote Sensing of Environment*, 114(1), 106-115.

Verbesselt, J., Hyndman, R., Zeileis, A., Culvenor, D., 2010. Phenological Change Detection while Accounting for Abrupt and Gradual Trends in Satellite Image Time Series. *Remote Sensing of Environment*, 114(12), 2970-2980.

Xiao, X., Boles, S., Liu, J., Zhuang, D. and Liu, M., 2002. Characterization of forest types in northeastern China using multi-temporal SPOT-4 VEGETATION sensor data. *Remote Sens. Environ.*, 82, 335-348.

Yang, L., Wylie, B., Tieszen, L. and Reed, B., 1998. An analysis of relationships among climate forcing and time-integrated NDVI of grasslands over the U. S. northern and central Great Plains. *Remote Sens. Environ.*, 65, 25-37.



Análisis de cobertura vegetal en la zona de amortiguamiento del Coto de Caza El Angolo

Erick Príncipe¹

INTRODUCCIÓN

A partir del artículo 25 de la ley 26834 las Zonas de Amortiguamiento (ZA) son espacios adyacentes a las Áreas Naturales Protegidas, y que por su naturaleza y ubicación requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida. Por consiguiente, realizar la identificación de la distribución espacial de la cobertura vegetal

en la ZA del Coto de Caza El Angolo (CCEA) permitirá una adecuada gestión de los recursos disponibles en la zona.

El objetivo del presente estudio fue elaborar el mapa de cobertura vegetal de la ZA del CCEA a través del uso de una imagen SENTINEL2A, la cual permitió

¹ Instituto Geofísico del Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Comunicación a: erincipe@igp.gob.pe

ubicar y describir las unidades de cobertura vegetal. Asimismo, se consideraron estudios anteriores de cobertura vegetal del CCEA realizado por el IGP (2017) mediante las imágenes RAPIDEYE; así como por Sernanp empleando imágenes de Google Earth (Sernanp, 2012a) e imágenes ALOS los cuales fueron incluidos en el plan maestro 2012 del CCEA (Sernanp 2012b).

LOCALIZACIÓN Y DATOS

El área de estudio se ubica políticamente en los distritos de Marcavelica, Lancones y Pariñas en las provincias Sullana y Talara, respectivamente, en el departamento de Piura (Sernanp, 2012c). Tal como se observa en la Figura 1, el límite real de la ZA fue modificado con fines de estudio a

petición de la jefatura del CCEA - Sernanp, considerando la zona correspondiente a la quebrada Fernández (área que corresponde al departamento de Tumbes).

Los datos empleados para el presente estudio incluyeron una imagen del satélite SENTINEL2A obtenido gratuitamente desde la página web de la European Space Agency (ESA)², y el modelo de elevación digital descargado del Ministerio del Ambiente (MINAM)³. La imagen SENTINEL2A fue descargada en un nivel de procesamiento denominado "Level 1C", este nivel incluye, la magnitud reflectancia al tope de la atmosfera denominado "reflectancia TOA" y la ortorectificación. Para realizar el proceso de análisis de la cobertura vegetal fue necesario procesar la imagen a valores de reflectancia de superficie mediante la

técnica de extracción de píxeles oscuros (Chávez, 1996).

El sensor que permite obtener la imagen empleada es el "Multi-Espectral Image" (MSI) que contiene 13 bandas del espectro electromagnético. De ellas, cuatro bandas poseen 10m de resolución espacial (bandas: 2 azul, 3 verde, 4 rojo y 8 infrarrojo); seis tienen 20m de resolución (bandas 5, 6, 7 y 8a infrarrojo cercano, y 11 y 12 infrarrojo lejano); las tres restantes tienen 60 m de resolución (bandas: 1 aerosol, 9 vapor de agua, y 10 cirrus).

CLASES DE COBERTURA DEL SUELO

Para la definición de las clases de cobertura vegetal se hizo uso del mapa nacional de cobertura vegetal (MINAM, 2015), del mapa de cobertura vegetal del Coto de Caza el Angolo (Sernanp, 2012a) y del mapa de cobertura vegetal del CCEA (IGP, 2017). Se utilizaron un total de cinco clases: BssD C, bosque seco semi denso de colina; BsR C, bosque seco ralo de colina; BsR Ll, bosque seco ralo de llanura; BsmR Ll, bosque seco muy ralo de llanura y Br, bosque ribereño. Las clases anteriores se aprecian en la Figura 2 y una breve descripción de superficie en la Tabla 3.

METODOLOGÍA Y DESARROLLO

Se ha subdividido la metodología en tres fases (Figura 3). La primera fase consta de tres procesos: la selección de imágenes, su calibración, y la selección de áreas de entrenamiento (selección de datos de entrada al Algoritmo de Máxima Verosimilitud-AMV). En la segunda fase, se aplicó la técnica de clasificación usando los procesos de validación mediante información auxiliar de estudios anteriormente realizados en la zona. Y por último, la tercera fase consistió en evaluar estadísticamente el proceso de clasificación mediante el AMV.



Figura 2. Fotografías de las cinco clases predominantes de coberturas empleadas: (a) BssDC, bosque seco semi denso de colina; (b) BsRC, bosque seco ralo de colina; (c) BsRLl, bosque seco ralo de llanura; (d) BsmRLl, bosque seco muy ralo de llanura y (e) Br, bosque ribereño. Créditos: L. Céspedes.

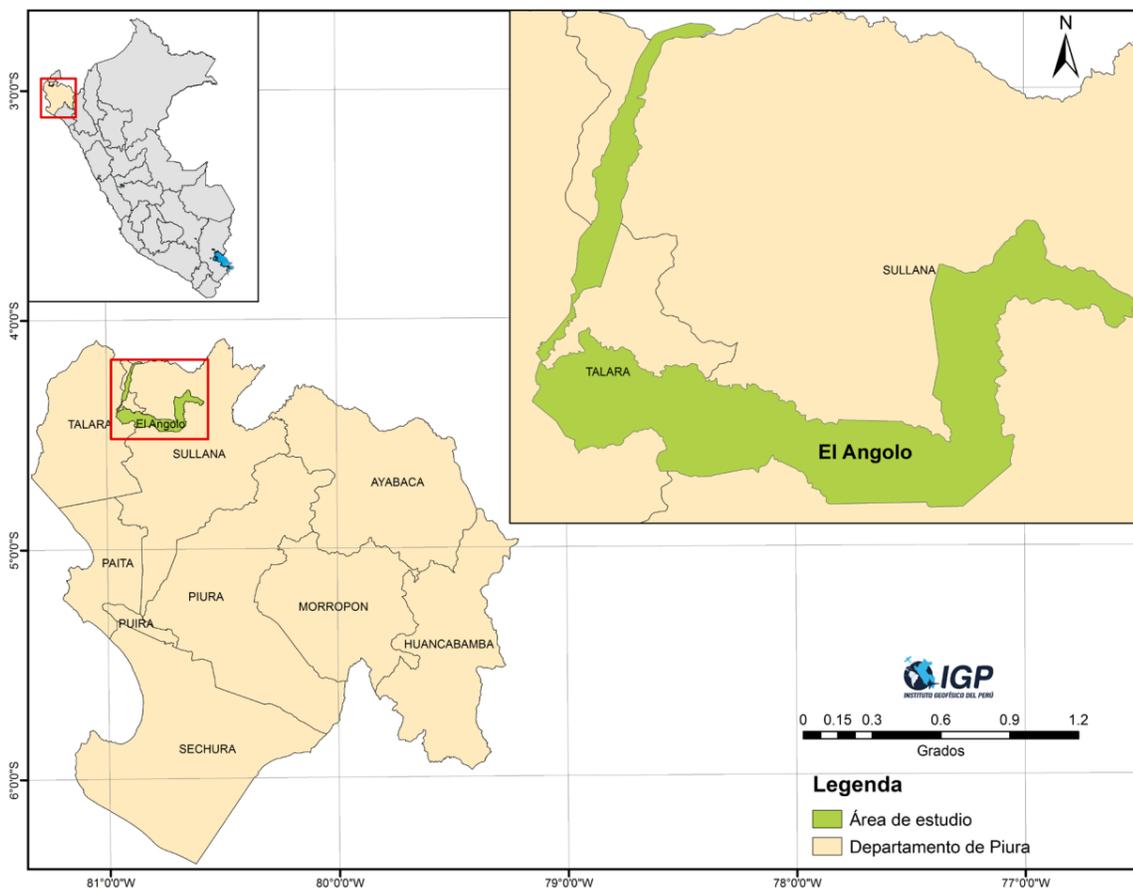


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Elaboración propia.

² <https://scihub.copernicus.eu/>

³ http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download_raster.aspx

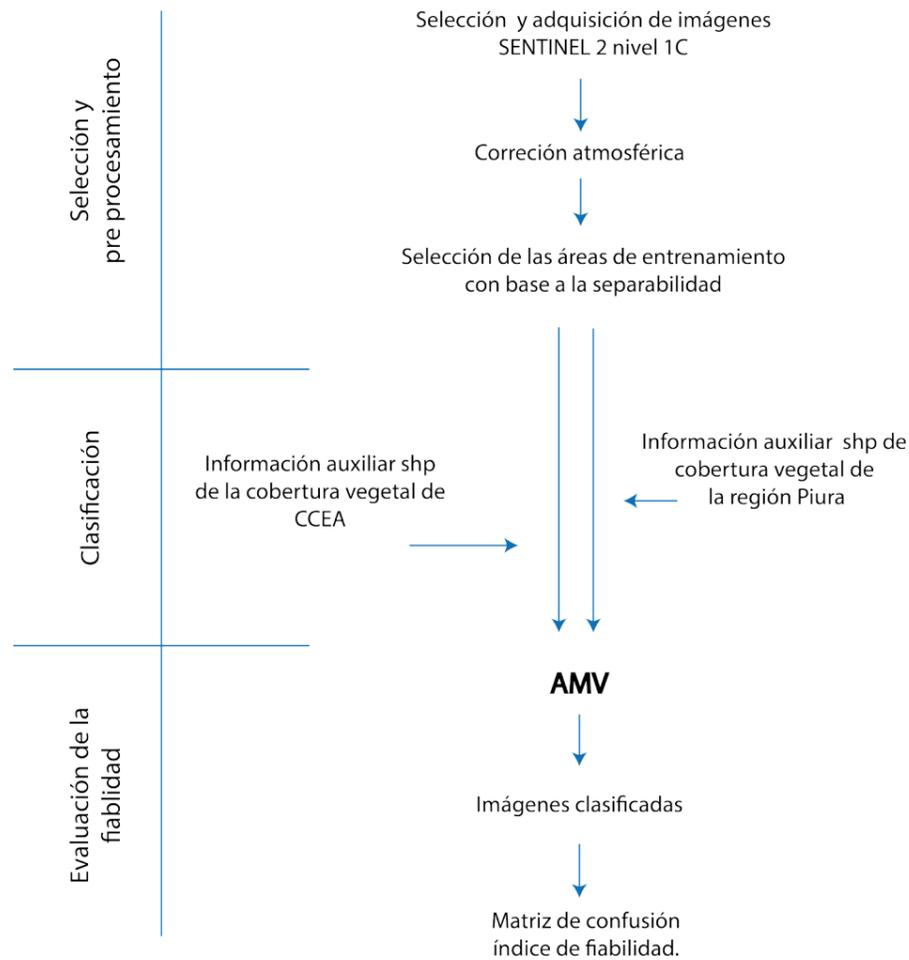


Figura 3. Diagrama de flujo describiendo el procedimiento de análisis del dato imagen SENTINEL2.

Fase 1: Selección y calibración de imágenes, y selección de áreas de entrenamiento

Para la selección y calibración de imágenes (SENTINEL2A), se tomó en cuenta que la radiancia recibida por el sensor no es la radiancia que procede del suelo; esta última resulta, por un lado reducida por la absorción atmosférica, y por otra incrementada por la dispersión. Por ello fue necesario realizar la corrección atmosférica empleando el método de extracción de los píxeles oscuros (Ec.1), donde se asume que en cualquier imagen pueden detectarse píxeles oscuros que serían aquellos con irradiancia nula, como son las superficies de agua de cierta

profundidad y píxeles de sombra (Chávez, 1996). Esta corrección proporciona valores de reflectancia de superficie que son empleados como datos de entrada para el cálculo del índice de vegetación y el algoritmo de clasificación.

$$ND'_{i,j,k} = ND_{i,j,k} - DN_{min,k} \quad (Ec. 1)$$

Donde:

$ND'_{i,j,k}$ = Valor del nivel digital de la reflectancia de la superficie.

$ND_{i,j,k}$ = Valor del nivel digital de la reflectancia en el tope de la atmósfera.

$DN_{min,k}$ = Valor del nivel digital mínimo de la reflectancia en el tope de la atmósfera.

Por otra parte, los índices de vegetación son transformaciones matemáticas de las bandas espectrales sometidas a correcciones radiométricas y atmosféricas para un mejor resultado en comparación a los originales captadas por el sensor remoto y es calculado mediante la ecuación (2) (Chen et al., 2005).

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R} \quad (Ec. 2)$$

Donde ρ_{NIR} y ρ_R son las reflectancias en el infrarrojo cercano y el rojo. Los valores que adopta el NDVI se encuentran en el rango de -1 a +1 (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los rangos del índice físico NDVI.

NDVI	DESCRIPCIÓN
0.2-0.8	Suelo con cobertura vegetal, donde los valores cercanos a 0.8 son áreas de vegetación de alta densidad y vigorosidad
0 - 0.2	Suelo desnudo a suelo con vegetación rala
-1 - 0	Superficies sin vegetación, pudiendo referirse a agua, nieve y/o nubes

Fuente: Sobrino, 2000.

El índice de vegetación (NDVI) es empleada por Prince (1991) para clasificar los tipos de vegetación y vigilar las condiciones de crecimiento, mientras que Justice et al. (1985) utilizan este índice para hacer el seguimiento

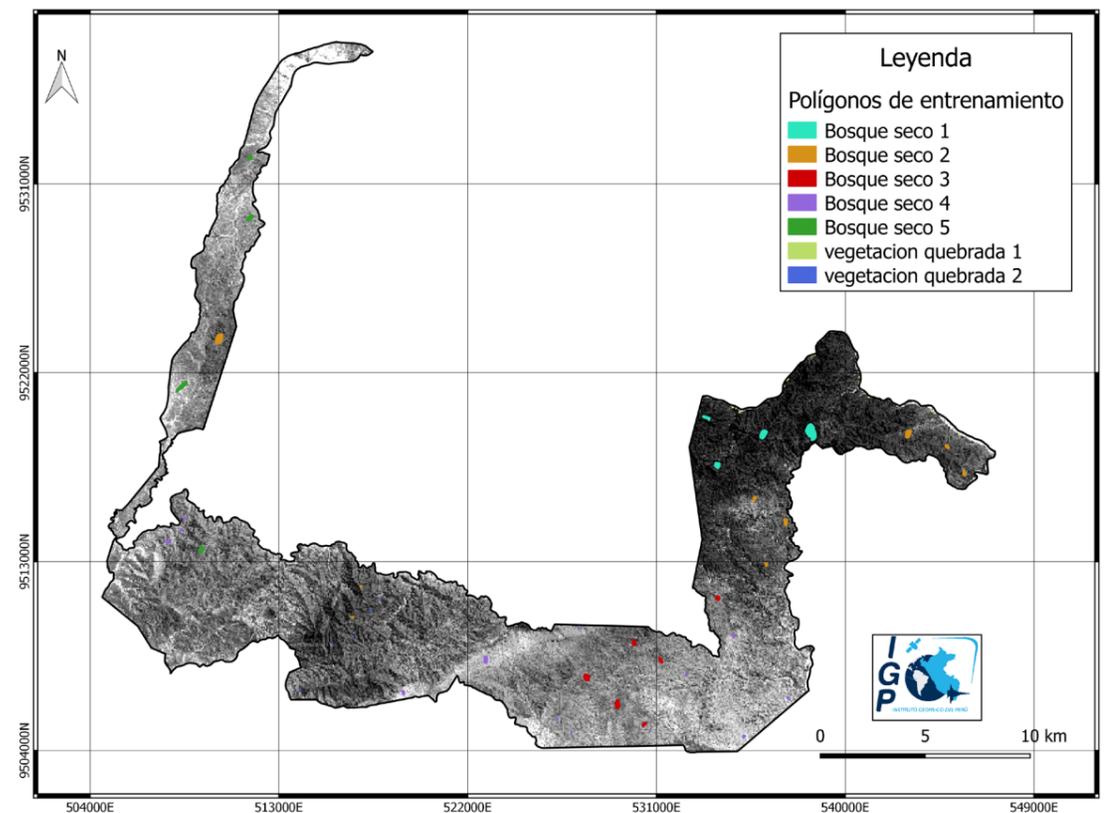


Figura 4. Polígonos de entrenamiento en la imagen SENTINEL2A. Elaboración propia.

del estado fenológico del crecimiento de la vegetación a una escala regional.

Una vez culminados los procesos de selección y calibración de imágenes, se procedió a la identificación de las áreas de entrenamiento en la imagen falso color RGB:632 (Figura 4). En una etapa inicial se utilizó el conjunto de datos vectoriales de cobertura vegetal existente (Sernanp, 2012a; IGP, 2017); posteriormente y utilizando como criterio la identificación de grandes superficies que tuvieran características similares, las áreas de entrenamiento fueron elegidas en dos o más áreas. Un total de 16 381 objetos (pixeles) fueron identificados para entrenamiento, los cuales conforman 50 polígonos.

Fase 2: Clasificación mediante procesos de validación

Debido a los buenos resultados a escala regional, en combinación con la información detallada del suelo como entrada de referencia, los métodos visuales de interpretación se utilizan ampliamente para mapear los ecosistemas complejos (Blasco, 1992). Así, desplegando una banda del sensor por cada uno de los tres colores primarios de la luz: rojo, verde y azul (RGB, por sus siglas en inglés), y combinando su información espectral en los tres cañones del monitor, fue posible obtener una gran variedad de combinaciones que permitieron extraer mayor información de la imagen (Lozano y Sierra, 2005). Las combinaciones de bandas para los datos imagen del sensor MSI fue RGB: 632, tal como muestra la imagen falso color de la Figura 7.

A continuación se aplicó la clasificación multispectral, la cual es un proceso de identificación y extracción de información de las firmas espectrales, asignando los pixeles a diferentes categorías (clases) basado en las firmas espectrales similares, las diferentes clases pueden ser: agua, suelo agrícola, desierto, montañas, etc. Además, es una fase fundamental en el análisis de imágenes y su objetivo es categorizar los pixeles de la imagen en varias clases para obtener mapas temáticos de las distintas coberturas existentes en la imagen (Ferrón, 2011).

Posteriormente, se dio inicio al proceso de clasificación con la selección de los datos de entrenamiento en base a la separabilidad de firmas espectrales, este último método permitió evaluar el grado en el cual la categoría puede ser distinguida espectralmente; siendo la separabilidad entre dos clases considerada bueno cuando se acerca a 1.9, y es muy pobre cuando el valor está por debajo de 1 (Marcal et al., 2005). Según Maselli et al. (1992) la clasificación supervisada mediante el algoritmo de máxima verosimilitud es considerada uno de los procedimientos más acertados y eficientes, siempre que los datos sigan una distribución normal, razón por la cual en el presente trabajo se emplea dicho algoritmo. Finalmente, el resultado del proceso de clasificación fue validado con datos obtenidos en salidas de campo, procediéndose con el cálculo de exactitud para lo cual se construyó la matriz de confusión.

Fase 3: Evaluación estadística del proceso de clasificación

Para conocer la proporción de error obtenido en los mapas se aplicó la matriz de confusión, la cual permite confrontar la información de los sitios de muestreo y la imagen clasificada (García y Mas, 2008). La matriz de confusión es una matriz cuadrada, donde se indica el número de categorías. La diagonal de la matriz expresa el número de puntos de verificación donde se produce acuerdo entre las dos fuentes (mapa y realidad), mientras los marginales suponen errores de asignación. La relación entre el número de puntos correctamente asignados y el total expresa la fiabilidad global del mapa (Chuvienco, 2002). A partir de la matriz de confusión se generó toda una serie de medidas estadísticas con las cuales se calculó la fiabilidad global del mapa, relacionando los elementos de la diagonal con el total de puntos muestreados.

Finalmente se seleccionó al azar una serie de sitios de prueba independientes en la imagen, los cuales fueron localizados en diferentes lugares de la zona de amortiguamiento del CCEA. En total, se seleccionaron 38 sitios que conforman un total de 9 269 pixeles, todos asignados a una de las clases de cobertura vegetal identificadas.

RESULTADOS

En esta sección se discuten los resultados de la clasificación empleando tanto imagen en falso color como el algoritmo de máxima verosimilitud. La combinación de bandas 632 para el sensor MSI fue del siguiente modo: banda 6 en el rojo, banda 3 en el verde y la banda 2 en el azul, lo que permitió realizar

el análisis visual de la zona de estudio. Esta combinación de bandas permitió resaltar la vegetación del resto de cobertura en color rojo. La clasificación mediante AMV identificó 5 comunidades forestales (tipos de bosque) mostradas en la Tabla 3.

Tabla 3. Tipos de bosque y superficie en la ZA del CCEA

TIPO DE BOSQUE	SÍMBOLO	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE(%)
Bosque seco semi denso de colina	BssDC	3 324.83	10.97
Bosque seco ralo de colina	BsRC	9 589.94	31.64
Bosque seco ralo de llanura	BsRLI	13 326.54	43.97
Bosque seco muy ralo de llanura	BsmRLI	3 425.09	11.30
Bosque seco ribereño	Br	643.01	2.12
Superficie total		30 309.41	100.00

La extensión total de los bosques secos identificados abarcan 30 309.41 hectáreas, de los cuales la clase de bosque seco predominante es el bosque seco ralo de

llanura (Figura 5) que representa el 43.97% del total, seguido de la clase bosque seco ralo de colina con el 31.64% del total, entre ambos abarcan el 75.61% del bosque seco mapeado.

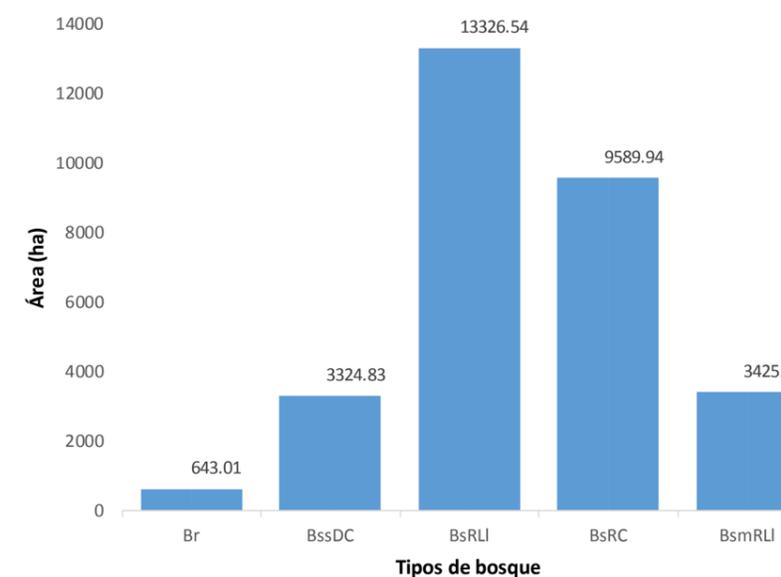


Figura 5. Áreas de las clases de bosque seco en la ZA del CCEA. Elaboración propia.

El análisis realizado incluyó la identificación de cobertura vegetal mediante imagen de falso color e índice de vegetación (a través de la reflectancia del sensor MSI), así como la clasificación de la cobertura vegetal mediante el algoritmo de máxima verosimilitud. Para dicha clasificación, las unidades de cobertura vegetal fueron representadas tomando en cuenta las unidades fisiográficas como colina y llanura

que se apoyó del modelo de elevación digital descargado del geo servidor del MINAM (MINAM, 2018a); asimismo se tomó en cuenta la densidad vegetal como rala, muy rala y semi densa, información extraída de la imagen índice de vegetación. Finalmente, se consideró la formación vegetal de Sernanp (2012a), para lo cual se tomó en cuenta la nomenclatura de Inrena (2003).

de una gran variedad de especies (Inrena, 2003), conformado principalmente por especies como pasallo (*Erythrina smithiana*),

polo polo (*Cochlospermum vitifolium*), ceibo (*Ceiba trichistandra*), faique (*Acacia macracantha*), y matapalo (*Ficus sp.*).

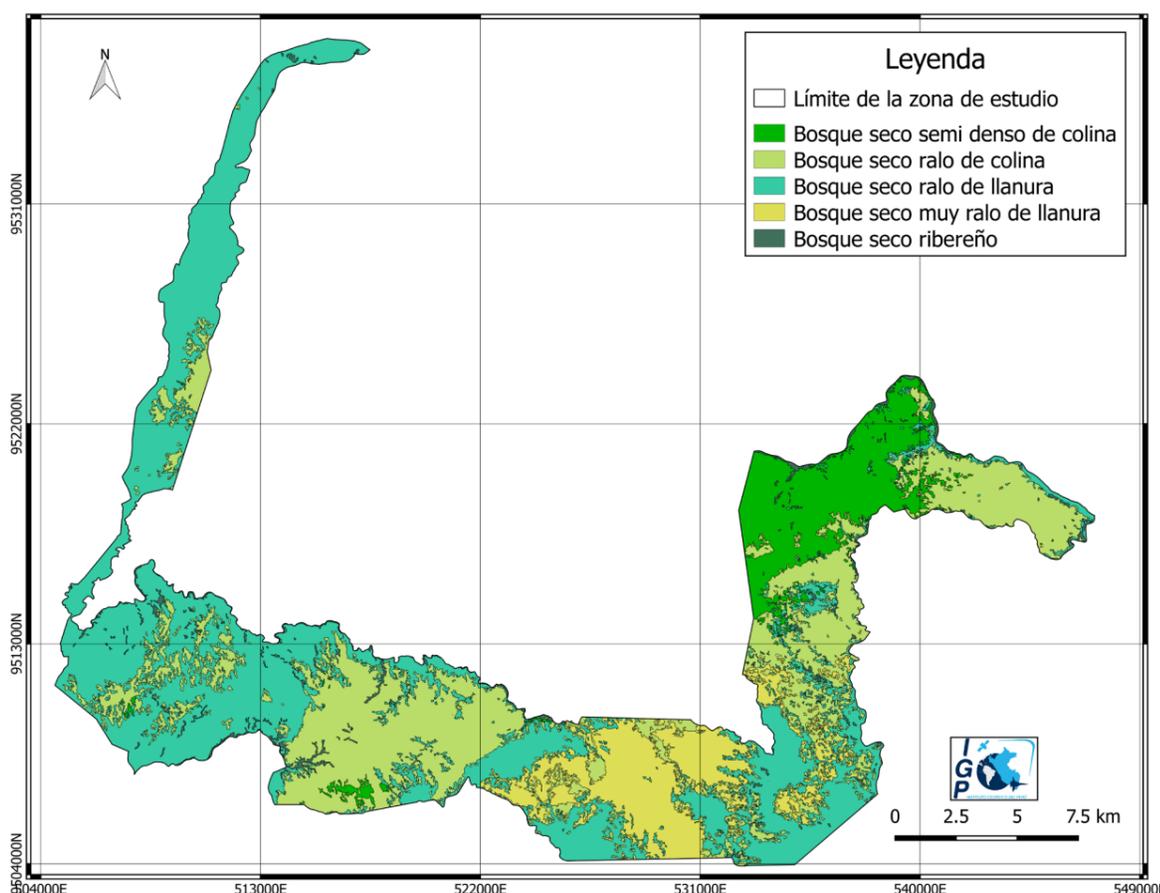


Figura 6. Mapa de cobertura vegetal de la ZA del CCEA. Elaboración propia.

En la Figura 6 se muestran los resultados de la clasificación, donde se logra una exactitud del 94.04%, obtenida a partir de la matriz de confusión. A continuación, se realiza la descripción de las clases de cobertura vegetal presentes en la zona de amortiguamiento del CCEA; cada una de ellas fueron identificadas en las salidas de campo (Figura 2).

Bosque seco semi denso de colina (BssD C)

En estas zonas los valores del índice de vegetación están sobre 0.6 hasta un máximo de 0.82 y el tipo de cobertura ocupa zonas de ladera con pendiente moderada, ubicándose entre los 450 a 600 msnm. Este tipo de bosque se caracteriza por la caducidad foliar

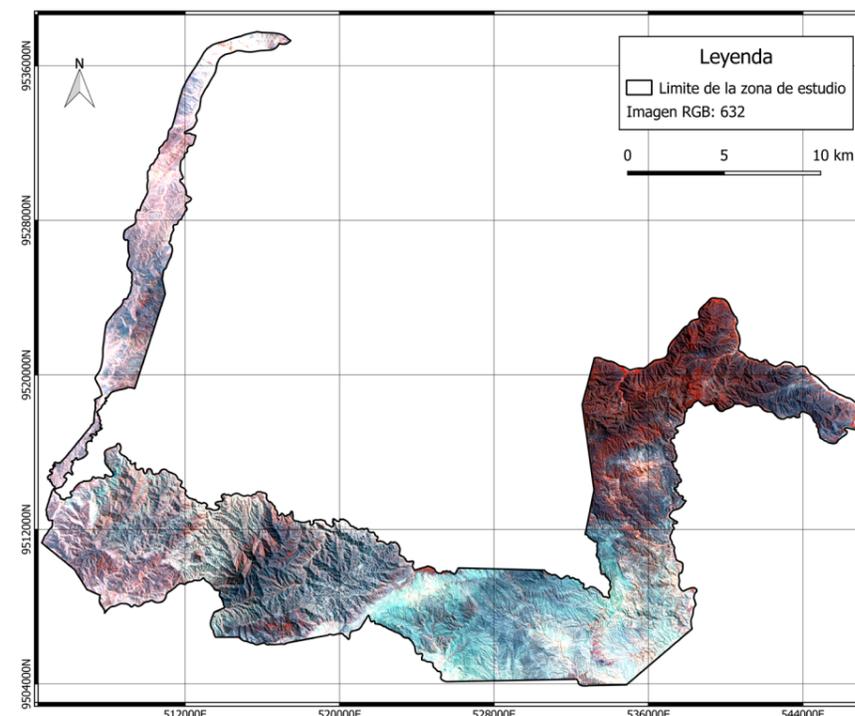


Figura 7. Imagen de falso color RGB:632 del sensor MSI de la ZA del CCEA. Elaboración propia.

Bosque seco ralo de colina (BsR C)

Inrena (2003) sostiene que en este tipo de cobertura se diferencian especies de algarrobo (*Prosopis pallida*), hualtaco (*Loxopterigium huasango*), palo santo (*Bursera graveolens*), porotillo (*Erythrina smithiana*) y sapote (*Colicodendron scabridum*).

El estrato arbustivo se caracteriza por la presencia de "overall" (*Cordia lutea*), "papelillo" (*Bougainvillea spectabilis*) y "mosquero" (*Croton callicarpifolius*), también hay presencia de cactáceas del género *Armatocereus*, mientras que el estrato herbáceo se constituye de especies de vida efímera como "hierba blanca". Estas zonas se localizan a una altura sobre el nivel del mar de alrededor 400 msnm, y el índice de vegetación indica valores entre 0.4 y 0.6 0, es

decir la distribución es menos densa que la clase anteriormente mencionada.

Bosque seco ralo de llanura (BsR LI)

En estas zonas la vegetación se torna de bajo vigor y densidad. predominantemente con valores de NDVI en el intervalo de 0.2 a 0.3 y está conformada por el algarrobo (*Prosopis pallida*), sapote (*Capparis scabrada*), faique (*Acacia macracantha*), palo santo (*Bursera graveolens*), y palo verde (*Cercidium praecos*). En el estrato arbustivo, predomina el overo (*Cordia lutea*) sobre el aroma (*Acacia huasango*) y vichayo (*Capparis ovalifolia*); siendo común encontrar el cun cun (*Vallesia glabra*), tomatillo (*Saracha biflora*), corrihuela (*Ipomoea sp*), hierba blanca (*Alternanthera halimifolia*), y bejuco (*Ipomoea crassifolia*) (Inrena, 2003).

Bosque seco muy ralo de llanura (BsmR LI)

Inrena (2003) afirma que en este tipo de bosque no se presenta gran diversidad florística pues el estrato arbóreo está representado únicamente por el algarrobo (*Prosopis pallida*) y el sapote (*Capparis scabrida*); el estrato arbustivo, está conformado principalmente por overo (*Cordia lutea*) y aroma (*Acacia huarango*), y en menor proporción por vichayo (*Capparis ovalifolia*). Las herbáceas más comúnmente encontradas son el cun cun (*Vallesia glabra*), la corihuela (*Ipomoea sp.*) y la hierba blanca (*Alternanthera halimifolia*). Asimismo, estas zonas presentan valores de índice de vegetación de alrededor de 0.2 lo cual indica una cobertura vegetal rala y suelo desnudo.

Bosque ribereño (Br)

Esta clase está conformada por la vegetación de las quebradas. En el trabajo de campo se pudo observar predominancia del algarrobo de gran tamaño y densidad. Además, según NCI (2012) se trata de especies de algarrobo y faique.

CONCLUSIONES

Las áreas de muestreo permitieron caracterizar las principales clases de cobertura vegetal existentes en la zona de amortiguamiento del CCEA. A través de su análisis se obtuvo información valiosa para una posterior interpretación de las imágenes de satélite que se utilizaron en la clasificación de la cobertura vegetal. Además, esta información de base permitirá monitorear la cobertura vegetal a través del tiempo para conocer su dinámica, establecer tendencias y proyectar acciones.

La extensión total de los bosque seco mapeado abarca 30 309.41 hectáreas. Se identificaron 5 comunidades forestales (tipos de bosque), mostradas en la Tabla 3. El tipo de bosque más extenso es el bosque seco ralo de llanura (BsR LI) con 13 326.54 hectáreas, seguido del bosque seco ralo de colina (BsRC) con 9 589.94 hectáreas,

totalizando ambos el 75.61% de la superficie del área de estudio. Asimismo, hay un porcentaje considerable de cobertura de tipo bosque seco muy ralo de llanura con 3 425.09 hectáreas.

La definición de los tipos de bosque o formaciones vegetales según criterios fisiográficos, florísticos y densidad, se apoyaron en la información generada a partir de un muestreo de campo. Estableciéndose puntos de control (verificación de campo) representativos del área de estudio, para efectos de la clasificación supervisada de la imagen satelital.

REFERENCIAS

Blasco, F., Bellan, M., and Chaudhry, M. 1992. Estimating the extent of floods in bangladesh using SPOT data. *Remote Sens. Environ*, 39:167-187.

Chen, X., Vierling, L., Deering D. y Conley A. 2005. Monitoring boreal forest leaf area index across a Siberian burn chronosequence: a MODIS validation study. *International Journal of Remote Sensing*. 26, 24, pp.5435 – 5436.

Chavez, J. (1996). Image Basad atmosferic corrections - revisited and improved. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol.62, N°.9, pp. 1025-1036.

Ferrón, R. 2011. Optimización de la clasificación supervisada basada en objetos aplicada a ambientes rurales a partir de ortoimágenes de geoeye-1 (tesis de pregrado). Universidad de Almería, España.

García, J. y J. F. Mas 2008: Comparación de metodologías para el mapeo de la cobertura y uso de suelo en el suroeste de México. *Boletín del Instituto de Geografía-UNAM*, SSN 0188-4611. 67, pp. 7-19.

Justice, O., Townshend, R., Holben, N. and Tucker, J. 1985: Analysis of the phenology of global vegetation using meteorological satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 6, 1271–1318.

Instituto Geofísico del Perú - IGP. 2017. Ecosistema del norte del Perú: El Coto de Casa El Angolo, Informe técnico especial Volumen I.

Instituto Nacional de Recursos Naturales - Inrena. 2003. Mapa de bosque seco del departamento de Piura. Memoria descriptiva. Proyecto Algarrobo.

Marcal, A., Borges, J., Gomes, J., and Da Costa, P. 2005. Land cover update by supervised classification of segmented ASTER image. *International Journal of remote Sensing*, 26(7):1347-1362.

Maselli, F., Conese, C., Petkiv, L. and Resti, R. 1992. Inclusion of prior probabilities derived from a nonparametric process into the maximum likelihood classifier. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 58, pp. 201-207.

Ministerio del Ambiente - MINAM, 3 de octubre de 2018a. Geoservidor MINAM. GDEM ASTER. Recuperado de: <http://geoservidor.minam.gob.pe/>

Lozano, P. y Sierra, C. 2005: Propuesta metodológica para delimitación de bosques de manglar a partir de datos satelitales utilizando SPRING v 4.1, en la reserva de biósfera Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. En: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas espaciales), Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia, Brasil, 4285-4293 Abril 2005.

Prince, D. 1991. Satellite remote sensing of primary production: comparison of results for Sahelian grassland 1981–1988. *Int. J. of Remote Sensing*, 12, 1301–1312.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas - Sernanp 2012a: Aproximación preliminar de la cobertura vegetal del Coto de Caza "El Angolo" - Informe Final. Jefatura – Coto de Casa El Angolo (Piura).

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas - Sernanp, 2012b. Plan Maestro del Coto de Caza El Angolo. Resolución Presidencial 212-2012- Sernanp.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas - Sernanp 2012c, Plan Maestro del Coto de Caza El Angolo 2012-2017.



Servicios ecosistémicos del Coto de Caza El Angolo y alrededores

Daniel Flores¹, Luis Céspedes y Alejandra Martínez

INTRODUCCIÓN

Para la identificación de los servicios ecosistémicos del ecosistema bosque seco estacional que comprende el área natural protegida del Coto de Caza El Angolo (CCEA) y alrededores, se utilizó el marco teórico del Millenium Ecosystem Assessment

(MEA, 2005), que los agrupa en servicios ecosistémicos de soporte, regulación, provisión y cultura²; y la metodología usada en el United Kingdom National Ecosystem Assessment (UK-NEA, 2011), que identifican el bienestar que éstos genera sobre la

¹ Instituto Geofísico del Perú. Comunicación a: dflores@igp.gob.pe

² Las definiciones pueden ser encontradas en el Informe Técnico Especial "Identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes". Disponible en: http://intranet.igp.gob.pe/sysppr/results/result_12/PPR_035_IGP_Inf_Tecnico2013.pdf

población. Ambos documentos señalan que todos los ecosistemas generan bienestar a la población, y para este análisis específico, se obtuvo información de los centros poblados asentados en la zona de amortiguamiento del CCEA y alrededores.

¿QUÉ ES UN BOSQUE SECO ESTACIONAL?

Para definir el funcionamiento del ecosistema bosque seco estacional en la zona de amortiguamiento del CCEA y alrededores, se recurrió a bibliografía secundaria internacional: Bullock, Mooney y Medina (1995) definen al bosque seco estacional como un ecosistema que durante la mayoría de meses del año soporta periodos severos de sequía, los cuales se ven compensados por los periodos de meses lluviosos que se encargan del abastecimiento de agua, y que son los responsables de la distribución de la cobertura vegetal dentro del ecosistema.

Para el caso de los bosques secos estacionales en Perú, Rodríguez et al. (2005) analizaron el impacto que tiene un fenómeno de El Niño (FEN) sobre el ecosistema, a través de un estudio dendrocronológico, concluyendo que el efecto es positivo, ya que a raíz de las fuertes lluvias revitaliza el ecosistema con mayor intensidad a un periodo normal de lluvias. La presencia de lluvias para el ecosistema de bosque seco no solo revitaliza la vegetación que posee el ecosistema, también contribuye a la supervivencia y desarrollo de la fauna como mamíferos, reptiles, peces, crustáceos entre otros, y contribuye al desarrollo de actividades antrópicas, como la ganadería y agricultura.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS³

Para la identificación de los servicios ecosistémicos de provisión, cultura y regulación, se utilizó información secundaria, y adicionalmente para los dos primeros tipos de servicio, se utilizaron los

resultados de entrevistas y encuestas hechas a los habitantes de los centros poblados asentados en la zona de amortiguamiento del CCEA y zonas aledañas durante el año 2015, debido a que ellos son los principales beneficiados de los servicios ecosistémicos que provee el bosque seco estacional. Esta información se complementó con la descripción de las actividades económicas y los planes de manejo del CCEA. De la información analizada se pueden describir los siguientes servicios.

1. Servicios de regulación

Mass et al. (2005) basados en varios estudios realizados en bosques secos cercanos al Océano Pacífico en México, identificaron los siguientes servicios de regulación:

- Regulación del clima, al tener grandes extensiones de cobertura vegetal, contribuyen a la absorción y retención (en sus hojas) de CO₂.
- Mantenimiento de la fertilidad de los suelos, el patrón de lluvia favorece un alto potencial de lixiviación o baja pérdida de nutrientes por lixiviación para este ecosistema.
- Bioregulación, relacionada a la polinización que realizan las abejas y vertebrados voladores (murciélagos).

2. Servicios de provisión

Para describir los servicios de provisión, se identificaron tanto las actividades económicas como el uso de la tierra: pastura natural, actividad ganadera, actividad agrícola,

³ Es importante señalar que, los servicios de provisión son aquellos que suministran bienes tangibles, finitos aunque renovables, que las personas pueden apropiarse directamente, cuantificar y comercializar. Los servicios de regulación son propiedades emergentes de los ecosistemas que resultan de interacciones complejas entre sus elementos que contribuyen a un ambiente humano adecuado. Los servicios culturales, en su mayoría intangibles, emergen de percepciones individuales o colectivas, y por lo tanto son altamente dependientes del contexto cultural. Los servicios de soporte están clasificados dentro de los procesos ecológicos básicos que mantienen los ecosistemas; en su mayoría, sin beneficiar de manera directa a las personas, por tal motivo no se incluyeron en este estudio.

actividades extractivas forestales y camaronera, los cuales se detallan a continuación:

Pastura natural⁴ y la actividad ganadera

Los caseríos de la zona de amortiguamiento se encuentran asentados en las provincias de Sullana y Talara. La población pecuaria de la provincia de Sullana está compuesta por ganado caprino (56.93%), vacuno (13.14%), ovino (4.38%) y equino (2.13%), así como un 5.22% de ganado porcino y 18.20% de aves de corral (Albañil, 2015 citado en Sernanp, 2018d). Asimismo, la población pecuaria de la provincia de Talara está compuesta por 18 111 cabezas de ganado caprino,

1 897 cabezas de porcino; 1 107 cabezas de ganado ovino, 689 cabezas de ganado vacuno y 432 de equino (Sernanp, 2018d).

Entre las pasturas naturales se incluye: recurso forrajero arbóreo⁵ (13 especies), arbustivo (16 especies) y herbáceo (41 especies), que son aprovechados a través de la actividad ganadera extensiva (principalmente vacunos y caprinos) en 37 sitios de pastoreo al interior del CCEA (Sernanp, 2014c; Sernanp, 2015a), principalmente a través de acuerdos de actividad menor para el aprovechamiento del recurso (Sernanp, 2018d), cuyas áreas aprovechadas son de 6 867.52 ha en el sector este, 16 033.4 ha en el sector noroeste y 6 400.71 en el sector sur (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1. Zonas de pastoreo en el sector este del CCEA

SECTOR I	SECTOR II	SECTOR III	SECTOR IV	SECTOR V
Agua Perdida	El Mangle I	Qda. Overall	Qda. Las Piedras	El Tulipán
Cocha El Pique	Cocha de Polo	La Soledad	Bravito	El Cangrejo
Pampa el Chiclón	Lindero	El Mangle	Overall	Qda. Higuierón
Corral Viejo	Pampa Grande	El Venado	Palomas	Faique León
Los Asangos		El Golpe	El Serrano	Guayabo
Rinconada			La Mina	
Huayuro				

Fuente: Sernanp (2015f, 2014c), NCI (2012a)

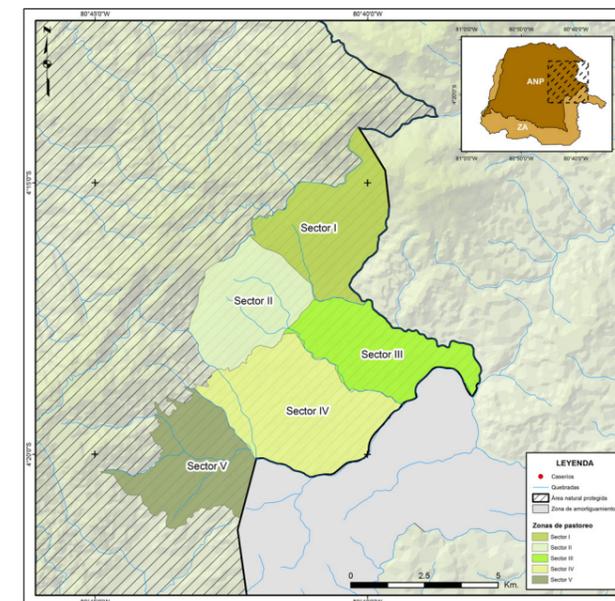


Figura 1. Ubicación de zonas de pastoreo en el sector este del CCEA. Fuente: Sernanp (2014a, 2015b, 2018c). Elaboración propia.

⁴ Las pasturas son biomasa forrajeras naturales correspondientes a especies arbóreas, arbustivas y herbáceas disponibles en la zona de aprovechamiento directo, zona de uso especial, zona de recuperación y zona de uso turístico del CCEA (Sernanp, 2018d).

⁵ Cantidades aproximadas.

Tabla 2. Zonas de pastoreo permitidas en el sector noroeste del CCEA

SECTOR I	SECTOR II	SECTOR III	SECTOR IV
La Breíta Caña Dulce Yerba Buena	El Rompe Los Antiguos Tutum Almendro	Cueva Leona Cerecitos Cerezos Higuerón Jaguay Grande	Higuerón Cabuyal Carrizal Las Nieves Burgos

Fuente: Sernanp (2015a, 2016).

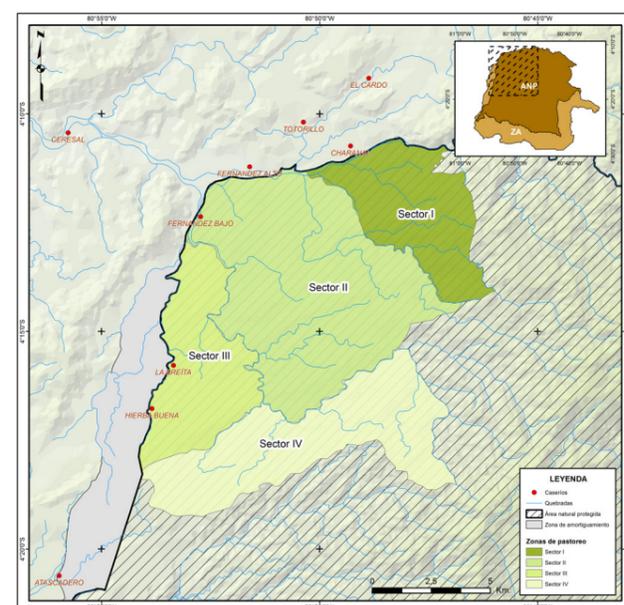


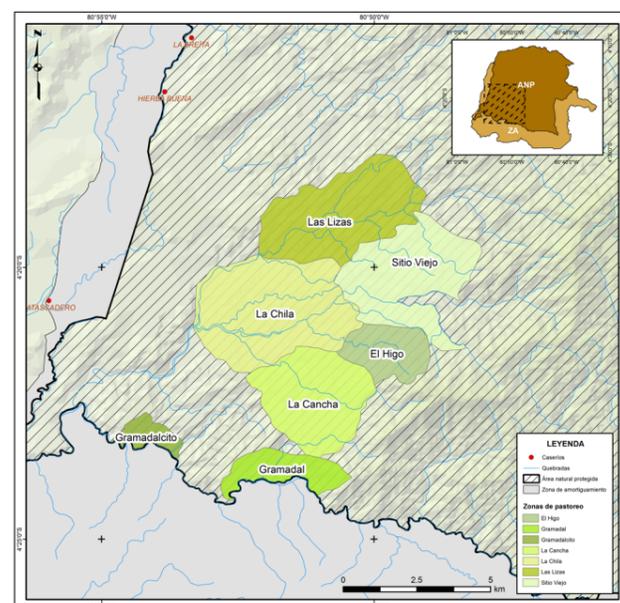
Figura 2. Ubicación de zonas de pastoreo en el sector noroeste del CCEA. Fuente: Sernanp (2015a, 2016, 2018c). Elaboración propia.

Tabla 3. Zonas de pastoreo permitidas en el sector sur del CCEA

SECTORES
Gramadal
Gramadalcito
Sitio Viejo
La Chila
La Cancha
El Higo
Las Lizas

Fuente: Sernanp (2012a)

Figura 3. Ubicación de zonas de pastoreo en el sector sur del CCEA. Fuente: Sernanp (2012f, 2018c). Elaboración propia.



NCI (2012) señala que se pastorea tanto en los alrededores de los caseríos (zona de amortiguamiento del CCEA), como en el ANP. Lo mismo es sostenido por Sernanp (2018d), quien además indica que la actividad se desarrolla entre los meses de diciembre a mayo en la zona de amortiguamiento, y que luego migra a la zona protegida entre los meses de junio a diciembre. Tanto el NCI (2012) como Sernanp (2014c) sostienen que si bien se identifican diferentes sectores de pastoreo, en general los ganaderos hacen uso de más de un sector durante el año, debido que en la mayoría de casos los animales se encuentran sueltos, por lo que no hay un control estricto, y que no se puede contabilizar con exactitud la cantidad de ganado que permanece en la ZA y la que ingresa a la ANP. De acuerdo a la información recogida en encuestas y entrevistas realizadas a los pobladores de la zona durante el año

2015, éstos reportaron que su mayor ingreso económico provenía de los derivados de la ganadería, por la venta de carne, queso, natilla, entre otros productos.

Actividad agrícola

En los caseríos de Fernández Alto y Fernández Bajo (asentados en el sector noroeste del CCEA) se desarrolla la actividad agrícola como actividad principal, y según Sernanp (2018d) el 75% de sus pobladores se dedican a dicha actividad. Sernanp (2018d) sostiene que la actividad agrícola que se desarrolla en el sector Fernández (Figura 4) se ubica sobre la zona de uso especial (UE) del CCEA, siendo esta zona por Ley N° 26834, de espacios ocupados por asentamientos humanos y/o actividades preexistentes antes de establecerse como un área natural protegida.



Figura 4. Vista de parcela agrícola correspondiente al sector 03 de Fernández. Crédito: Daniel Flores.

La actividad agrícola se distribuye en cuatro sectores que se describe a continuación:

- Sector 01: correspondiente a la zona de Rastrojos y Fernández Bajo. En el año 2012 iniciaron con un área total de 3 ha (parcela 1: 0.62 ha, parcela 2: 0.27 ha y parcela 3:

2.17 ha) (Sernanp, 2012b); para el 2015, en la renovación del acuerdo, los siete beneficiarios cambiaron el espacio de aprovechamiento a 4 ha (parcela 1: 01 ha, parcela 2: 03 ha) (Sernanp, 2015b), espacio que se conserva en la actualidad con vigencia hasta el 2020 (Figura 5).

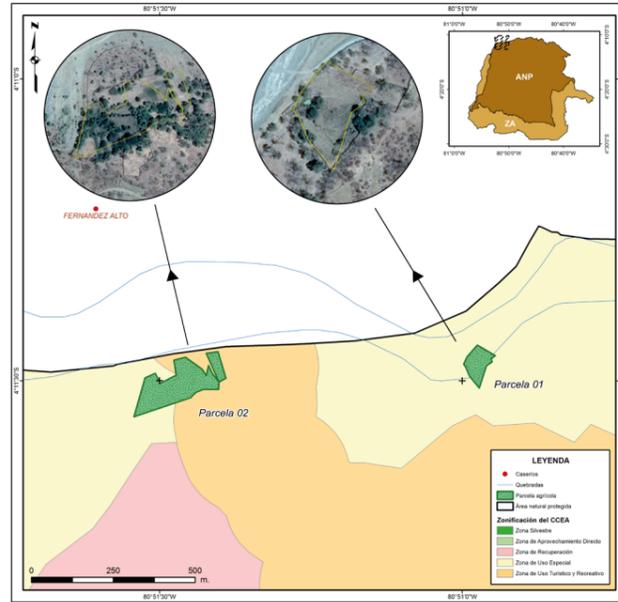


Figura 5. Parcelas agrícolas del sector 01. Fuente: Sernanp (2012b, 2015b, 2018c). Elaboración propia.

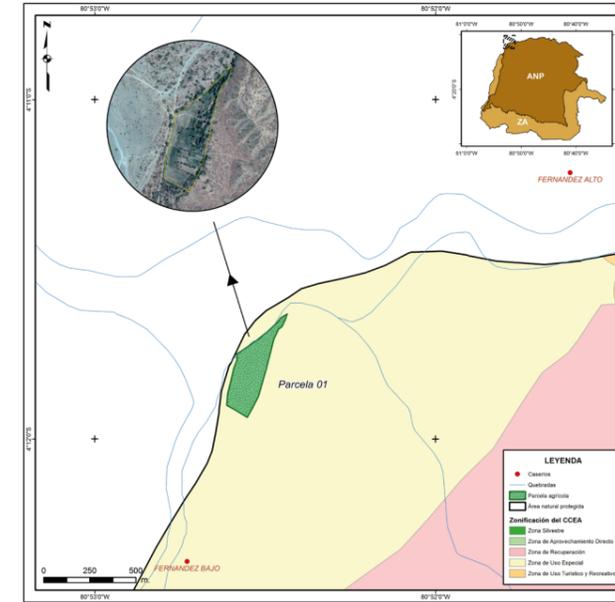


Figura 7. Parcelas agrícolas del sector 03. Fuente: Sernanp (2012d, 2015d, 2018c). Elaboración propia.

- Sector 02: correspondiente a la zona de Fernández Bajo. En el año 2012, catorce beneficiarios firmaron un acuerdo de aprovechamiento de una parcela con un área de 6 ha (Sernanp, 2012c); para el 2015,

en la renovación del acuerdo, los mismos beneficiarios modificaron las coordenadas de su parcela pero conservando la misma área (Sernanp, 2015c), con vigencia hasta el 2020 (Figura 6).

- Sector 04: Correspondiente a la zona de La Breita. En el año 2012, tres beneficiarios iniciaron con un área total de 2.2 ha (parcela 1: 1.4 ha, parcela 2: 0.6 ha y parcela 3: 0.2 ha) (Sernanp, 2012e). Para el 2015, en la renovación del acuerdo, los tres beneficiarios

cambiaron el espacio de aprovechamiento a 2.3 ha (parcela 1: 1.5 ha, parcela 2: 0.6 ha y parcela 3: 0.2 ha) (Sernanp, 2015e), y se conserva hasta el día de hoy con vigencia hasta el 2020 (Figura 8).

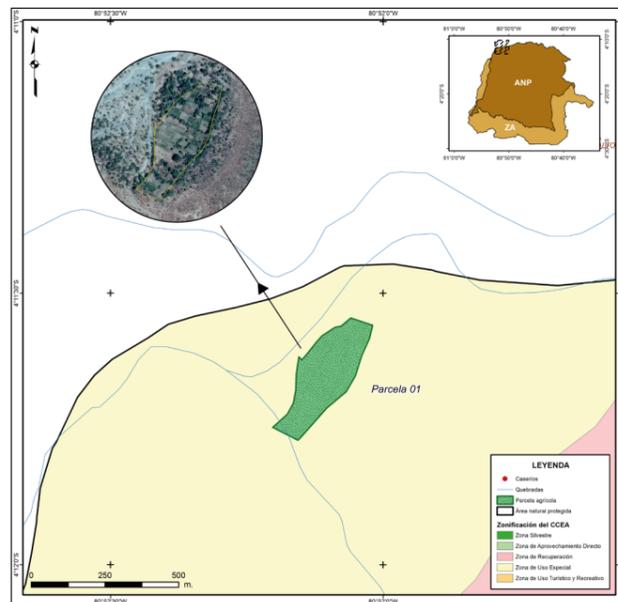


Figura 6. Parcelas agrícolas del sector 02. Fuente: Sernanp (2012c, 2015c, 2018c). Elaboración propia.

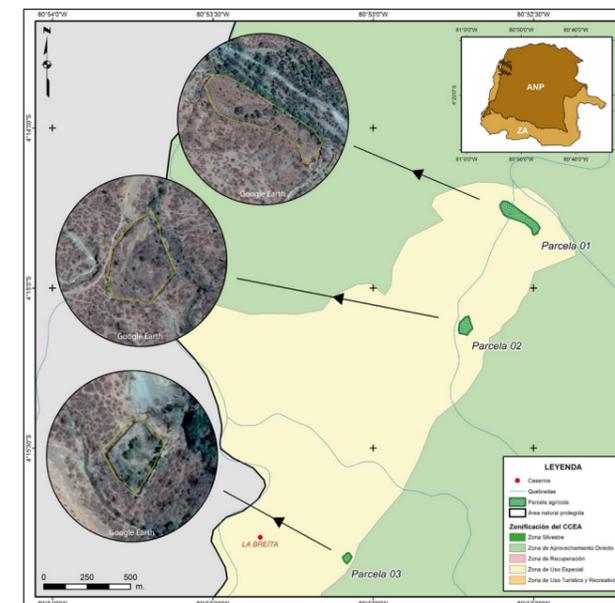


Figura 8. Parcelas agrícolas del sector 04. Fuente: Sernanp (2012e, 2018c). Elaboración propia.

- Sector 03: correspondiente a la zona de Fernández Bajo – La Bocana. En el año 2012, diez beneficiarios firmaron un acuerdo de aprovechamiento de una parcela con un área de 6 ha (Sernanp, 2012d). Para el 2015,

en la renovación del acuerdo, los mismos beneficiarios modificaron las coordenadas de su parcela a 7 ha (Sernanp, 2015d), y se conserva hasta el día de hoy con vigencia hasta el 2020 (Figura 7).

Sernanp (2011) sostiene que el sector Fernández desarrolla una agricultura de pequeña escala y con fines de subsistencia, cuya gran limitación es la disponibilidad del

agua, por lo que en dicho sector las áreas agrícolas están identificadas, definidas y limitadas por el acceso al recurso hídrico. En tanto, durante los meses de enero-julio, los

cultivos son regados por gravedad (agua que se almacena en las quebradas producto de las lluvias) y entre agosto – diciembre hacen uso del agua subterránea a través de cuatro pozos anillados; además que los cultivos se realiza en minifundios que no supera 1 ha/familia (Sernanp, 2018d). En este sector (noroeste del CCEA) se desarrollan policultivos rotativos⁶: maíz, yuca, frejol; además de cultivos estacionarios: plátano, mango, limón, naranja, ciruela, coco, papayo, caña, sudan (Sernanp, 2012f), además de otros cultivos como tamarindo, manzanito, mandarina, mamey, mango ciruelo, sandía, melón, entre otros (Sernanp, 2018d)⁷. Adicionalmente, la población de los caseríos de la zona de amortiguamiento que se encuentran en el distrito de Marcavelica destacan como actividad económica principal los cultivos de arroz y plátano (Sernanp, 2018d). De acuerdo a la información recogida en encuestas y entrevistas realizadas a los pobladores de la zona durante el año 2015, éstos reportaron los productos agrícolas son principalmente para autoconsumo, debido a la escasez de lluvias, y la pequeña extensión de los terrenos.

Recurso forestal

En la actualidad, dentro del área del CCEA no existe explotación de madera; sin embargo, durante los años 70 existieron licencias para extracción de madera del fundo Fernández y Jaguay Negro, y en la década de los años 80 se identificó que se extraía madera del fundo El Muerto, denominado “Pampas de Urban” (Brack, Ríos y Reyes, 1973). En el 2014 la Asociación Grupo Campesino Fernández El Muerto (57 beneficiarios) solicitó permiso con opinión favorable por el Sernanp para el aprovechamiento de árboles muertos de forma natural y caídos con raíces expuestas y sin ningún tipo de rebote (de la especie *Prosopis pallida* “algarrobo”) en la zona de uso especial dentro del CCEA (Sernanp, 2014c).

⁶ Se entiende por policultivos rotativos a la variación de la siembra según el tipo de especie y de la temporada que requiere dicha especie (de corto periodo o estacionarios).

⁷ Al 2018, los precios de los principales productos agrícolas son: plátano 20 soles/100 unidades, yuca 15 soles/arroba, y maíz 60/quintal o 20 soles/100 unidades (Sernanp, 2018d).

⁸ La Asociación Grupo Campesino Fernández El Muerto es un grupo ubicado en los distritos de Marcavelica y Máncora en Piura y Canoas de Punta Sal en Tumbes. Está integrado por 120 familias, cuyas principales actividades son la ganadería caprina y pequeña agricultura. Aproximadamente 50 familias de este grupo se dedican también a la extracción temporal de camarón de río de las quebradas al interior del Coto de Caza El Angolo (Sernanp, 2018a).

Sernanp (2018d) sostiene que las comunidades asentadas en la zona de amortiguamiento, aprovechan fortuitamente los palos secos de árboles muertos de las especies de “algarrobo”, “hualtaco”, “charán”, para emplearlos como leña con fines de autoconsumo o para reforzar algunas estructuras de sus viviendas y varas de “overo” para modificar sus paredes deterioradas (casas de quincha).

Recurso camaronero

La extracción de la especie de camarón “Chicama” *Macrobrachium Spp* se realiza gracias a un acuerdo entre los extractores de la Asociación “Grupo Campesino Fernández El Muerto N° 007”⁸ y la jefatura del CCEA - Sernanp.

Adicionalmente, gracias a la Resolución Directoral Regional N° 266-2013-GOBIERNO REGIONAL PIURA-DRP-DR, 25 extractores obtuvieron permiso de pesca para colectar en forma artesanal el recurso hidrobiológico camarón de río: 0.6 TM/mes en el sector noroeste del CCEA y con talla mínima de extracción de 7 cm (Sernanp, 2013a). Posteriormente, a través de una adenda el permiso de pesca fue ampliado a 37 extractores mediante la Resolución Directoral Regional N° 328-2014-GOBIERNO REGIONAL PIURA-DRP-DR otorgado por la Direpro – Piura (Dirección Regional de Producción – Piura, 2014). Actualmente, mediante la Resolución Directoral Regional N° 831-2017-GOBIERNO REGIONAL PIURA-DRP-DR, la Direpro – Piura se otorga permiso de pesca artesanal en la zona en referencia a 50 extractores (Dirección Regional de Producción – Piura, 2017).

Por otro lado, Sernanp (2013a) sostiene que los lugares de extracción son principalmente las quebradas ubicadas en las zonas de uso

directo, especial y turístico establecidas en el plan maestro del CCEA como se describe en la Tabla 4. En la Figura 9 se pueden apreciar los puntos comunes de extracción, así como otros puntos sobre la quebrada Fernández; en estas zonas los extractores ingresan entre

los meses de mayo a setiembre (Sernanp, 2018a), con una frecuencia promedio de cuatro veces por mes (actividad ocasional) y un volumen de extracción de 6 kg. en promedio por salida (Sernanp, 2013b).

Tabla 4. Quebradas de extracción de camarones permitidas en el sector noroeste del CCEA

QUEBRADA	RECORRIDO	SECTORES
Madre del Agua / Fernández	10.45 km	Rastrojos, Madre de Agua
Jaguay Grande / El Frejol	10.67 km	Jaguay Grande, El Frejol, Torres y Pilar
Caña Dulce	24.05 km	Lavanderos, Caña Dulce, Macanche, Rompe, Cajetas
El Muerto	15.30 km	El Angolo, Pariñas, El Muerto

Fuente: Sernanp (2013a).

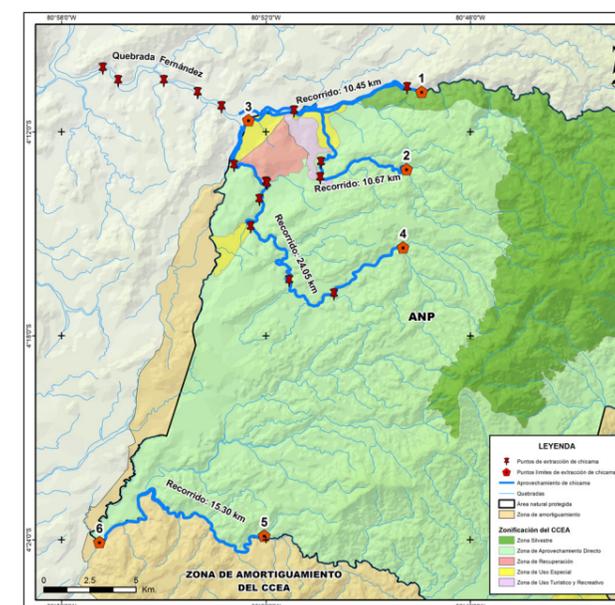


Figura 9. Zonas de extracción de camarones en el CCEA. Fuente: Sernanp (2012b, 2013a, 2013b, 2018c). Elaboración propia.

3. Servicio cultural

Dentro del ANP se desarrolla la actividad turística, aprovechando el servicio de belleza escénica de los Pilares de Fernández, ubicados en el sector Este del CCEA. A partir del 2015 y como iniciativa del Gobierno Regional de Piura a través del Mincetur⁹ se declaró el producto turístico “El Angolo del Mar al Bosque” como una ruta turística de la región Piura; además, el mismo año se

firmó una carta de Intención de Cooperación Interinstitucional entre la Municipalidad Distrital de Máncora y la Jefatura del Coto de Caza el Angolo con el fin de mejorar el servicio turístico que ofrece la población de la zona de amortiguamiento del ANP, organizada en la Asociación Ecoturística de Fernández – AEFER¹⁰ (Sernanp, 2018d).

⁹ Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.

¹⁰ La población de la comunidad de Fernández viene realizando actividades turísticas al interior del CCEA aproximadamente desde el año 2007.

Actualmente la actividad turística de Fernández se realiza en dos de las cinco zonas del CCEA (Sernanp, 2018d): en la zona de uso turístico y recreativo: correspondiente al sector noroeste del Coto de Caza El Angolo y se caracteriza principalmente por la presencia de los pilares de Fernández (Figura 10), donde hay pozas y una caída de agua, y se realizan caminatas, cabalgatas y avistamiento de aves, además de apreciar la flora y fauna típica del bosque seco; y en la zona de uso especial 2, correspondiente al sector noroeste del CCEA, se observa la transformación del ecosistema original producto de las actividades agrícola y ganadera.

Sernanp (2018b, 2018d) y Garcia (2018) sostienen que existen dos zonas donde se puede ingresar al CCEA para realizar diferentes actividades de turismo:

a. Sector Fernández

Se parte de la ciudad de Piura en dirección al norte por la carretera Panamericana norte hasta llegar a la salida de Máncora (180 km aprox., 180-200 min aprox.). Pasando el puente de la quebrada Fernández, se toma un desvío a la derecha de la vía en dirección al este, ingresando a una vía afirmada que se dirige sobre la quebrada Fernández, y se continúa hasta llegar al centro poblado Fernández (Tabla 5).

Tabla 5. Ruta de acceso para Fernández

RUTA/TRAYECTO	VÍA	DISTANCIA*	TIEMPO*
Ciudad de Tumbes - Máncora	Asfaltada	105 km	120 min
Ciudad de Piura - Máncora	Asfaltada	180 km	180 - 200 min
Máncora - Fernández	Afirmado y Trocha	30 km	90 min

(*) Distancias y tiempos aproximados. Fuente: IGP (2017)

En Fernández se encuentra la Asociación Ecoturística de Fernández – AEFER, la que cuenta con un acuerdo para el aprovechamiento del recurso natural paisaje con la jefatura del CCEA para desarrollar servicios turísticos a menor escala en los sectores “los pilares de Fernández” y “Quebrada madre de las aguas”. Sernanp (2018d) sostiene que dicho acuerdo fue firmado el 2015, se renovó el 2017 y actualmente está vigente. Los servicios turísticos que brinda la Asociación Ecoturística de Fernández son (Sernanp, 2015g): Orientación turística, servicio de alimentación, alquiler de caballos y servicio de camping.

En este sector se puede apreciar lo siguiente:

- Sendero a los Pilares de Fernández. El cual consiste en apreciar el paisaje de bosque

seco a través de una caminata o cabalgata a través de un sendero señalizado hasta llegar a unas formaciones rocosas, donde se forman espejos de agua y los turistas pueden ingresar a bañarse (Figura 10).

- Sendero de Observación de Aves. El CCEA es un espacio reconocido por la Birdlife como un área de importancia mundial para la conservación de aves (IBA) y alberga 20 especies de aves en peligro de extinción como los loros y las pavas silvestres (Sernanp, 2018b; 2018d). Actualmente la jefatura del CCEA sostiene que existen tres rutas opcionales para la observación de aves: sendero de Jaguay Grande, sendero de Quebrada Amotape y sendero de Caña Dulce.



Figura 10. Vista de zona turística denominada los pilares de Fernández. Crédito: César Gaspar.

b. Por el sector Sauce Grande

Se parte de la ciudad de Piura por la carretera Panamericana norte hasta llegar a la ciudad de Sullana, y se continúa a través de la Panamericana; pasando 10 kilómetros aproximadamente desde el puente Samán de Mallares, se toma un desvío a la derecha

y se continúa por la única carretera afirmada, pasando por los caseríos de La Noria, Burgos, Salados y El Angolo hasta llegar al club de Caza, Pesca y Turismo de Piura del sector Sauce Grande del CCEA (Tabla 6).

Tabla 6. Ruta de acceso para Sauce Grande

RUTA/TRAYECTO	VÍA	DISTANCIA*	TIEMPO*
Ciudad de Piura – Sullana	Asfaltada	35 km	40 min
Sullana – Sauce Grande	Afirmado y Trocha	80 km	120 min

(*) Distancias y tiempos aproximados. Fuente: IGP (2017).

En Sauce Grande se encuentra el Club de Caza, Pesca y Turismo de Piura que brinda los siguientes servicios (Sernanp 2018d): Guiado, servicio de alimentación, alquiler de acémilas, servicio de hospedaje y transporte. Se pueden realizar las siguientes actividades:

- Cacería Deportiva. El CCEA es oficialmente el lugar donde se práctica la cacería deportiva del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (únicamente machos adultos), para lo cual se requiere de una serie de permisos en coordinación previa con el club de Caza, Pesca y Turismo de Piura.

- Turismo de naturaleza. A través de caminatas o cabalgatas (Figura 11), Sauce Grande dispone de varios senderos para a fin de brindar diferentes opciones de paisaje de

cobertura vegetal y animales silvestres y belleza paisajística propia del bosque seco (Figura 12).



Figura 11. Alquiler de acémilas por parte de la población de los caseríos de la zona de amortiguamiento del CCEA. Crédito: Luis Céspedes.

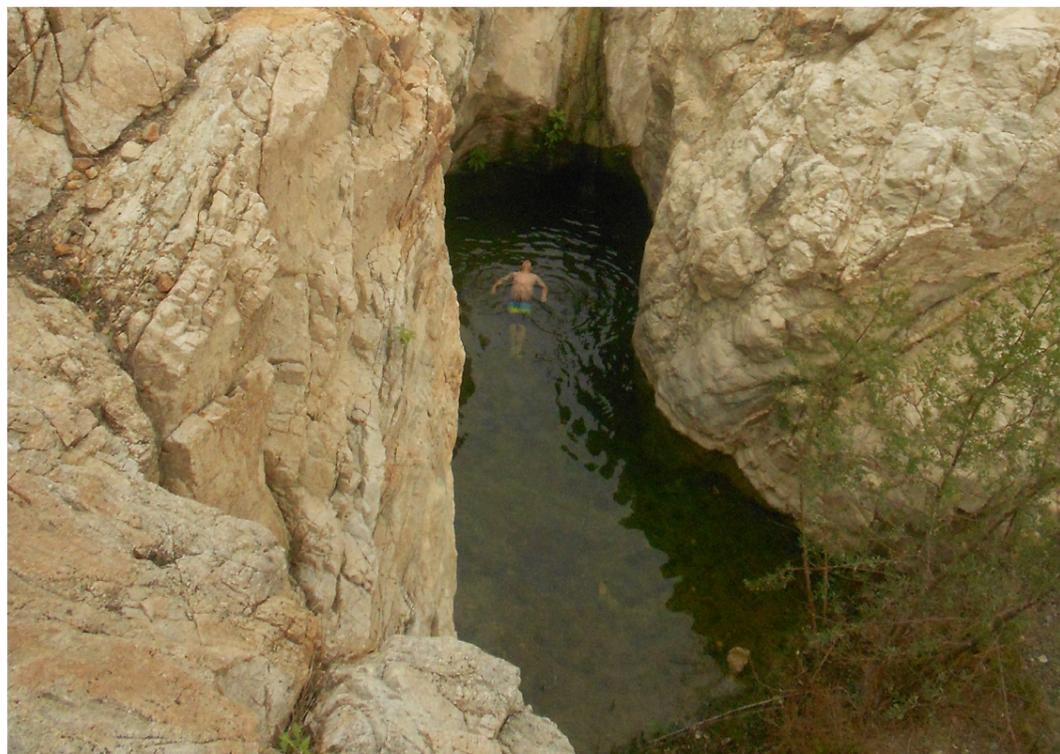


Figura 12. En forma similar a los Pilares de Fernández, en Sauce Grande se encuentra la zona denominada Infiernillo. Crédito: Luis Céspedes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La identificación de servicios ecosistémicos bajo el marco teórico del MEA (2005), permitió analizar el ecosistema bosque seco desde el enfoque del bienestar que este genera, encontrándose que los servicios de provisión y cultura son los que generan mayor bienestar para los pobladores de la zona de amortiguamiento del CCEA y alrededores, debido que dichos servicios son percibidos como generadores de ingresos (ganadería y turismo) y fuente de autoconsumo (agricultura).

Así, las actividades económicas realizadas en la ZA del ANP, permiten la subsistencia de las familias de los centros poblados aledaños, por lo que sería recomendable realizar estudios sobre la capacidad de carga que tiene el ecosistema para dichas actividades, así como sobre las presiones que recibe el ecosistema por parte de las actividades antrópicas. Una limitación de la identificación fue la imposibilidad de encontrar estudios relacionados a funciones de los ecosistemas (servicios de soporte) y los servicios de regulación, por lo que éstos no pudieron ser analizados, por lo que se recomienda realizar estudios en profundidad que permitan su identificación.

Desde el punto de vista de la dinámica atmosférica, el fenómeno de El Niño es beneficioso para el ecosistema bosque seco debido a que lo revitaliza, mientras que para la población tiene impactos negativos por las inundaciones que imposibilitan el acceso e impiden la afluencia de turistas, entre otros efectos. Además, de acuerdo a la información recolectada en encuestas y entrevistas, los pobladores consideran que el evento con mayor repercusión negativa para ellos son las sequías, ya que tienen gran duración, y ocasionan la falta de pastos para los animales, imposibilitando además la siembra de productos agrícolas, por lo que es crítico realizar estudios sobre los impactos de las sequías en el ecosistema bosque seco estacional.

BIBLIOGRAFÍA

Albañil, M., 2015. Microzonificación Ecológica Económica. Caracterización socioeconómica del distrito de Sullana. Memoria Preliminar. Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, Gobierno Regional de Piura. PP035: Gestión Sostenible de Recursos Naturales y Diversidad Biológica – EURO ECO TRADE.

Brack, A., Ríos, M. y F. Reyes, 1973. Evaluación y bases para el establecimiento de un Coto de Caza y un Parque Nacional en la Cordillera de los Amotapes (Piura – Tumbes). Dirección General de Forestal y Caza. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Bullock, S., Mooney, H., y E. Medina, 1995. Seasonally Dry Tropical Forests. Cambridge University Press.

Dirección Regional de Producción – Piura, 2014. Resolución Directoral Regional N° 328-2014-GOBIERNO REGIONAL PIURA-DRP-DR. Gobierno Regional de Piura.

Dirección Regional de Producción – Piura, 2017. Resolución Directoral Regional N° 831-2017-GOBIERNO REGIONAL PIURA-DRP-DR. Gobierno Regional de Piura.

García, S., 2017. Turismo en el Coto de Caza El Angolo: Potencialidades y desafíos, 2017. En: Ecosistemas del norte del Perú: El Coto de Caza El Angolo, Informe Técnico Especial. Volumen I. Programa Presupuestal 144: "Conservación y uso sostenible de ecosistema para la provisión de servicios ecosistémicos". Pág 72-79. Perú: IGP.

Instituto Geofísico del Perú – IGP, 2017. Ecosistemas del norte del Perú: El Coto de Caza El Angolo, Informe Técnico Especial. Volumen I. Programa Presupuestal 144: "Conservación y uso sostenible de ecosistema para la provisión de servicios ecosistémicos". Perú: IGP.

Maass, J., Balvanera, P., Castillo, A., Daily, G., Mooney, H, Ehrlich, P., Quesada, M., Miranda, A., Jaramillo, V., García-Oliva, F., Martínez-Yrizar, A., Cotler, H., López-Blanco,

J., Pérez-Jiménez, A., Búrquez, A., Tinoco, C., Ceballos, G., Barraza, L., Ayala, R., y J. Sarukhán, 2005. Ecosystem Services of Tropical Dry Forests: Insights from Longterm Ecological and Social Research on the Pacific Coast of Mexico. *ECOLOGY AND SOCIETY*

Millennium Ecosystem Assessment, 2005a. Ecosystems and human well-being: A Framework for Assessment. [online]. Consultado el 14 de octubre de 2013. Disponible en: <http://www.unep.org/maweb/en/index.aspx>.

Naturaleza y Cultura Internacional – NCI, 2012. Diagnóstico de la actividad ganadera en el sector norte del Coto de Caza El Angolo. Proyecto “Integración del manejo sostenible de la tierra y lucha contra la desertificación y mitigación de la sequía en los procesos de gestión territorial e inversión pública en el departamento de Piura”. Programa de Desarrollo Rural Sostenible PDRS-GIZ.

Rodriguez, R., Mabres, A., Luckman, B. Evans, M., Masiokas, M. y T. Ektvedt, 2005. “El Niño” events recorded in dry-forest species of the lowlands of northwest Peru. *Dendrochronologia*.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2011. Diagnóstico de actividad agrícola dentro del CCEA - sector Fernández. Informe N° 005-2011-SERNANP-CCEA/CJVG. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2012a. Acuerdo de actividad menor N° 001-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2012b. Acuerdo de conservación N° 01-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp,

2012c. Acuerdo de conservación N° 02-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2012d. Acuerdo de conservación N° 03-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2012e. Acuerdo de conservación N° 04-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2012f. Informe sobre actividad menor del CCEA. INFORME N° 001-2012-SERNANP-CCEA / CJVG –SKGR. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2013a. Acuerdo de conservación para el aprovechamiento de camarón *Macrobrachium Spp.* N° 01-2013-SERNANP-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2013b. Informe sobre proceso de suscripción de Acuerdo de Conservación para el aprovechamiento de camarón *Macrobrachium spp.* N° 01-2013-SERNANP-CCEA. INFORME N° 014-2013-SERNANP-CCEA/CJVG. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2014a. Adenda al Acuerdo de actividad menor N° 01-2014-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2014b. Informe sobre aprovechamiento de árboles muertos caídos dentro del CCEA. Informe N° 016-2014-SERNANP-CCEA-ZRI/CJVG. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2014c. Informe sobre aprovechamiento del recurso forraje natural en el sector Este del CCEA. Informe N° 022-2014-SERNANP-CCEA-ZRI/CJVG. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2015a. Acuerdo de actividad menor N° 001-2015-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2015b. Adenda al Acuerdo de conservación N° 01-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2015c. Adenda al Acuerdo de conservación N° 02-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2015d. Adenda al Acuerdo de conservación N° 03-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2015e. Adenda al Acuerdo de conservación N° 04-2012-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2015f. Informe técnico de evaluación del acuerdo de actividad menor 01-2014-SERNANP-J-CCEA para su renovación. Informe N° 032-2015-SERNANP-CCEA-ZRI/CJVG. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2015g. Memoria anual 2015. Sernanp.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2016. Acuerdo de actividad menor N° 001-2016-SERNANP-J-CCEA. Jefatura del Coto de Caza El Angolo.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2018a. Camarón de río. Consultado el 16 de mayo de 2018. Disponible en: <http://www.sernanp.gob.pe/camaron-rio>.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2018b. El Angolo. Consultado el 02 de junio de 2018. Disponible en: <http://www.sernanp.gob.pe/el-angolo>.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp. 2018c. Geoportal del Sernanp. Ministerio del Ambiente. Consultado el 20 de marzo de 2018. Disponible en: <http://geo.sernanp.gob.pe/geoserver/principal.php>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2018d. Plan maestro del Coto de Caza el Angolo 2018 – 2022. Documento de diagnóstico. Jefatura del Coto de Caza el Angolo (Preliminar).

United Kingdom National Ecosystem Assessment, 2011. Technical Report 2011 [online]. Consultado el 21 de noviembre de 2013. Disponible en: <http://uknea.unep-wcmc.org/Resources/tabid/82/Default.aspx>.



Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática en la zona de amortiguamiento del Coto de Caza El Angolo

Daniel Flores¹, Diana Ruiz, Sandra Isola y Claudia Vega

INTRODUCCIÓN

El objetivo de creación del Coto de Caza El Angolo es otorgar protección al ecosistema y comunidades de flora y fauna, y conseguir que el recurso faunístico aporte al desarrollo económico regional mediante el manejo técnico científico de la caza. Para el logro de este objetivo es fundamental la participación activa de la población local, así como de instituciones

públicas y privadas, resultando imprescindible la integración de la información científica con el conocimiento local para un mejor diseño e implementación de estrategias de adaptación y reducción de la vulnerabilidad frente a los impactos climáticos de las poblaciones que viven en la zona de amortiguamiento de esta área natural protegida.

¹ Instituto Geofísico del Perú. Comunicación a: dflores@igp.gob.pe

Con el fin de evaluar la comprensión que tiene la población sobre los impactos del cambio climático en su vida y medios de vida, se aplicó la metodología de “Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática” (CVCA, por sus siglas en inglés) con una muestra de la población asentada en la zona de amortiguamiento del CCEA. Al ser un proceso participativo y multiactor, esta metodología ofrece un marco para el diálogo al interior de las comunidades, así como entre las comunidades, autoridades, investigadores y actores diversos. Los resultados proporcionan una base sólida para la identificación de estrategias prácticas para facilitar la adaptación al cambio climático basada en la comunidad.

En el presente artículo se describen los principales resultados del análisis de la capacidad y vulnerabilidad climática - CVCA con actores clave de la zona de amortiguamiento del Coto de Caza El Angolo, en coordinación con los especialistas del Instituto Geofísico del Perú y del Servicio Nacional de Áreas Naturales por el Estado (Sernanp).

METODOLOGÍA

El desarrollo del CVCA consistió de las siguientes etapas: Identificación y mapeo de recursos y amenazas, elaboración del calendario estacional, identificación de acontecimientos históricos de importancia (cronología histórica), identificación y mapeo de actores, y diseño de estrategias potenciales para el abordaje de amenazas. En cada etapa se aplicaron diversas herramientas analíticas y participativas que facilitaron la revisión e intercambio de información, así como el diálogo constructivo y la generación de confianza entre los actores

para el diseño de estrategias de adaptación basada en la comunidad.

El CVCA se aplicó tanto en el centro poblado de Jaguay Negro², como en Fernández Alto³ y Fernández Bajo⁴. En ambos casos después de sostener una reunión inicial con los guardaparques del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, se trabajó con los actores locales clave de cada centro poblado con quienes se elaboraron los mapas de recursos naturales, principales amenazas, actores, entre otros.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Con el fin de identificar las principales actividades económicas en la zona de interés, se hizo uso de información secundaria, que luego fue validada/ajustada con la información proporcionada por los actores locales. Asimismo, se identificaron las amenazas/impactos tanto sobre los recursos, como sobre las actividades económicas.

Agricultura

En el sector oeste (localidades de Fernández Bajo y Alto), la agricultura es la principal fuente económica, representando aproximadamente el 70% de los ingresos de los pobladores (Ruiz, et al., 2010). La actividad agrícola en esta zona se caracteriza por contar con policultivos sembrados en minifundios (no superan 1 ha/familia); estos policultivos son rotativos⁵ y los más importantes en la zona son el

plátano (cultivo estacionario), seguido por el maíz, la yuca y el frejol (cultivos de corto periodo). Adicionalmente, cabe señalar que se siembran otros cultivos como el mango, limón, naranja, ciruela, papayo, caña y sudan. (Sernanp, 2011)

Los productos que se obtienen de los cultivos son principalmente para autoconsumo y el excedente se comercializa dentro de la misma comunidad o en el mercado de Máncora. De acuerdo a la información secundaria recopilada los precios de los principales productos en el 2011 eran los siguientes: Plátano, S/. 20 el ciento; yuca, S/. 15 la arroba; maíz, S/. 60 el quintal, y choclo, S/. 20 el ciento. En este sector el maíz se siembra y cosecha entre los meses de abril y julio, mientras que el plátano y la yuca se siembran y cosechan entre los meses de abril y diciembre.

Una de las principales limitaciones para la agricultura es la falta de disponibilidad de agua, ya que el sector oeste, por su clima, geografía y economía, depende principalmente de agua de lluvias, las cuales tienen una alta variación anual. Durante los meses de lluvia y post lluvia (enero a julio), los cultivos son regados por gravedad y los meses siguientes (agosto – diciembre) hacen uso del agua subterránea a través de 4 pozos anillados. Adicionalmente existen plagas que atacan los cultivos generando pérdidas económicas y limitando su autoconsumo. Ese es el caso del cultivo yuca, que se ve afectada por una plaga que hace que las hojas pierdan su coloración (queda blanca) y produciendo la muerte de la planta.

Las medidas de adaptación tomadas por la población local ante la falta de agua, se han enfocado en una distribución de las zonas agrícolas priorizando aquellas con menores riesgos de inundaciones, más distantes del cauce principal, y tomando como referencia los mayores desbordes, que fueron reportados durante el FEN del 98.

Actualmente se vienen implementando acuerdos de conservación entre los usuarios

agrícolas y el CCEA para el desarrollo de actividades agrícolas tradicionales. De esta manera se tiene un registro de los agricultores en actividad, la extensión, ubicación de los cultivos y plan de siembra. Así, se cuenta con un plan de siembra de cultivos cortos y estacionarios; entre los cultivos de corto periodo podemos mencionar el maíz, yuca y frijol, y entre los cultivos estacionarios se registran al plátano, mango, limón, naranja, ciruela, coco, papaya, caña.

Por su parte, en el sector este, la agricultura se desarrolla bajo diversas modalidades: seco⁶, orilleros (cultivos en las orillas de las quebradas), y tecnificado (con el uso de motobombas). Sernanp (2010), indica que entre los principales cultivos que se desarrollan en este sector destacan: cebolla (comercializada en Sullana y Ecuador), maíz (para autoconsumo), sen (comercializado en Sullana), arroz (para autoconsumo) y camote (para autoconsumo). De acuerdo a la información primaria recopilada durante el primer viaje de campo los precios de los principales productos son los siguientes: Cebolla, S/.3- S/.8 el quintal y sen, S/.7-S/.20 el kilo. Al igual que en el sector oeste, una de las principales preocupaciones de los agricultores es la falta de disponibilidad de agua ya que dependen de ella para poder realizar la siembra de los cultivos para autoconsumo y venta.

El periodo de siembra para la cebolla se da entre los meses de mayo a julio, y se cosecha de setiembre a noviembre, antes de que suba el agua de río; mientras que el maíz se siembra, por campaña, entre los meses de enero a junio y se cosecha a partir de agosto/octubre hasta el mes de diciembre; ambos cultivos son para autoconsumo, ya que su precio ha disminuido, y no representa una fuente de ingresos importante. También se siembra arroz a partir de los meses de mayo a junio y la cosecha se realiza en los meses de octubre a noviembre (Ruiz, et. al, 2010).

Por su parte, el sen se siembra a partir de junio y se cosecha entre setiembre y diciembre; es un cultivo perenne, que crece en 2 meses y

² Jaguay Negro, tiene categoría de centro poblado según el Directorio Nacional de Centro Poblados - Censo 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

³ Fernández Alto corresponde al centro poblado Fernández, perteneciente al distrito de Canoas de Punta Sal, provincia de Contralmirante Villar, departamento de Tumbes.

⁴ Fernández Bajo, pertenece al distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura y tiene categoría de centro poblado según Directorio Nacional de Centro Poblados - Censo 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

⁵ Varían el tipo de planta a sembrar, en este caso principalmente de acuerdo a la temporada.

⁶ Únicamente uso de agua proveniente de las lluvias.

produce 5 a 6 cortes al año. Los pobladores indican que con anterioridad tenían una mayor diversidad de cultivos, pero hoy en día priorizan el sen para la generación de ingresos económicos ya que soporta más las condiciones climáticas adversas, produce varias veces al año, y requiere de un cuidado mínimo. Adicionalmente, el sen cuenta con un mercado local interesante.

Ganadería

La ganadería en el sector oeste (localidades de Fernández Bajo y Fernández Alto) es una de las principales fuentes de economía del sector. Aquí, predomina la crianza de ganado caprino y ovino para el aprovechamiento de carne y leche y la elaboración de derivados como el queso y la natilla durante los años que hay lluvia (este año – 2018- , no fabricarán estos subproductos por falta de agua). Estos productos son tanto para el autoconsumo como para la venta en pie. La comercialización se realiza a través de intermediarios y en algunos casos venden directamente al mercado de Máncora. De acuerdo a la información primaria recolectada en el trabajo de campo, en toda la localidad de Fernández (Bajo y Alto) cuentan con un total de 2 000 cabras y 500 cabezas de ganado vacuno⁷.

El ganado entra a pastar al CCEA durante todo el año y cuenta con una ficha de ingreso que es gestionada a través del Sernanp. Durante la época de lluvias no entran al CCEA debido a la presencia de murciélagos que atacan al ganado provocando su muerte. De acuerdo a las entrevistas realizadas en el primer viaje de campo a Fernández, de enero a marzo existe una supervisión a la ganadería y de julio a diciembre cuentan con una campaña de vacunación de ganado vacuno y caprino gracias a Senasa.

Una de las principales amenazas en este sector es la falta de agua que afecta la disponibilidad de pastos para el ganado.

Según la información recogida mediante entrevistas, la falta de agua del 2017⁸ provocó la muerte de muchas cabezas de ganado caprino que por la falta de alimento tuvieron abortos. Adicionalmente, existen dos especies vegetativas, el bejuco y la borrachera (*Ipomoea carnea*), que son malezas tóxicas para el ganado vacuno y los chivos chicos. También a través de fuentes primarias indican que la flor del sapote es abortiva. Otra amenaza, principalmente para las cabras o terneros de la zona, es el puma el cual las ataca porque son más fáciles de cazar que al ganado vacuno⁹.

Al igual que para las actividades agrícolas, los ganaderos del sector oeste se encuentran empadronados para la suscripción de acuerdos de conservación con el CCEA para el aprovechamiento de forraje. Entre los ganaderos empadronados están los pobladores de Fernández y la Bocana de Fernández, entre quienes se asignan sectores o zonas de pastoreo. Como parte de los acuerdos se distribuyen la construcción de potreros, se definen los volúmenes de aprovechamiento, la soportabilidad forrajera por sector, y la temporada de aprovechamiento. Los ganaderos a su vez se comprometen a colaborar con actividades de control, monitoreo y alerta temprana.

En el sector este, la actividad ganadera es la principal actividad económica de la zona, con un 94% de la población dedicada a esa actividad (NCI, 2012) y es desarrollada, básicamente, a manera de ahorro. La mayoría de los pobladores de este sector crían su ganado para usarlo como una forma de inversión ya que en momentos de emergencia suelen venderlos y obtener liquidez (Ruiz, et. al, 2010). Adicionalmente, la actividad ganadera se realiza para autoconsumo o subsistencia.

En Jaguay Negro se desarrolla principalmente la ganadería extensiva de ganado caprino

y, en menor escala, el ganado vacuno para elaboración de quesos y comercialización de ganado en pie cuando se estima conveniente o se tiene la necesidad. De igual manera, se desarrolla el ganado ovino para autoconsumo de carne y, en menor escala, para su comercialización cuando es necesario (Ruiz, et. al, 2010). El ganado entra a pastar al CCEA luego del periodo de lluvias (abril-mayo), cuando el ganado “instintivamente” empieza a migrar hacia el bosque del CCEA y cuenta con una ficha de ingreso que es gestionada a través del Sernanp (NCI, 2012).

Al igual que en el sector oeste, una de las principales amenazas es la falta de agua debido a las temporadas de sequía las cuales reduce la oferta de recursos para forraje y agua para las especies ganaderas, generando un aumento en la tasa de mortandad (NCI, 2012). En este sector se halla la planta borrachera, una especie tóxica que es consumida por el ganado caprino en la época de sequía cuando no quedan otras alternativas de alimento. Esta especie produce dependencia en las cabras originando su intoxicación y posteriormente su muerte (Sabogal, 2007).

Complementariamente, se cuenta con acuerdos de conservación para el desarrollo de la actividad forrajera o manejo de pastos naturales. De esta manera se lleva un registro de los ganaderos de la zona, la extensión y ubicación de forraje, y se realiza un monitoreo del ganado que ingresa.

Actividad forestal

En Fernández Bajo y Alto, el recurso forestal se emplea principalmente para leña, construcción de viviendas y procesamiento de carbón, así como forraje para el ganado. La recolección de leña para el hogar (cocina) se realiza de árboles caídos secos o ramas caídas de árboles. De igual manera, se utiliza para la construcción de viviendas, - mayormente el hualtaco (*Loxopteriginum huasango*) – y en cercos para el ganado (Ruiz, et. al, 2010). De acuerdo al Sernanp, usuarios de la localidad de Fernández y de la Asociación Grupo Campesino Fernández El Muerto cuentan con permiso para el

aprovechamiento de árboles muertos de forma natural y caídos con raíces expuestas y sin ningún tipo de rebrote, en quebradas de zona de uso especial dentro del CCEA. (Sernanp, 2014).

La principal especie forestal aprovechada es el algarrobo (*Prosopis pallida*), que se desarrolla en el bosque tropical seco y es resistente a estaciones secas. Cabe señalar que el algarrobo es una especie categorizada como vulnerable por lo cual está prohibida su extracción, colecta, tenencia, transporte, y exportación, exceptuándose los procedentes de planes de manejo in situ o ex situ aprobados o los de uso de subsistencia de comunidades nativas y campesinas (Sernanp, 2014). Además se utilizan varias especies forestales tales como el algarrobo, huarapo, hualtaco, pasallo, palo santo, porotillo, higuerón, sapote, charán y frijolillo para el aprovechamiento forrajero del ganado de la zona. La parte aprovechada de la mayoría de estas especies son la hoja, fruto y hojarasca (Sernanp, 2016).

Una de las principales amenazas son los parásitos, vientos fuertes en la zona, así como periodos con exceso de agua seguidos de periodos prolongados de sequía, lo cual lleva al detenimiento del crecimiento de las plantas ocasionando su muerte (Sernanp, 2014); a pesar de ello, la información primaria recolectada en las salidas de campo y sesiones de trabajo, la población no percibe como una amenaza esos factores; sin embargo sí cuentan con acuerdos de conservación para el aprovechamiento de árboles muertos dentro del CCEA.

En el sector este, uno de los principales usos del recurso forestal es la recolección de leña para uso doméstico (cocina), la construcción de casas y corrales, y como forraje para el ganado. Adicionalmente, los pobladores realizan recolección de plantas y flores para uso medicinal como es el caso del overal (Ruiz, et. al, 2010). Las principales especies forestales que se encuentran en este sector son el almendro, angolo, chapra, faique, higuerón, hualtaco, guayacan, huairuro, huápala, huarapo, pasallo, porotillo y ceibo para el aprovechamiento forrajero del

⁷ Entrevistas realizadas a pobladores de Fernández. Abril, 2018.

⁸ Antes de El Niño Costero 2017, la zona norte sufrió de una fuerte escasez de lluvias, que sería la que afectó al ganado.

⁹ Entrevistas realizadas a pobladores de Fernández. Abril, 2018.

ganado de la zona. La parte aprovechada de la mayoría de estas especies son la hoja, fruto y hojarasca. (Sernanp, 2015)

La creciente población y las reducidas áreas de bosque que proveen forraje natural a los ganaderos han llevado a un sobrepastoreo de los espacios, contribuyendo a cambios en la estructura y composición florística del bosque, producto del retraso o inhibición del proceso sucesional y regeneracional de las especies (NCI, 2012). Es por tales motivos que se puede evidenciar una acelerada pérdida de bosques secos en el noreste por la deforestación y degradación producto de actividades pastoriles. No se tiene conocimiento de acuerdos de conservación para el aprovechamiento de árboles muertos dentro del CCEA en este sector.

Jornales

En el sector oeste, algunos pobladores de Fernández son contratados como jornaleros para trabajos en obras públicas; y también hay algunos pobladores que se emplean como jornaleros en trabajos de extracción de piedras en las canteras (Ruiz, et. al, 2010). Mientras tanto, en el sector este, la actividad de jornalero no es considerada entre las principales de los caseríos de este sector, pues sólo se dedican a la agricultura y ganadería (Ruiz, et. al, 2010). Los pobladores de la zona de amortiguamiento del CCEA tampoco consideran relevante esta actividad, según información recogida durante el trabajo de campo.

Elaboración de carbón

En las localidades de Fernández existen algunas personas dedicadas a la elaboración de carbón, pero principalmente en épocas de escasez; los precios de venta alcanzan los S/.20 por saco de 54 kg, y el promedio de elaboración de carbón por persona

es de 10 sacos por mes (Ruiz, et. al, 2010). Mientras tanto, en el sector este, las familias de Jaguay Negro no elaboran carbón para su comercialización, pero en algunos puntos si lo elaboran para el autoconsumo (Ruiz, et. al, 2010). Durante la toma de datos primarios, los pobladores de la zona de amortiguamiento del CCEa no consideraron esta actividad como relevante.

Pesca

Esta actividad solo se desarrolla en el sector oeste (Ruiz, et. al, 2010), donde muchos de los pobladores desarrollan la actividad de la pesca, aunque en menor escala que la agricultura y ganadería, tanto para la venta como para autoconsumo, pescándose especies como la chicama, el robalo, ciertos bagres, zabalos y camarones de las quebradas de los ríos¹⁰.

Una de las principales amenazas para esta actividad, son las malas prácticas de pesca, como el uso del butox y otras sustancias tóxicas con el fin de hacer más ágil el trabajo, pero con un gran impacto sobre otras especies. Se cuenta con acuerdos de conservación para el aprovechamiento de camarones o chicamas (*Macrobrachium sp.*) en determinadas quebradas y con métodos artesanales; es decir, manual y con el uso de herramientas como el chinguirillo de malla, caretas y linternas; a través de estos acuerdos, los pescadores se comprometen a prevenir la contaminación de los cursos de agua, no aplicar sustancias tóxicas, manejar sus residuos, entre otros.

Caza

Tanto en los sectores este como oeste, la caza de animales ha sido esporádica y básicamente para autoconsumo (Ruiz et al., 2010). Las principales especies cazadas por los pobladores se encuentran venados,

sajinos y aves como perdices y palomas¹¹, y una de las principales amenazas es la creciente población en la zona que ejerce mayor presión sobre los recursos de caza¹².

CALENDARIO ESTACIONAL DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Como parte del CVCA, se trabajó con los pobladores un calendario estacional de actividades económicas, con el fin de representar de forma gráfica y simplificada, los principales acontecimientos y actividades significativas para la comunidad durante los meses del año, permitiendo identificar eventos como sequías, inundaciones u

otros fenómenos climáticos, pero también entender las estrategias de subsistencia de la comunidad ante estos eventos. Asimismo, permite analizar los cambios de actividades de la comunidad de acuerdo a las estaciones, así como evaluar el uso de la información sobre el clima en la planificación de actividades de la comunidad.

Fernández Bajo y Fernández Alto quedan cerca uno de otro, por lo cual se realizó el análisis de manera conjunta. A continuación, en la Tabla 1 se presentan los calendarios estacionales elaborados para las localidades de Fernández Bajo y Fernández Alto; y en la Tabla 2 la información para Jaguay Negro. Ambos calendarios han sido elaborados con información recolectada durante la visita a campo a las comunidades, información validada y complementada en base a información secundaria.

Tabla 1. Calendario estacional para las localidades Fernández Bajo y Fernández Alto

ACTIVIDAD/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Época de lluvias	X	X	X									X
Supervisión de ganadería	X	X	X	X								
Campaña de vacunación de ganado (vacas y cabras) ¹³							X	X	X	X	X	X
Extracción de piedra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Turismo (birdwatching)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Siembra y cosecha de maíz y camote				X	X	X	X					
Siembra y cosecha de papaya, yuca y plátano				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extracción de camarón en Chicama (Atascadero)					X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Sernanp (2010) y visita de campo.

La Tabla 1 muestra que la siembra y cosecha de maíz y camote se desarrolla en los cuatro meses inmediatos a la culminación del periodo de lluvias que va de diciembre a marzo, es decir de abril a julio, mientras que la siembra y cosecha de papaya, yuca y plátano se realiza desde el final de la época de lluvias (abril) hasta diciembre.

Respecto a la supervisión de la ganadería, esta se realiza entre enero y abril cuando existe la presencia de pastos debido a la lluvia y entre los meses de julio y diciembre, se realizan las campañas de vacunación del ganado. Actividades económicas complementarias para la comunidad como la extracción de piedra y el turismo de avistamiento de aves se realizan durante todo el año.

¹³ Las campañas de vacunación están a cargo del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).

¹⁰ Parkswatch, 2004. Parque Nacional Cerros de Amotape. Recuperado de <http://www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=spa&country=per&park=canp&page=thr>

¹¹ Parkswatch, 2004. Parque Nacional Cerros de Amotape. Recuperado de <http://www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=spa&country=per&park=canp&page=thr>

¹² Parkswatch, 2004. Parque Nacional Cerros de Amotape. Recuperado de <http://www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=spa&country=per&park=canp&page=thr>

Tabla 2. Calendario estacional para el Centro Poblado de Jaguay Negro

ACTIVIDAD/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Época de lluvias	X	X	X									X
Preparación de terreno ¹⁴				X	X							
Agricultura en frontera ¹⁵	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Agricultura en chacras a la orillade la quebrada ¹⁶					X	X	X	X	X	X	X	X
Siembra y cosecha de maíz en alto					X	X	X	X	X	X	X	X
Siembra y cosecha de sen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pastoreo de ganado ¹⁷	X	X	X									
Campaña de vacunación de ganado					X						X	X

Fuente: Sernanp (2010) y visita de campo

Apartir de la Tabla 2, que muestra el calendario estacional en Jaguay Negro, se observa que la preparación de los terrenos se desarrolla en los dos meses inmediatos a la culminación del periodo de lluvias que va de diciembre a marzo. La siembra y cosecha de cebolla, maíz y melón, se desarrolla durante todo el año al igual que la siembra y cosecha de sen. La siembra y cosecha de maíz se realiza entre mayo y diciembre. Por su parte, el pastoreo de ganado se desarrolla entre enero y marzo cuando existe la presencia de pastos debido a la lluvia, las campañas de vacunación del ganado por su parte se realizan en los meses de mayo, noviembre y diciembre.

CRONOLOGÍA DE HECHOS HISTÓRICOS

Con base en la información recogida durante el trabajo de campo, principalmente entrevistas realizadas a los representantes de las localidades de la zona de amortiguamiento del CCEA, se graficó una línea de tiempo de los hechos históricos relevantes. Esta información fue validada y complementada con información secundaria. El resultado se muestra en la Tabla 3.

¹⁴ Los pobladores que cuentan con terrenos.

¹⁵ Siembra y cosecha de cebolla, maíz y melón.

¹⁶ Siembra y cosecha de cebolla, camote y arroz para autoconsumo.

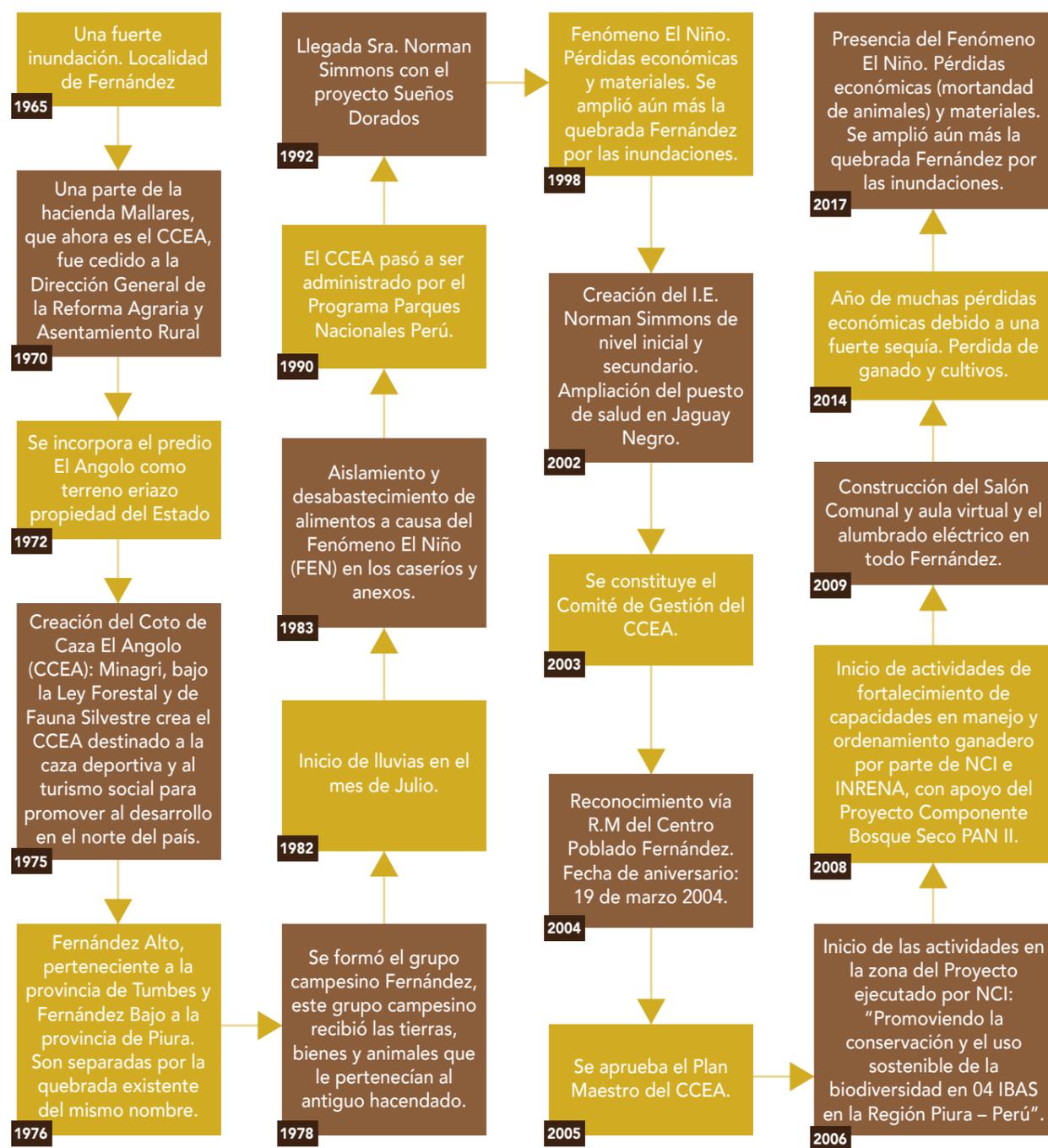
¹⁷ En época de lluvias bajan al ganado a pastorear. La venta de la carne la realizan en el Mercado de Sullana.

Tabla 3. Hechos históricos más relevantes de las localidades Fernández Bajo, Fernández Alto y Jaguay Negro

AÑO	HECHOS HISTÓRICOS RELEVANTES EN EL ÁMBITO DE INTERVENCIÓN
1965	Pobladores de Fernández mencionaron la existencia de una fuerte inundación.
1970	A inicios de la década de los 70, parte de la hacienda Mallares, que ahora es el CCEA, fue cedido a la Dirección General de la Reforma Agraria y Asentamiento Rural. Posteriormente, el MINAGRI asumió la administración a través de la Zona Agraria I – Piura, transferida luego a la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. Pobladores indican fuerte temblor en la zona.
1972	Se incorpora el predio El Angolo como terreno eriazos propiedad del Estado. Posterior a la Reforma Agraria, los terrenos de la Hacienda Mallares (72 000 hectáreas) del hacendado Ricardo García Figallo, pasaron a manos de un comité de campesinos.
1975	Creación del Coto de Caza El Angolo (CCEA): El Ministerio de Agricultura, bajo la Ley Forestal y de Fauna Silvestre crea el CCEA destinado a la caza deportiva y al turismo social para promover al desarrollo en el norte del país.
1976	Denominación de Fernández Alto, perteneciente a la provincia de Tumbes y Fernández Bajo a la provincia de Piura. Son separadas por la quebrada existente del mismo nombre.
1978	Se formó el grupo campesino Fernández, quienes recibieron de manos del comité formado años anteriores la suma de 12 000 hectáreas de terreno. Para este entonces solo existían 4 casas en todo Fernández. Cabe resaltar que este grupo campesino no solo recibió las tierras sino también los bienes y animales que le pertenecían al antiguo hacendado.
1982	Inicio de lluvias en el mes de Julio.
1983	Aislamiento y desabastecimiento de alimentos a causa del Fenómeno El Niño (FEN) en los caseríos y anexos. El FEN afectó los terrenos de ambas márgenes de la quebrada Fernández. Las inundaciones se llevaron las chacras que se encontraban en los márgenes y éstos se ampliaron. El puente de Máncora fue destruido por la subida del caudal que traía consigo arboles de algarrobo.
1990	El CCEA pasó a ser administrado por el Programa Parques Nacionales Perú.
1992	Llegó a la comunidad el canadiense Norman Simmons, quien trajo consigo el proyecto Sueños Dorados, que inició a partir de 1993.
1998	Presencia del Fenómeno El Niño. Pérdidas económicas y materiales. Se amplió aún más la quebrada Fernández por las inundaciones.
2002	Gracias al proyecto Sueños Dorados, liderado por Norman Simmons, se logra crear la I.E. de nivel inicial y secundario. Ampliación del puesto de salud en Jaguay Negro.
2003	Se constituye el Comité de Gestión del CCEA.
2004	Se hace el reconocimiento vía Resolución Municipal del Centro Poblado Fernández. Fecha de aniversario: 19 de marzo 2004.
2005	Se aprueba el Plan Maestro del CCEA.
2006	Inicio de las actividades en la zona del Proyecto ejecutado por NCI: “Promoviendo la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en 04 IBAS en la Región Piura – Perú”.
2008	Inicio de actividades de fortalecimiento de capacidades en manejo y ordenamiento ganadero por parte de NCI e INRENA, con apoyo del Proyecto Componente Bosque Seco PAN II.
2009	Con la ayuda del alcalde de la Municipalidad de Cancas – Tumbes, Marco Herrera, se logró construir el Salón Comunal y aula virtual. Además con el apoyo del GoRe de Tumbes se tiene, a partir de este año, el servicio de alumbrado eléctrico en todo Fernández.
2014	Año de muchas pérdidas económicas debido a una fuerte sequía. Pérdida de ganado y cultivos.
2017	Presencia del Fenómeno El Niño. Pérdidas económicas (mortalidad de animales) y materiales. Se amplió aún más la quebrada Fernández por las inundaciones.

Fuentes: Información primaria obtenida de entrevistas a representantes de las localidades de la zona de amortiguamiento del CCEA, Sernanp (2005, 2010).

Gráfico1. Hechos históricos más relevantes de las localidades Fernández Bajo, Fernández Alto y Jaguay Negro



Fuentes: Visita a Campo. Elaboración Propia.

IDENTIFICACIÓN DE ACTORES

Utilizando tanto la información recogida en el trabajo de campo, como información secundaria, se realizó la identificación de actores de la Zona de Amortiguamiento del CCEA, para las localidades de Fernández Bajo y Fernández Alto (Tabla 4) y Jaguay Negro

(Tabla 5). Asimismo, se han preparado sendos gráficos de identificación de actores (Figuras 2 y 3), en las cuales se hace una diferenciación entre los actores directos (círculo amarillo) de los indirectos (círculo verde).

Tabla 4. Identificación de actores de la localidad Fernández Bajo y Fernández Alto

SECTORES	SUB-SECTORES/ACTORES	DESCRIPCIÓN DEL ACTOR Y PRESENCIA EN LA ZONA
Centro poblado de Fernández Bajo	Autoridades políticas	La única y máxima autoridad de los caseríos son los tenientes gobernadores y trabajan en coordinación con la ronda campesina y la municipalidad de Marcavelica. Teniente gobernador: Teófilo Valladares Aguirre (Sernanp, 2010)
Caserío de Fernández Alto	Autoridades políticas	La única y máxima autoridad de los caseríos son los tenientes gobernadores y trabajan en coordinación con la ronda campesina y la municipalidad Canoas de Punta Sal. Teniente gobernador: Reynaldo Alvarado Carrasco (Sernanp, 2010)
Municipalidad de Marcavelica	Autoridades políticas	Gobierno local donde se encuentra ubicado Fernández Bajo. Aporta productos para el Programa Vaso de Leche (Ruiz y Gonzáles, 2010). Adicionalmente, el gobierno local se encuentra presente cuando hay Fenómeno El Niño con víveres y limpieza de trochas.
Municipalidad de Canoas de Punta Sal	Autoridades políticas	Gobierno local donde se encuentra ubicado el Fernández Alto. El gobierno local se encuentra presente cuando hay Fenómeno El Niño con víveres y limpieza de trochas.
Población	Rondas campesinas	Miembros que velan por la seguridad y el orden de la zona, evitando robos por parte de los abigeos.
	Club de Madres y el Comité de Vaso de Leche	Se encuentra formado en su totalidad por mujeres y su función es administrar los diferentes productos que aportan los gobiernos locales para mejorar el estado nutricional de los niños y las madres gestantes. En Fernández Alto, lo preside Zenaída Alvarado Agurto y en Fernández Bajo, Rosa Aurita Aguirre Olivos (Sernanp, 2010).
	Asociación de ganaderos y agricultores de Fernández Alto y Bajo	Se comparte entre Tumbes y Piura, y existen más tierras en Piura que en Tumbes. Cuentan con 120 asociados. Las tierras llegan hasta Hierba Buena y cerca de Atas Cadero (Zona Oeste).
	Comité de Ecoturismo de Fernández Alto y Bajo	Presidido por Martin Alvarado Agurto (Sernanp, 2010).
	Comité de Salud de Fernández Alto y Bajo	José Romero Marchan (Sernanp, 2010).
	Club de Caza, Pesca y Turismo de Piura	Organización que promueve y regula la caza deportiva del venado gris.
	Junta Vecinal de Desarrollo (JUVED)	Sus miembros participan en el presupuesto participativo de la municipalidad. Se encuentra activa en Fernández Alto, presidido por Reynaldo Alvarado Carrasco, y en Fernández Bajo, presidido por Felipe Aguirre Arica (Sernanp, 2010).
Instituciones de formación académica	Universidad de Piura (UDEP)	Estudiantes de la UDEP han visitado el CCEA para estudiar.

SECTORES	SUB-SECTORES/ACTORES	DESCRIPCIÓN DEL ACTOR Y PRESENCIA EN LA ZONA
Organizaciones no gubernamentales o Cooperación técnica	Naturaleza y Cultura Internacional (NCI)	Institución sin fines de lucro que está dedicada a la conservación de la diversidad biológica y cultural. Viene trabajando en la zona desde 2006 y en Fernández ha trabajado apoyando al turismo (birdwatching y trekking) a través de la implementación de señalización.
	Fondo Lende Simmons	Fondo canadiense encargado de brindar becas a jóvenes para sus estudios superiores. En Fernández las becas están asignadas principalmente a alumnos que quieran cursar estudios superiores y cubren el 70% del costo total. Los alumnos van a estudiar a Tumbes. Una vez concluidos sus estudios deberían apoyar a nuevos alumnos, sin embargo, no lo hacen.
	Profonanpe (Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú) ¹⁹	Entidad privada sin fines de lucro, especializada en la captación y administración de recursos financieros, destinados a la ejecución de programas y proyectos que contribuyan a la conservación de la biodiversidad, la mitigación y adaptación del cambio climático. Implementaron los Programas de Actividades Económicas Sostenibles (PAES), en el CCEA se implementó un PAES para turismo en el ámbito de Fernández (hace más de 3 años: 2014)
	Pronaturaleza ²⁰	Fundación nacional privada, sin fines de lucro, que tiene como misión ejecutar proyectos financiados por la cooperación internacional y de fuentes nacionales. Hace más de 10 años se realiza trabajo de manejo de bosques en la zona. Responsable: Juan Otivo.
Gobierno central	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Sernanp)	El Sernanp es el organismo del estado que tiene la misión de asegurar la conservación de las Áreas Naturales Protegidas del país, su diversidad biológica y el mantenimiento de sus servicios ambientales. A través de la Jefatura del CCEA, es la encargada del manejo y administración del CCEA.
	Pensión 65 del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis) ²¹	Pensión 65 es un programa que entrega una subvención económica a adultos mayores que superan los 65 años de edad y que viven en extrema pobreza. Se encuentra presente en Bocana sin embargo aún no llega a Fernández y si cuentan con adultos mayores.
	Qali Warma del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis) ²²	Qali Warma es el Programa Nacional de Alimentación Escolar que brinda alimentos a niños y niñas de inicial y primaria de las escuelas públicas de todo el país. Se encuentra presente en el centro poblado de Fernández Bajo.
	Gobierno Regional de Piura	El GoRe de Piura se encuentra presente activamente cuando hay Fenómeno El Niño con víveres.

Fuente: Sernanp (2005), Sernanp (2010) y visita de campo.

¹⁸ Más información en: <http://www.naturalezaycultura.org/spanish/htm/about/about.htm>

¹⁹ Más información en: <http://www.profonanpe.org.pe/conocenos>

²⁰ Más información en: <http://pronaturaleza.org/nosotros/quienes-somos/>

²¹ El Programa Nacional de Asistencia Solidaria, Pensión 65, se creó con la finalidad de otorgar protección a los adultos a partir de los 65 años de edad que carezcan de las condiciones básicas para su subsistencia. Pensión 65 surge como una respuesta del Estado ante la necesidad de brindar protección a un sector especialmente vulnerable de la población, y les entrega una subvención económica de 250 soles bimestrales por persona.

²² El Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma brinda alimentos ricos, variados y nutritivos a niños y niñas de inicial y primaria de las escuelas públicas de todo el país, y de secundaria en las comunidades nativas de la Amazonía peruana, con el fin de mejorar la atención en clases, la asistencia y la permanencia.



Figura 2. Identificación de actores de la localidad Fernández Bajo y Fernández Alto. Elaboración propia.

Tabla 5. Identificación de actores de los Centro Poblado de Jaguay Negro

SECTORES	SUB-SECTORES/ACTORES	DESCRIPCIÓN DEL ACTOR Y PRESENCIA EN LA ZONA
Grupo Campesino Jaguay Negro	Grupo Campesino	Grupo de 160 pobladores de los 22 distintos caseríos comprendidos en la ZA.
Municipalidad de Lancones	Autoridades políticas	Gobierno local donde se encuentra ubicado el Grupo Campesino Jaguay Negro. Aporta productos para el Programa Vaso de Leche (Ruiz y Gonzáles, 2010). Adicionalmente, el gobierno local se encuentra presente cuando hay Fenómeno El Niño con viveres y limpieza de trochas.
Población	Rondas campesinas	Miembros que velan por la seguridad y el orden de la zona, evitando robos por parte de los abigeos.
Instituciones de formación académica	Complejo educativo Cap. José Abelardo Quiñonez	Cuenta con nivel inicial donde se educan 22 alumnos, nivel primario con 63 alumnos y el nivel secundario con aproximadamente 50 alumnos. (Sernanp, 2010)
Organizaciones no gubernamentales o Cooperación técnica	Naturaleza y Cultura Internacional (NCI)	Institución sin fines de lucro que está dedicada a la conservación de la diversidad biológica y cultural. Estuvo trabajando en la zona desde el del 2010 al 2014.
Gobierno central	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Sernanp)	El Sernanp es el organismo del estado que tiene la misión de asegurar la conservación de las Áreas Naturales Protegidas del país, su diversidad biológica y el mantenimiento de sus servicios ambientales. A través de la Jefatura del CCEA, se implementa el manejo y administración del área.
	Pensión 65 del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis).	Pensión 65 es un programa que entrega una subvención económica a adultos mayores que superan los 65 años de edad y que viven en extrema pobreza. Se encuentra activo desde el 2015 en el caserío de Jaguay Negro sin embargo indican que falta hacer un filtro para que llegue a todos los pobladores en pobreza extrema.
	Programa Juntos del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis).	Juntos busca promover el acceso a los servicios de salud y educación de las familias más pobres del país, con el objetivo de generar capital humano. Se encuentra activo desde el 2015 en el caserío de Jaguay Negro sin embargo indican que falta hacer un filtro para que llegue a todos los pobladores en pobreza extrema.
	Qaliwarma del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis).	Qali Warma es el Programa Nacional de Alimentación Escolar que brinda alimentos a niños y niñas de inicial y primaria de las escuelas públicas de todo el país. Se encuentra presente en el caserío de Jaguay Negro desde el 2015.
	Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (Foncodes) ²³	Foncodes financia y gestiona proyectos orientados a la generación de oportunidades económicas sostenibles para los hogares rurales en situación de pobreza y pobreza extrema. En el caserío de Jaguay Negro ha brindado pozos anillados para riego y motores para desgranar maíz. Las acciones de su trabajo se darán entre los años 2016 – 2019.
	Gobierno regional de Piura	El GoRe de Piura se encuentra presente activamente cuando hay Fenómeno El Niño con viveres.
	Agrorural	Desde el 2018 se encuentra realizando reforestación con algarrobo a través de la contratación de personal local.
	PAES	2013 -2014 parcelas de monitoreo

Fuente: Sernanp (2005), Sernanp (2010) y visita de campo.

²³ El Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (Foncodes) es un programa nacional del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis) que trabaja en la generación de mayores oportunidades económicas sostenibles de los hogares rurales pobres extremos, facilitando la articulación entre los actores privados del lado de la demanda y de la oferta de los bienes y servicios que se requieren para fortalecer los emprendimientos de estos hogares, contribuyendo a la reducción de los procesos de exclusión que determinan que estos hogares no puedan articularse a dichos mercados.

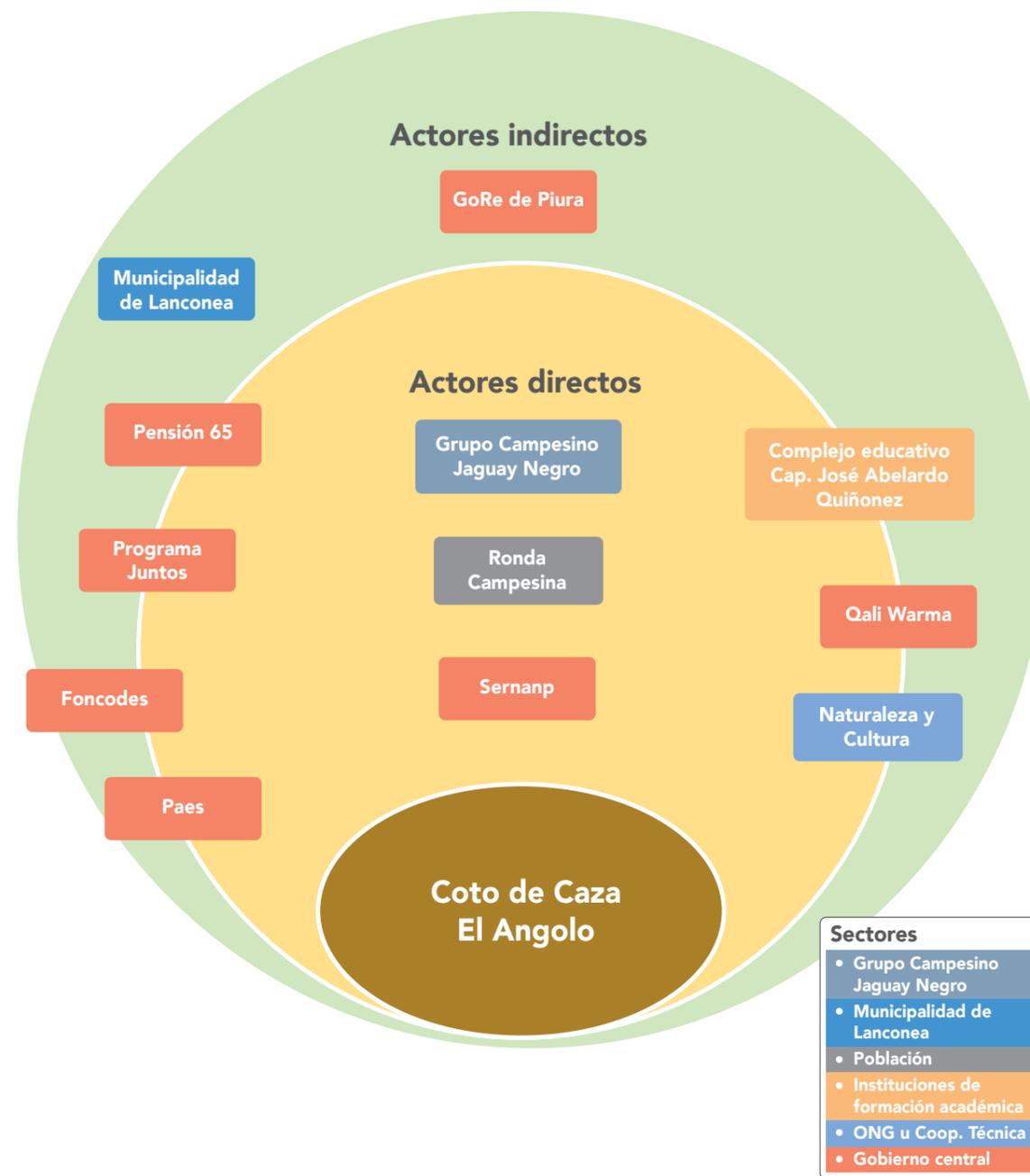


Figura 3. Identificación de actores del Centro Poblado de Jaguay Negro. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Las herramientas participativas (calendario estacional, identificación de hechos históricos e identificación de actores) permitieron identificar los recursos naturales de mayor importancia económica (agricultura, ganadería), así mismo amenazas (fenómeno del niño, sequías) y potenciales soluciones (acuerdos de conservación, planes de siembra) y conocer la zona de amortiguamiento del CCEA.

Asimismo, se identificó que la zona de amortiguamiento del CCEA es vulnerable en cuanto a la disponibilidad del agua, debido a que el Fenómeno El Niño y las sequías son las amenazas de mayor impacto sobre los recursos. También se identificaron los principales actores involucrados en la zona de amortiguamiento del CCEA que influyen de manera directa e indirecta.

La metodología del CVCA permitió el recojo de información y un acercamiento a la realidad de los pobladores de la zona de amortiguamiento del CCEA para la protección de toda la gama de ecosistemas, comunidades y especies y, conseguir que el recurso faunístico aporte al desarrollo económico de las familias y de la región.

REFERENCIAS

CARE Perú, 2010. Manual para el Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática. Lima, 42 pp.

Gobierno Regional Piura, 2013. Estrategia Regional de Cambio Climático – Piura. Proyecto Inversión Pública y Adaptación al Cambio Climático IPACC BMU/GIZ. Piura, 31 pp.

Naturaleza y Cultura Internacional (NCI), 2012. Diagnóstico de la actividad ganadera en el sector Nor-Este del Coto de Caza El Angolo. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - Sernanp. Piura, 27 pp.

Parkswatch, 2004. Parque Nacional Cerros de Amotape. <http://www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=spa&country=per&park=canp&page=thr>

Ruiz, W. & M. Gonzáles, 2010. Diagnóstico Socio Económico del Coto de Caza El Angolo. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - Sernanp. Piura, 41 pp.

Sabogal, A. 2007. Estado actual de la investigación sobre Ipomoea carnea: toxicidad en ganado caprino. Pontificia Universidad Católica del Perú. En: Revista de QUÍMICA Enero - Diciembre 2007.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2005. Plan Maestro del Coto de Caza El Angolo 2005 – 2009. Lima, 87 pp.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2010. Diagnóstico Socio Económico del Coto de Caza El Angolo”. Lima

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2011. Informe N° 005-2011-SERNANP-CCEA/CJVG. Diagnóstico de actividad agrícola dentro del CCEA – Sector Fernández.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2014. Informe N° 016-2014-SERNANP-CCEA-ZRI/CJVG. Informe sobre aprovechamiento de árboles muertos caídos dentro del CCEA.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2015. Informe N° 32-2015-SERNANP-CCEA-ZRI/CJVG. Informe técnico de evaluación del acuerdo de actividad menor 01-2014-SERNANP-J-CCEA para su renovación.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Sernanp, 2016. Informe N° 24-2016-SERNANP-CCEA-ZRI/CJVG. Informe solicitud de formalización para aprovechamiento del recurso forraje natural en el sector Noroeste del CCEA.



Flora de la zona de amortiguamiento del CCEA.



Instituto Geofísico del Perú

Calle Badajoz 169, Urb. Mayorazgo IV Etapa,
Ate, Lima, Perú

Central Telefónica: (511) 317 2300

<http://www.igp.gob.pe>

 <http://www.facebook.com/igp.peru>

 http://twitter.com/igp_peru

 https://www.youtube.com/c/igp_videos

ISBN: 978-612-47606-6-2



9 786124 760662