



Zonificación de unidades productivas con el uso de herramientas satelitales y actividades de formación interdisciplinar

Satellite based method and interdisciplinary training for production units identification

Sergio Andrés Orduz Tovar

Microbiólogo Industrial
Instructor
sorduz@sena.edu.co

Diego Mauricio Quintero Valenzuela

Profesional en Mercadeo y Publicidad
Instructor
dmquintero68@misena.edu.co

Yoly Dayana Moreno Ortega

Biólogo
Instructor
ydmoreno@sena.edu.co

Diego Andrés Méndez Pastrana

Ing. Electrónico
Instructor
damendez4@misena.edu.co

William Alexis Ochoa Medina

Ing. Agrónomo
Instructor
waochoa5@misena.edu.co

Diego Emir Portilla Portilla

Profesional en Mercado
Internacionales
Instructor
diegoportilla@misena.edu.co

Servicio Nacional de Aprendizaje
SENA Regional Huila
Centro de Formación Agroindustrial
La Angostura



Resumen

Las nuevas herramientas tecnológicas permiten el desarrollo de propuestas integrales para actividades formativas e investigativas, las imágenes satelitales cumplen un papel de relevancia en estudios de agricultura de precisión y aprovechamiento de zonas productivas en cualquier parte del país. El Centro de Formación Agroindustrial La Angostura cuenta con diferentes áreas productivas pero no son claramente identificadas en mapas y se carece además de estrategia de divulgación para su aprovechamiento, sobre todo contemplando las diferentes titulaciones que cursan actividades de formación en el Centro. El objetivo del presente estudio fue usar tecnologías satelitales como herramienta para zonificar el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura mediante trabajo interdisciplinar.

Para ello, se solicitó una imagen satelital multiespectral de alta resolución del centro de formación y así identificar las unidades productivas según las zonas de interés; posteriormente se realizó levantamiento de polígonos de unidades menores usando equipos de GPS esta información fue digitalizada en la imagen satelital. Paralelamente, para cada unidad identificada se realizó registro fotográfico con el fin de tener imágenes representativas que describieran la unidad en mención, con toda esta información se formó un archivo para visualización en programas especializados de sistema de información geográfica y un aplicativo web 2.0 de libre acceso donde se puede visualizar la información registrada, para así acceder a la información con fines de divulgación y promoción. En total se identificaron cuatro zonas

(ambiental, pecuaria, agrícola y edificaciones) que representan 41 polígonos de los cuales el 60% son unidades productivas no administrativas, todas las unidades fueron digitalizadas mediante archivos especializados para su consulta y gestión para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias de precisión, ya que están georreferenciadas y demarcadas en el sistema de información geográfica utilizado, además se realizó el registro fotográfico necesario para planes de divulgación, el cual se estableció mediante el aplicativo web desarrollado. Se logró implementar una metodología interdisciplinar al aplicar herramientas transversales, la cual permitió establecer la zonificación del centro de formación para disponer planes de aprovechamiento del suelo y los recursos naturales.

Palabras claves:

Agricultura de precisión, procesos productivos, agrinformática, zonificación, imágenes satelitales, unidades productivas

Abstract

New technological tools allow the development of integral proposals for professional training and research activities; satellite images play an important role in studies of precision agriculture and use of productive areas anywhere in the country. Agroindustrial Training Center "La Angostura" has different productive areas but they are not clearly identified on maps and there is not a clear strategy of divulgation for its use, especially considering apprentices who attend different development programs at the Training Center. The aim of this

study was to use satellite technologies as a tool for zoning the Agroindustrial Training Center "La Angostura" through interdisciplinary work.

For this, a high resolution multi-spectral satellite image of the Training Center was requested to identify the productive units according to areas of interest, and then a processing of polygons of smaller units using GPS equipment was conducted, this information was digitized in the satellite photo. At the same time, for each identified unit, photographic record was made in order to have representative images to describe the unit in question, with all this information a file was created for viewing such specialized programs of geographical information system and a free access web 2.0 application which is used to view the information registered, in order to access to information for the purpose of divulgation and promotion of the Training Center. 4 Zones were identified altogether (environmental, livestock, agricultural and buildings) representing 41 polygons, 60% of the polygons are productive units not administrative, all units were digitalized using specialized archives for consultation and management to develop agricultural activities and precision livestock as they are georeferenced and demarcated in the geographic information system, in addition to the photographic record required to divulgation plans which was established by the web application. It was possible to implement an interdisciplinary approach using crossed tools that allowed zoning of the Training Center to establish plans for land use and natural resources.

Keywords:

precision farming, productive processes, agroinformatic.

Introducción

La identificación de unidades productivas es parte del proceso de mejoramiento de cualquier empresa; el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura (CEFA) ubicado en el departamento del Huila (Colombia), se caracteriza por poseer diferentes zonas de producción entre las cuales están áreas agrícolas, pecuarias, ambientales y edificaciones funcionales, todas con unidades productivas específicas las cuales varían en área, extensión y utilización según programación productiva del centro de formación.

Dado que el centro de formación cuenta con 250 ha, de las cuales 80 son productivas, es importante identificar las áreas productivas para procesos de optimización. Sin embargo, es necesario abarcar la mayor área con herramientas que permitan coberturas de estudio con la eficiencia necesaria; dentro de

estas, las fotografías aéreas y las imágenes satelitales son opciones viables. No obstante, las primeras se caracterizan por ser solo la representación en una imagen, mientras que las segundas son el producto del análisis de diferentes bandas de luz, lo cual permite el análisis de las imágenes en diferentes niveles y con coberturas que pueden ser mínimo de 25 Km², según las características de estas (Orduz, 2014).

Las imágenes satelitales, además, pueden tener diferentes resoluciones, aspecto importante para estudios detallados; el uso de sensores como IKONOS permiten imágenes con resolución media de 0.85 m de hasta 0.5 m por pixel lo que hace posible evaluar problemáticas como la erosibilidad, identificada en zonas productivas agrícolas o fuentes hídricas como ríos y lagos, y su efecto en la erosión del terreno, entre otras, dada la cantidad de bandas espectrales que esta posee (Orduz, 2014;

Svoray & Atkinson, 2013; Wang, et al., 2011).

Con fines de optimización y conocimiento general de áreas productivas, independiente de su objetivo (formación, producción, rentabilidad) el uso de imágenes satelitales, en conjunto con actividades de diferente tipo, se puede establecer la zonificación de áreas para detallar que tipo de actividades se realizan, es por esto que el objetivo del presente estudio fue establecer la zonificación del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura por medio de imágenes satelitales, para fortalecer la producción y las actividades formativas que se realizan en el centro de formación.

1. Materiales y Métodos

Identificación del área de estudio

El área de estudio para aplicar la zonificación fue el Centro

de Formación Agroindustrial La Angostura, ubicado en el municipio de Campoalegre (Huila), en las coordenadas decimales(2.6150; -75.3585) que cuenta con áreas de producción pecuaria, agrícola, ambiental y edificaciones, lo cual es la opción para la implementación de actividades asociadas a la agricultura de precisión, zonificación y estudio de áreas con algún tipo de producción.

Imágenes satelitales

Se realizó la solicitud de imágenes satelitales de color natural y cuatro bandas espectrales (azul, verde, rojo e infrarrojo cercano) con resolución espacial de 0.5 m por pixel, capturadas con el sensor IKONOS. La fecha de la imagen fue del rango de tiempo entre noviembre de 2013 y julio de 2014, según disponibilidad del proveedor, donde la cobertura de nubes fuese menor a 30% y el centro de formación estuviese en el centro de la imagen; dadas las condiciones mínimas

del sensor seleccionado, el área mínima de estudio fue de 25 Km² partiendo del hecho de que esta incluyera la totalidad del centro de formación.

Identificación de unidades productivas

Como medida inicial, los instructores encargados de las áreas o relacionados con estas, identificaron las unidades productivas ambientales, pecuarias, agrícolas y edificaciones. Posteriormente con un GPS Nautiluz X7 se realizó el levantamiento de polígonos asociados a zonas productivas de menor área. Las unidades cuyas dimensiones eran mayores de 100 m² fueron identificadas sobre la imagen satelital; posteriormente fueron creados shapes que incluían los polígonos de las unidades productivas para cada una de las áreas de estudio, esto con el fin de geo posicionar cada una de las unidades en la imagen satelital del centro de formación, el

procesamiento de los polígonos fue realizado con el software QGIS vr 2.6.

Cada una de las unidades productivas agrícolas del centro de formación se identificaron de acuerdo con su uso más generalizado, definido a partir del establecimiento de distintos tipos de cultivos, ya sea transitorio, permanente o semipermanente. Así mismo, para su identificación se definió el sistema de producción usado en la unidad productiva.

Registro de zonas productivas

Una vez identificadas las unidades productivas y zonificadas en la imagen satelital, se procedió a establecer un registro fotográfico y descripción de cada una de estas, para ello se consultó a las personas encargadas de cada unidad, todo el registro fotográfico se realizó a un tamaño de 1,500 pixeles con

una cámara digital Sony Alpha A290 SLR y lentes de 18-55 mm del centro de formación; en total se realizó el registro de 97 fotografías de forma objetiva en cada área de producción, dicho registro se llevó a cabo durante un mes.

Para el caso de la unidad productiva asociada a aves en el centro de formación, y dado que el registro de este tipo de especies es de difícil realización, se procedió con un proceso de observación y posterior identificación usando las claves taxonómicas propuestas por McMullan y col (2011), el registro documental se hizo mediante dibujos de las aves identificadas usando como modelo fotos de acceso libre on-line (Arango, 2014; Calderón, 2011; Ceballos, 2014; Onofre, 2010), cada uno de estos fueron desarrollados por aprendices, seleccionados mediante el Primer Concurso de Dibujo de Fauna (aves) que se realizó en el centro de formación.

Identificación de zonas erosivas

Con el fin de establecer zonas con problemas de erosión, se usó como medida indirecta el Índice Normalizado de Cobertura Vegetal (NDVI, por sus siglas en inglés) (Bhandari, et al., 2012). Para ello se procesó la imagen usando las tres bandas espectrales necesarias para determinar el índice de cobertura vegetal al usar la ecuación requerida para dicho fin (Ecuación 1) y al utilizar el software QGIS v2.6 para procesamiento. De esta manera, determinar aquellas áreas no productivas con bajo índice de cobertura vegetal y por tanto con problemas de erosión.

$$RNDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}$$

Ecuación para el procesamiento del Índice Normalizado de Cobertura Vegetal (NDVI, por sus siglas en inglés). NIR se refiere al infrarrojo cercano y

RED la banda 3 (600-700 nm) (Bhandari, et al., 2012).

Desarrollo de la plataforma de visualización

Dado que toda la información generada con los shapes es visible en softwares especializados, es necesario establecer plataformas para su estudio con acceso a todo público; por ello, el grupo de información tecnológica desarrolló una herramienta en la cual se puede acceder a toda la información descriptiva de cada unidad productiva. Por tanto, bajo una herramienta web 2.0 de libre acceso, usando una base de datos implementada en MySQL.

El lenguaje de programación seleccionado fue PHP 5.6 bajo el patrón de diseño MVC (Modelo, Vista, Controlador) al usar marcos y utilidades como JQUERY, BOOTSTRAP, la API de Google Earth y datatable. En este se registró las georreferencias,

las zonas productivas (Google, 2015), dicha información se colocó en el blog del centro de formación para su visualización, donde se identifica las unidades productivas, la descripción de cada una de estas y una fotografía como referencia.

2. Resultados y Discusión

2.1 Identificación de unidades productivas

El Centro de Formación Agroindustrial La Angostura está ubicado en la zona centro del departamento de Huila, municipio de Campoalegre, (Colombia) a 38 Km de la capital, Neiva, colinda con el río Neiva y se ubica en la zona centro del valle del Magdalena entre las cordilleras central y oriental. Dada su ubicación, características ambientales, el ecosistema predominante es bosque seco tropical (Bs-t) a 620 m sobre el nivel del mar con temperaturas medias de

27°C y precipitaciones promedio anual de 1, 300 a 1,800 mm (Espinal, 1977).

En el centro de formación se identificaron en total cuatro zonas (ambiental, pecuaria, agrícola y edificaciones) que

representan 41 polígonos de los cuales el 60% son unidades productivas no administrativas, el restante corresponde a unidades productivas activas en áreas agropecuarias y de manejo de biodiversidad (Figura 1).

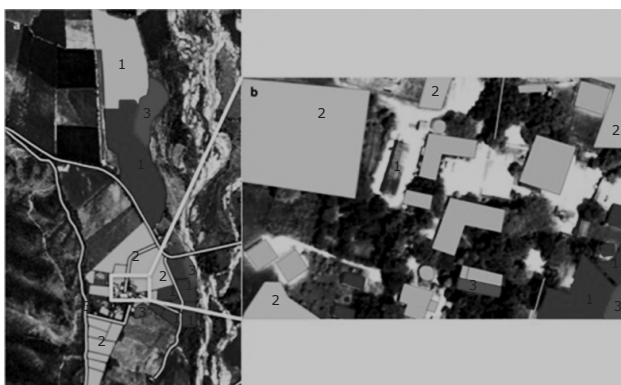


Figura 1. Identificación de todas las unidades productivas en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, Huila, Colombia. a) Identificación de zonas pecuarias (1), agrícolas (2) y ambientales (3), escala 1:11,800 y; b) identificación de edificaciones (4) escala 1:1,400.

La clasificación de las unidades productivas, con la correspondiente identificación y asignación de las mismas, estableció parámetros descriptivos permitiendo generar

la matriz de caracterización de las unidades, las cuales se describen con detalle en la plataforma web diseñada. En la Tabla 1 se establece algunos ejemplos de las unidades en

donde se indica cuál es la función de la unidad, esta actividad es vital para el reconocimiento de todo el centro de formación lo que resultó ventajas formativas para la comunidad SENA y académicas externas puesto

que contextualiza de maneja gráfica y concisa las actividades que se realizan en el marco de la producción de centro, así como la formación interdisciplinar que allí se realiza.

Tabla 1. Identificación, descripción y registro fotográfico de las unidades productivas del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura. Se muestran como ejemplo solo una unidad productiva por zona reconocida.

Zona Productiva	Unidad Productiva	Descripción	Foto
EDIFICACIÓN	La casona	Casa colonial donde están localizadas las oficinas administrativas como Coordinación académica, Oficina jurídica, Oficina de contratación de talento humano, entre otras, además en el extremo oriental se puede acceder al servicio de restaurante.	
PECUARIA	Ovinos	Esta unidad tiene como propósito fundamental criar, producir y el mejoramiento de razas con fines productivos; todo bajo los más altos estándares de calidad. El aprendiz tiene la posibilidad de interactuar con las diferentes especies y modelos de cría y formulación de dietas alternativas como ensilaje, forrajes y la división de pastoreo rotacional.	

AGRÍCOLA	Cereales	Esta unidad cuenta con 22 hectáreas que son destinadas para el establecimiento de cultivos de arroz y maíz en ciclos rotatorios según la demanda formativa. Para su manejo, se involucran tanto los trabajadores de campo y aprendices, los cuales interactúan en un ambiente real para alcanzar tanto competencias agrícolas como administrativas.	
AMBIENTAL	Abonos Orgánicos	Esta unidad se encarga de recepcionar y transformar o reciclados los residuos sólidos generados en las diferentes unidades productivas del centro de formación. El principal proceso usado en la transformación de los residuos sólidos orgánicos es el compostaje el cual es aprovechado como fertilizante en otras unidades productivas.	

Edificaciones

Inicialmente en las zonas de edificaciones se identificaron 12 unidades productivas entre las cuales se destacan la Subdirección, Bienestar Aprendices, Oficina de Empleo, Unidad de información técnica

(Biblioteca y Bilingüismo), Estación de café, punto de venta, Internado y Tecnoparque (Figura 2), aunque todos son considerados ambientes de formación, fueron discriminados con los nombres para su diferenciación y localización.

Zona Pecuaria

Las unidades pecuarias identificadas fueron siete entre las cuales se encuentran: bovinos, ovinos, porcicultura, avicultura, cunicultura, apicultura y piscicultura, siendo esta última una unidad nueva que está por iniciar actividades (Figura 3).

Es importante resaltar que en todas las unidades se pueden realizar actividades asociadas a la formación, además, son una herramienta en la cual se aplican y practican normatividades asociadas a la seguridad sanitaria y protección animal acorde a la normatividad nacional vigente (ICA, 2015).



Figura 2. Identificación de las edificación del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura; donde: 1) Internado, 2) Aulas, 3) Estación de café, 4) Subdirección, 5) Agencia Pública de Empleo, 6) Unidad de información técnica, 7) SENA Empresa, 8) Casona, 9) Auditorio, 10) Agroindustria, 11) Laboratorio de ciencias básicas, 12) Tecnoparque, 13) Invernadero. La escala de la imagen es 1:1000.

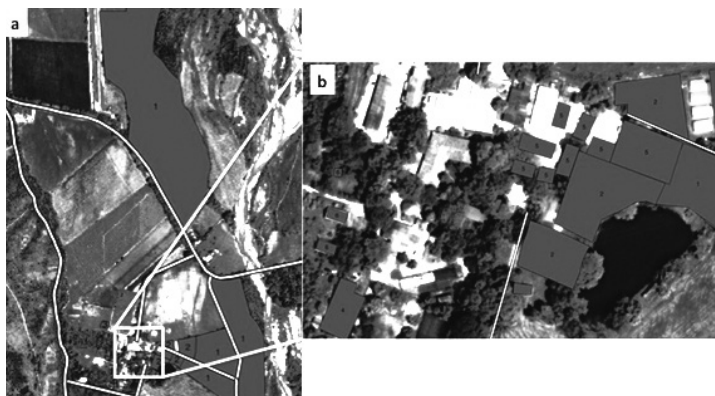


Figura 3. Identificación de unidades productivas pecuarias en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura. 1) Zona de pastoreo, 2) Ovinos, 3) Piscícola, 4) Piscícola Escala 1:7,000 y; b) 5) Establecimiento de ganadería y 6) Avicultura 1:800

Zonas Agrícolas

La identificación de las unidades permitió establecer que se cuenta con cultivos transitorios como cereales (arroz o maíz) y frutales (como cucurbitáceas) establecidos como monocultivos; además, se identificaron cultivos permanentes como frutales (mango, cacao, guanábana y cítricos) establecidos en monocultivos. El centro de formación también dedica actividades al desarrollo de cultivos permanentes asociados

con otras especies vegetales (café, plátano, arbóreos o cacao, papaya) y cultivos semipermanentes establecidos en monocultivo como Ananas comosus (nombre común piña), Passiflora edulis (maracuyá) y Passiflora maliformis (cholupa).

Entre las unidades agrícolas identificadas estaban cítricos (vivero y producción), cacao (producción variada), mango, guanábana, café, cereales, frutas y hortalizas; e invernadero, para un total

de 16 unidades productivas (Figura 4). Estas actividades posicionan al Centro de Formación Agroindustrial La Angostura y se convierte en un referente a nivel regional y nacional, tanto para formar el recurso humano calificado

bajo ambientes de formación constituidos por cultivos de alta importancia económica; como para el desarrollo de proyectos investigativos en cultivos ubicados en una zona edafoclimática representativa del valle alto del río Magdalena.



Figura 4. Unidades productivas del área agrícola en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, son identifican las unidades 1) Producción variada, 2) Café, 3) Guanábana, 4) Mango, 5) Cacao, 6) Cítricos, 7) Vivero, 8) Fruhor y hortalizas y 9) Cereales. Escala de la imagen 1:8,000.

Zonas ambientales

Las zonas ambientales son muy importantes para el centro pues muchas de sus actividades

formativas están encaminadas hacia esta área, existen por tanto actividades como producción de abonos orgánicos, el cual usa los mismos residuos orgánicos

producidos en centro ya que se conoce que el procesamiento de estos puede generar abonos orgánicos (Raj & Antil, 2011; Weber et al., 2007), por ello son procesados mediante compostaje, lombricultivo o como en la unidad de biofábrica que produce insumos líquidos asociados a fertilizantes para otros cultivos, especialmente los desarrollados en la unidad de hortalizas. Sin embargo, en la actualidad se encuentra en

procesos de estandarización en la producción de la unidad. Adicionalmente se cuenta con dos áreas para cuidado forestal, los cuales colindan con el río Neiva (Figura 5), el centro de formación cuenta también con un lago usado principalmente como ambiente de práctica ambiental y manejo de recurso hídrico lo cual fortalece actividades formativas asociadas a programas ambientales y agropecuarios.



Figura 5. Unidades del área ambiental del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, Huila, Colombia, son identifican las unidades 1) Avistamiento de aves, 2) Abono orgánicos, 3) Vivero forestal, 4) Biofábrica, 5) Lagos, 6) Reserva forestal. Escala de la imagen 1:2,300.

Unidades compartidas

Existen unidades que son compartidas por las áreas, por ejemplo, la zona de producción de abonos es una edificación creada en el centro pero se clasificó en la unidad ambiental dado que su finalidad es producción de compost, es decir, generar abonos orgánicos a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mismo centro, esto dado que la transformación de los residuos, bajo condiciones controladas, permite la producción de abono para ser usado en unidades agrícolas para el mejoramiento de agregados o condiciones químicas favorables para la producción requerida (Baffi et al., 2007; Daynes, et al., 2012), en la actualidad, la producción de este abono promedio es de 500 Kg al mes, sin embargo, en algunos meses la producción puede ser de hasta tres toneladas según sea la ocupación en el centro de formación. Otra unidad,

que hace parte de las edificaciones es la Avícola, cuyo énfasis es la producción de huevos y aves para engorde, lo cual permite el desarrollo de la formación acorde a los requerimientos sanitarios y productivos.

Observación de aves en el Centro de Formación

De acuerdo con la metodología de observación empleada para el inventario de aves en la unidad del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, se identificaron 31 especies de aves que contribuyen a la riqueza natural del centro de formación; según la taxonomía el orden Passeriformes registra la mayor abundancia (45%) (Figura 6a), así como la familia Tyrannidae (17%) (Figura 6a). Esta observación estuvo limitada por la zona de estudio, el tipo de vegetación del área de estudio se caracterizó por doseles de altos (12-15 m) y el ecosistema característico (Bosque seco tropical), por ello aves como *Machotornis rixosa*

y *Pitangus sulphuratus* son ejemplo típico de la zona. Es necesario incrementar el área de estudio el cual está limitado a una unidad productiva definida (Figura 6) de esta manera tener mayor representatividad de las

especies que son observadas; además, dada la limitación temporal, adicionalmente se establecerán observaciones de aves migratorias en el centro de formación lo cual incrementará las especies observadas.

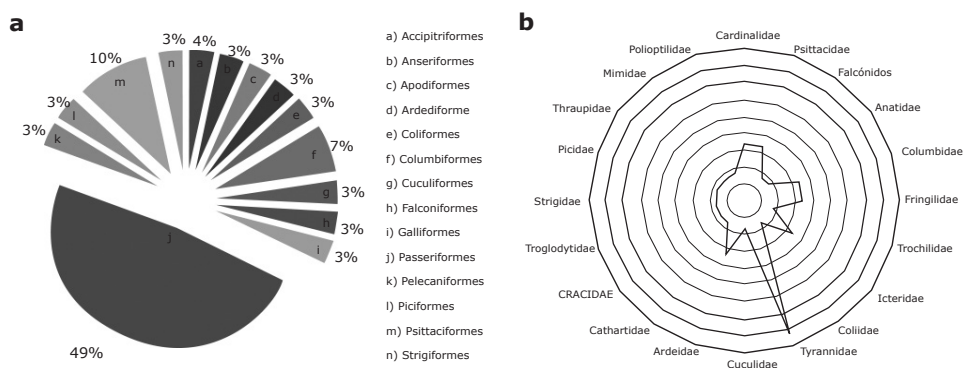


Figura 6. Abundancia relativa de órdenes (a) y familiar (b) de especies de aves observadas en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura. Las observaciones se realizaron en la zona productiva aves del área ambiental

La estrategia de observación y registro mediante dibujos, usando fotos de referencia fue exitosa; hasta el momento el registro completa 20 ejemplares (Figura 7) los cuales fueron relacionados hasta nivel de especies, apoyándose con

los registros de acceso libre. En esta metodología, aunque no se registra la especie observada pero se permite que las actividades formativas vinculen de manera activa a los aprendices para la observación y el registro documental de

dichas especies, lo cual favorece la asimilación de conocimientos mientras se efectúa la zonificación e inventario de flora y fauna que se realiza en el centro de formación.

Identificación de zonas erosivas

Dado el problema de desertificación que afronta el país, el centro de formación se enfoca en identificar las zonas desertificadas para así establecer planes de restauración y/o recuperación, el

cual es apoyado por aprendices de titulaciones ambientales. En total fueron identificadas dos áreas prioritarias donde el Índice Normalizado de Cobertura Vegetal se encuentran entre 0.444 y 0.532, además de estar clasificados como unidades productivas existentes (Bargiel, et al., 2013; Bhandari et al., 2012) (Figura 9), es importante resaltar que existen áreas con NDVI menores a los indicados pero corresponde a fuentes hídricas o en su defecto son zonas agrícolas en producción.

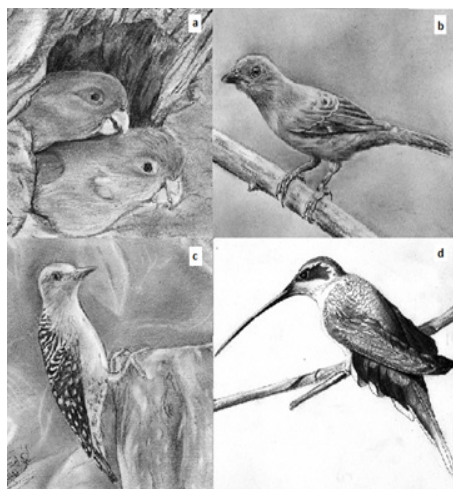


Figura 7. Registro en dibujos de las aves identificadas en el Centro de Formación Agroindustrial La Angostura: a) *Forpus conspicilla*, b) *Thraupis palmarum*, c) *Thraupis palmarum*, d) *Phaethornis syrmatorhynchus*. Las aves fueron observadas en el centro, pero el modelo para el dibujo se tomó de fotografías de acceso libre (Arango, 2014; Calderón, 2011; Ceballos, 2014; Onofre, 2010), los dibujos a y d fueron realizados por Cardozo (2015); y, b y c por Trujillo (2015).



Figura 8. Índice Normalizado de Cobertura Vegetal del área productiva del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, Huila, Colombia. Los polígonos en azul son aquellos caracterizados como zonas impactadas por erosión y que no son áreas productivas. Escala de la imagen 1:11,800.

Desarrollo plataforma de visualización

La herramienta creada por el programa de formación dedicada a este fin se denominó CEFA-MAPS y actualmente es accesible desde la red SENA a través del Sistema Interno de Aplicaciones para Administración de Centro,

en desarrollo. (SICEFA) Esta herramienta permite que el público en general pueda observar las zonas en un mapa interactivo y conocer para cada unidad la descripción general de esta junto con una foto de referencia (Figura 10). Herramientas similares no han sido implementadas en los centros de formación donde se integre imágenes satelitales y herramientas web, la información puede orientar a las personas que no conocen el centro de formación, además, permitirá establecer lineamientos y actividades productivas de manera integrada. Sin embargo, la zonificación si es realizada por entes territoriales para estudios de cobertura vegetal o problemáticas ambientales (Cong et al., 2012; Vrieling, 2006), esta metodología puede ser usada como estrategia de divulgación de servicios y capacidad formativa del centro de formación.



Figura 9. Plataforma CEFA MAPS generada para el acceso a la información de zonificación de manera libre. La plataforma solo puede ser observada desde la red SENA, directamente en el blog del centro de formación.

3. Conclusión

Las actividades interdisciplinarias son una de las estrategias para el desarrollo de acciones productivas, se realizó la zonificación del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura, Huila (Colombia), usando herramientas satelitales, detallando las áreas productivas y describiendo cada una de estas; además, el desarrollo de la herramienta Web permite que el acceso a la información no se restrinja a

software especializados, si no que pueda ser consultado por la comunidad en general. Esta metodología puede ser usada para la identificación de zonas productivas en diferentes centros, además podría ser también implementada para identificar unidades productivas requeridas en municipios de cualquier departamento, lo que facilitaría los planes productivos y mejoraría, mediante agricultura de precisión y apoyo de profesionales de diferentes áreas, proyecciones para manejo

de suelos de acuerdo con los requerimientos del mercado.

4. Agradecimientos

A Mariluz Montano Estrada del programa Tecnólogo Producción Agropecuaria Ecológica y quien en su etapa productiva colaboró en la obtención de la información de georeferencias de algunas unidades productivas; además, a las aprendices María Fernanda Gómez Roa, Crisleiny Yomara Nañez Murcia y Karina Paola Lesmes López, de la titulación Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información cuyo aporte fue indispensable para el desarrollo de la herramienta web donde se maneja la información; por último, a Yuly Alexandra Salinas del Tecnólogo en Recursos Naturales por el apoyo en la identificación de zonas erosionadas del centro de formación.

Bibliografía

- Arango, J. (2014). Forpus conspicilla. flickriver. Retrieved February 20, 2015, from <http://www.flickriver.com/photos/jjarango/15316046433/>.
- Baffi, C., Dell'Abate, M. T., Nassisi, A., Silva, S., Benedetti, A., Genevini, P. L., & Adani, F. (2007). Determination of biological stability in compost: A comparison of methodologies. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(6), 1284–1293. doi:10.1016/j.soilbio.2006.12.004.
- Bargiel, D., Herrmann, S., & Jadczyzyn, J. (2013). Using high-resolution radar images to determine vegetation cover for soil erosion assessments. *Journal of Environmental Management*, 124, 82–90. doi:10.1016/j.jenvman.2013.03.049.
- Bhandari, K., Kumar, A., & Singh, G. K. (2012). Feature

- Extraction using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): A Case Study of Jabalpur City. *Procedia Technology*, 6, 612–621. doi:10.1016/j.protcy.2012.10.074
- Calderón, D. (2011). *Melanerpes rubricapillus*. Universidad ICESI. Retrieved February 20, 2015, from http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Carpintero+Habado.
- Ceballos, A. (2014). *Thraupis palmarum*. flickr. Retrieved February 20, 2015, from <https://www.flickr.com/photos/jaceballos/12833343203>.
- Cong, N., Piao, S., Chen, A., Wang, X., Lin, X., Chen, S., ... Zhang, X. (2012). Spring vegetation green- up date in China inferred from SPOT NDVI data: A multiple model analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*, 165, 104–113. doi:10.1016/j.agrformet.2012.06.009.
- Daynes, C. N., Zhang, N., Saleeba, J. a., & McGee, P. a. (2012). Soil aggregates formed in vitro by saprotrophic Trichocomaceae have transient water-stability. *Soil Biology and Biochemistry*, 48, 151--161. doi:10.1016/j.soilbio.2012.01.010.
- Espinal, L. (1977). Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia: memoria explicativa sobre el mapa ecológico, Volumen 1. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Ed.). Bogotá D.C: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Google. (2015). Google Earth. Retrieved from <https://www.google.com/earth/>.
- ICA. (2015). Instituto Colombiano Agropecuario. Retrieved June 6, 2015, from <http://www.ica.gov.co>.
- McMullan, M., Quevedo, A., & Donegan, T. M. (2011). Guía de

Campo de las Aves de Colombia.
Fundación ProAves, Bogotá.

Onofre, A. (2010). Forpus
conspicilla. flickriver. Retrieved
February 20, 2015, from
[https://www.flickr.com/photos/
celiaurora/4482035517/in/
photostream/](https://www.flickr.com/photos/celiaurora/4482035517/in/photostream/).

Orduz, S. (2014). Herramientas
para manejo de suelos: desde el
espacio hasta el subsuelo. (Sílabo
Editores SAS, Ed.) (1st ed.).
Campoalegre (Huila): Centro
de Formación agroindustrial La
Angostura, Servicio Nacional
de Aprendizaje - Sistema de
Investigación, Desarrollo e
Innovación SENNOVA.

Raj, D., & Antil, R. S. (2011).
Evaluation of maturity and
stability parameters of composts
prepared from agro-industrial
wastes. Bioresource Technology,
102(3), 2868–73. doi:10.1016/j.
biortech.2010.10.077.

Svoray, T., & Atkinson, P. M.
(2013). Geoinformatics and

water - erosion processes.
Geomorphology, 183, 1–4. doi:
10.1016/j.geomorph.2012.10.001.

Vrieling, A. (2006). Satellite
remote sensing for water
erosion assessment: A review.
Catena, 65, 2-18. doi:10.1016/j.
catena.2005.10.005.

Wang, J. X., Wen, J., & Zhang,
F. (2011). Investigate research
of soil erosion base on IKONOS
and landsat images in Jinning.
Procedia Engineering, 15,
1345–1349. doi:10.1016/j.
proeng.2011.08.249.

Weber, J., Karczewska, Drozd,
J., Licznar, M., Licznar, S.,
Jamroz, E., & Kocowicz, (2007).
Agricultural and ecological
aspects of a sandy soil as affected
by the application of municipal
solid waste composts. Soil
Biology and Biochemistry, 39(6),
1294–1302. doi:10.1016/j.
soilbio.2006.12.005