

LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

EN LA CLASIFICACION - EVALUACION DE TIERRAS

Ernesto J. FLORES R., Alexander PARRA U.

*Instituto de Fotogrametría - Facultad de Ingeniería
Universidad de Los Andes - Venezuela*

RESUMEN

La clasificación de tierras con fines agrícolas se sustenta en la contrastación de las características y cualidades de las unidades cartográficas de tierras (U.T.), con las exigencias agroecológicas y manejo de los tipos de utilización de la tierra (T.U.T.), bajo la óptica de un rendimiento sostenido, durante largos períodos y con mínimo deterioro ambiental. En este sentido las labores propias de la clasificación de tierras, la ingente cantidad de información espacial y descriptiva y los procedimientos pautados en la determinación de las aptitudes, lucen ideales para ser instrumentados bajo los sistemas de información geográfica (SIG). La utilización de los programas ARC/INFO como sistema de información geográfica, y del FOXPRO WINDOWS, como sistema manejador de base de datos relacionales (SMBDR), empleando como base metodológica el Esquema de clasificación-evaluación de tierras de la F.A.O.(1976), ha permitido el desarrollo de un sistema computarizado para la clasificación de tierras con fines agrícolas.

Palabras claves: Clasificación-Evaluación de Tierras, Unidad de Tierras, Tipos de Utilización de la Tierra, Sistemas de Información Geográfica, Esquema F.A.O. para Clasificación-Evaluación de Tierras.

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND THE LAND CLASIFICACION-EVALUATION

ABSTRACT

The classification of land for agricultural purpose is sustained by contrasting the characteristics and qualities of each cartographic land unit (IU) against the agroecological requirements and the applied management of the land utilization types (IUT), considering long period of sustained yieldings, with minimum environmental damage. In this aspect the methodology of land classification, the great amount of spatial and descriptive information, and the guide lines in determining the aptitud of land, are ideal for using the Geographical Information Systems (GIS). Using ARC/INFO as Geographical Information System, and FOXPRO WINDOWS (DBRMS as the data base relational manage system), and employing the F.A.O. land classification-evaluation scheme has been possible to develop a computer base system, for land classification in agricultural planning.

Key words: Land Classification-Evaluation Lands Units, Land Utilization Types, Geographical Information Systems, FAO. Scheme.

ANTECEDENTES

La clasificación de tierras, que originalmente buscaba la maximización de los beneficios, a partir de mediados de la década de los 70, con el Esquema para la Clasificación y Evaluación de Tierras de la F.A.O., pasa a ser una tarea con un enfoque eminentemente ecologista. La adopción de un basamento holístico, orientado por la búsqueda de un análisis beneficio-costos, en donde prima la noción ambientalista, sustituye la tradicional concepción que pretendía, la maximización de los beneficios a través de aquel uso que permitiera óptimos retornos de capital y mínimas inversiones. El planteamiento anterior permite agrupar los sistemas de clasificación de tierras en dos grandes corrientes (Flores, R. 1981.), a saber:

-Metodologías Sistemáticas o Unidisciplinarias.

-Metodologías Holísticas, Pluridisciplinarias o Multidisciplinarias.

En el primer grupo se integran sistemas añejos, de amplia divulgación, aplicados en diversos escenarios mundiales y con buenas aceptación en el ámbito nacional. La base conceptual, para la determinación de las potencialidades, vocaciones de uso o capacidades agrológicas de los suelos, se fundamenta en la consideración de un conjunto de componentes, definidos algunas veces como agroecológicos, que facilitan o impiden la implantación de usos agrícolas. La selección y definición de tales componentes agroecológicos, en la mayoría de los casos, se reduce a unas pocas condiciones, generalmente de naturaleza física, que definen unidades cartográficas de suelos, unidades geomorfológicas e incluso unidades climáticas. La participación de una sola disciplina científica (Edafología, Geomorfología, Climatología etc.) constituye un verdadero umbral que impide la percepción de todos los componentes (físicos, biológicos, agrosocioeconómicos) que intervienen en la actividad agrícola, bien sea producción animal o bien sea producción vegetal. El sistema agrológico de las ocho clases o sistema agrológico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S.D.A) es, sin muchas dudas, el sistema más difundido y aplicado en el mundo. La determinación de las capacidades agrológicas de los suelos y su clasificación en una de las ocho clases establecidas en el sistema, pone de relieve la capacidad para soportar usos agrícolas o pecuarios; capacidad que se establece a través de determinadas características edáficas, cuyos límites y criterios fueron extraídos de condiciones de otras latitudes geográficas, lo cual lejos de favorecer la comparación agrológica de varios ambientes, puede conducir a graves errores de apreciación y distorsiones de la realidad, cuando no se introducen los ajustes pertinentes (Sanoja, A. y Suescún, L. 1989).

El segundo grupo está conformado por sistemas cuya concepción holística tiene un origen más reciente, pero que por el novedoso enfoque ambientalista, por el carácter abierto y por su orientación utilitaria, se han convertido en metodologías de gran aceptación y aplicabilidad. Se incluyen sistemas con un marco conceptual en el cual la definición de unidades de tierras (U.T.) y la caracterización de tipos de utilización de la tierra (TU.T) se convierten en la piedra angular de la

clasificación con fines agrícolas. La noción de unidades de tierras engloba condiciones inherentes o agroecológicas (relieve o topografía, características-cualidades de los suelos, condiciones agroclimáticas, disponibilidad de agua superficial-subterránea y zonas de vida, entre otras) y condiciones externas que intervienen en la actividad (accesibilidad, servicios, características agroeconómicas), todo lo cual favorece la definición de unidades cartográficas de tierra (U.T), cuya mayor o menor complejidad debe adecuarse a los niveles del levantamiento propuesto ya las condiciones particulares del territorio en consideración. Los tipos de utilización de la tierra (TU.T) son definidos como la actividad agro pecuaria bajo un enfoque funcional; la intervención de criterios diagnóstico, entre los que vale la pena destacar: producción (vegetal, animal, rendimientos, inversiones etc.), tamaño y tenencia de la tierra, niveles agrotécnicos, conocimientos de los agricultores, orientación de la producción, canales de comercialización, asistencia técnica y disponibilidad crediticia, permiten definir los usos en un marco estructural, agrosocioeconómico, histórico y del tipo de manejo agronómico aplicado. Cada TU.T definido bajo esta compleja integración de criterios diagnóstico, permitirá plasmar los sistemas agrarios de cada área en particular, y establecer las exigencias agroecológicas que deben poseer la U.T para soportar un rendimiento sostenido, durante largos períodos y sin deterioro ambiental.

El establecimiento de las diversas clases de aptitudes se hará a través de la contrastación de las características-cualidades de las unidades de tierras (U.T) con las exigencias o requerimientos de los tipos de utilización (TU.T). Como puede imaginarse, una unidad de tierras puede ser apta, de manera simultánea, para más de un uso; de igual manera, puede poseer aptitud para un uso particular y carecer de tal aptitud para otro determinado. Este carácter utilitario le confiere a los sistemas holísticos la connotación espacial de facilitar su aplicación en diferentes escenarios geográficos. En este grupo, vale la pena destacar el Esquema de Clasificación y Evaluación de tierras (EA. O., 1976) y el sistema Ecológico para clasificación de tierras (Beek, J. K y Bennema 1971, citado por Flores, E. 1981).

La división de los sistemas de clasificación de tierras, anterior-

mente expuesta, puede ser ampliada si como criterio de separación se emplea la utilización y la no utilización de índices (Flores, E.1981), originándose la siguiente discriminación:

- Sistemas paramétricos para clasificación de tierras.
- Sistemas no para métricos para clasificación de tierras.

El grupo correspondiente a los sistemas paramétricos aglutina aquellas metodologías que basan la determinación de las aptitudes en los resultados de índices, cuya concepción de índole matemático reflejará el carácter negativo o positivo, que los componentes agroecológicos o agrosocioeconómicos ejercerán en la implantación de un T. U. T. El empleo de una fundamentación matemática supone, de acuerdo con los partidarios de este enfoque, alcanzar resultados objetivos ajenos a la apreciación subjetiva, cargada de oportunismo del investigador. En este grupo es importante destacar sistemas como el índice de Storie (Storie, E. 1970) y el sistema Búlgaro (Garbouchev, I. y Kastranov, S. 1970); recientemente, el auge de la geoinformática ha puesto en la palestra la proliferación de modelos de productividad. En el grupo de sistemas no paramétricos se engloban sistemas cuyos resultados finales reflejan la apreciación de un experto o grupo de ellos. La fundamentación matemática es sustituida por consideraciones jerárquicas, tomadas por el grupo profesional y los productores, razón por la cual los resultados se consideran plagados de subjetivismo. Cabe destacar en este grupo, como sistemas de gran aceptación y difusión, el sistema para Evaluación de tierras (Beek, J. K. 1978) y el Esquema F.A.O. citado anteriormente. Del análisis de los sistemas de clasificación expuestos, hay que puntualizar que la división planteada diferencia clasificaciones sistemáticas de clasificaciones holísticas, pero estas, a su vez, pueden ser discriminadas en sistemas paramétricos y sistemas no paramétricos.

Diversas regiones del país. Ante la evidente e inconveniente rigidez del sistema, y, por ende, la sobrevaluación o subvaluación que ello provocaba, se introdujeron modificaciones que propendían a conferirle visos de elasticidad y adaptabilidad al esquema, aunque conservando la concepción original del mismo (Comerma, J. Arias L. 1971). A partir de 1980

se inicia en la Universidad de Los Andes, Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, una línea de investigación en Clasificación de tierras con fines agrícolas, con una investigación en la Llanura Eluvial del río Motatán (Leotaud, 1. y Moreno, F. 1980), aplicándose, por primera vez, en el país el esquema para clasificación y evaluación de tierras de la F.A.D.. Esta línea de investigación ha permitido la aplicación de diversas metodologías, para métricas y no paramétricas, fundamentalmente holísticas, en territorios de Los Andes, Llanura aluvial del Lago de Maracaibo y Llanos altos occidentales.

CONDICIONES GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

El área de aplicación está comprendida por la cuenca del río Motatán, excluyendo la subcuenca del río Carache, la cual se localiza en los estados Mérida y Trujillo y abarca una superficie aproximada de 242.000 hectáreas. Paisajísticamente la cuenca permite diferenciar tres grandes porciones territoriales: Llanura aluvial fluviolacustre, formada por aportes cuaternarios de los ríos Motatán, Caús, Cheregué y Vichú, entre los principales; constituye un área con suelos aluviales profundos, de texturas finas y medias dominantes, con fases de drenaje y susceptibilidad a las inundaciones que conforman un verdadero mosaico de suelos, cuyas otras características físicas y químicas sirven de sustentación a una variada gama de usos agrícolas. El clima, caracterizado por temperaturas medias anuales superiores a los 25°C, con precipitaciones que fluctúan entre los 900 y 1200 mm anuales, y un balance hídrico, que origina hasta 4 meses secos, conforman un esquema agroclimatológico que facilita la implantación de actividades agrícolas macrotérmicas o de tierras bajas, con una producción animal dominada por la ganadería de engorde y de doble propósito (carne-leche) y una producción vegetal diversificada, pero especialmente dominada por el cultivo musáceas.

El piedemonte conforma el segundo paisaje diferenciable, el cual geográficamente presenta una mayor complejidad, en comparación con la Llanura aluvial. Geológicamente, en el contacto piedemonte-Llanura dominan depósitos aluviales del Pleistoceno y del Holoceno, para, a medida que se acentúan las condiciones topográficas, dar paso a con-

diciones geológicas del Terciario, incluso del Cretácico. La configuración topográfica origina un relieve complejo, desde plano y ondulado, hasta relieve escarpado y quebrado. Las condiciones agroclimáticas definen áreas con bajas precipitaciones (inferiores a 1200 mm) y temperaturas que fluctúan entre 26°C y 24°C, con una evapotranspiración elevada, que originan hasta más de 9 meses secos; una cobertura vegetal, considerada como poco protectora y fuertes pendientes, en áreas con condiciones geológicas favorables, permiten el desarrollo y presencia de erosión polimórfica intensa. El espacio rural es heterogéneo, reflejando condiciones agroecológicas adversas, con poca disponibilidad de agua, escasa humedad en el suelo, con un creciente número de meses ecológicamente secos y un complejo edáfico, que no favorecen la implantación de un uso intensivo y espacialmente continuo.

La presencia de un paisaje montañoso, conformado por un relieve vigoroso, masivo y de grandes contrastes topográficos, con vertientes escarpadas y fondos de valle colmatados por sedimentos aluviales, coluviales y glaciares, que sirven de asiento a una actividad humana intensiva, define el tercer sector. La variación altitudinal supera a los 3000 metros de desnivel, confiriéndole a este paisaje una gran variabilidad ambiental, que se traduce en condiciones agroecológicas diversas, que han permitido la implantación de sistemas agrarios basados en cultivos macrotérmicos, de las porciones más bajas y de cultivos mesotérmicos y microtérmicos en las porciones más elevadas, hasta alturas cercanas a los 3800 m.s.n.m., límites de la frontera agrícola.

El uso agrícola de la tierra, considerado bajo su enfoque funcional, a grosso modo, concuerda con las características generales que definen con los paisajes ya descritos. En el paisaje de llanura aluvial destaca la dominancia de una actividad pecuaria, con orientación hacia una ganadería intensiva de engorde (ceba); en fincas que superan las 1.000 ha., con grandes inversiones de capital, niveles agrotécnicos elevados, cuya producción se orienta a mercados extraregionales. Simultáneamente, la actividad agrícola vegetal la define un dominio de plantaciones de cambur y plátano, presentes en explotaciones cuya superficie supera las 150 ha., con promedios de parcelas de 45 ha. de superficie. Un nivel agrotécnico elevado, definen altas inversiones, tanto como

en insumos como en inversiones no recurrentes o de capital, la producción se destina tanto al mercado regional-extraregional como a la exportación al Caribe y a los Estados Unidos.

En el piedemonte, el uso agrícola muestra apreciables variaciones espaciales y notorias diferencias funcionales. Hacia las porciones más bajas, en el contacto con la llanura aluvial, la actividad pecuaria está representada por sistemas productivos de tipo semi-intensivo, orientada a la producción de carne. Las fincas no superan las 500 ha. y el promedio sitúa estas explotaciones en tamaño de 150 ha. Las inversiones de capital son variables preferentemente orientadas a insumos. El nivel agrotécnico es medio, con rendimientos que reflejan un manejo que propende, cada día, a disminuir en intensidad, ante la elevación de insumos y costos de producción. La actividad agrícola se da bajo sistemas semi-intensivos, con gran diversidad de cultivos macrotérmicos y dominio de rubros de ciclo anual. El sistema de riego de El Cenizo permite la utilización temporal continua de la tierra, con rotación de cultivos de ciclos cortos e intermedios. Las inversiones se reducen a la aplicación de insumos mínimos que aseguren un nivel dado de rendimiento. Las explotaciones se dan en fincas pequeñas con superficies que escasamente alcanzan 10 ha.

En las áreas topográficamente más elevadas, en la transición hacia la porción montañosa, el uso agrícola se localiza en las tierras más favorables, con la particularidad de no existir una dominancia clara entre la producción animal y vegetal. Coexisten sistemas semi-modernos, junto a sistemas tradicionales y de nivel de subsistencia, con explotaciones pequeñas, predominantemente en dimensiones inferiores a 5 ha. Los niveles agrotécnicos son diversos, aunque preferentemente se clasifican como bajos a intermedios, con rendimientos acordes con los sistemas productivos. La producción agrícola presenta cultivos anuales como dominantes y en menor cuantía, los semipermanentes y permanentes (café), la actividad pecuaria está orientada a una ganadería de doble propósito, bajo sistemas extensivos de producción, con bajas inversiones de capital.

En la porción montañosa la actividad agrícola intensiva se loca-

liza en los fondos de valle, bajas condiciones agroecológicas favorables; en las vertientes, en pendientes de hasta 30%, se pueden encontrar actividad agrícola intensiva. Los sistemas productivos 'de tipo agrícola dominan la escena, mientras la pecuaria pierde importancia ante el incremento de los costos de producción. Los sistemas agrarios hortícolas de niveles modernos, con carácter especializado o diversificado, tipifican la producción del sector. En efecto, la horticultura representa una actividad económica de gran rentabilidad, caracterizada por la aplicación de grandes inversiones de capital y de insumos, con niveles agrotécnicos ciertamente altos, rendimientos que alcanzan cifras ideales y una comercialización que cuenta con una infraestructura propia, que facilita la distribución a nivel nacional y, para ciertos rubros, la exportación a las Islas del Caribe. La agricultura de cultivos anuales y semi-permanentes constituye una actividad económicamente secundaria; generalmente localizada en vertientes o en áreas sin disponibilidad de agua para la implantación de sistemas de riego. Este sistema productivo puede clasificarse como tradicional, agricultura andina, en pequeñas parcelas, con dimensiones promedio inferiores a una hectárea, con niveles agrotécnicos bajos, muy poca inversión de capital y mínimos insumos, todo lo cual se traduce en rendimientos notoriamente bajos, que se dedican al consumo familiar y a la comercialización, sobre todo cuando son productos perecederos. En este sector montañoso están presente otras actividades agropecuarias, de menor importancia económica y poca repercusión espacial. Sin duda, la actividad hortícola constituye el rasgo distintivo y diferenciador de la cuenca montañosa del río Motatán.

METODOLOGIA

La propuesta metodológica para el desarrollo del sistema computarizado se sustenta sobre dos grandes pilares: el basamento teórico conceptual, aportado por el enfoque metodológico del Esquema de Clasificación-Evaluación de la F.A.O. y el basamento procedimental, facilitado por los sistemas de información geográfica (SIG). El sistema F.A.O., como esquemáticamente se le conoce, posee una fundamentación eminentemente holística, orientado hacia la búsqueda del uso armónico de los recursos, con el cual se pretende alcanzar un

rendimiento sostenido, durante largos períodos y con el mínimo deterioro ambiental, todo lo cual debe propender al mejoramiento de los niveles de vida, lográndose el verdadero ordenamiento territorial. El esquema EA.O. comprende dos subsistemas o componentes: el subsistema unidades de tierras (U.T.) y el subsistema tipos de utilización de tierra (TU.T.). El primero puede definirse a través de un conjunto de características y cualidades, intrínsecas y extrínsecas, que facilitan o impiden la implantación de un uso. El subsistema TU.T. define una serie de atributos, criterios diagnóstico, que permiten definir sistemas de producción agropecuaria. La confrontación de las características-cualidades de las U. T con las exigencias agroecológicas de los TU.T arrojará como resultado la diferenciación de ordenes de aptitud (A aptas y NA no aptas) y diversas subclases de aptitud, con sus respectivas limitantes.

Orden A Aptas

A 1 Altamente aptas
A2 Aptas
A3 Moderadamente aptas
A4 Marginalmente aptas

Orden NA No Aptas

Nap No Aptas permanentemente
Nac No aptas corregibles

Las subclases de aptitud pueden diferenciarse con base en las limitaciones agroecológicas que constriñen la exitosa implantación de un uso, esto significa que la discriminación de las características-cualidades y su empleo como limitantes dejará a la subclase A 1 sin divisiones, por carecer de impedimentos para el uso considerado, mientras las clases A2, A3 Y A4 se dividen en subclases de acuerdo con el número de limitantes que afectan un uso determinado. El esquema F.A.O., no encajona al usuario en una estructura inelástica, deja abierta la posibilidad de adecuar tantos niveles como lo exija el levantamiento. La contrastación entre U. T Y TU. T se realiza a través de tablas de conversión' originándose tantas tablas como usos se disponga; los resultados finales son plasmados en mapas de aptitud, de cuyo análisis se podrá obtener un mapa síntesis de usos propuestos, lo cual constituye la expresión gráfica de las alternativas para el manejo de los recursos.

La clasificación y Evaluación de tierras con fines agrícolas comprende el levantamiento o captura de datos espaciales y descriptivos, su almacenamiento, análisis y procesamiento, su graficación o despliegue y la comunicación de la información final, características que son comunes a los sistemas de información geográfica y los cuales constituyen la herramienta que sustenta los procedimientos computarizados. La herramienta adoptada es el SIG PC ARC/Info, el cual permite manejar dos tipos de datos: la base espacial de información georreferenciada, la constituye un conjunto de mapas de fenómenos ambientales, entre los cuales cabe destacar geología, pendientes, unidades geomorfológicas (fisiográficas), suelos, zonas de vida, clima (balance hídrico-número de meses secos) todo lo cual se traduce o sintetiza en un mapa de unidades cartográficas de tierras, definidas por sus respectivas características y cualidades; y la base de datos descriptivos, correspondientes a las condiciones inherentes a las unidades de tierras (condiciones agroecológicas) y las condiciones adquiridas (agrosocioeconómicas), que influyen en los T.U.T., originan sendas bases de datos relacionales, las cuales son manejadas a través del FOXPRO WINDOWS. Este sistema manejador de bases de datos relacionales (SMBDR) constituye una interfaz ideal para el manejo de los datos descriptivos que conforman el sistema. La confrontación de las exigencias derivadas de los usos de la tierra, con las características de las unidades de tierras, originan como se dijo, tablas de conversión (T.C. o matrices de conversión), las cuales muestran las clases y subclases de aptitudes, tablas que son generadas por el sistema, a través del FOXPRO WINDOWS. Finalmente, la capacidad de ARC/Info como sistema de información geográfica permite crear verdaderos modelos cartográficos, en los cuales el usuario puede simular escenarios de usos alternativos que propendan al ordenamiento territorial. El sistema desarrollado combina el basamento conceptual del esquema F.A.O. de clasificación-evaluación de tierras con las capacidades de manejo de información que tiene un SIG.

CONCLUSIONES

El desarrollo de un sistema para clasificación de tierras con fines agrícolas, utilizando las bondades de los sistemas de información geográfica, tiene necesariamente que reflejar el enfoque y el basamento conceptual de la metodología que sustenta los propósitos u objetivos finales, que el investigador pretende alcanzar.

El sistema desarrollado permite la definición de unidades de tierra con la intervención de diferente cantidad de características y cualidades, con diferentes tipos de datos. Esta posibilidad determina su adaptabilidad a diferentes niveles de levantamiento, con lo cual se puede afirmar su carácter multiescalar.

La definición de tipos de utilización de la tierra, a través del concepto de criterios de diagnóstico, con diversos niveles de información, propende a facilitar su aplicación bajo variadas especificaciones, con objetivos claramente definidos.

El sistema desarrollado se fundamenta en la capacidad opológica del SIG (ARC/Info), por cuanto la determinación de usos alternativos y simulación cartográfica de escenarios agrarios puede y debe conducir a la ordenación de territorio y la consideración de las relaciones espaciales es fundamental.

La combinación metodológica, que sustenta el sistema, tiene la originalidad del carácter georreferenciado que le suministra el SIG, lo cual lo diferencia de sistemas computarizados como ALES (Rositer, D. y Van Wambeke, A. 1989) que carecen de esta característica que define la información espacial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARONOFF, STAN. (1989). *Geographic Information Systems. A management I perspective*. Ottawa-Canadá. 294 p.
- BELWARD, ALAN S. and C. VALENZUELA. (1991) *Remote Sensing y Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries*. 506 p.
- BOSQUE, SENDRA J. (1992) *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid-España. 451 p.
- COMERMA, J. Y ARIAS L. (1971) *Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos de Venezuela*. COPLANARH Maracay. Venezuela.
- F. A. O. (1976) *Esquema para clasificación y evaluación de tierras*. Boletín No.32. Organización de las Naciones Unidas. Roma, Italia.
- BEEK, J. K. (1978) *Land evaluation for agricultural development*. 1. 1. L. R. 1. Wageningen, The Netherlands.
- FLORES R. E. (1981) *Algunos sistemas paramétricos y no paramétricos para la clasificación y evaluación de tierras*. IGCRN. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida . Venezuela.
- LEOTAUD, I. Y MORENO, F. (1980) *Clasificación de tierras con fines agrícolas. Planicie aluvial Motatán-Cáus. Estado Trujillo*. Escuela de Geografía. Facultad de Ciencias Forestales. U.L.A. Mérida. Venezuela.
- ROSITER, D. Y VAN WAMBEKE, A. (1989) *Automated Land Classification System (ALES)*. Department of Agronomy . Cornell University. New York.
- SANOJA, A. Y SUESCÚN L. (1989) *Clasificación de tierras con fines agrícolas y conservacionistas*. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Geografía. Facultad de Ciencias Forestales. ULA. Mérida. Venezuela.
- STORIE, E. (1970). *Manual de levantamiento de suelos*. Editorial UTEHA. México.