

Nota técnica:

Procedimiento para la definición y descripción de clases de suelos con fines agropecuarios¹

Technical note:

Procedures for the definition and description of soils types for agriculture and animal husbandry purposes

E. Jaimes², N. Pineda², G. Elizalde³ y G. Ochoa⁴

Resumen

Se propone un procedimiento, expresado como un modelo y basado en la teoría de sistemas, que permitirá definir clases de suelos, en forma sencilla, de manera que sean identificables por los agrotécnicos o agricultores avanzados. El procedimiento se fundamenta en la descripción de atributos relevantes, que sean fáciles de identificar por un usuario común no especializado en suelos, con el objeto de describir las clases de suelos que puedan presentarse en un área dada. El modelo está conformado por tres tipos de diagramas de flujo de datos (DFD): DFD de contexto, de análisis y expandidos. La validación de este procedimiento permite concluir que los estudios de suelos pueden ser realizados en lapsos más breves y a un costo menor en comparación con los levantamientos agrológicos convencionales; no obstante, el modelo validado no pretende sustituir la metodología de los levantamientos de suelos convencionales, toda vez que éstos están basados en normas y procedimientos universalmente aceptados, generando una información valiosa y precisa.

Palabras clave: clasificación de suelos, clases de suelos, tipos de uso de la tierra, modelo, diagrama de flujo de datos, sistemas de información.

Recibido el 11-3-1999 ● Aceptado el 5-4-2001

1. Trabajo financiado por el CDCHT-ULA, bajo el código NURR-C-196-96-01-A, con financiamiento parcial del CDCH-UCV.

2. Grupo de Investigación de Suelos y Aguas (GISA). Departamento de Ciencias Agrarias. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela.

3. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.

4. Instituto de Geografía y Conservación de los Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Abstract

A procedure is proposed, expressed as a model that is based on the systems theory, which permits a definition of soil types in a simple form, in such a way that they can be identified easier both by the agricultural technician and experienced farmers. The procedure is based on the description of the relevant attributes, which are easy to be identified by any user that is not necessarily a soil specialist, with the objective of describing the different types of soils that can exist in a specific area. The model consists of three kinds of data flow diagrams (DFD): context, analysis and expanded DFD. The validity of this procedure will allow one to come to the conclusion that soil studies can be undertaken over shorter periods of time and at a lower cost in comparison to conventional agrológical surveys. Nevertheless this validated model is not aiming to replace the conventional agrológical surveys, which are based on standards, and procedures that are universally accepted, generating valid and accurate information.

Key words: soil classification, soils types, land use types, model, data flow diagram, information systems.

Introducción

Los estudios de suelos convencionales se caracterizan por ser lentos, costosos y requerir de personal de alta competencia técnica. Además, la información proporcionada a través de la leyenda descriptiva del mapa agrológico y del informe descriptivo (expresados en un lenguaje técnico difícilmente entendible por un profesional no especializado en suelos) resultan poco útiles para que los usuarios (agrotécnicos o agricultores avanzados) puedan identificar las clases de suelos que posee un determinado sector. Sin embargo, hasta el presente no se ha ideado un procedimiento que permita una fácil interpretación y utilización de los resultados analíticos y de la información cartográfica de unidades de suelos y/o de tierras, por parte de los agrotécnicos o asesores encargados de transferir la misma hacia los

productores agrícolas, quienes están interesados en conocer no sólo las bondades agrológicas de sus terrenos, sino también las características que restringen la productividad de su predio.

En este trabajo se presenta una propuesta metodológica, consistente en diagramas de flujo de datos a partir de los cuales será posible, mediante posteriores trabajos de validación, definir y describir en forma sencilla clases de suelos.

El procedimiento sistemático definido sería un aporte importante para mejorar la aplicación del método de evaluación de tierras basado en los principios de la FAO (3), ya que se contaría con una herramienta que permitiría identificar clases de suelos en forma rápida, económica y sencilla, tomando en cuenta la variabilidad de las características o cualidades de los

suelos.

Se espera que el producto obtenido posea los elementos necesarios que requiere un agrotécnico o agricultor avanzado para identificar las principales clases de suelos que ocurren en la finca, a costos considerablemente más reducidos y en lapsos apreciablemente menores que los procedimientos convencionales de evaluación de tierras de un levantamiento detallado, aunque no brindará toda la información que puede obtenerse de este tipo de estudio. De esta forma, el procedimiento sistematizado en esta investigación, proporcionará un escalón intermedio entre un amplio desconocimiento de las potencialidades y limitaciones edáficas de unidades de producción y el conocimiento logrado por medio de un estudio agrológico detallado.

Como antecedente se cuenta con un modelo elaborado por Fuentes (4) para evaluar los suelos de pequeñas unidades de producción, que carecen de información básica de suelos y de información complementaria de otras disciplinas con suficiente nivel de detalle, con la finalidad de conocer el

potencial agrícola de las tierras. Dicho modelo fue aplicado parcialmente por él para evaluar el potencial agrícola de las tierras (mil hectáreas) de la localidad de "Los Cañizos", en el estado Yaracuy, llegando a generar información básica del área. Con esta información obtuvo una clasificación de los suelos del área y la manera de reconocerlos en el campo.

El objetivo de este trabajo es definir un procedimiento sistemático, expresado como un modelo, que le permita a un asesor agrícola especializado en edafología describir o interpretar en forma sencilla atributos edáficos que sean útiles para la definición de clases de suelos, que serán fácilmente identificables por los agrotécnicos no especializados en suelos. Es decir, la metodología será utilizada por el especialista en suelos para, primero clasificar y caracterizar los suelos de un área dada y, luego, expresar o definir cada suelo en términos sencillos de manera que los agrotécnicos sean capaces de identificar las clases de suelos en campo.

Materiales y métodos

El modelo fue desarrollado aplicando los fundamentos básicos de la teoría de sistemas, utilizando el procedimiento para el desarrollo de sistemas de información explicado por Eckols (1), considerando los pasos necesarios para crear un diagrama de flujo de datos, definir los requerimientos de datos del sistema y diseñar la base de datos. El modelo a

obtener consta de Diagramas de Flujo de Datos (DFD).

Eckols (1), define el DFD como un gráfico que muestra la información que entra a un sistema, la información que sale y dónde ésta es transformada. Estos diagramas van de lo más sencillo a lo más complejo, de acuerdo al siguiente orden:

1. El DFD de contexto que sirve

para definir al sistema con relación a su entorno.

2. El DFD de análisis, que sirve para definir los procesos de conexión entre el sistema y su entorno, indicando el camino que sigue la información y los sitios donde será almacenada o transferida.

3. Los diagramas expandidos que se utilizan para identificar los subprocesos implícitos en cada uno de

los procesos y otras interconexiones entre ellos; estos diagramas se expanden hasta que el interesado comprende a cabalidad los procesos del sistema en elaboración.

Estos tres tipos de DFD se van elaborando en pasos sucesivos, iterativos y dialécticos, de tal manera que el sistema a crear va adquiriendo su forma definitiva paulatinamente.

Propuesta metodológica

Con base a los DFD de Eckols (1) se presentan a continuación los pasos necesarios para desarrollar el procedimiento propuesto; es decir:

1. Construcción del DFD de Contexto. en la figura 1 se muestra el DFD de Contexto elaborado, que consta de lo siguiente:

Fuentes de información (insumos o ingresos al sistema):

Planificación: permite determinar los requerimientos de información y los objetivos del estudio. El objetivo general del estudio siempre consistirá en definir tipos de suelos en lenguaje entendible por los agrotécnicos o agricultores avanzados. Las diferencias entre un estudio y otro radicarán en los objetivos específicos y localización.

Estudios básicos: proporcionan al sistema la información agroecológica relevante del área de estudio.

Apoyo bibliográfico: suministra al sistema las referencias bibliográficas para definir metodologías a utilizar y para aportar información adicional necesaria para su definición.

Agrotécnico o agricultor avanzado: colabora para transferir la información,

dentro del sistema, a un lenguaje sencillo entendible por ellos. También proporcionan datos relevantes para el sistema, derivados de su conocimiento práctico del área de estudio.

Investigación *en campo*: suministra la información básica recolectada en campo, para calibrar los resultados, permitiendo el ajuste del modelo a una situación real.

Terminadores o receptores de información:

Planificación: recibe la información básica agroecológica y los tipos de suelos definidos por el sistema.

Agrotécnico o agricultor avanzado: recibe información sobre los tipos de suelos existentes en el área de estudio.

Investigación *en campo*: la información recibida permite definir líneas de investigación.

Las fuentes de información y los terminadores o receptores de información están simbolizados en forma de rectángulo.

Flujos de información: representados por flechas que simbolizan los flujos de información que ingresan al

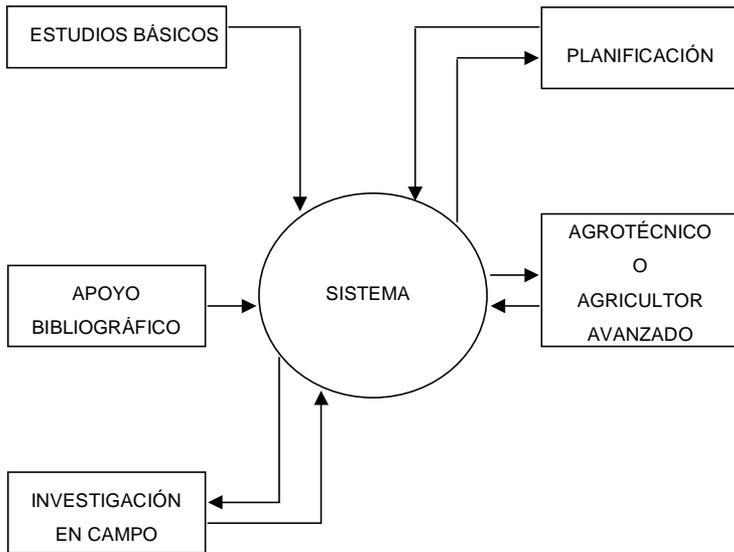


Figura 1. Diagrama de flujo de datos de contexto. Fuentes (4), con modificaciones propias.

sistema, desde los terminadores fuente, o que reciben la información procesada por el sistema (terminadores receptores).

2. Construcción del DFD de Análisis. este DFD se basa en el diagrama elaborado por Fuentes (3), pero incluye algunas modificaciones propias de los autores, y se muestra en la figura 2, en la cual los procesos, representados por medio de círculos, están identificados con la letra P (en mayúscula), seguida de un número arábigo y los archivos, representados por doble línea, están señalados sólo con un número arábigo. Consta de seis (06) procesos, que se explican a continuación, cinco (05) archivos de almacenamiento de información y una serie de flujo de datos que transitan dentro del sistema o entre éste y su entorno. Estos flujos de datos son

representados por flechas y cuando es necesario se identifican con frases cortas aclaratorias de la naturaleza del dato.

Proceso 1: Seleccionar la información básica relevante: recopila, elige y evalúa, con base a los objetivos de la fuente Planificación, la información existente que proviene de la fuente Estudios básicos. Cuando la información satisface completamente los requerimientos del sistema se almacena en el archivo 1 Diagnóstico general del área de estudio; cuando es insuficiente se activa el Proceso 2 (Caracterizar el recurso suelo) y/o el Proceso 3 (Generar información básica complementaria), cuyo resultado se almacena en los archivos 2 y/o 3 de donde pasan al Proceso 1 para ser revisados interactivamente hasta que la información sea suficiente.

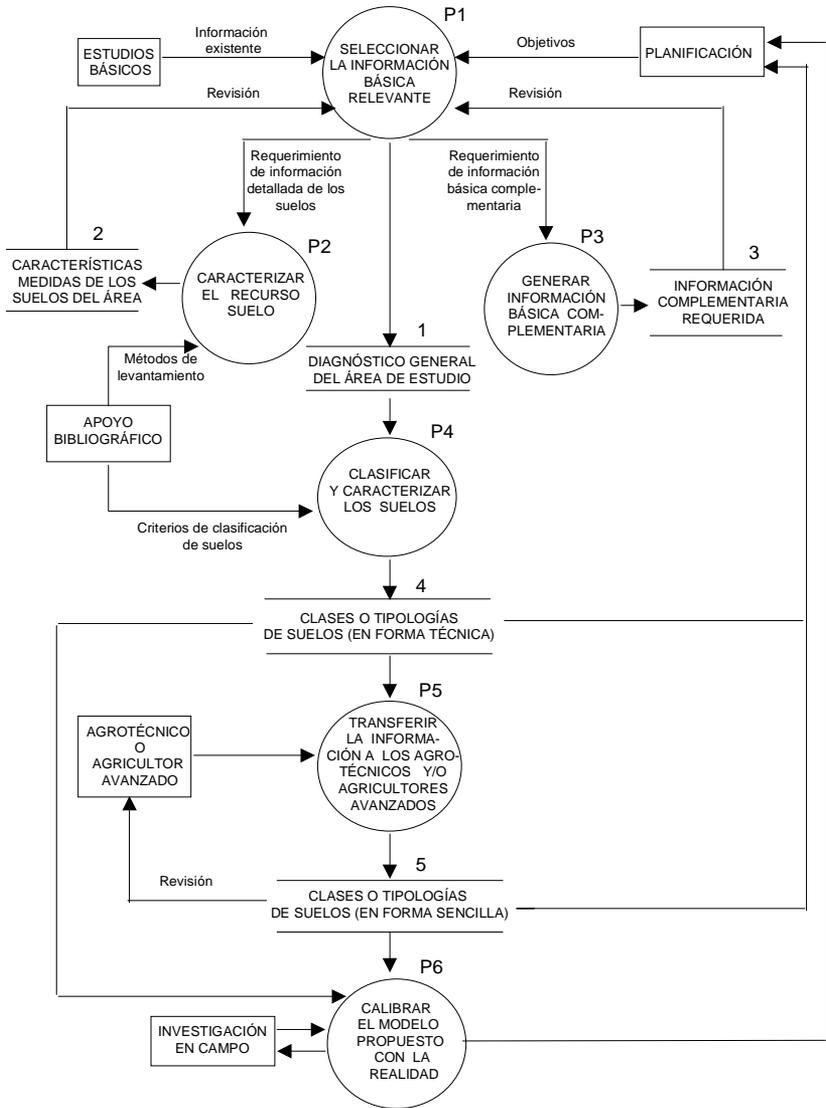


Figura 2. Diagrama de flujo de datos de análisis. Fuentes (4), con modificaciones propias.

Proceso 2: Caracterizar el recurso suelo: genera la información de suelos requerida, a través de un levantamiento de suelos que suministre información apropiada y útil para cumplir con los objetivos de la fuente Planificación. Este proceso implica la generación de información de suelos de forma que garantice su obtención en corto tiempo y a menores costos en comparación con los estudios de suelos ortodoxos; esto es, un menor número de observaciones de campo para lograr reducir los costos y el tiempo empleado en el levantamiento de información de suelos. Se activa cuando el Proceso 1 señala que la información de suelos proveniente de la fuente Estudios básicos no existe o es insuficiente para los requerimientos de información del sistema. Requiere de la fuente Apoyo bibliográfico para definir el método de levantamiento a utilizar. La información generada es almacenada en el Archivo 2 Características medidas de los suelos del área, de donde pasa al Proceso 1 (Seleccionar la información básica relevante) para ser revisada. En caso de que sea insuficiente se activa nuevamente el Proceso 2.

Proceso 3: Generar la información básica complementaria: se encarga de generar la información básica que no es de suelos, requerida por el sistema. Se activa cuando el Proceso 1 señala el requerimiento de información básica complementaria. La información generada se almacena en el Archivo 3 Información complementaria requerida, de donde pasa al Proceso 1 (Seleccionar la información básica relevante) para ser revisada. En caso de que sea

insuficiente se activa nuevamente el Proceso 3.

Proceso 4: Clasificar y caracterizar los suelos: consiste en desarrollar un procedimiento para clasificar y caracterizar los suelos del área, utilizando la información almacenada en el Archivo 1 Diagnóstico general del área de estudio y la fuente Apoyo bibliográfico, que proporciona los criterios de clasificación de suelos. La información generada se almacena en el Archivo 4 Clases o tipologías de suelos (en forma técnica).

Proceso 5: Transferir la información a los agrotécnicos y/o agricultores avanzados: se encarga de utilizar un lenguaje sencillo entendible por los agrotécnicos o agricultores avanzados para describir las clases de suelos generadas en el Proceso 4. Además interactúa con el terminador receptor Agrotécnico o agricultor *avanzado* hasta generar la definición de las clases de suelos en forma entendible por ellos. La información generada se almacena en el Archivo 5 Clases o tipologías de suelos (en forma sencilla).

Proceso 6: Calibrar el modelo propuesto con la realidad: ubica, caracteriza y califica puntos adicionales de muestreo en campo para comprobar la aplicabilidad del modelo. Requiere del terminador receptor *Investigación en campo* y del archivo 4. Las clases calibradas se almacenan en el Archivo 5 Clases o tipologías de suelos (en forma sencilla).

3. Construcción de los diagramas expandidos. en ellos los subprocesos (representados por círculos) están identificados con un número arábigo seguido por una letra

minúscula, los archivos están señalados con un número arábigo seguido por una letra mayúscula. Estos diagramas permiten comprender a nivel funcional cada uno de los procesos. En las diferentes expansiones se conservan los mismos flujos de información que en los DFD iniciales, aunque expresados con mayor detalle.

Expansión del Proceso 1: Seleccionar la información básica relevante: esta expansión se ilustra en la figura 3 y muestra que el proceso 1

consta de tres subprocesos: Subproceso 1a: Revisar la información básica existente, Subproceso 1b: Seleccionar la información necesaria y Subproceso 1c: Recopilar la información básica necesaria. Estos subprocesos revisan, seleccionan y recopilan la información proveniente de la fuente Estudios básicos, con base a los objetivos de la fuente Planificación. En caso de que sea suficiente pasa al subproceso 1c, si es insuficiente tiene dos vías: se activa el Proceso 2 (Caracterizar el

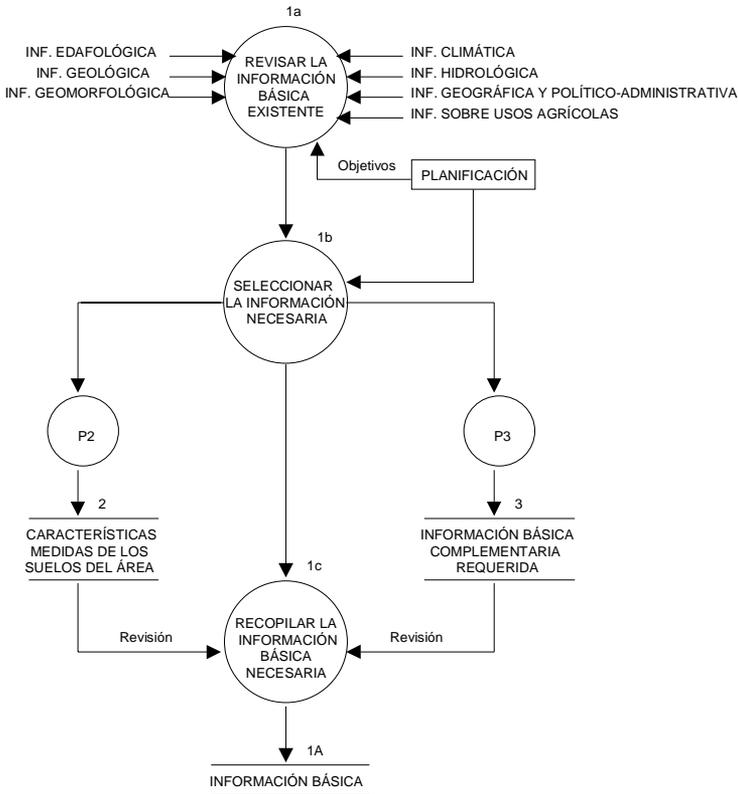


Figura 3. Expansión del proceso 1: Seleccionar la información básica relevante. Fuentes (4), con modificaciones propias.

recurso suelo), la información generada por este proceso pasa a ser revisada en el subproceso 1c; y/o se activa el Proceso 3 (Generar información básica complementaria), la información generada pasa a ser revisada en el subproceso 1c. La información final es almacenada en el archivo 1A

Información básica.

Expansión del Proceso 2: Caracterizar el recurso suelo: se ilustra en la figura 4, la cual muestra que esta función está constituida por 10 subprocesos, que se describen a continuación:

Subproceso 2a: Establecer las

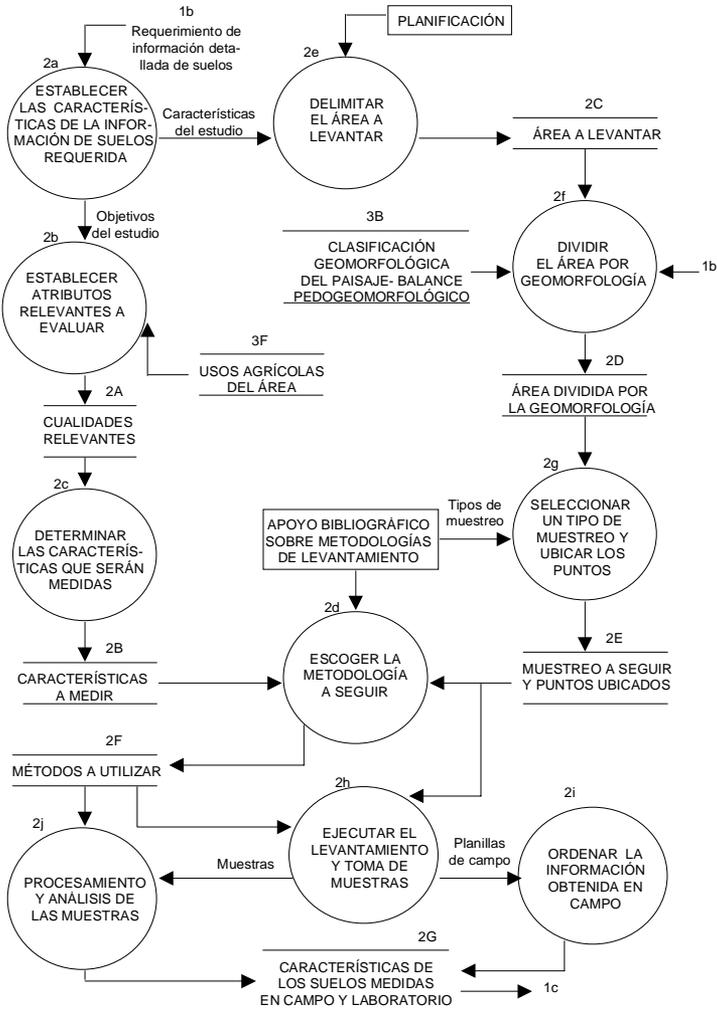


Figura 4. Expansión del proceso 2: Caracterizar el recurso suelo. Fuentes (4), con modificaciones propias.

características de la información de suelos requerida: se encarga de establecer, con base en la información requerida por el estudio, las características de la información de suelos necesaria, la cual deberá permitir clasificar los suelos del área, para luego expresar esa clasificación en términos sencillos de manera que pueda ser entendida y manejada por un agrotécnico o agricultor avanzado. Así, esa información deberá basarse en cualidades importantes de los suelos obtenidas con un levantamiento que permita, en corto tiempo, generar información sobre las características de los suelos.

Subproceso 2b: Establecer atributos relevantes a evaluar: determina las cualidades importantes que serán consideradas para los fines del estudio.

Subproceso 2c: Determinar las características que serán medidas: define las características que medirán y evaluarán a los atributos considerados en el subproceso 2b, por lo tanto requiere de la información proporcionada por él.

Subproceso 2d: Escoger la metodología a seguir: le permite al especialista en suelos seleccionar los métodos (campo y laboratorio) más adecuados para medir las características definidas en el subproceso 2c, para ello requiere de la fuente Apoyo bibliográfico que proporciona las metodologías de levantamiento, también requiere de la información del archivo 2E Muestreo a seguir y puntos ubicados.

Subproceso 2e: Delimitar el área a levantar: con base en las características del estudio definidas en

el subproceso 2a y considerando los objetivos de la fuente Planificación, se delimita y calcula el área a ser levantada utilizando un mapa a escala conveniente. **Subproceso 2f:** Dividir el área por geomorfología: consiste en dividir y caracterizar geomorfológicamente el paisaje a los fines de establecer una correlación entre el suelo y el paisaje, información que será útil en los subprocesos siguientes.

Subproceso 2g: Seleccionar un tipo de muestreo y ubicar los puntos: requiere de la fuente Apoyo Bibliográfico para seleccionar el tipo de muestreo más acorde, que considere la variabilidad de las características del suelo, pero que a la vez cumpla con la condición de que sea realizado en forma económica y en un lapso de tiempo breve. Además, los puntos a observar pueden ser tentativamente ubicados en un mapa.

Subproceso 2h: Ejecutar el levantamiento y toma de muestras: consiste en la realización de trabajos de campo para recabar la información necesaria a través de la descripción de suelos. Además, contempla la toma de muestras y de información complementaria relacionada con el suelo, que será registrada en un formato de planilla de campo generado para tal fin.

Subproceso 2i: Ordenar la información obtenida en campo: su función es ordenar la base de datos utilizando la información proporcionada por las planillas de campo, para que pueda ser procesada posteriormente.

Subproceso 2j: Procesamiento y análisis de las muestras: se encarga

de procesar y analizar las muestras obtenidas en campo, utilizando las metodologías almacenadas en el archivo 2F Métodos a utilizar.

Expansión del Proceso 3: Generar información básica complementaria: en la figura 5 se muestra esta expansión, conformada por ocho subprocesos:

Subproceso 3a: Determinar requerimientos de información complementaria: se encarga de precisar cuales son los requerimientos de información complementaria que no es de suelos (información geológica, geomorfológica, climática, hidrológica, geográfica, político-administrativa, y sobre usos agrícolas), y de activar los

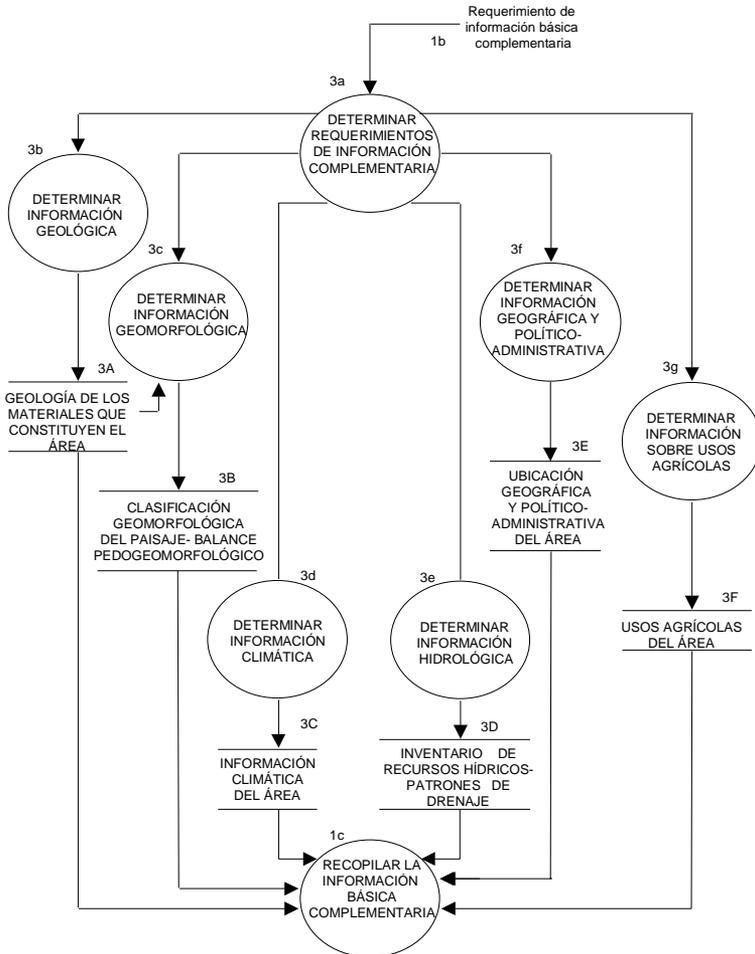


Figura 5. Expansión del proceso 3: Generar información básica complementaria. Fuentes (4), con modificaciones propias.

subprocesos necesarios para originarla.

Subproceso 3b: Determinar información geológica: se activa si la naturaleza de los materiales geológicos puede ser utilizada como criterio para establecer una diferenciación inicial de los suelos.

Subproceso 3c: Determinar información geomorfológica: genera información que permite realizar una clasificación del paisaje por su morfología y establecer un balance de los principales procesos responsables de la geomorfología de los paisajes, a fin de contribuir a una diferenciación inicial de los suelos, a través de una correlación entre los suelos y la geomorfología del área que ellos representan.

Subproceso 3d: Determinar información climática: se encarga de producir la información climática adicional necesaria para los requerimientos de información del sistema.

Subproceso 3e: Determinar información hidrológica: genera información adicional sobre recursos hídricos y patrones de drenaje, que pueda ser útil para los requerimientos de información del sistema (especialmente para zonas de montaña).

Subproceso 3f: Determinar información geográfica y político-administrativa: ubica dentro de un contexto general el área de estudio, a través de coordenadas geográficas y de su situación político-administrativa.

Subproceso 3g: Determinar información sobre usos agrícolas: suministra información sobre las tipologías de uso agrícola de la tierra

del área de estudio para determinar los atributos del suelo con los que están relacionados y para ser utilizada en la transferencia de información a los agrotécnicos o agricultores avanzados.

Expansión del Proceso 4: Clasificar y caracterizar los suelos: esta expansión se ilustra en la figura 6. Está conformada por siete subprocesos, descritos a continuación:

Subproceso 4a: Agrupar suelos por análisis estadístico multivariado: mediante la utilización de técnicas estadísticas multivariadas permite agrupar los suelos. Este subproceso puede interactuar o no con el subproceso 4b Agrupar suelos por otros criterios.

Subproceso 4b: Agrupar suelos por otros criterios: Puede cumplir dos funciones excluyentes:

1. Agrupar los suelos utilizando técnicas diferentes a las del subproceso 4a; o,

2. Contribuir con el subproceso 4a en la fase de agrupar los suelos.

Así, la información puede tener dos vías: ir directamente al archivo 4A Clasificación de los suelos, o interactuar con el subproceso 4a.

Subproceso 4c: Confrontar las clases con los objetivos: verifica que las clases de suelos obtenidas cumplan con los objetivos del sistema.

Subproceso 4d: Caracterizar cada clase de suelo: con base en la información suministrada por el archivo 2A Cualidades relevantes se caracterizan las clases de suelos.

Subproceso 4e: Definición de los límites de aceptación para la validación: establece con base a características importantes, medibles en campo, rangos o límites de

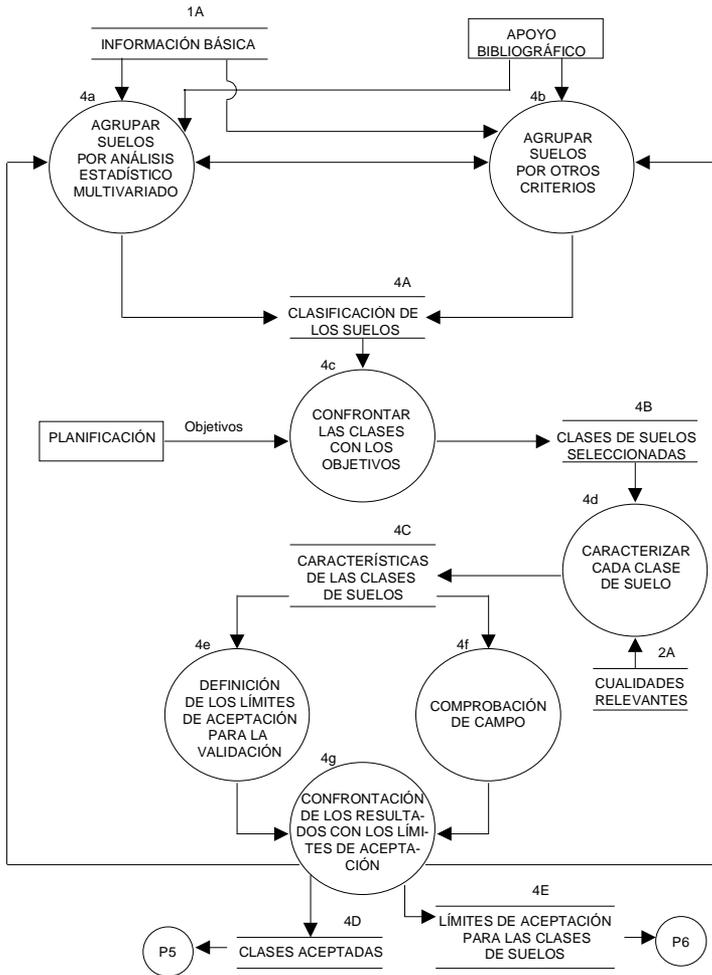


Figura 6. Expansión del proceso 4: Clasificar y caracterizar los suelos. Fuentes (4), con modificaciones propias.

aceptación para cada clase de suelo, que permiten comprobar a qué clase de suelo pertenece una muestra en particular.

Subproceso 4f: Comprobación de campo: recaba información de campo que sirve para validar la clasificación de suelos obtenida.

Subproceso 4g: Confrontación de

los resultados con los límites de aceptación: valida las clases de suelos antes obtenidas, al confrontar la información de campo con los límites de aceptación de las clases de suelos.

Expansión del Proceso 5: Transferir la información a los agrotécnicos y/o agricultores avanzados: en la figura 7 se muestra

el diagrama expandido del proceso 5. Está expansión consta de cinco subprocesos:

Subproceso 5a: Establecer cualidades a utilizar: selecciona cualidades relevantes que permitan describir las clases de suelos en lenguaje sencillo.

Subproceso 5b: Clasificación interpretativa de las tipologías de suelos: realiza la clasificación

interpretativa de las tipologías de suelos a partir del archivo 4D Clases aceptadas, considerando la información del archivo 1A Información básica y del archivo 3F Usos agrícolas del área y utilizando la fuente Apoyo bibliográfico, que proporcionará las metodologías a emplear para realizar la clasificación interpretativa y los requerimientos de los cultivos necesarios para dicha clasificación.

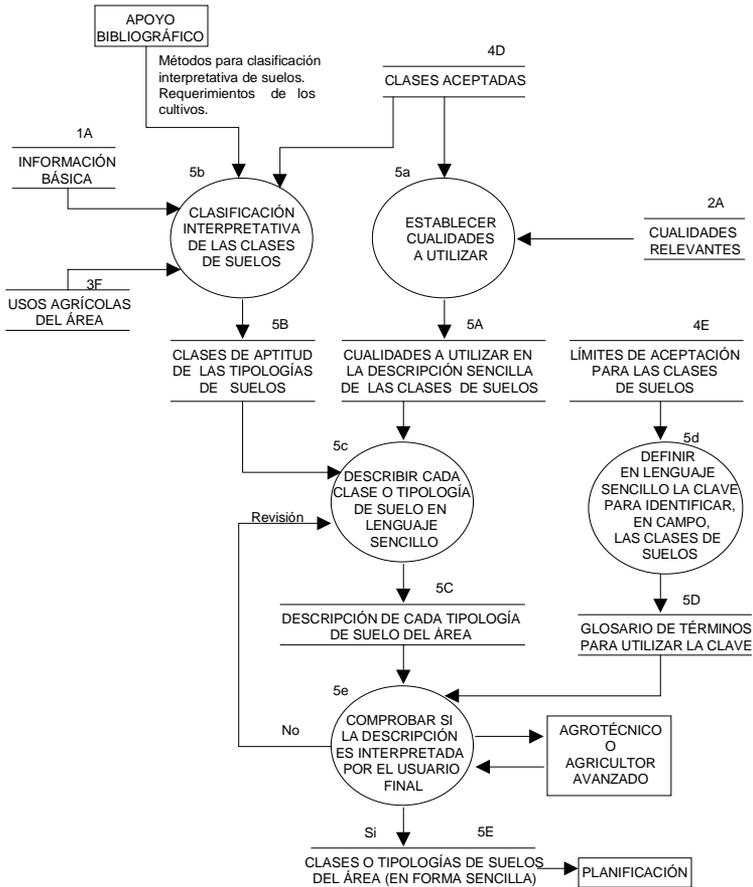


Figura 7. Expansión del proceso 5: Transferir la información a los agrotécnicos y/o agricultores avanzados. Fuente: propia.

Subproceso 5c: Describir cada clase o tipología de suelo en lenguaje sencillo: define empleando términos sencillos cada clase de suelo para que pueda ser interpretado por el usuario final del sistema. Puede activarse nuevamente si en el subproceso 5e se presentan problemas para interpretar la descripción de los suelos.

Subproceso 5d: Definir en lenguaje sencillo la clave para identificar, en campo, las clases de suelos: expresa en lenguaje sencillo los términos utilizados para identificar las clases de suelos en campo, de manera que la clave pueda ser utilizada por los agrotécnicos o agricultores para reconocer las clases de suelos a través de atributos de sencilla determinación en campo.

Subproceso 5e: Comprobar si la descripción es interpretada por el usuario final: verifica si la descripción de las clases de suelos es interpretada por el agrotécnico o agricultor avanzado. En caso de que no sea interpretada se activa nuevamente el subproceso 5c.

Expansión del Proceso 6: Calibrar el modelo propuesto con la realidad: se ilustra en la figura 8. Está conformada por tres subprocesos:

Subproceso 6a: Ubicar nuevos puntos de muestreo en el área: consiste en ubicar puntos adicionales de muestreo, en forma aleatoria, para validar los resultados del modelo con la realidad de campo.

Subproceso 6b: Caracterizar cada punto de muestreo: describe cada nuevo punto de observación en campo, por lo que está vinculado con el terminador receptor Investigación en campo.

Subproceso 6c: Calificar cada nuevo punto con respecto a los límites de clases: evalúa cada nuevo punto de observación caracterizado en campo, al confrontarlo con los límites de aceptación para clases de suelos establecidos en el proceso 4; es decir, ubica cada nuevo punto en la clase de suelo correspondiente. Si el nuevo punto es ubicado en una clase o tipología de suelo, la información es almacenada en el archivo 6C Nuevos puntos ubicados en las tipologías de suelos; si no es ubicado la información pasa al terminador Planificación para que el sistema sea revisado y si es necesario realizar algunos cambios.

Validación del procedimiento propuesto

El procedimiento propuesto fue validado por Pineda et al (6) en un sector de 30.365 ha ubicado en la planicie aluvial del río Motatán, en el estado Trujillo, previamente caracterizado por Jaimes y Pineda (5), quienes identificaron ocho subgrupos taxonómicos y más de 20 familias texturales distribuidas en un patrón complejo conformado por posiciones geomorfológicas entrelazadas de brazos deltaicos, napas y cubetas de desborde. Cartográficamente delimitaron siete unidades, seis asociaciones y una consociación.

Siguiendo el procedimiento propuesto, se recopiló información básica del área de estudio y se generó información adicional en los casos en que fue necesaria. Particularmente, se generó información adicional de suelos, basada en el muestreo aleatorio de observaciones de barrenos hasta 100 cm de profundidad. Se caracterizaron 24 variables, entre morfológicas y

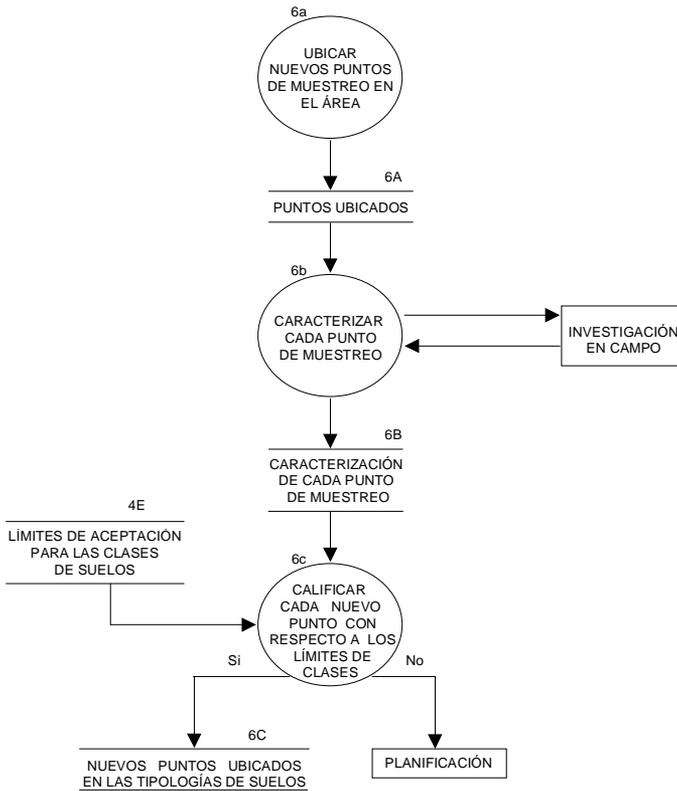


Figura 8. Expansión del proceso 6: Calibrar el modelo propuesto con la realidad. Fuente: propia.

químicas, conformándose una matriz de datos de 107 observaciones y 24 variables. Para agrupar observaciones semejantes entre sí se utilizó el programa SIAHT (Sistema de Información Automatizado de Homogeneidad de Tierras), elaborado por Daza y Elizalde (2). Como resultado de esos procesos se definieron, clasificaron y caracterizaron, tres clases de suelos. Además, se elaboró una clave que permite identificar las clases de suelos resultantes en campo, a través de: espesor y textura del horizonte A, presencia de moteados

(diferentes al gris), colores grises (gley) en el perfil y posición geomorfológica. En la figura 9 se presenta la clave para la identificación, en campo, de las características que definen las clases de suelos predominantes en el área de estudio.

Además, Pineda et al. (7) realizaron una comparación entre un levantamiento agrológico semidetallado y el procedimiento propuesto para la misma área (30.365 ha), considerando el número de observaciones, costo, tiempo y personal requerido, establecido por las normas

que rigen estos estudios de suelos. El resultado obtenido se presenta en el cuadro 1 y permite afirmar que el procedimiento propuesto es menos costoso y más práctico o expedito para un agrotécnico en comparación con un levantamiento agrológico convencional. Sin embargo, el modelo validado no

pretende sustituir la metodología de los levantamientos de suelos convencionales, toda vez que éstos están basados en normas y procedimientos universalmente aceptados, generando una información valiosa y precisa.

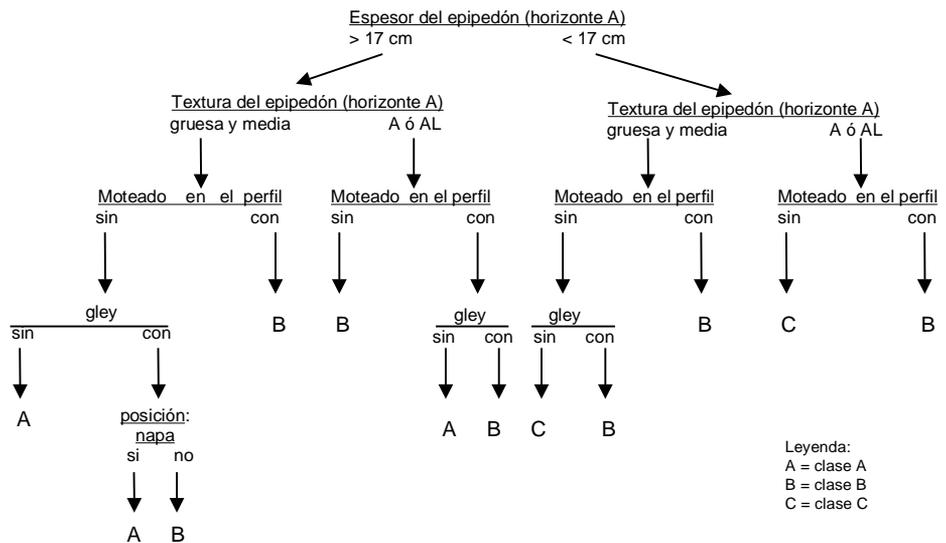


Figura 9. Clave para la identificación, en campo, de las clases de suelos.

Cuadro 1. Comparación entre un estudio convencional y el procedimiento propuesto

	Estudio convencional	Procedimiento utilizado
Nº observaciones totales	2.126	107
Tiempo total (campo)	1 año y 1 semana	1 mes y medio (6 semanas)
Personal requerido	1 agrólogo 1 ayudante	2 agrólogos 4 ayudantes
Costo total (junio, 1998)	42.511.000 Bs.	5.000.000 Bs. (CDCHT-ULA)

Fuente: Pineda et al. (7)

Conclusiones

El modelo sistematizado elaborado se propone como una técnica útil para que un especialista en suelos pueda definir clases de suelos de un área, con el propósito de facilitar la realización de estudios de suelos en lapsos más breves y a costos considerablemente menores, en comparación con los levantamientos agrológicos convencionales. El producto obtenido toma en consideración las limitaciones más importantes respecto a los usos de la tierra de mayor interés para los usuarios y, como el modelo incorpora funciones de retroalimentación, conduce a la definición de clases de suelos que se reconocen con base a criterios sencillos, fácilmente aplicables por usuarios (agrotécnicos y agricultores avanzados) no especializados en suelos, pero que conocen las fincas abarcadas por el estudio. En conclusión, la metodología diseñada constituye una alternativa cuando no existen los recursos o el tiempo necesarios para realizar levantamientos agrológicos convencionales. La validación del

procedimiento propuesto en este trabajo permiten comprobar la funcionalidad del modelo.

Como recomendación final es aconsejable que para pruebas de validación subsiguientes todo el procedimiento propuesto en este trabajo sea objeto de una calibración de acuerdo con las normas de calidad ISO, con el propósito de mejorar la calidad y efectividad de las clases de suelos definidas y descritas mediante esta metodología basada en criterios sencillos. En efecto, las Normas Venezolanas COVENIN-ISO, 9001: 1995 y 14.000: 1996, son los sistemas de aseguramiento de la calidad y de la gestión ambiental. La implantación de las normas ISO antes mencionadas revisten gran importancia para la validación de procedimientos metodológicos como el propuesto en este trabajo, toda vez que las mismas están destinadas a verificar el comportamiento de los procedimientos implantados y contribuir a su mejoramiento continuo.

Literatura citada

1. Eckols, S. 1987. Cómo diseñar y desarrollar sistemas de información. Un enfoque práctico al análisis, diseño e implementación de sistemas computarizados. Editorial Lito-Jet, C.A. Segunda edición. Caracas, Venezuela.
2. Daza de E., M. y G. Elizalde. 1996. Sistema de Información Automatizado de Homogeneidad Múltiple de Tierras S.I.A.H.T. (Versión PT 1.5) Manual del usuario y Software. Maracay, Venezuela.
3. FAO. 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de Suelos de la FAO. N° 32. Roma, Italia.
4. Fuentes, O. 1992. Una metodología para evaluar el potencial agrícola de las tierras en pequeñas unidades de producción. Lugar de aplicación: Los Cañizos, estado Yaracuy. Tesis de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Departamento e Instituto de Edafología. Maracay, Venezuela. 205 p.

5. Jaimes, E. y N. Pineda. 1997. Diagnóstico físico e inventario de suelos con fines de evaluación de tierras de la planicie aluvial del río Motatán, Estado Trujillo. *Revista Forestal Venezolana* 2: 137-145.
6. Pineda, N., G. Elizalde, E. Jaimes y G. Ochoa. 2000. Validación de una metodología para definir tipos de suelos en forma sencilla. Parte I. *Agronomía Tropical* 50: 201-228
7. Pineda, N., G. Elizalde, E. Jaimes y G. Ochoa. 2000. Validación de una metodología para definir tipos de suelos en forma sencilla. Parte II. *Agronomía Tropical* 50: 477-498