

# APUNTES SOBRE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS CULTIVOS. PARTICULARIDADES EN CUBA

## Notes on the agroecological zoning crop. Special in Cuba

**Gicli M. Suárez Venero**

**ABSTRACT.** In order to review the main aspects of agroecological zoning (ZAE) and special crops in Cuba, this study was performed to serve decision makers and producers as a source of information for planning and ensure more rational use of their land. It describes the main agroecological zoning definitions. It summarizes the history and origin of the issue internationally, with the main reasons that made possible the emergence and implementation of these studies. On the importance of applying the theme in different agroecological conditions of the world, and the need for technicians, makers and producers implement actions for implementation; some methodological considerations are expressed in terms of being adapted to the particular conditions of each territory. As part of the implementation of these studies under the concrete conditions of Cuba, we performed an analysis of the background, needs and potential for implementation of zoning in different crops of economic interest in the country. We conclude that all definitions of ZAE, allow the demarcation of homogeneous surfaces that replace the requirements thereof, the methodology used should be adapted to the particular conditions of the regions and under the soil and climate and sociocultural Cuba, there is a need to prioritize the agroecological zoning work in those crops that require reordering policy according to the characteristics of agroecosystems.

*Key words:* zoning, crops, agroecology, climate, soils

**RESUMEN.** Con el objetivo de reseñar los principales aspectos de la zonificación agroecológica (ZAE) de los cultivos y sus particularidades en Cuba, se realizó el presente trabajo que sirve a técnicos, decisores y productores como fuente de información para garantizar una planificación y uso más racional de sus tierras. Se exponen las principales definiciones sobre la zonificación agroecológica. Se sintetiza la historia y el origen del tema a nivel internacional, con las principales motivaciones que hicieron posible el surgimiento y aplicación de estos estudios. Por la importancia que reviste la aplicación del tema en diferentes condiciones agroecológicas del mundo y la necesidad de que los técnicos, decisores y productores ejecuten acciones para su implementación, se expresan algunas consideraciones metodológicas, en función de ser adaptadas a las condiciones particulares de cada territorio. Como parte de la aplicación de estos estudios bajo las condiciones concretas de Cuba, se realizó un análisis de los antecedentes, necesidades y potencialidades para la ejecución de la zonificación en diferentes cultivos de interés económico en el país. Se concluye que todas las definiciones de la ZAE, permiten la demarcación de superficies homogéneas que suplan los requerimientos de los cultivos, la metodología a emplear deberá ser adaptada a las condiciones particulares de las regiones y que bajo las condiciones edafoclimáticas y socioculturales de Cuba, se impone la necesidad de priorizar los trabajos de zonificación agroecológica, en aquellos cultivos que demandan de una política de reordenamiento de acuerdo con las características de los agroecosistemas.

*Palabras clave:* zonificación, cultivos, agroecología, clima, suelos

## INTRODUCCIÓN

El 16 % de la superficie cultivable del mundo, ha sido degradado por la actividad humana durante el último medio siglo. En los países en desarrollo, la

erosión y el pastoreo excesivo son problemas muy importantes. La erosión del suelo y otras formas de degradación de la tierra está aumentando. Además, tanto en el mundo en desarrollo como en el desarrollado, la expansión de

las zonas y las infraestructuras urbanas están ocupando tierras productivas y hábitats naturales. El medio ambiente, especialmente en las zonas urbanas, está tan contaminado que con frecuencia representa un peligro para la salud humana (1).

Por ello, la solución de los conflictos sobre el uso de la tierra es indispensable para el desarrollo sostenible. Armonizando la disponibilidad de los recursos de la tierra y las necesidades de estas para los seres humanos, es posible aumentar la producción sostenible y al mismo tiempo reducir la competencia, lograr un equilibrio eficiente entre las necesidades y vincular el desarrollo socioeconómico con la protección y la rehabilitación del medio ambiente<sup>A</sup>.

En este contexto, la planificación en el uso de la tierra, deviene como instrumento para lograr un mayor aprovechamiento de las tierras en función de la sostenibilidad económica, ecológica y social. Dentro de este tema, la agricultura se observará beneficiada en la medida que se logre un uso más racional de los recursos naturales, por medio de la planificación y el ordenamiento del espacio, además del aumento de la compatibilidad entre las exigencias de los cultivos y las condiciones agroecológicas del medio, aspecto que logran los estudios de la zonificación agroecológica.

Por tanto, la zonificación agroecológica (ZAE) constituye una herramienta más para darle respuesta al problema generalizado de realizar cambios en el uso de la tierra sin considerar la aptitud agroecológica de la misma, así como para evitar problemas generalizados de subuso y sobreuso de la tierra (2).

Por otra parte, el crecimiento y desarrollo de los cultivos, depende en gran medida del efecto de un conjunto de factores bióticos y abióticos que influyen en sus procesos vitales. Dentro de los factores abióticos, las variables edafoclimáticas y fisiográficas dentro de las condiciones agroecológicas de una región determinada, juegan un papel importante en los diferentes procesos fisiológicos que se desarrollan en los mismos y que determinan su agroproductividad.

Por tanto, el establecimiento de los cultivos en zonas donde el conjunto de factores que influyen en un agroecosistema, suplen las exigencias ecofisiológicas de los cultivos, garantizará alcanzar su potencial de rendimiento (3).

Los trabajos de zonificación revisten gran importancia, fundamentalmente cuando se trata de hacer una planificación en los sectores productivos donde el ambiente juega un rol decisivo. Cada especie vegetal tiene exigencias agroecológicas específicas y su potencial de producción y de rendimiento unitario dependerán en gran parte de la satisfacción de esos requerimientos (4).

Desde el punto de vista de su importancia, se ha informado, que la zonificación agroecológica es una de las principales herramientas para disminuir los riesgos a los que está sometida la agricultura (5). Por ello, en correspondencia con lo afirmado anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue reseñar los principales aspectos de la zonificación agroecológica de los cultivos y sus particularidades en Cuba, en función de ser aplicados en los estudios para diferentes cultivos de interés regional.

## **LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS CULTIVOS. DEFINICIÓN E IMPORTANCIA**

Son varias las definiciones que diferentes autores han emitido sobre la zonificación agroecológica

de los cultivos (ZAE); sin embargo, todas permiten la delimitación de superficies homogéneas que suplan los requerimientos de los mismos.

La ZAE permite la distribución de las plantas en una determinada área, región o país, conforme a sus exigencias agroecológicas, a lo que se debe añadir, "a su capacidad de conservación del potencial productivo del área"<sup>B</sup>.

La FAO define la zonificación agroecológica como la división de un área en unidades más pequeñas, que tienen similares características relacionadas con su aptitud y potencial de producción<sup>C</sup>. Como resultado de este proceso se identifican los tipos de usos de la tierra que son más acordes con la capacidad productiva de los recursos naturales, procurando a la vez el equilibrio y la conservación de los agroecosistemas (6).

Este mismo organismo internacional, define la zonificación agroecológica como zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Esta publicación afirma que los parámetros particulares usados en esta definición, se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos, además de los sistemas de manejo bajo los que estos se desarrollan (1).

Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones

<sup>B</sup>Benacchio, S. Zonificación agroecológica de cultivos en áreas bajas del trópico húmedo en Venezuela. En: Conferencias. Simposio del Trópico Umido. 2-17 noviembre 1984, Belém, Pará, Brasil, 98 pp.

<sup>C</sup>FAO. Adaptación de la metodología de zonificación agroecológica de la FAO para aplicaciones a diferentes niveles de zonificación en países de América Latina y el Caribe. En: Taller Regional sobre Aplicaciones de la Metodología de Zonificación Agro-Ecológica y los Sistemas de Información de Recursos de Tierras en América Latina y El Caribe, Santiago, Chile, Octubre. 1996, 20 pp.

diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos.

La zonificación agroecológica es un método que permite delimitar en una región, los sectores con características físicas, socioeconómicas y ecológicas homogéneas, para describir y jerarquizar la naturaleza de los problemas de todo tipo que enfrenta su población, permitiendo formular hipótesis en cuanto a la problemática agraria que enfrentan las zonas identificadas (7).

La zonificación es la sectorización de un territorio con diversos criterios, para identificar unidades geográficas relativamente homogéneas con características físicas, biológicas, y socioeconómicas con potencial ecológico para su evaluación con diversas opciones de uso sostenible (8).

Por otra parte, se ha planteado, que la zonificación agroecológica consiste en la identificación de áreas relativamente homogéneas, su caracterización con respecto a factores físicos (clima, suelos, formas de tierra, etc.) y biológicos (vegetación, fauna, etc.) en relación con su potencial de uso sustentable para fines específicos (2).

Con el proceso de zonificación se debe buscar la delimitación de espacios geográficos que se constituyan en unidades territoriales operativas de manejo y gestión, se debe buscar que la zonificación no sea un proyecto coyuntural, a corto plazo, o sea que no respondan únicamente al momento y a los cambios de planes y estrategias de las políticas de un territorio, sino que sea lo suficientemente elástica como para adaptarse a los cambios políticos.

La zonificación debe realizarse con una visión retrospectiva, o sea, generar el conocimiento de como se dan los procesos de formación del espacio, además de una visión proyectiva, es decir,

deberá generar las alternativas para dichos espacios.

La zonificación de cultivos presenta gran originalidad por la cantidad de criterios que considera tales como: climáticos, biológicos, agronómicos y geográficos. Por ello su carácter multidisciplinario ayuda a tomar decisiones con un fundamento más integral y de sistema (9).

En el mundo de hoy se integran la zonificación agroecológica, que tiene en cuenta aspectos biofísicos, con la zonificación socioeconómica, que tiene en cuenta los aspectos socioeconómicos, originando la zonificación ecológica-económica (ZEE). En Costa Rica, identificaron las formas de uso de la tierra por medio de la participación de actores claves en el estado de Pará, Brasil, dentro de un trabajo de zonificación agrosocioeconómica participativa (10).

Cuando se combina con un inventario de usos de tierras, expresado como tipos de utilización de tierra y sus requisitos ecológicos específicos, la zonificación puede usarse entonces como base de una metodología para evaluar los recursos de tierras. La suma de otras capas de información; tales como la tenencia y disponibilidad de tierras, los requisitos nutricionales de las poblaciones humana y ganadera, las infraestructuras, costos y precios; hace de la zonificación agroecológica, aplicaciones más avanzadas en el análisis de los recursos naturales y la planificación de usos de tierras (1).

La importancia de los estudios de zonificación agroecológica está relacionada con la influencia que tienen los mismos en la disminución de los riesgos a los que constantemente está sometida la agricultura, entre ellos, los cambios de patrones del clima global. Por lo tanto, la zonificación de los cultivos contribuye a enfrentar estos cambios, los cuales son uno de los problemas ambientales más graves que enfrenta actualmente

la humanidad. En este contexto, la agricultura no sólo contribuye al calentamiento global, sino que en gran medida es afectada por el.

Por otra parte, los estudios de zonificación tienen gran importancia porque ponen a disposición de los organismos responsables, decisores y productores, las alternativas para el uso sostenible de los recursos en áreas específicas y en un contexto socioeconómico definido. Estos aspectos son indispensables para la toma de decisiones en relación a la formulación de una política para el desarrollo de las estrategias del establecimiento de los diferentes tipos de usos de la tierra (cultivos).

La zonificación permite además apoyar los programas de extensión por medio de la identificación de áreas con características biofísicas propias para la implementación de paquetes tecnológicos que incluyen tipos de uso sostenido de la tierra, desarrollados por la investigación u otras vías. Además, permiten colaborar con los programas de investigación en la identificación de factores edáficos o climáticos limitantes para el desarrollo de paquetes tecnológicos, que incluyen uso sostenido de la tierra. En este contexto, se podrán identificar prioridades de investigación para el desarrollo de nuevas tecnologías para áreas agroecológicas específicas, basada en el uso sostenido de los recursos de la tierra.

Particularmente en Cuba y con las nuevas formas de propiedad de la tierra, estos estudios ponen a disposición del sector privado, información necesaria para la identificación de inversiones viables en las áreas de producción, procesamiento y comercialización de productos agrícolas.

En resumen, la zonificación agroecológica de los cultivos, garantiza la identificación de las zonas para el establecimiento de los diferentes tipos de usos de la tierra y lograr un mayor

aprovechamiento de los recursos naturales en función de alcanzar un potencial de rendimiento adecuado de los mismos. Por medio de esta, se logra una mayor relación entre las condiciones edafoclimáticas de los agroecosistemas, con los requerimientos de los cultivos, en función del aumento de la agroproductividad.

## **HISTORIA DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS CULTIVOS**

La UNESCO a través de la FAO, impulsó la creación de zonas agroclimáticas, apoyando trabajos de investigación en el África subtropical cuando en la década de los 70 se presentó una grave y prolongada sequía provocando serios daños a la agricultura y consecuentemente a la población y a su economía. Como resultado de estos trabajos, se desarrolló un sistema de evaluación de tierras y uno de los puntos centrales fue la creación de las zonas agroecológicas (11, 12).

La FAO ha dedicado una atención considerable al desarrollo de procedimientos para inventariar, evaluar y planificar los recursos de la tierra, tanto a nivel global, como en regiones y países concretos a través de sus programas de campo. La finalización del Mapa de Suelos del Mundo a escala 1:5 000 000, junto con un sistema de clasificación de suelos normalizado (13), supuso un estímulo para la evaluación global y comparativa de los recursos de tierras.

En 1976, en el marco para la evaluación de tierras, la FAO estableció la aproximación conceptual y la orientación metodológica para la evaluación de la aptitud de estas. Este marco está basado en la evaluación de las condiciones de las mismas, de acuerdo a los requerimientos específicos de los tipos de usos

definidos. Esta aproximación ecológica marcó una diferenciación radical de los sistemas anteriores de estimación de los recursos de tierras, y propició un amplio rango de aplicaciones (14).

El Proyecto Zonas Agroecológicas, fue un primer ejercicio en la aplicación de la evaluación de tierras a una escala continental. La metodología usada fue innovadora en caracterizar extensiones de tierra por medio de información cuantificada de clima, suelos y otros factores físicos, que se utilizaron para predecir la productividad potencial para varios cultivos, de acuerdo a sus necesidades específicas de entorno y manejo (15).

La FAO, generó un procedimiento que ha sido considerado como modelo para el desarrollo de trabajos de evaluación de tierras dirigidos a la agricultura de temporal y otros usos a escalas pequeñas (16). El procedimiento comprendió, la valoración preliminar de la tierra sobre criterios físicos y el análisis económico-social de las alternativas más viables. Sin embargo, este procedimiento aun no fue aceptado ampliamente, porque su implementación y las aproximaciones metodológicas varían en relación con las condiciones particulares de cada país (17).

De cualquier forma, esta fue la primera serie de resultados del proyecto sobre la ZAE, donde se estimó la aptitud de tierra para 11 cultivos y tres niveles de insumos, en cinco regiones del mundo en desarrollo. En la presentación de los resultados de este estudio, en la conferencia de la FAO (16), se recomendó que estudios similares se emprendieran a nivel nacional. Ya entonces, la FAO había estado ayudando a varios países, incluyendo a Mozambique, Kenia, China, Bangladesh, Nepal, Nigeria y Brasil, mostrándoles la metodología y aplicando los resultados para hacer frente a problemas de las tierras, los

alimentos y la población en sus provincias y distritos componentes.

La FAO<sup>c</sup> apoyó el desarrollo de talleres con expertos en evaluación de tierras con el propósito de asegurar la producción de alimentos bajo la óptica de la sustentabilidad. Como resultado de estos talleres varios países como Argentina, Brasil, Colombia y Bolivia, han realizado trabajos con buenos resultados y diferentes aplicaciones.

Es entonces cuando la FAO (1) propone una metodología como guía general elaborada por los resultados de la recopilación de diferentes documentos que responden a la más reciente versión de la metodología ZAE aplicada en Kenia y que puede ser adaptada a las diferentes condiciones, fundamentalmente a iniciativas propias.

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA**

El Boletín no. 73 de la FAO, explica la metodología más actualizada para la realización de los estudios de la zonificación agroecológica de los cultivos (1). En esta publicación se explican las continuas extensiones y revisiones realizadas a esta metodología, además del desarrollo de interfaces con sistemas de información geográfica (SIG), que han facilitado la extensión de bases de datos ZAE para implementar un amplio rango de evaluaciones sobre recursos naturales como base para una agricultura sostenible.

Los SIG son sistemas automatizados con procedimientos diseñados para realizar la obtención, el almacenamiento, la manipulación, el análisis y la presentación de datos georeferenciados espacialmente, para la solución de problemas complejos de planificación y gestión (18).

La FAO, ha prestado ayuda directa a varios países en el uso, aplicación y adaptación de la metodología ZAE a las condiciones locales, por lo que han surgido diferentes variantes de dicha metodología.

Los procedimientos descritos en esta edición, se presentan como una guía opcional para ayudar a los técnicos a mejorar sus propias evaluaciones de recursos de tierras y aguas, así como las decisiones sobre su uso. Esta metodología, intenta facilitar al usuario un conocimiento de los procedimientos, de forma tal que ellos puedan poner en práctica o adaptarlos, de acuerdo con los objetivos específicos del estudio de ZAE y de los recursos disponibles. Se explica que el usuario antes de aplicar los procedimientos ZAE, deberá tener claros los conceptos básicos, así como entender las posibilidades y limitaciones de la metodología.

Para que la ZAE pueda ser utilizada como instrumento para el diseño y aplicación de una política de agricultura sostenible, es necesario ajustar su metodología en función de la información disponible y los usos actuales y alternativos, compatibles con la realidad y potencial agrícola de la región. Debe proveer, además, los elementos requeridos para determinar viabilidad económica, impacto ambiental y aceptabilidad social, que permitan establecer usos sostenibles<sup>A</sup>.

En la búsqueda de información sobre las metodologías para realizar la zonificación agroecológica de la soya, se informó que aún cuando la literatura indica que son escasos los estudios de zonificación para este cultivo, se hace evidente, al revisar los trabajos publicados, que los métodos de zonificación utilizados para otros cultivos son múltiples y la obtención de una precisión aceptable dependerá en muchos casos del uso de la técnica adecuada (19).

Lo anteriormente expuesto, significa que la aplicación de la

metodología ZAE descrita por la FAO, está sujeta a las condiciones particulares de cada región, que hace posible que no sea generalizable a las diferentes localidades y tipos de uso de la tierra, por lo que deberá ser adaptada a los objetivos trazados en cada estudio, teniendo en cuenta la información disponible, la escala de trabajo, el tipo de uso de la tierra, los objetivos, las tecnologías informáticas disponibles, entre otras.

Más del 95 % de la literatura internacional sobre el tema, hacen alusión a la metodología sólo para explicar las adecuaciones particulares que han realizado, de acuerdo a sus propias experiencias y condiciones particulares locales.

Varias son las investigaciones realizadas sobre la ZAE que no aplican la metodología de la FAO<sup>A</sup>, entre ellas se encuentra la propuesta metodológica basada en una función de producción, dando lugar a los estudios de zonificación de tipo cuantitativo, los cuales agrupan modelos que permiten predecir los rendimientos<sup>D</sup>. Otro ejemplo de ello, es la aplicación del modelo SUCROS para el cultivo de la soya (19).

En México se realizó la ZAE para el cultivo de la guanábana en un sector de la zona centro del Estado de Veracruz, solo a partir del análisis edafomorfométrico de la región<sup>E</sup>. Sin embargo, en Venezuela se determinaron las áreas potenciales (óptimas y con ligeras restricciones) para el cultivo del cacao en el Estado de Mérida, Venezuela, por medio de los requerimientos agroecológicos del cultivo (temperatura, precipitación y suelos) y las características edafoclimática de la región (20).

Por otra parte, en Argentina, se determinó la aptitud agroecológica de la Pradera Pampeana para el cultivo del Lupino Blanco, sin utilizar la metodología de la FAO (21). Se han determinado además, las zonas agroecológicas para el maíz, frijol, trigo y sorgo, a partir de las temperaturas máximas y mínimas del aire utilizando la información de 22 estaciones meteorológicas, además de la información edafológica (22).

Existen investigaciones sobre el tema que no hacen alusión a metodología alguna. No obstante, según la descripción, los métodos utilizados no se corresponden con lo descrito por la FAO. Entre ellas se encuentran trabajos realizados en Venezuela (23), Colombia<sup>F</sup>, en Costa Rica (2) y en México (24).

Diferentes autores adaptan la metodología a sus condiciones específicas de investigación, como es el caso de los trabajos realizados en Venezuela<sup>G</sup>, en Ecuador (8), en Brasil<sup>H</sup> y en Colombia (25), entre otros. Sin embargo, distintos autores aplican otras metodologías, como es el caso del trabajo de zonificación para el café realizado en Puerto Rico<sup>I</sup> utilizando la metodología para el café en Cuba (26).

Por otra parte, se estudió una metodología para la elaboración de una zonificación agroecológica y una tipología de productores en el cantón de Grecia, Costa Rica (7).

## **PRINCIPALES ANTECEDENTES, NECESIDAD Y POTENCIALIDADES PARA LOS ESTUDIOS DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA EN CUBA**

En México (27) se determinó las zonas de alta potencialidad para el cultivo del Hule en el Estado de Tabasco, México, a partir del Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la Producción de Cultivos Básicos en Condiciones de Temporal (28) y los procedimientos para la Zonificación Agroecológica propuesto por la FAO (29).

Los estudios de la zonificación agroecológica en Cuba no han avanzado lo suficiente como para emitir criterios importantes relacionados con los antecedentes. Algunos trabajos en temas relacionados con la zonificación agroecológica, se han venido ejecutando por varios autores y con importantes resultados.

A través del Instituto de Suelos en 1988, se realizó un estudio de zonificación para el cultivo del café en el nordeste de la provincia Guantánamo. En los resultados se refieren a la existencia de condiciones con características climáticas diferentes al resto de las regiones de Cuba y que la región posee características edafológicas positivas para el desarrollo del café en relación a los requerimientos, sin llegar a criterios de distribución y mapeación, como los resultados descritos en este mismo cultivo para el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa (30).

Para el cultivo de la caña de azúcar, se elaboró una metodología

y se realizó la zonificación agroclimática en agroecosistemas de la provincia Habana, donde se corroboró la existencia de diferencias apreciables en el comportamiento agroclimático, relacionado con este cultivo en la región estudiada<sup>1</sup>.

La zonificación agroclimática brinda las herramientas necesarias para el conocimiento más exacto del clima y el microclima de los sistemas agrícolas con el fin de su mejoramiento (31, 32). La zonificación agroclimática junto con la zonificación edáfica, determinan la zonificación agroecológica en correspondencia con los principales factores que influyen en la definición de los tipos de uso de las tierras: clima y suelo.

En los macizos montañosos Nipe-Sagua-Baracoa, Sierra Maestra, Guamuhaya y Guaniguanico, se realizó la zonificación agroecológica del café, cuyos resultados demostraron la existencia de superficies para obtener potenciales productivos entre 0,9 t ha<sup>-1</sup> y más de 2 t ha<sup>-1</sup> (30, 33, 34). Para estas regiones, se trabajó además con una metodología de uso de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) que combinó diferentes métodos de análisis (superposición de mapas raster y vectoriales, la reclasificación y un método de indexación binaria), para la obtención de mapas de zonificación agroecológica (39).

Por otra parte, el Instituto Nacional de Meteorología en Cuba, ha realizado varios trabajos de zonificación relacionados con el período de crecimiento de la vegetación en Cuba para un año normal, para las fechas de inicio de las siembras de cultivos agrícolas en Cuba, para un año seco, de la precipitación en Cuba y de las

reservas de humedad del suelo disponibles para los cultivos, con importantes resultados en función del establecimiento de los cultivos para que satisfagan sus requerimientos hídricos (36, 37, 38, 39).

Lo anterior se obtuvo a partir de la combinación de datos espaciales y alfanuméricos, integrados a un SIG analítico y criterios de decisión ofrecidos por especialistas y expertos de las ciencias agrícolas. Sin embargo, estos autores expresan la necesidad de continuar perfeccionando la metodología propuesta para la integración de nuevos elementos a tener en cuenta en la determinación de las zonas agroecológicas.

En un sector del grupo orográfico de Guamuhaya, se realizó la zonificación agroecológica del café a partir del análisis de las condiciones edafoclimáticas y de relieve que influyen sobre el cultivo en el territorio, teniendo en cuenta el potencial productivo del mismo<sup>K</sup>.

En correspondencia con la gran variabilidad de cultivos que se desarrollan en Cuba en diferentes condiciones edafoclimáticas, los actuales rendimientos, aún bajos, de la mayoría de sus producciones y los notorios cambios en algunos patrones del clima, se hace necesario implementar los estudios sobre este tema, con el objetivo de alcanzar el potencial de rendimiento en los cultivos por medio de una mayor compatibilización entre las condiciones naturales de los agroecosistemas y las exigencias agroecológicas de los cultivos.

En este contexto, la planificación de las tierras en función del desarrollo agrícola en Cuba, deberán estar sustentados

por los estudios de zonificación agroecológica tanto en los cultivos de ciclo anual, como en los cultivos perennes. Sin embargo, en la actualidad se presentan algunas limitaciones para enfrentar estos estudios de forma homogénea relacionados con las características de muchos agroecosistemas, la política aprobada para algunos cultivos y la disponibilidad de una información edafoclimática consecutiva y confiable que permitan resultados con alta validez científica y técnica.

Desde el punto de vista de las características de los agroecosistemas, estos estudios encuentran diferencias cuando se manejan superficies estables y agroecosistemas frágiles, debido al registro de la información edafoclimática de los mismos. Por lo general, la base informativa de los agroecosistemas montañosos es más limitada por las propias condiciones fisiográficas, por lo que la ejecución de acciones para lograr las zonas agroecológicas, deberán ser adaptados a estas condiciones.

De igual forma, aún se mantienen patrones de monocultivos que por estrategia sociocultural y económica, se ejecutan en diferentes regiones del país. Cultivos como la papa, la caña de azúcar y el tabaco, constituyen ejemplos de estos modelos, cuyas superficies, aún cuando tengan aptitudes para otros tipos de usos, deberán ser consideradas las políticas aprobadas en los mismos.

Por otra parte, la implementación de algunas políticas que favorecen la producción agrícola en el uso de las tierras, como la ley 300 sobre la entrega de tierras en usufructo, hacen posible la necesidad de incorporar estrategias de desarrollo de los cultivos, en correspondencia con las aptitudes de las tierras por medio de los estudios de la zonificación. Ello garantizará un mayor desarrollo agrícola en armonía con el medio y mayor productividad de los cultivos.

En resumen, bajo las condiciones edafoclimáticas y socioculturales de Cuba, es necesario priorizar los trabajos de zonificación agroecológica, en correspondencia con las estrategias de reordenamiento y necesidades específicas de las regiones, para lograr un mayor aprovechamiento de los recursos naturales y alcanzar el potencial de rendimiento de los cultivos.

## CONCLUSIONES

- ◆ Todas las definiciones de la zonificación agroecológica de los cultivos, coinciden en que permiten la delimitación de superficies homogéneas que suplan los requerimientos de los cultivos para alcanzar el potencial de rendimiento.
- ◆ La zonificación agroecológica de los cultivos reviste gran importancia para lograr la evaluación de las tierras en función de una planificación adecuada de los sectores productivos y el proceso de toma de decisiones en el uso eficiente del suelo y donde el ambiente juega un rol decisivo para la sostenibilidad de los agroecosistemas.
- ◆ La metodología a emplear para desarrollar los estudios de la zonificación agroecológica de los cultivos, deberá ser adaptada a las condiciones particulares de las regiones objeto de estudios.
- ◆ Bajo las condiciones edafoclimáticas y socioculturales de Cuba, se impone la necesidad de priorizar los trabajos de zonificación agroecológica, en aquellos cultivos que demandan de una política de reordenamiento de acuerdo con las características de los agroecosistemas.

## REFERENCIAS

1. FAO. Boletín de suelos de la FAO. Zonificación agroecológica. Guía general. Servicio de recursos, manejo y conservación de suelos. Dirección de fomento de tierras y aguas, FAO, no. 73, Roma, Italia, 1997. 48 pp.
2. Llach, L. /et. al./ Caracterización de la Agrocadena Cacao. Informe ejecutivo; Dirección Regional Huetar Norte, Costa Rica. Marzo, 2007. [Consultado: 11-2009]. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a000083.pdf>.
3. Suárez, G. /et al./ Bases para la zonificación agroecológica en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) por medio del criterio de expertos. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 2, pp. 30-37. ISSN 1819-4084.
4. Soto, F. /et. al./ La zonificación agroecológica del *Coffea arabica*, L. en Cuba. Macizo montañoso Sagua-Nipe-Baracoa. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 3, pp. 27-51. ISSN 1819-4087.
5. Silva, S. C. /et al./ Zoneamiento agroclimático para o arroz de sequeiro no Estado de Goiás. Brasília, Brasil, 1994, DF: EMBRAPA-SPI. Documentos no. 43, 80 pp.
6. Pérez, E. y Geissert, D. Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: El caso café (*Coffea arabica*, Lin.)-palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Revista INCI*, 2006, vol. 3, no. 8, pp. 32-35. ISSN 0378-1844.
7. Durán, N. y Torres, M. Metodología utilizada para la elaboración de una zonificación agroecológica y una tipología de productores en el cantón de Grecia: Un ejemplo del empleo integrado de fuentes cartográficas y censales en la historia agraria costarricense. Universidad de Costa Rica. Cuadernos digitales: *Publicación electrónica en historia, archivística y estudios sociales*, 2001, no. 12, pp. 23-29.

8. Espinosa, J. y Orquera, A. Zonificación agroecológica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en las provincias de: Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua. *Revista Rumipamba*, 2007, vol. 21, no. 1, pp. 54-56. ISSN 1017-3277.
9. García, L. Elementos de Agroecología. Curso para Diplomado de Posgrado en Agroecología y Agricultura Sostenible. Módulo 1. Agroecología: Bases Históricas y Teóricas. CLADES, CEAS, ISCAH. La Habana, Cuba, 1996. 166 pp.
10. Mota, D. M. /et al./ Zoneamiento agrossocioeconómico participativo no Alto Moju-pa. *Revista Agrotrópica*, 2008, vol. 20, pp. 35-44. ISSN 0103-3816.
11. FAO. Report on the Agroecological zones project. World Soil Resources Report. FAO, Roma, Italia. *Methodology and results for Africa*. 1978, vol. 1, no.48, 158 pp.
12. Kassan, A. H. /et al./ Agroecological land resources assessment for agricultural development planning: A case study of Kenya; Resources database and land productivity. Vol. Main Report & Vienna: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 1991, XI, 196 pp.
13. FAO. Soil Map of the World. Unesco. Roma. Legend. Paris, 1974, vol. 1, pp. 78-91.
14. FAO. A framework for land evaluation. Rome, Italia. FAO Soils Bulletin. 1976. 32 pp.
15. FAO. Report on the Agroecological zones project. World Soil Resources Report, 1978, vol. 1, pp. 48.
16. FAO. Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture. Rome, Italia. FAO Soils Bulletin. 1983. 52 pp.
17. Verhey W. H. Matching land qualities and land use requirement for land suitability classification. En: Ruíz J. F. (Ed.) Evaluación de tierras para una agricultura sostenible. Universidad Autónoma Chapingo, México. 1993, pp. 223-235.
18. Harvey, F. Primer of GIS: Fundamental geographic and cartographic concepts. 1era ed: New York, The Guilford Press, 2008. 310 pp. ISBN-10: 1-59385-565-6.
19. Warnock, R. Contribución a los estudios de zonificación agroecológica de soya (*Glycine max* (L) Merr.), mediante la aplicación de un modelo de simulación dinámico (SUCROS). *Revista Fac. Agron.*, 1989, no. 15, pp. 41-68.
20. Gómez, A. y Azócar, A. Áreas potenciales para el desarrollo del cacao en el estado de Mérida. *Revista Agronomía Tropical*, 2002, vol. 52, no. 4, pp. 403-425.
21. Ravelo, A. C. y Planchuelo, M. A. Aptitud agroecológica de la pradera pampeana Argentina para el cultivo del lupino blanco (*Lupinus albus*, L.). *Revista Agriscientia*, 2003, vol. XX, pp. 33-45.
22. Inzunza, M. A. /et al./ Zonificación agroecológica del maíz, frijol, trigo y sorgo en la Región Lagunera. *Revista Agrofaz*, 2006, vol. 6, no. 2, pp. 189-196.
23. Leal, F. /et al./ Áreas potenciales para el desarrollo del cacao en Venezuela. *Revista Agroalimentaria*, 1999, no. 8, junio, pp. 7.
24. Martínez, J. /et al./ Determinación de zonas agroclimáticas para la producción de mango (*Mangifera indica* L. "manila") en Veracruz, México. Investigaciones geográficas, 2007, no. 63, agosto. ISSN 0188-4611.
25. Lozano, J. /et al./ Evaluación edafoclimática de las tierras del trópico húmedo Colombiano para el cultivo del cacao. 2005. CORPOICA, Centro de Investigación Tabaitatá, Mosquera, Colombia. [Consultado: 18 de Agosto de 2007]. Disponible en: <<http://www.huila.gov.co/ZONIFICACION%20CACAO%20PARTE%20I%20>>.
26. Soto, F. /et al./ Metodología para la zonificación agroecológica de *Coffea arabica*, L. en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 4, pp. 51-53. ISSN 1819-4087.
27. Aceves, L. A. /et al./ Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del Hule (*Hevea brasiliensis*, Muell Arg) en el Estado de Tabasco. Tabasco, México. SAGARPA, 2008, Tomo VIII, pp. 32.
28. Tijerina, L. /et al./ Manual de la metodología para evaluar la aptitud de las tierras para la producción de los cultivos básicos, en Condiciones de Temporal. Colegio de Postgraduados. Programas de Agrometeorología. SARH. Montecillo, México. 1990, 113 pp.
29. FAO. Informe del Proyecto de Zonas Agroecológicas. Metodología y Resultados para América del Sur y Central. FAO, Roma. *Informe Técnico*, 1981, vol. 3, no. 3, 48 pp.
30. Soto, F. /et al./ La zonificación agroecológica del *Coffea arabica*, L. en Cuba. Macizo montañoso Sagua-Nipe-Baracoa. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 3, pp. 27-51. ISSN 1819-4087.
31. Rivera, R. R. Zonificación del estado de Zacateca en base a índices de disponibilidad de Humedad. Univ. Auton. de Chapingo, México. Dpto. de Suelos, 1994, no. 49, pp. 67.
32. Gichuki, F. N.; Liniger, H. P. Computer simulation models as management tools for sustainable use of natural resources in highland-lowland systems. En: ACIAR PROCEEDINGS. Australian Centre for International Agricultural Research, 1993. p. 26-26. ISBN 1-86320-122 X.
33. Soto, F. /et al./ La Zonificación agroecológica del *Coffea arabica*, L. en Cuba. Macizos montañosos Sierra Maestra y Guamuhaya. *Rev. Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 1, pp. 35-44. ISSN 1819-4087.
34. Soto, F. /et al./ Zonificación agroecológica de la cordillera de Guaniguanico. *Rev. Cultivos tropicales*, 2007, vol. 28, no. 1, pp. 41-55.
35. Garea, E. /et al./ Zonificación agroecológica en condiciones de montaña mediante métodos de análisis espacial. Mapping interactivo, *Revista internacional de ciencias de la tierra*, 2008, julio, pp. 12-18. ISSN 1.131-9.100.
36. Solano, O. /et al./ Zonificación del período de crecimiento de la vegetación en Cuba para un año normal. Instituto de Meteorología. *Revista Cubana de Meteorología*, 2004, vol. 11, no. 1, pp. 19-25.



37. Solano, O. /et al./ Zonificación de las fechas de inicio de las siembras de cultivos agrícolas en Cuba, para un año seco. Instituto de Meteorología. *Revista Cubana de Meteorología*, 2003, vol. 10, no.1, pp. 67-73.
38. Solano, O. /et al./ Zonificación de la precipitación en Cuba. Instituto de Meteorología. *Revista Cubana de Meteorología*, 2003, vol. 10, no. 2, pp. 9-19.
39. Solano, O. /et al./ Zonificación de las reservas de humedad del suelo disponibles para los cultivos. Instituto de Meteorología. *Revista Cubana de Meteorología*, 2003, vol. 10, no. 2, pp. 71-79.