

**VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA Y SU UTILIDAD EN LA GESTIÓN DE LA
AGROPRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS.**

**"THE VIEWER OF THE VIDA TASK'S SDI AND ITS USEFULNESS IN MANAGING
SOIL AGROPRODUCTIVITY"**

MSc Enardo Pena Alonso. (1)

Dr.C. José Luis Capote Fernández. (2) Dr.C.

Rafael Cruz Iglesias. (3)

MSc. Luis Orlando Pichardo Moya. (4)

1. Agencia GEOMIX GEOCUBA IC Manicaragua, Cuba, enardopena@gmail.com
2. Agencia GEOMIX GEOCUBA IC Manicaragua, josel.capote@gmail.com
3. Agencia GEOMIX GEOCUBA IC Manicaragua, rcruz@geomix.geocuba.cu
4. Delegación Provincial del CITMA en Villa Clara pichardo@dcitma.vcl.cu

RESUMEN.

La necesidad de socializar los modelos de gestión agroproductiva de los suelos a todos los niveles, desde el productor hasta los decisores, resulta de alta prioridad para extender el conocimiento de estos resultados en todo el territorio nacional y su introducción en la práctica productiva. Las posibilidades que brindan las técnicas de Infraestructuras de Datos Geoespaciales, (IDE's) y los visores de mapas WEB, sin dudas se convierten en herramientas muy actuales y necesarias para aumentar exponencialmente la difusión de conocimientos expresados en mapas con mayor rapidez, alcance y poder de análisis, accediendo a ellos desde un móvil, tablet o computadora personal con cobertura de datos.

La clasificación agroproductiva es la unificación de los conocimientos sobre el potencial de los suelos en un sistema específico para cada cultivo; la cual establece la relación entre la unidad de clasificación y el rendimiento potencial del cultivo. Desde el momento en que se evalúan las posibilidades de plantar o no determinada especie agropecuaria, se lleva a cabo una actividad evaluativa, usando como criterio su nivel de adaptabilidad a los 10 cultivos más importantes, (plátano, tomate, frijol, café, pasto, tabaco, papa, arroz, cítrico y caña), representa un amplio diapason de requerimientos edafológicos. La clasificación se basa en el mapa escala 1:25 000, y se evalúa la aptitud de cada tipo de suelos frente a cada especie agrícola, según 4 categorías y un modificador según el factor limitante local, señalado por la variedad de suelo y específico de cada cultivo, determinando también la categoría general de cada contorno de suelo.

Para ello nos trazamos como objetivo publicar en el VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA los resultados de la creación del Modelo de Agroproductividad de los Suelos, el cual posibilitará obtener las categorías agroproductivas de los suelos para cada cultivo específico y la categoría

general para los 10 cultivos principales. GEOPORTAL: VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA, (<https://idevida.geocuba.cu/visor>).

Se publican entre otros, el mapa de suelos a escala 1:25000 con los resultados por categoría de agroproductividad de cada polígono de suelos para 31 cultivos específicos, agroproductividad general para los 10 cultivos más importantes, aptitud de los suelos (muy productivos o poco productivos), recomendaciones (si son aptos o no, para cuántos cultivos, limitaciones), porciento de rendimiento, medidas de mejoramiento de los suelos, factores que limitan el desarrollo de los cultivos y los tipos y subtipos de suelos.

Palabras Clave: Infraestructura de datos espaciales, agroproductividad de los suelos, factores que limitan el desarrollo de los suelos, servicio WPS.

ABSTRACT.

The need to socialize agroproductive soil management models at all levels, from the producer to decision-makers, is a high priority to extend knowledge of these results throughout the national territory and their introduction into productive practice. The possibilities offered by Geospatial Data Infrastructure techniques (IDE's) and WEB map viewers undoubtedly become very current and necessary tools to exponentially increase the dissemination of knowledge expressed in maps with greater speed, scope and analysis power, accessing them from a mobile phone, tablet or personal computer with data coverage.

The agroproductive classification is the unification of knowledge about the potential of soils in a specific system for each crop; which establishes the relationship between the classification unit and the potential yield of the crop. From the moment in which the possibilities of planting or not planting a certain agricultural species are evaluated, an evaluative activity is carried out, using as criteria its level of adaptability to the 10 most important crops (banana, tomato, beans, coffee, grass, tobacco, potato, rice, citrus and cane), represents a wide range of pedological requirements. The classification is based on the 1:25,000 scale map, and the suitability of each type of soil against each agricultural species is evaluated, according to 4 categories and a modifier according to the local limiting factor, indicated by the variety of soil and specific to each crop, also determining the general category of each soil contour.

To this end, our objective is to publish in the IDE VIDA viewer the results of the creation of the Soil Agroproductivity Model, which will make it possible to obtain the agroproductive categories of soils for each specific crop and the general category for the 10 main crops. GEOPORTAL: IDE VIDA PROJECT, (<https://idevida.geocuba.cu/visor>).

Among others, the soil map at a scale of 1:25000 is published with the results by agroproductivity category of each soil polygon for 31 specific crops, general agroproductivity for the 10 most important crops, soil suitability (very productive or not very productive), recommendations (whether they are suitable or not, for how many crops, limitations), yield percentage, soil improvement measures, factors that limit crop development and soil types and subtypes.

Key Words: Spatial data infrastructure, soil agroproductivity, factors limiting soil development, WPS service.

Recibido:21/02/2024

Aprobado:22/03/2024

1. INTRODUCCIÓN

Cuba junto con Brasil son los únicos países de América Latina que tienen un sistema propio de clasificación de suelos, (Hernández, Ascanio y Pérez 2014). El sistema de clasificación de suelos de Cuba (CSC) surge con el triunfo de la Revolución Cubana en 1959, que entre sus múltiples acciones crea la naciente Academia de Ciencias de Cuba (ACC). Dentro del desarrollo de la ACC en 1965 se funda el Instituto de Suelos. Este Instituto realiza el primer mapa básico de los suelos de Cuba (escala 1:250 000), con un sistema de clasificación basado en principios genéticogeográficos, con la asesoría de especialistas de la República Popular China. Posteriormente, en este instituto, se recibe la colaboración de especialistas de la Unión Soviética y Francia, con los cuales se continúa las investigaciones genético-geográficas de los suelos del país y se van elaborando diversas versiones de la CSC, con revisiones periódicas.

En 1975 se publicó la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, (Hernández, Pérez y Bosch, 1975) durante la I Jornada Científica del Instituto de Suelos. En esta clasificación se realizaron cambios profundos, en la taxonomía como en la nomenclatura. En ella la concepción de que la clasificación de los suelos debe estar fundamentada en la génesis de los mismos se reforzó, se adoptaron unidades semejantes al sistema soviético, utilizadas en Cuba por Zonn et. al. (1966) y Shishov (1968): Tipo, Subtipo, Género, Especie y Variedad. También se adoptó la unidad de agrupamiento de suelos, que en parte coincide con los grandes grupos de la primera versión de la clasificación. En esta nueva versión se separaron 10 agrupamientos y 28 tipos genéticos de suelos.

La clasificación se presentó más elaborada, con unidades inferiores que toman en consideración aquellas propiedades de los suelos que tienen relación con su utilización en la agricultura. Esta clasificación se generalizó a nivel nacional, aplicándose en la confección del mapa genético 1:25 000 de los suelos de Cuba, y resultó un logro de la ciencia cubana, sobre todo por ser el sistema que se adoptó a nivel nacional y se aplicó en todas las ramas relacionadas con la agricultura, ya sea investigativo, docente o de producción.

En el Departamento provincial de suelos y fertilizantes de Villa Clara no existen métodos automatizados, operativos y eficientes para determinar las categorías agroproductivas, se obtienen de forma análoga consultando varios documentos, entre ellos la tabla de rendimientos mínimos potenciales (qq/cab) para cada cultivo(31) donde existen 82 combinaciones de tipos y subtipos de suelos, se analizan las tablas de coeficientes de los factores limitantes, según fórmula del polígono de suelo y la tabla de categorías agroproductivas por lo cual los técnicos invierten mucho tiempo en determinar para un cultivo su categoría debido a la cantidad de procesos y documentos de consulta que deben analizar.

Como **problema científico** de esta investigación, y sobre la base de lo anteriormente argumentado, se ha identificado:

La carencia de un modelo de agroproductividad de los suelos, impide la determinación de las categorías agroproductivas para cada cultivo (31) y la categoría general para los 10 cultivos principales de forma automatizada.

Lo actual y **novedoso** que caracteriza nuestra investigación lo vemos a partir de la creación de un modelo de agroproductividad de los suelos que permite obtener las 4 categorías agroproductivas para 31 cultivos y la general para los 10 cultivos principales y su introducción en la práctica productiva, a través del Servicio de Procesamiento Web (WPS) accediendo a ellos desde un móvil, tablet o computadora personal con acceso a Internet.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación se publican en el VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA , los resultados del Modelo de Agroproductividad, basados en la metodología aprobada por el Departamento Nacional de Suelos y Fertilizantes, Segunda Clasificación Genética de los Suelos en Cuba, relacionando 82 tipos y subtipos de suelos con 31 cultivos y sus rendimientos mínimos potenciales expresados en quintales por caballería (qq/cab) y los factores que limitan el desarrollo de los suelos (profundidad efectiva, salinidad, rocosidad, pedregosidad y pendiente). Se publican entre otros, el mapa de los polígonos de suelos a escala 1:25000 de la provincia Villa Clara con los resultados de cuatro categorías de agroproductividad por cada cultivo específico, agroproductividad general para los 10 cultivos principales (plátano, tomate, frijol, café, pasto, tabaco, papa, arroz, cítrico y caña).

Otros métodos son relativos a las disciplinas del geoprocésamiento, escaneo, georreferenciación de los mapas a escala 1:25000 con los polígonos de suelos, análisis espacial, filtrado, vinculación de bases de datos, herramientas de manipulación y modificación de atributos de las capas, así como clasificación y reclasificación en los formatos conocidos ráster/vectorial, también en este grupo se consideró la IDE formando parte del conjunto de recursos, núcleo de la geo-informática.

Se utilizaron las bases de datos en formato Microsoft Access del banco de datos pedológicos del Departamento Provincial de Suelos, mapotecas y misceláneas de los estudios originales en formatos genéricos de plataformas SIG Desktop usadas en Cuba, dígase Mapinfo, Arcgis y Qgis, constituyen la materia prima necesaria para su conversión, ajuste y visualización posterior en el VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA.

2.1. La clasificación agroproductiva es la unificación de los conocimientos sobre el potencial de los suelos en un sistema específico para cada cultivo; la cual establece la relación entre la unidad de clasificación y el rendimiento potencial del cultivo. Desde el momento en que se evalúan las posibilidades de plantar o no determinada especie agrícola, se lleva a cabo una actividad evaluativa, usando como criterio su nivel de adaptabilidad a los 10 cultivos y que representa un amplio diapasón de requerimientos edafológicos. Esta clasificación en sus diferentes variantes se basa en el mapa a escala 1:25 000, y se evalúa la aptitud de cada tipo de suelos frente a cada especie agrícola, según 4 categorías y un modificador, según el factor limitante local señalado por la variedad de suelo y específico de cada cultivo, determinando también la categoría general de cada contorno de suelo (Tabla 1).

Tabla 1: Clasificación de la agroproductividad de los suelos.

AGROPRODUCTIVIDAD		
Categoría	Aptitud	% Rendimiento Potencial

I	Muy productivo, apta para casi la totalidad de los cultivos	70-100%
II	Productivo, apta para la mayoría de los cultivos	50-70 %
III	Medianamente productivo, no apto con severas limitaciones para la mayoría de los cultivos	30-50 %
IV	Poco productivo, no apta se recomienda Ganadería, Forestal y Pastos.	< 30%

2.2. La clasificación agroproductiva se inscribe dentro de la evaluación de la tierra y se divide en:

- Evaluación Física: Se basa en las propiedades físicas, químicas, morfológicas del medio.
- Evaluación Cualitativa: Se basa en la cualidad de los suelos para desarrollar los cultivos, sin atender los rendimientos.
- Evaluación Cuantitativa: Expresa los rendimientos y puede incluir niveles de insumo.
- Evaluación Específica o agroproductiva: Es específica para un cultivo dado.
- Evaluación General: Comprende la capacidad productiva del suelo, sin referirse a cultivos específicos.

2.3. Métodos

Deductivo: se utiliza la información agroestadística de los campos para evaluar los suelos.

Inductivo: se parte de diversas propiedades y características de los suelos y su relación con los rendimientos de los cultivos.

2.4. Principales factores edáficos limitantes.

2.4.1. Factor limitante profundidad efectiva.

La profundidad efectiva, es la profundidad a la cual se puede desarrollar el sistema radicular de las plantas sin ninguna restricción, (Tabla 2). De gran importancia para el desarrollo del cultivo, dado que en dependencia del valor que alcance la profundidad efectiva, será la posibilidad de desarrollo del sistema radicular del cultivo, el cual podrá constituir o no una limitante de acuerdo a los caracteres botánicos del mismo.

Un aspecto muy importante en la profundidad efectiva, es el factor que limita debido a que el comportamiento de los cultivos es diferente frente a las distintas limitaciones, por ejemplo, para el café tiene una incidencia negativa la roca caliza suave, no comportándose de igual forma las rocas ígneas ácidas, así en una amplia gama de cultivos, una capa impermeable, el manto freático, una coraza ferruginosa incide negativamente.

Tabla 2: Factor limitante profundidad efectiva.

Profundidad efectiva

Profundidad efectiva	Clasificación	desde	hasta
25-50	Poco profundo	25	50 cm
0-24	Muy poco profundo	0	24 cm

2.4.2. Factor limitante Salinidad.

El grado de salinidad de los suelos (Tabla 3), constituye una limitante fundamental para el normal desarrollo de una amplia gama de cultivos, por su incidencia negativa en las propiedades físicas e hidrofísicas de los mismos y la presencia de toxicidad para el cultivo en cuestión. Este factor está íntimamente ligado con la textura de los suelos y su manifestación tiene mayor o menor incidencia según la profundidad a que aparezca.

Tabla 3: Factor limitante salinidad.

Salinidad (en los primeros 100 cm)			
Clasificación		Salinidad	
Muy fuertemente salino	s1	Fuertemente salino	s2
Medianamente salino	s3		
Débilmente salino			s4

2.4.3 Factor limitante pendiente.

Incide sobre el uso de la maquinaria, los riesgos de erosión, el drenaje general, la aplicación del riego y el uso agrícola de los suelos. Debe destacarse que los riesgos de erosión se hacen más severos en suelos de textura ligera (arenosos) y disminuyen en los arcillosos (Tabla 4).

Tabla 4: Factor limitante pendiente.

Pendiente Predominante Clasificación	Pendiente
Ondulado (4.1-8.0%)	t5
Fuertemente ondulado (8.1-16.0%)	t6
Alomado (16.1-30.0%)	t7
Fuertemente alomado (30.1-45.0%)	t8
Muy fuertemente alomado (45.1-60.0%)	t9
Extremadamente alomado (>60%)	t10

2.4.4. Factor limitante pedregosidad.

Con su presencia disminuye la capacidad productiva del suelo ya que reducen el volumen de tierra puesta a disposición del cultivo, disminuyen la cohesión entre partículas y la ascensión capilar. Afectan las labores de cultivo y cosecha (Tabla 5). pedregosidad.

Tabla 5: Factor limitante pedregosidad.

Contenido de Piedras (7.5 - 60 cm)	Pedregosidad
Clasificación	
Excesiva (16-90%)	w1
Muy pedregoso (4-15%)	w2
Pedregoso (0.2-3%)	w3
Moderadamente Pedregoso (0.01-0.1%)	w4

2.4.5 Factor limitante rocosidad.

Tabla 6: Factor limitante rocosidad.

Contenido de Rocas (>60 cm)	
Clasificación	Rocosidad
Extremadamente rocoso (>50%)	z1
Muy rocoso (26-50%)	z2
Rocoso (11-25%)	z3
Moderadamente rocoso (2-10%)	z4

2.5. Evaluación primaria.

Se realiza una clasificación agroproductiva a cada cultivo específico (Fig. 1). Evaluación primaria, a partir de los tipos y subtipos de suelos.

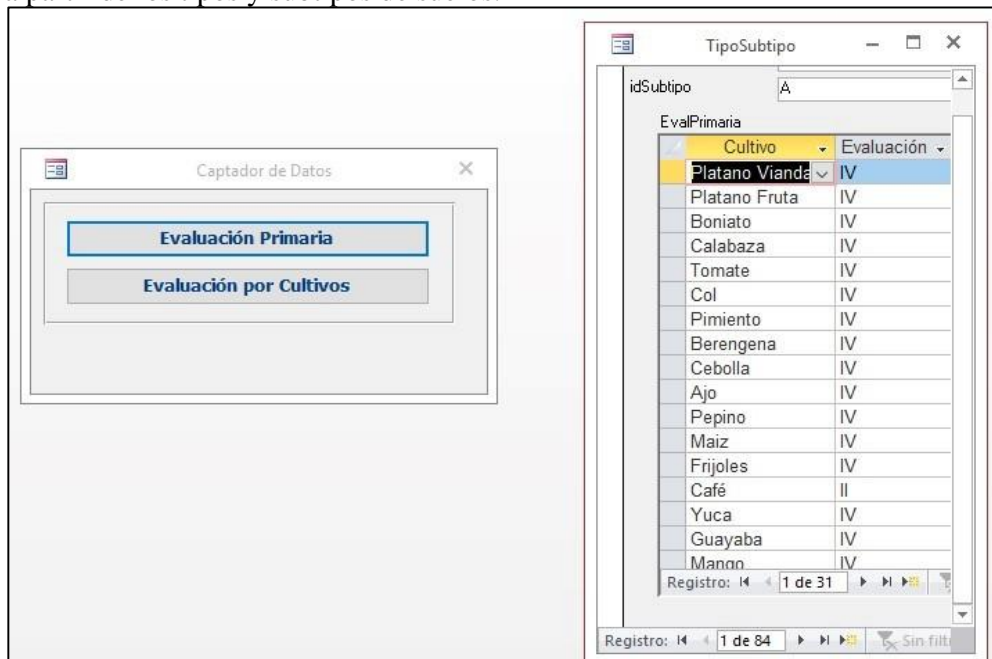


Fig. 1. Evaluación primaria.

2.6. Evaluación por cultivos.

Se realiza una clasificación agroproductiva a cada cultivo específico (Fig. 2), a partir de los factores que limitan el desarrollo de los suelos, profundidad efectiva, piedras, rocas, salinidad y pendiente.

The screenshot shows a software interface for agricultural evaluation. The main window is titled "Tablas por Cultivo" and has a close button (X) in the top right corner. Below the title bar, there is a text field labeled "Cultivo" containing the text "Platano Vianda".

The interface is divided into five main sections, each with a table of parameters and dropdown menus for selection:

- ProfEfectiva:** A table with columns "Min", "Max", and "Eval". The rows contain values: (35, 50, I), (25, 34, II), (17, 24, III), and (0, 16, IV).
- Piedras:** A table with columns "W4", "W3", "W2", and "W1". Each column has a dropdown menu with options I, II, III, and IV.
- Rocas:** A table with columns "Z4", "Z3", "Z2", and "Z1". Each column has a dropdown menu with options I, II, III, and IV.
- Salinidad:** A table with columns "S4", "S3", "S2", and "S1". Each column has a dropdown menu with options III and IV.
- Pendiente:** A table with columns "T1" through "T10". Each column has a dropdown menu with options I, II, III, and IV.

At the bottom of the window, there is a status bar with the text "Registro: 1 de 31" and a search field labeled "Buscar".

Fig. 2. Evaluación por cultivos según factores limitantes.

2.7. Ejecución del modelo AGROPRODUCTIVIDAD y obtención de las 4 categorías agroproductivas por cada polígono de suelo para los 31 cultivos principales.

El modelo de agroproductividad (Fig. 3), se alimenta de la base de datos del banco de datos pedológicos de suelos a escala 1:25000 a través de tablas, consultas y macros. Se obtienen las cuatro categorías agroproductivas a partir de los tipos, subtipos de suelos y los factores que limitan el desarrollo de los suelos. (Figs. 4-8).

```
Set rstTmp = CurrentDb.OpenRecordset("ProfEfectiva", DB_OPEN_DYNASET)
rstTmp.FindFirst "IDCultivo = " + Str(Cultivo)
tmpEval = ""
While (Not rstTmp.NoMatch) And (tmpEval = "")
  If (rstTmp!Min <= Profundidad) And (rstTmp!Max >= Profundidad) Then
    tmpEval = rstTmp!Eval
  Else
    rstTmp.FindNext "IDCultivo = " + Str(Cultivo)
  End If
Wend

GetEvalProfundidad = tmpEval
rstTmp.Close

End Function

Function ValEval(ByVal aEval As String) As Integer
  Select Case aEval
    Case "I"
      ValEval = 1
    Case "II"
      ValEval = 2
    Case "III"
      ValEval = 3
    Case "IV"
      ValEval = 4
  End Select
End Function
```

Fig. 3. Fragmento del Modelo para el cálculo de la agroproductividad de los suelos.

2.8. Agroproductividad del suelo como Servicio de Procesamiento Web.

El Servicio de Procesamiento Web (WPS¹) del Consorcio Geoespacial Abierto (OGC) es una especificación internacional que describe cómo acceder y ejecutar procesos geoespaciales a través de una interfaz web. Los procesos pueden incluir cualquier algoritmo, cálculo o modelo que opere sobre datos ráster o vectoriales georreferenciados.

Para implementar los nuevos procesos se utilizó el proyecto PyWPS², una implementación del estándar para Servicio de Procesamiento Web (WPS) de OGC en lenguaje Python. Se implementaron los procesos específicos para el análisis de agroproductividad de forma que utilizando la interfaz estándar pueden ser invocados desde cualquier cliente WPS.

El VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA implementa un cliente de servicio WPS que permite generar de forma dinámica los formularios para definir los parámetros de los procesos y obtener algunos de ellos, como las zonas de interés, desde el propio visor. Se configuró el visor para exponer el proceso de agroproductividad implementado.

¹ de la Beaujardiere J. OGC Implementation Specification 05-007r7: OpenGIS Web Processing Service [Internet]. 2003 [cited 2009 Sep 22]; Available from: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> ² Proyecto PyWPS: <https://pywps.org/>

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ELVISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA es la herramienta principal que nos ha permitido socializar con rapidez y efectividad los resultados del modelo de agroproductividad de los suelos en la provincia de Villa Clara. <https://idevida.geocuba.cu/visor>. Surgió a partir de asimilar el código fuente del producto inLoco 2.0. del Ministerio Público de Río de Janeiro (MPRJ) (<http://apps.mprj.mp.br/sistema/inloco/>) y adaptarlo a los servicios existentes en la IDE. El producto original es una plataforma de mapas interactivos de código abierto que permite al usuario visualizar y superponer datos geográficos sobre diferentes temas, realizar búsquedas, geoprosesos (WPS), etc.

Se publican entre otros, el mapa de suelos a escala 1:25000 de la provincia Villa Clara con los resultados por categoría de agroproductividad de cada polígono de suelos para 31 cultivos específicos, agroproductividad general para los 10 cultivos principales, aptitud de los suelos, (muy productivos o poco productivos), recomendaciones (si son aptos o no, para cuántos cultivos, limitaciones), porcentaje de rendimiento, medidas de mejoramiento de los suelos, factores que limitan el desarrollo de los suelos (pedregosidad, rocosidad, profundidad efectiva, salinidad y pendiente) y los tipos y subtipos de suelos.

Resultado 1: El VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA mostrando el resultado de la ejecución del geoproseso (WPS), análisis de agroproductividad, para los 10 cultivos en la provincia de Villa Clara (Fig. 4).

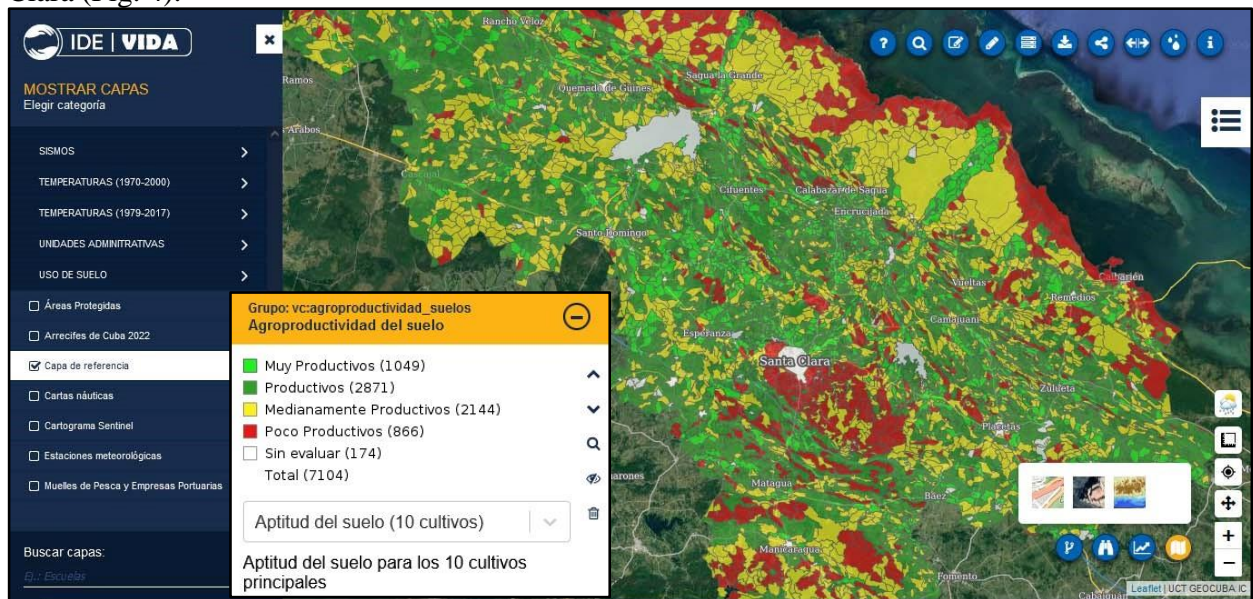


Fig. 4. El VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA mostrando el mapa de agroproductividad general para los 10 cultivos principales, (plátano, tomate, frijón, café, pasto, tabaco, papa, arroz, cítrico, caña), en la provincia de Villa Clara.

Resultado 2: El VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA mostrando el resultado de la ejecución del geoproseso (WPS), análisis de agroproductividad, para el cultivo “papa” en las máquinas de

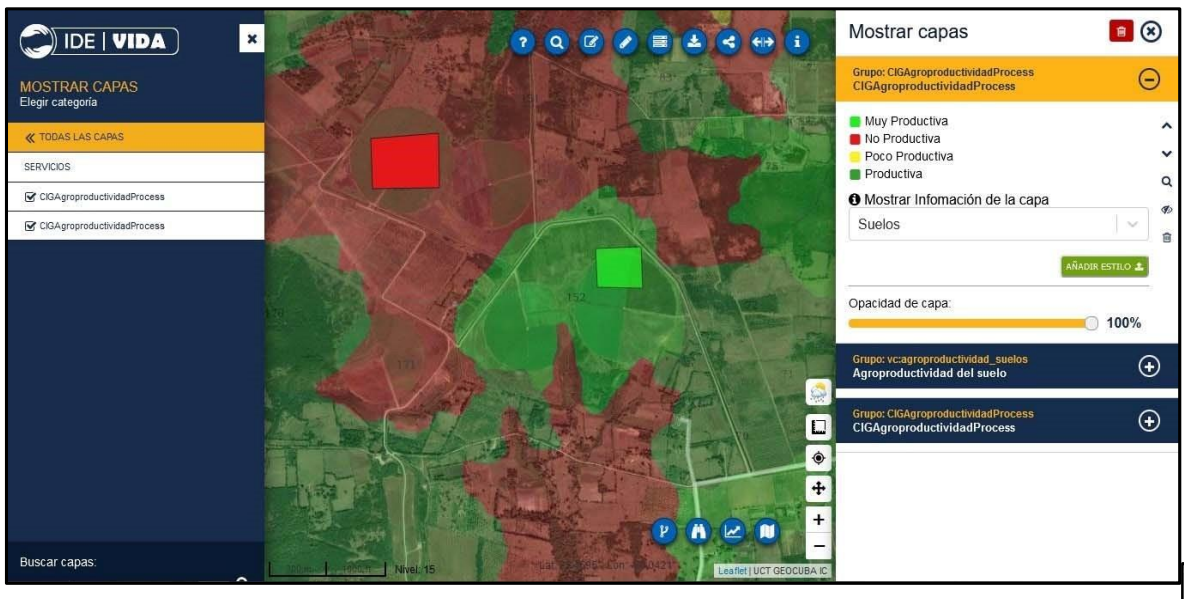
riego de la Empresa Agraria Valle del Yabú en el municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara.

Se invoca el servicio de Geoprocesos (WPS) donde se selecciona la herramienta (análisis de agroproductividad), se selecciona el cultivo que se va analizar (papa), se selecciona o dibuja la parcela o área en el mapa a la cual se desea realizar el análisis, en este caso dos áreas en diferentes máquinas de riego y se ejecuta el geoproceso (Figs 5-6).



Fig. 5. Ejecución del geoproceso (WPS), análisis de agroproductividad, para el cultivo “papa” en las máquinas de riego de la Empresa Agraria Valle del Yabú en el municipio de Santa Clara.

Se puede observar que la parcela en color rojo el resultado es no productivo por el cultivo de papa y la parcela en color verde el resultado es muy productivo por el cultivo papa (Fig. 6).



Análisis de agroproductividad de cultivo	
cultivo	Papa
productividad	Muy productiva
aptitud	Muy Productiva
mejoramiento	Incorporar restos de cosechas y abonos verdes
rendimiento	70-100 %
recomendacion	Apta para casi la totalidad de los cultivos
cultivos_IV	Arroz de frio, Arroz de primavera
cultivos_III	Citricos, Piña
cultivos_II	Café, Caña soca, Guayaba, Malanga Colocacia, Melon, Plátano fruta, Plátano vianda
cultivos_I	Ajo, Berengena, Boniato, Calabaza, Cebolla, Col, Frijoles, Frutabomba, Maiz, Malanga xantosorna, Mango, Papa, Pasto artificial, Pepino, Pimiento, Remolacha, Tabaco, Tomate, Yuca, Zanahoria

Resultado de la ejecución del geoproceso (WPS) en la parcela de color verde.

Análisis de agroproductividad de cultivo	
cultivo	Papa
productividad	No productiva
aptitud	Productiva
mejoramiento	
rendimiento	50-70 %
recomendacion	Apta para la mayoría de los cultivos
cultivos_IV	Café, Malanga Colocacia, Malanga xantosorna, Papa, Piña
cultivos_III	Ajo, Arroz de frio, Arroz de primavera, Cebolla, Citricos, Frutabomba, Zanahoria
cultivos_II	Boniato, Caña soca, Guayaba, Mango, Melon, Plátano fruta, Plátano vianda, Remolacha, Tabaco, Yuca
cultivos_I	Berengena, Calabaza, Col, Frijoles, Maiz, Pasto artificial, Pepino, Pimiento, Tomate

Resultado de la ejecución del geoproceso (WPS), en la parcela de color rojo.

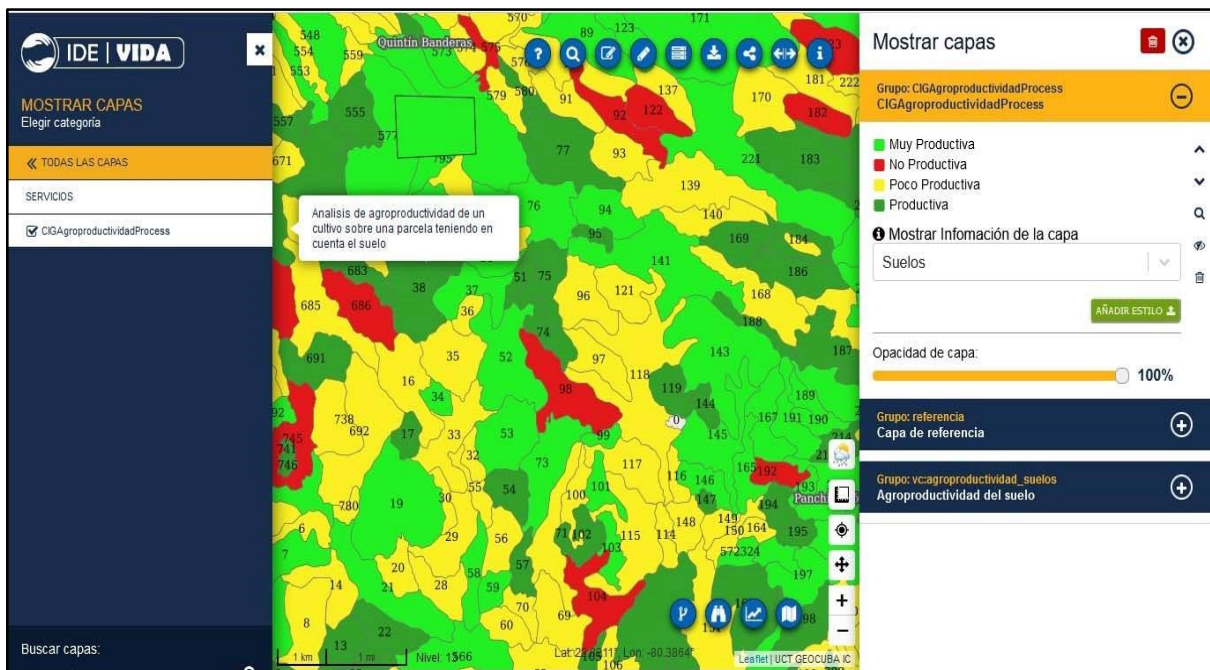
Fig.6. Resultado de la ejecución del geoproceso (WPS), análisis de agroproductividad, por el cultivo “papa” en las dos parcelas en máquinas de riego cercanas de la Empresa Agraria Valle del Yabú en el municipio de Santa Clara.

Resultado 3: El VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA mostrando la ejecución de un geoproceso (WPS) agroproductividad por el plátano vianda en la costa norte de la provincia de Villa Clara.

Se invoca el Servicio de Geoprocesos (WPS) donde se selecciona el cultivo que se va analizar, se dibuja el área en el mapa a la cual se desea realizar el análisis de agroproductividad y se ejecuta el geoproceso (Fig. 7-8).

Servicio de Procesamiento Web (WPS)		Entradas del proceso	
Estadísticas de una capa sentinel para una zona		Cultivo * - String	Cultivo para analizar la agroproductividad
Listar imágenes de Sentinel2 en el CIG			Plátano vianda
Cálculo del rendimiento de un campo de caña		Parcelas - Polygon	Parcelas para analizar la agroproductividad
Clasificación utilizando Inteligencia artificial sobre una parcela			DIBUJAR EN MAPA
Recortar imagen de Sentinel por un polígono			[[[-80.36310195922852,22.848178038492815],[-80.34765243530275,22.84786165351
Calcular el índice de Roya de Caña de una parcela			Click para dibujar un polígono
Calcular el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada Verde de una parcela		Proyección - String	Proyección del resultado
Análisis de agroproductividad de cultivo			epsg:4326

Fig. 7. Servicio de Geoprocesos (WPS) donde se selecciona el cultivo que se va analizar y el área en el mapa a la cual se desea realizar el análisis de agroproductividad; se ejecuta el geoproceso.



Análisis de agroproductividad de cultivo	
cultivo	Plátano vianda
productividad	Muy productiva
aptitud	Muy Productiva
mejoramiento	Incorporar restos de cosechas y abonos verdes, Utilización de los biofertilizantes y la fertilización integrada.
rendimiento	70-100 %
recomendación	Apta para casi la totalidad de los cultivos
cultivos_IV	Arroz de frío, Arroz de primavera, Piña
cultivos_III	Café, Citricos, Mango
cultivos_II	Caña soca, Malanga Colocacia, Melon
cultivos_I	Ajo, Berengena, Boniato, Calabaza, Cebolla, Col, Frijoles, Frutabomba, Guayaba, Maiz, Malanga xantosorna, Papa, Pasto artificial, Pepino, Pimiento, Plátano fruta, Plátano vianda, Remolacha, Tabaco, Tomate, Yuca, Zanahoria

Fig. 8. El VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA, mostrando resultado del Servicio de Geoprocesos (WPS) por el plátano vianda.

4. CONCLUSIONES

- La metodología utilizada demostró su validez para el análisis de la agroproductividad de los suelos para 31 cultivos a partir del banco de datos pedológicos, los tipos, subtipos de suelos y los factores que limitan su desarrollo.
- La publicación y gestión de las categorías de agroproductividad utilizando la interfaz WPS de OGC permite su invocación desde cualquier cliente de dicha especificación. La implementación del cliente de WPS del VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA hace disponible la metodología implementada para los usuarios del portal.
- La necesidad de socializar los resultados de los modelos de agroproductividad a todos los niveles, resulta de alta prioridad para extender el conocimiento de estos en todo el territorio nacional, desde los productores hasta los decisores. Las posibilidades que brindan las técnicas de Infraestructuras de Datos Espaciales, (IDE's) y los visores de mapas WEB, sin dudas se convierten en herramientas muy actuales y necesarias para aumentar exponencialmente la difusión de conocimientos expresados en mapas con mayor rapidez, alcance y poder de análisis desde teléfonos móviles, tabletas o computadoras con acceso a Internet posibilitando la integración con otros conjuntos de datos para la toma de decisiones.
- Facilita al productor, decisor u otro actor acceder mediante una URL al VISOR DE LA IDE DE LA TAREA VIDA y activando el GPS puede conocer cuál es el mejor cultivo a sembrar en su parcela, los factores que limitan el desarrollo de los suelos, las medidas para mejorar el suelo, permite microlocalizar con mayor efectividad las máquinas de riego para lograr mejores rendimientos y mayor productividad, lograr estrategias de rotaciones de cultivos efectivas, etc.

- Sólo conociendo e inventariando nuestros suelos, sus factores limitantes y su potencial productivo, seremos capaces de hacer frente a nuestra realidad, intensificando la agricultura, planificando racionalmente nuestros recursos, optimizando el uso de las tierras y explotándolas al máximo dentro de los rigurosos límites que exige su conservación y mejoramiento para la posteridad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los colegas del Departamento Provincial de Suelos y Fertilizantes de la provincia de Villa Clara por su apoyo incondicional; a los especialistas de suelos, Milagros Barroso Cárdenas, Rolando Pardo Hernández, Manuel García Ruiz, Ivía del Pino Toledo y Yoan Marrero Betancourt.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández Jiménez A, Ascanio MO, Pérez JM. Aspectos importantes en el desarrollo y estado actual de la clasificación de suelos en el mundo. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2014. 83 p.
2. Hernández Jiménez A, Pérez J, Bosch O. Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. Vol. 23. La Habana, Cuba: Academia de Ciencias de Cuba. Serie Suelos; 1975. 1-25 p.
3. Hernández Jiménez A. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura; 1999.
4. Crawley JT. Las tierras de Cuba [Internet]. Santiago de Las Vegas, La Habana: Estación Experimental Agronómica. Boletín No. 28; 1916. 86 p. Available from: http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i23605_002.pdf
5. Bennett HH, Allison RV. Los suelos de Cuba [Internet]. La Habana, Cuba: Comisión Nacional de Cuba de UNESCO; 1962. 380 p. Available from: <https://www.worldcat.org/title/suelos-decuba/oclc/15279317?referer=di&ht=edition>
6. Delegación Territorial CITMA (2021). Mapoteca Digital. Grupo de Evaluación de Riesgos de Desastre. Subdelegación de Medio Ambiente, Villa Clara.
7. Fernández. M, 2014. Integración de Información Georeferenciada para optimizar el acceso a la información y mejorar tiempos de respuesta. Universidad San Francisco de Quito. Tesis de Grado. Quito. Ecuador.
8. Delgado, Tatiana. Infraestructuras de Datos Espaciales en países de bajo desarrollo tecnológico. Implementación en Cuba. S.l.: Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, 2005.