

UNA PROPUESTA METODOLÓGICA BASADA EN S.I.G. PARA DETERMINAR USO POTENCIAL DE LA TIERRA

Ernesto J. FLORES R.

Alexander PARRA U.

*Universidad de Los Andes-Mérida
Venezuela*

RESUMEN

La determinación de las potencialidades de la tierra con fines estrictamente agrícolas, enfocada esta última como una actividad humana orientada a satisfacer las necesidades humanas, es considerada como una tarea que pro pende a establecer la capacidad de los suelos para soportar usos agrícolas, pecuarios, forestales y combinación de ellos. Tales labores tienen su base sustentadora en la consideración de componentes de diversa naturaleza, destacando un grupo de corte esencialmente agronómico, coexistiendo, simultáneamente, con otro conjunto de marcado carácter social y económico, pretendiéndose con ello determinar usos agrícolas, que definidos bajo un marco perfectamente establecido, brinden rendimientos óptimos y sostenidos, a través de los cuales se busca alcanzar el manejo armónico del medio rural. El uso potencial de la tierra, al reflejar la compatibilidad entre las características y cualidades de las unidades de suelos y las exigencias de usos agrícolas, constituye la herramienta perfecta para la determinación de las conformidades y los conflictos de usos. De esta manera, los resultados finales del uso potencial ofrecen la posibilidad de adoptar estrategias y definir planes concretos, destinados a corregir desequilibrios espaciales, a superar la subutilización de los recursos y a prevenir el deterioro ambiental por sobreutilización de las capacidades de carga. La combinación de una propuesta metodológica, con marcado enfoque ecologista, como la Metodología de Plath, sustentada en las potentes capacidades de los Sistemas de Información Geográfica, cons-

tituyó las bases para el desarrollo de un sistema computarizado, que como una herramienta sumamente versátil, permite generar y simular diversos escenarios y ensayar múltiples acciones, tendentes a corregir desajustes, en la búsqueda de la ordenación del territorio.

Palabras Claves: Uso potencial de la tierra, Metodología de Plath, Sistemas de Información Geográfica.

PROPOSAL FOR A METHODOLOGY BASED ON G.I.S. TO DETERMINE THE POTENTIAL USE OF LAND

ABSTRACT

The determination of the potentialities of the land, with strictly agricultural objectives, focusing this last one as an activity guided to satisfy the human necessities is considered as a task that tends to establish the capacity of the soils units to support agricultural and forest uses, and a combination of them. Such tasks have their supportive base in the consideration of diverse nature components, highlighting an essentially agronomic group, coexisting, simultaneously with another group of marked social and economic character. With such works the determination of land uses is sought under a perfectly established socioeconomic level, offering sustained yields, concordant with the agricultural and ecological resources, with which it is looked for to reach the harmonic use of the lands. The potential land use, reflecting the compatibility between the characteristics and qualities of the soils units and the land utilization requirements, constitutes the perfect tool for the establishment of the land use conformities and conflicts. In this way, the potential land use results offer the possibility to adopt strategies and to define plans, oriented to correct space imbalances, to overcome sub utilization of the resources and to prevent the environmental deterioration, due to overusing the carrying capacity of land. The combined application of the Plath Methodology, with the magnificent capacity for data treatment of the Geographical Information Systems, constituted the supportive bases for developing an on-line system, as an extremely versatile

tool, that allows to generates and to simulates diverse scenarios and to try multiple actions oriented to correct unbalance, in the search of land use planning.

Key-Words: Potentialland use, Plath Methodology, Geographical Information Systems.

ANTECEDENTES METODOLÓGICOS

Las labores conducentes a determinar el uso potencial de la tierra, pueden ser abordadas bajo un muy diverso grupo de métodos, procedimientos y técnicas, los cuales debido a las diferentes concepciones que las sustentan, por el tipo y nivel de información requerida o empleada y por las diferencias del marco geográfico, en el cual se desarrolló una determinada metodología, pueden originar resultados muy alejados de la realidad que pretenden plasmar. En este orden de ideas, es lugar común el señalamiento que la rigidez de los criterios y pautas establecidas, constituyen una de las mayores limitaciones. Hay que agregar además, que la normativa propuesta puede ser el producto de experiencias adquiridas bajo condiciones geográficas particulares, resultantes de la utilización de concepciones metodológicas de corte unidisciplinario, que pueden originar resultados divorciados de la realidad espacial en la cual se realiza el estudio. Durante las últimas tres décadas, sin embargo, las tareas de evaluación de tierras, y con ellas la determinación del uso potencial de la tierra para propósitos agrícolas, han sido orientadas por una concepción ecologista, de corte holístico, en la cual se contempla el empleo de criterios múltiples, ajustados a las condiciones locales y regionales del área en estudio. Esta nueva concepción está orientada hacia la búsqueda y validación de métodos y procedimientos, suficientemente elástica en su normativa, con lo cual se pretende alcanzar resultados ajustados a los diversos escenarios estudiados, todo ello con el objetivo final de lograr esquemas metodológicos orientados a alcanzar una aplicabilidad universal. Bajo los innovadores enfoques ecologistas, la tradicional búsqueda de la optimización de los beneficios económicos, en el uso rural de la

tierra, se ve sustituida por el objetivo de alcanzar rendimientos sostenidos, con niveles máximos, que muestren conformidad con las condiciones agroecológicas, con lo cual se produciría un mínimo deterioro ambiental. Estos últimos planteamientos ponen de relieve la importancia, que el conocimiento del uso potencial de la tierra, puede adquirir en el establecimiento de las conformidades y conflictos de uso, y por ende en las tareas de ordenamiento territorial. La confrontación de los usos potenciales específicos, con el uso actual de la tierra, permite la determinación de las llamadas conformidades de uso, lográndose esto último, cuando se puede establecer que existe una total correspondencia entre las características y cualidades, que definen las unidades de tierras, con las exigencias de los usos, presentes en el área considerada. De igual manera, cuando las exigencias de los usos superan las características y cualidades de las tierras, en forma general, se habla de conflictos de uso por sobre utilización, mientras que, cuando las características y cualidades de las tierras superan las exigencias de los usos, se habla de conflictos de uso por subutilización.

LA METODOLOGIA DE PLATH PARA USO POTENCIAL DE LA TIERRA

La metodología de Plath, originalmente concebida y desarrollada para ser aplicada a las condiciones de América Central, parte de la premisa de considerar al uso potencial como el mejor uso que se puede dar a las unidades de tierras, definidas éstas últimas bajo un conjunto de componentes eminentemente agronómicos. Esto significa que, por definición, el uso potencial propende a la obtención de la mayor producción, de manera sostenida durante largos períodos, uso potencial que al presentar conformidad con las aptitudes de las tierras, pone de manifiesto la respuesta positiva de la actividad agrícola, ante unas favorables condiciones ecológicas (suelos, clima y topografía), con la particular aplicación de un manejo específico.

En el planteamiento metodológico original, Plath propone cuatro clases o niveles de uso potencial, a cuyo número Aguilar y Mendoza (1976) le agregan una nueva categoría, para alcanzar un total de cinco clases, cada una de las cuales reflejan niveles decrecientes en los rendimientos. Esta modificación, considerada como un verdadero cambio estructural y conceptual, permite que la metodología adquiera mayor versatilidad, con lo cual se origina una mejor adaptación a las condiciones agrícolas, sociales y económicas de Venezuela. De esta manera se tiene desde la Clase I, que representa las tierras con la mayor productividad, hasta la Clase V, que agrupa las tierras con menor rendimiento agrícola. De manera específica, y en este mismo orden de ideas, se puede señalar que en la Clase I se aglutinan aquellas unidades cartográficas de tierras, que por sus condiciones agroecológicas positivas, pueden ser dedicadas a usos agrícolas intensivos. La Clase II permite agrupar tierras cuyas características y cualidades, para el potencial agrícola, facilitarían la implantación de un uso agrícola extensivo. Bajo la denominación de Clase III se clasifican tierras que poseen un potencial para uso forestal y bosques naturales. En la Clase IV se corresponden unidades de suelos o tierras con capacidades para usos rurales muy extensivos y, finalmente, en la Clase V se agruparían usos orientados a la conservación, la recreación y la investigación (Flores, et al, 1999).

En relación con la información básica, necesaria para entender la determinación del uso potencial, los planteamientos originales de la metodología de Plath contemplan el empleo de información cartográfica de suelos, con nivel cartográfico de Asociaciones o Consociaciones. Adicionalmente, la metodología destaca, que deben tomarse en consideración aquellas medidas de conservación que, eventualmente, los agricultores aplicarían en el laboreo de la tierra. La consideración y aplicación de estos componentes facilita una preliminar diferenciación en los niveles del potencial de las tierras, permitiendo una inicial separación de aquellas

unidades de suelos que poseen potencial para usos agrícolas conformados por cultivos anuales y permanentes (A y P).

El clima constituye otro de los componentes agroecológicos que, sin lugar a dudas, juega un papel importante en la metodología Plath de uso potencial de la tierra. Del clima se toma en cuenta la temperatura y la variabilidad anual de la humedad, referida a la duración de la estación seca. La consideración del balance hídrico, como indicador climático, obedece a la marcada influencia que éste tiene, no sólo en el establecimiento de los cultivos, sino en la estimación del posible número de cosechas bajo un sistema en secano (sin riego) y, finalmente, en la estimación de los rendimientos finales. En la misma consideración del componente climático y, en este caso particular, sustentado en el aspecto temperatura, se deberá establecer la diferenciación de tres pisos climáticos, basados fundamentalmente en límites altitudinales; de esta manera las alturas inferiores a los 600 metros sobre el nivel del mar definen un piso caliente, mientras una variabilidad altitudinal entre 600 y 1.800 limitan un piso templado para, finalmente, diferenciarse un piso frío por alturas superiores a los 1.800 metros sobre el nivel del mar.

La leyenda de uso potencial, empleada para la cartografía de las unidades de tierras y en la redacción de las memorias descriptivas, está referida a las cinco grandes clases de uso potencial, las cuales pueden ser divididas en subclases, de acuerdo con los componentes que sustentan el sistema. De este modo, se propone la siguiente leyenda:

CLASES

SUBCLASES

I. Uso Intensivo

Cultivos Anuales y Hortícolas

IA, IAm, IAt, IPs.

Cultivos Permanentes y Semipermanentes

IPm, IPt, IPp.

II. Uso Extensivo	Cultivos Permanentes - Ganadería IIPs, IIPm, IIPf, IIPg, IIPp.
III. Uso Forestal	Reforestación - Protección IIID, IIISc
IV. Uso muy Extensivo o Limitado	Usos rurales muy extensivos IVSW
V. Otros Usos	Conservación -Recreación-Investigación VR, Vri

Fuente: Aguilar, L y Mendoza, G. 1997. Modificada por los Autores.

METODOLOGIA PARA DETERMINAR EL USO POTENCIAL Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Para la determinación del uso potencial de cada una de las unidades de tierras ha sido concebido y desarrollado un sistema computarizado, el cual está sustentado sobre dos grandes pilares, la metodología de Plath y los Sistemas de Información Geográfica. Mientras el primero de estos pilares, aporta el basamento teórico y el marco conceptual necesario para la determinación y definición de las unidades de tierras, a diferentes escalas de levantamiento y bajo escenarios diversos, el segundo de los pilares, antes mencionado, aporta las herramientas computarizadas que facilitan la rigurosa aplicación de las pautas y procedimientos metodológicos concebidas en el sistema.

El esquema metodológico originalmente propuesto por Plath, al ser concebido para ser aplicado en áreas con escasa información agroecológica, y al estar sustentado en una precisa definición de usos agrícolas, encuadrados en cada marco geográfico particular, con específicos niveles de manejo agronómico, permite su aplica-

ción sólo a niveles poco detallados de levantamiento. Esta evidente limitación metodológica del esquema Plath, dio origen a la motivación de introducir modificaciones, tanto en el número como en el tipo de criterios, empleados en la definición de los usos agrícolas y, además, en la definición de las unidades de tierras, a través de la aplicación de la concepción de características y cualidades. Las modificaciones anteriores, introducidas en la concepción de la metodología original, le confieren al sistema computarizado diseñado, una gran versatilidad para aplicaciones en los más variados escenarios y en diferentes escalas de levantamiento.

De esta manera, la concepción metodológica propuesta para sustentar el sistema computarizado para determinar el uso potencial de la tierra con fines agrícolas, permite abordar los usos de la tierra como tipos de utilización (TUT), actuales o alternativos (FAO, 1976), con diversos niveles de manejo agronómico, los cuales deberán enmarcarse en las condiciones agrícolas, sociales y económicas y ajustarse a los objetivos del estudio emprendido. Pero, además, es conveniente adoptar y aplicar el concepto de unidades de tierras (UT), las cuales son definidas a través de características y cualidades de naturaleza físico natural, e incluso uso de la tierra en su enfoque formal, con lo cual se agrega una particularidad adicional de incrementar la elasticidad para ser aplicada a diversos niveles de levantamiento.

La herramienta computarizada utilizada, base para el desarrollo de las pautas metodológicas, la constituye los sistemas de información geográfica (SIG), sistemas digitales que permiten capturar, almacenar, procesar, graficar y comunicar información espacial, de tipo cartográfico y descriptivo, peculiaridades que lo convierten en el instrumento ideal para soportar las tareas inherentes a la determinación del uso potencial. De esta manera, la metodología diseñada para establecer el uso potencial de la tierra, al estar sustentada en un sistema de información geográfica, asegura el manejo expedito de la base cartográfica de datos, pero, de manera simi-

lar, al poder interactuar con un sistema manejador de bases de datos relacionales (SMBDR), facilita la eficiente manipulación de los datos descriptivos o alfanuméricos. De esta manera, el sistema computarizado concebido y diseñado para establecer el uso potencial, de acuerdo con los lineamientos planteados en párrafos precedentes, está sustentado. en los programas PC Arc/Info y ArcView, como sistemas de información geográfica, y en el programa Visual FoxPro, como sistema manejador de bases de datos relacionales.

UN SISTEMA PARA USO POTENCIAL DE LA TIERRA. LA ESTRUCTURA

El sistema propuesto, denominado SCUT, como cualquier sistema computarizado sustentado en SIG, posee, como se sabe, dos componentes perfectamente diferenciados. El primero lo constituye la base de datos espaciales, mapas temáticos o base de datos cartográficos sobre la cual se basa para la determinación del uso potencial. En el sistema SCUT, la base cartográfica está compuesta por diversos productos cartográficos temáticos, cuyo número depende del nivel del levantamiento, en los cuales se plasman información de naturaleza agroecológica, provenientes mucha de ellas de diversas fuentes, a menudo con escalas cartográficas disímiles y con variados niveles de información. El segundo componente lo constituye la base de datos descriptivos, la cual comprende todos los atributos utilizados en la tarea de diferenciación y caracterización de las unidades de tierras (UT); contiene, además, toda la información agrícola, social y económica empleada en la tarea de diferenciación de los tipos de utilización de la tierra (TUT), para los cuales se establecerá el uso potencial.

La superposición del mapa de uso potencial obtenido, con el mapa de uso actual de la tierra, permite a través del empleo de ArcView, la determinación de los conflictos y conformidades de usos. El sistema SCUT para la determinación del uso potencial de la tierra, desarrollado bajo ambiente Windows 9x y Windows NT, es un

sistema computarizado basado en 32 bits, de estructura distribuida y totalmente abierta, lo cual además de permitir su funcionamiento en red, le confiere gran versatilidad. En efecto, la concepción metodológica que sustenta este sistema permite disponer de una herramienta de gran elasticidad, que puede ser adaptada a las particulares condiciones de los más variados escenarios geográficos y a la disponibilidad de variada información temática, espacial y descriptiva, sin embargo, la herramienta requiere de usuarios, con un buen nivel de referencia en la determinación de las condiciones involucradas en el uso potencial. Finalmente, el sistema SCUT posee ciertos rasgos de inteligencia artificial, lo que facilita la interacción con el sistema, pues al partir de un escenario específico y con un nivel determinado de levantamiento, se le pueden agregar diferentes niveles de-datos, con lo cual pueden simularse condiciones específicas. El SCUT comprende un Menú General el cual muestra siete subsistemas o componentes integrantes del sistema general, plasmados en igual número de Submenús, a saber: Usos, Edición, Unidades de Tierra, Mapas, Reportes, Utilidades y Ayuda, tal como se muestra en la figura siguiente:

Sistema para Determinación del Uso Potencial de la Tierra
 Usos Edición Unidades de Tierra Mapa Reportes Utilidades Ayuda

Usos Rangos	Ctrl+U
Exigencias Generales	Ctrl+I
Exigencias Específicas	Ctrl+G
Salir	Alt+X

Actualiza tipos de usos, exigencias generales, exigencias a utilizar o sale de SCUT.

Como es lógico suponer, cada subsistema o componente, disponible a través de un específico Submenú, permite realizar funciones determinadas en el proceso general para la determinación del uso potencial de la tierra. En este orden de ideas, cada

Submenú posee diversas Opciones, las cuales facilitan que el usuario experto, conocedor del basamento que sustenta el uso potencial de la tierra, pueda definir, por ejemplo, los usos de la tierra que intervendrán en el proceso y las unidades de tierra sobre las cuales se sustentará el uso potencial. En efecto, el componente Usos posee tres opciones: Usos Rangos, Requerimientos Generales y Requerimientos Específicos, los cuales fueron concebidos para facilitar la definición de tipos de utilización, con variado nivel de precisión, lo cual proporciona la posibilidad de utilizar, alternativamente, determinada escala de levantamiento. De igual manera, a través del Submenú Unidades de Tierra se define este componente, en el cual puede establecerse el número y detalle de las características y cualidades que conforman cada unidad de tierras en particular, lo que permite adecuar su contenido agroecológico a determinado nivel de levantamiento. Estas posibilidades le confieren al sistema SCUT una amplia adaptabilidad a diversos escenarios geográficos, con variada complejidad ambiental y agrosocioeconómico, por ende, le confiere la característica de aplicabilidad multiescalar.

CONCLUSIONES

El uso potencial de la tierra, al ser concebido como aquella actividad agrícola alternativa que, durante largos períodos y de manera sostenida, es capaz de brindar los máximos beneficios, sin duda que constituye un medio que facilita alcanzar el manejo armónico del territorio, planificar las actividades rurales en el corto, mediano y largo plazo, convirtiéndolo en una herramienta que permite la definición de estrategias y lineamientos de acción, orientados a favorecer el ordenamiento y, por consiguiente, destinados al mejoramiento de los niveles de vida de los agricultores.

La capacidad que ofrece el sistema SCUT para determinar las posibles conformidades existentes entre los usos actuales de la tierra y las condiciones agroecológicas o, por el contrario, destacar los conflictos entre el uso actual y el potencial, convierte a este sis-

tema computarizado en un instrumento que brinda posibilidades para seleccionar alternativas de uso rural y, a la vez, hacer conjeturas sobre la eventual ocurrencia de deterioro ambiental, y de las condiciones de vida, bajo diversos escenarios.

Finalmente, hay que destacar que a la par de la capacidad que, de manera inherente, poseen los Sistemas de Información Geográfica para la captura, almacenamiento, procesamiento, graficación y comunicación de datos espaciales y descriptivos, está la capacidad del sistema SCUT para facilitar estudios de uso potencial a diversas escalas de aproximación, estudios multi-escalares, y a la vez facilitar estudios multi-temporales, características que simultáneamente la convierten en una herramienta altamente eficaz para monitorear las acciones de planificación emprendidas y así convertirlo en instrumento idóneo durante el proceso de selección de medidas correctivas.

REFERENCIAS BIBLIOHEMEROGRAFICAS

Aguilar, L. Y Mendoza, G. (1975) *Determinación de áreas potenciales para el desarrollo agropecuario. Cuenca del río Motatán*. Mérida : ULA -IGCRN. Venezuela.

Aguilar, L. Y Aldana, F. (1988) *Potencialidad de la tierra en el Estado Mérida*. Mérida: Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. I.G.C.R.N.. Venezuela.

Aranguibél, L. (1986) *Algunos sistemas y enfoques empleados en la clasificación de tierras. Comparación del sistema americano (USDA) y sistema de Storie*. Trabajo Especial de Grado. Mérida: Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Geografía, Universidad de Los Andes. Venezuela.

Aronoff, Stan. (1989) *Geographic Information Systems. A management perspective*. Ottawa. Canadá.

Bosque, Sendra (1992) *Sistemas de Información Geográfica*. Editorial Rialp. Madrid. España.

Comerma, J. y Arias, L. (1983) *Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos de Venezuela*. Maracay. Venezuela.

Food and Agricultural Organization -FAO- (1976) *Esquema para la Evaluación de Tierras*. O.N.U. Boletín N232, Roma.

Flores R. E. (1981) *Algunos sistemas para métricos y no paramétricos para la evaluación y clasificación de tierras* Mérida: IGCRN. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Venezuela.

Flores, E Y Parra A. (1997) "Clasificación-evaluación de tierras con fines agrícolas bajo ambiente SIG." En: *Memorias del 7Q Simposio Latinoamericano de SELPER*, Mérida, Venezuela.

Flores, E., Parra, A., Ferrer, Z., Monsalve, F., Marcano, D. y Becerra, C (1999) *Determinación del Uso Potencial de la tierra sustentada en Sistemas de Información Geográfica*. Reunión Iberoamericana del Grupo Alfa. Febrero de 1999. Madrid. España

Martínez, L. y Vergara, M. (1985) *Clasificación de tierras con fines agrícolas en los Llanos de Monay. Estado Trujillo*. Trabajo Especial de Grado. Mérida: U.L.A. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Geografía. Venezuela.

Plath, C. (1963) "La capacidad productiva de la tierra en América Central". En: *Publicación Miscelánea* N2 44. I.I.C.A. Turrialba, Costa Rica.

