

ZONIFICACION AGROECOLOGICA DE TRES CULTIVOS ESTRATEGICOS (MAIZ, *Zea mays* L.; ARROZ, *Oryza sativa* L.; CAÑA DE AZUCAR *Saccharum officinarum* L.) EN 14 CANTONES DE LA CUENCA BAJA DEL RIO GUAYAS

Lorena Lasso Benítez¹, Gina Cruz Espinosa¹ y Renato Haro Prado¹

¹ Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN). Componente Geopedología y Amenazas Geológicas. Correo electrónico: lore_lasso13@hotmail.com

RESUMEN

El Gobierno del Ecuador, a través de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES pretende, entre sus estrategias, el aumento de la productividad del sector agrario, para lo cual, ha designado al CLIRSEN la generación de geoinformación multipropósito a escala 1: 25 000, mediante el uso de sensores remotos y trabajos de campo, obteniéndose como resultado los estudios de: suelos, clima, uso del suelo y sistemas de producción de 14 cantones de la cuenca baja del río Guayas, los cuales constituyen insumos importantes para la realización de la presente investigación. Bajo este enfoque se realizó la zonificación de los cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), para lo cual, se determinaron los factores geopedológicos y los requerimientos climáticos de los mismos. Posteriormente, dentro de un Sistema de Información Geográfica -SIG-, se superpusieron los mapas geopedológicos y climáticos, obteniéndose como resultado el mapa agroecológico, en el cual se aplicó un lenguaje estructurado de consulta a los atributos del mismo, generando las zonas óptimas para cada cultivo. De la zonificación realizada, en base al mapa agroecológico de los 14 cantones (692 461 ha), se obtuvieron las siguientes zonas con condiciones aptas para cada uno de estos cultivos: 50 682 ha (7,3 % del área de estudio) para el cultivo de arroz, 103 992 ha (15 %) para el cultivo de maíz y 24 188 ha (3,5 %) para el cultivo de caña de azúcar. Como conclusión se puede decir que la zonificación es una herramienta que permite gestionar el territorio, mediante el correcto manejo de los recursos, combinando los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos con los estudios de suelos, definiendo zonas homogéneas que reúnen características óptimas para su desarrollo. El interés del presente estudio fue cambiar el enfoque actual de expansión de la frontera de forma horizontal a una vertical, aumentando la producción por unidad de superficie, en tierras con verdadera vocación agrícola.

Palabras clave: Cuenca Baja del Río Guayas, Zonificación de Cultivos, Gestión del Territorio, Sostenibilidad, Sistema de Información Geográfica.

ABSTRACT

The Government of Ecuador through SENPLADES (Planning and Development National Secretary) aims to increase the production in the agricultural sector. CLIRSEN is the institution that has been designated to generate multipurpose geo-information at 1: 25 000 scale, through remote sensing products and field research, obtaining as principal results: soils, climate, land use and production systems studies of fourteen cantons of the lower Guayas river watershed, which constitute the principal inputs of this investigation. Under this approach, the agroecological zoning of rice, corn, sugar cane was carried out, for which the geopedological factors and climatic crops requirements were determined. Subsequently, with the use of Geographic Information System -GIS-, the overlaps of the geopedological and climatic maps were performed, obtaining as a result the agroecological map, in which the SQL (Structure Query Language) was applied, generating the suitable zones for each crop. From the zoning of the agroecological map of fourteen cantons with an area of 692 461 ha, the zones with suitable conditions for each one of this crops were obtained, and they are: 50 682 ha (7,3 %) for rice, 103 992 ha (15 %) for corn and 24 188 ha (3,5 %) for sugar cane. In conclusion, the zoning is a tool that allows the land management through the appropriate use of resources; it combines the climatic and land requirement of crops with the soil studies to define homogeneous areas, which gather the suitable characteristics for their development. The interest of this investigation was to change the actual approach of *expanding agricultural frontiers from horizontal to a vertical way, increasing the production per unit area, in lands with a true agricultural vocation.*

Keywords: Lower Guayas River Watershed, Crops Zoning, Land Management, Sustainability, Geographic Information System.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La realidad agrícola del Ecuador busca, constantemente, obtener mayores ganancias mediante el incremento de las producciones, lo que ha provocado un comportamiento insostenible del ser humano con respecto a su entorno, ocasionando daños del recurso suelo, y pérdida de la biodiversidad, reflejada con el crecimiento de la deforestación, a un ritmo de 3,5 % anual, atentando al desarrollo sostenible (Saltos y Vázquez, 2009).

En el país la producción agrícola crece en áreas destinadas para la exportación y agroindustria, orientándose únicamente al monocultivo, mediante el aumento de la frontera agrícola, la misma que lleva un ritmo de crecimiento del 3 % anual, sin tomar en cuenta las necesidades de la población. Mientras tanto, decrece cada vez más los terrenos cultivados para consumo interno. La tierra se halla distribuida en forma muy desigual, y las grandes propiedades se benefician del agua, mucho más que las pequeñas, posibilitando la intensificación de la producción agrícola (Saltos y Vázquez, 2009).

La quema de residuos agrícolas y forestales, la aplicación indiscriminada de plaguicidas-fertilizantes, debido a las actividades antrópicas: agricultura, ganadería, industrias y asentamientos poblacionales, han causado en la cuenca deforestación, pérdida de biodiversidad, contaminación de ríos y suelos de alto potencial agrícola (Montaño y Sanfeliu, 2008).

Según el MAGAP, en el documento *Políticas de Estado para el Agro Ecuatoriano 2007-2020*, en cuanto a los recursos naturales, se menciona que aún falta capacitación sobre la conservación y el manejo de éstos, adicionalmente, no existe un sistema de información geográfica que facilite la toma de decisiones, en cuanto a la administración de los recursos y las diferentes acciones y programas que realicen previamente, una evaluación de impacto ambiental. En relación al agro ecuatoriano, consideran que éste no cuenta con la infraestructura física (transporte, vías, puertos, riego, electrificación y capacidad de almacenamiento), ni social (educación y salud) que permita mejorar el nivel de vida del ser humano, lo cual incide directamente en la competitividad, reduciendo la productividad y aumentando los costos. El problema principal para desarrollar esta infraestructura es el alto costo de la misma, que es más elevado en el área rural, dada la dispersión de su población.

La inestabilidad económica y política del país reflejada en bajos salarios, líneas de crédito y asesorías técnicas limitadas, dificultan la adquisición, principalmente, de la canasta básica familiar, acceso a la educación y a las tecnologías; agravándose las condiciones de vida de la población rural, desencadenando, por ende, un inapropiado manejo de los suelos y una baja productividad.

Por otro lado, para el año 2050 se pueden superar los 9 000 millones de personas en el mundo. Este creciente aumento de la población a nivel mundial provocará una mayor demanda de energía, alimentos y agua, ocasionando además una degradación ambiental generalizada, superando con creces la capacidad de carga de los recursos naturales (De la Rosa, 2008); donde el suelo constituye el recurso natural más importante para la humanidad, por ser éste su principal fuente de alimentación mediante la producción agrícola, siendo también una fuente de ingresos para la mayoría de la población rural. Es necesario también, incrementar y estabilizar la producción nacional de cada país, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria y mejorar la calidad de vida de la población.

En el Ecuador, la población actual, según el INEC, es de, aproximadamente, 14 204 000 habitantes, con una tasa de crecimiento anual de 1,9 %, de los cuales, alrededor de 9 410 481 habitantes corresponden al área urbana y 4 794 419 al área rural. La superficie del Ecuador es de 26 079 600 ha, de las cuales, 12 355 831 ha tienen potencial de producción agrícola, con 842 882 unidades productivas (Saltos y Vázquez, 2009).

Según la FAO, nuestro país tiene gran potencialidad para la agricultura, siendo la cuenca del río Guayas la zona más representativa, ya que tendría la capacidad de abastecer a 40 millones de habitantes con su producción (Saltos y Vázquez, 2009).

La abundancia de agua y la calidad de los suelos, en gran parte de la cuenca, conforman un escenario casi ideal, para una adecuada explotación del sector agropecuario, que fácilmente debería generar excedentes y, naturalmente, mayores ingresos de divisas para la economía del país. Lamentablemente, el nivel de productividad, en la gran mayoría de cultivos, está muy por debajo de la media que mantienen nuestros países vecinos, directos competidores, y peor aún, los de mayor desarrollo, debido a los siguientes factores: tecnología deficiente, falta de crédito e incentivos y desconocimiento de mercados (González, 2009). Es por esto que se hace necesario dar nuevos enfoques a los modelos de desarrollo agrícola, basándose en criterios de sostenibilidad, donde todos los factores físicos, químicos y biológicos del sistema suelo son considerados elementos cruciales (De la Rosa, 2008).

El Gobierno del Ecuador, a través del *Plan Nacional para el Buen Vivir, 2009-2013*, pretende, entre sus estrategias, el aumento de la productividad del sector agrario; SENPLADES (2009) apunta a que la producción agrícola pueda mantener niveles satisfactorios para cubrir las necesidades humanas, sin sobreexplotar a las personas ni a la naturaleza, y esto solo es posible conociendo exhaustivamente los recursos naturales disponibles, cumpliendo con el artículo 13 de la Constitución Nacional que sostiene: “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria”.

Por lo expuesto anteriormente, es importante entender que un suelo sano, sin contaminación, con adecuadas características físico químicas naturales, es aquel del cual se puede obtener un cultivo sano y de alto rendimiento, con un mínimo impacto negativo al ambiente (Altieri, 1997). Este es el gran reto que hoy enfrentan los edafólogos, en cuanto a la conservación de los suelos, para lo cual realizan numerosas investigaciones acerca de la distribución, cartografía y capacidad de producción alimentaria de diversos tipos de suelos, con el objeto de propiciar su aprovechamiento, uso y manejo adecuado.

Para ello, es necesario estudiar el suelo bajo cinco dimensiones: tres de las cuales están enmarcadas en las dimensiones *largo*, *ancho* y *profundidad* y son, precisamente, en las cuales se registran los datos colectados en el campo, mediante las descripciones de perfiles de suelos y donde se obtienen los resultados de análisis de laboratorio de muestras representativas tomadas en el terreno; las otras dos constituyen: *la dimensión temporo-espacial*, que analiza, en la escala del tiempo, los fenómenos climáticos, geológicos y geomorfológicos y sus interacciones con el entorno biótico que da lugar a un ecosistema; y, *la dimensión económico-social*, que analiza el impacto de los aspectos sociales y económicos en la productividad y en la conservación del suelo. Este enfoque es el camino correcto para conocer mejor al suelo y predecir el futuro del recurso, en cuanto a su conservación, así como su mejoramiento o destrucción (Cortés, 2004).

En este sentido, De la Rosa (2008) corrobora que la información de suelos es un elemento crucial para fundamentar decisiones agrícolas realmente sostenibles; siendo la evaluación agroecológica, la interfase lógica entre dicha información básica y la toma de decisiones sobre el uso y manejo de la tierra. Dentro de estas evaluaciones está incluida la zonificación por cultivos, definida por la FAO (1997), como una aplicación que combina los requerimientos climáticos y edáficos de los mismos con los estudios de suelos, para definir zonas homogéneas que reúnen características óptimas para su desarrollo.

OBJETIVO GENERAL

Definir las zonas agroecológicamente aptas para los cultivos de arroz (*Oriza sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en la cuenca baja del río Guayas, dentro de los 14 cantones en estudio: Babahoyo, Balzar, Baquerizo Moreno, Colimes, Daule, Lomas de Sargentillo, Milagro, Naranjito, Palestina, Samborondón, Santa Lucía, Simón Bolívar, Yaguachi y Vinces; que permitirá coadyuvar al ordenamiento territorial, y al mejoramiento y sostenibilidad de la productividad agraria.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Descripción de la zona de estudio

La cuenca del río Guayas está constituida por el área de captaciones del sistema fluvial que conforman los ríos Daule, Vinces y Babahoyo con sus respectivos afluentes, los cuales conforman, al norte de la ciudad de Guayaquil, un colector único, el río Guayas, que descarga anualmente, unos 30 mil millones de metros cúbicos de agua, luego de drenar una vasta zona geográfica de 34 000 km². Esta cuenca abraja extensos desarrollos socio-económicos (Montaño y Sanfeliu, 2008).

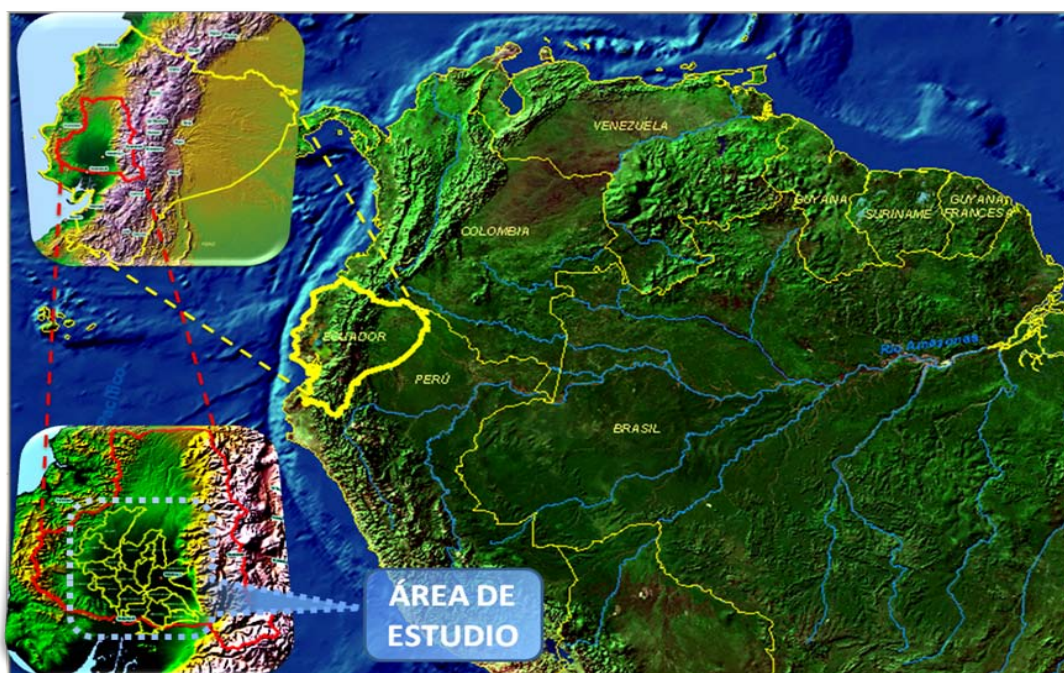


Figura 1. Ubicación de la cuenca del río Guayas con respecto al Ecuador continental.

Factores en estudio

Los factores en estudio se obtuvieron del mapa geopedológico, para el caso de los atributos edafológicos (físicos y químicos); y, en cuanto a los atributos climáticos, se utilizó la información de los mapas de precipitación y temperatura. Estos mapas son los productos obtenidos del proyecto: “Generación de geoinformación para la gestión del territorio y valoración de tierras rurales de la cuenca del río Guayas, escala 1: 25 000”.

Las variables en la zonificación fueron:

- Biofísicas del mapa geopedológico (geomorfología y suelos):

Pendiente	Pedregosidad
Textura	pH
Drenaje	Salinidad
Profundidad efectiva	
- Climáticas de los mapas de clima:
 - Temperatura
 - Precipitación

Requerimientos de los cultivos

Los cultivos en estudio, para esta zonificación, fueron escogidos por ser considerados estratégicos dentro del Plan Nacional de Reactivación Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca 2007-2011. La contribución de la cuenca a la producción primaria comprende: arroz 93 %, caña de azúcar 90 %, maíz duro 90 %, entre otros cultivos (Montaño y Sanfeliu, 2008). Los requerimientos agroecológicos de los cultivos, están basados en los datos generados, básicamente, por la guía de cultivos del INIAP. Los parámetros considerados como requerimientos agroecológicos, adoptados para esta investigación son: pendiente, textura, drenaje, profundidad efectiva, pedregosidad, salinidad, pH, precipitación óptima, temperatura óptima.

Tabla 1. Requerimientos edafológicos y climáticos del arroz, maíz duro y caña de azúcar.

GRUPO	CEREALES	GRAMINEAS	PLANTACIONES
Nombre común	ARROZ	MAÍZ DURO	CAÑA DE AZÚCAR
Nombre científico	<i>Oryza sativa</i> L.	<i>Zea mays</i> L.	<i>Saccharum officinarum</i> L.
Familia	Poaceae	Poaceae	Poaceae
Modo de asimilación fotosintética	C4	C4	C4
Temperatura óptima °C	22 a 30	20 a 27	20 a 28
Altitud m.s.n.m.	1 a 1 500	1 a 1 600	500 a 1500
Precipitación mm	800 a 1 240	500 a 2 000	1 400 a 1 800
Luminosidad	1 000 horas sol/año	1 000 a 1 500 horas sol/año	5 a 9 horas sol/día
Textura del suelo	Arc, Fco-Arc, Arc-L, Fco-L	Fco, Fco-Arc, Fco-L, Fco-Ar, Fco-Arc-L, Fco-Arc-Ar	Fco-L, Fco-Ar, Fco, Fco-Arc, Fco-Arc-Ar
pH óptimo	6,5 a 7,5	5,5 a 7,5	5,5 a 7,5
Salinidad	Sin	Sin	Medianamente tolerante
Profundidad efectiva del suelo	Moderadamente profundos	Profundos	Profundos
Drenaje del suelo	Bueno, soporta mal drenaje	Buen drenaje	Buen drenaje
Pendiente	0 a 5 %	hasta 25 %	0 a 12 %
Pedregosidad del suelo	Sin	Sin	Sin
Topografía	Planos y casi planos	Medianamente ondulados	Planos, casi planos y ligeramente ondulados
Nivel freático del suelo	Medianamente profundos	Profundo	Profundo
Época de siembra del cultivo	Diciembre a enero; junio a julio (con riego)	Diciembre a enero; mayo a junio	Todo el año
Época de cosecha del cultivo	Mayo a junio; septiembre a octubre (con riego)	Abril a mayo; septiembre a octubre	Todo el año
Duración del ciclo del cultivo	120 a 140 días	120 días	10 a 30 meses

Fuente: Villavicencio, A.; Vázquez, W. 2008. *Guía técnica de cultivos*. INIAP; Gómez, J. 1985. *Requerimientos ecológicos para algunos cultivos en el Ecuador*. MAG-PRONAREG.

Cultivo de arroz (*Oryza saliva* L.)

Constituye una de las actividades más importantes de las provincias de la Costa, contribuye con el 13 % del PIB agrícola nacional, comercialmente es un producto estratégico que puede ser exportado y además constituye un alimento básico de consumo interno, difundido a nivel nacional. Según datos de encuestas en hogares, el consumo per cápita está en 40 kg/año, en promedio (MAGAP, 2008). En la cuenca del río Guayas el cultivo de arroz ocupa, aproximadamente, el 90 % de la superficie cultivada de arroz (Saltos y Vázquez, 2009).

Cultivo de maíz duro (*Zea mays* L.)

Desde el punto de vista socioeconómico, la producción de maíz sirve, fundamentalmente, como materia prima para la industria de alimentos balanceados; la misma que consiste en una serie de procesos productivos racionalmente articulados en eslabones, que van desde la producción agrícola y su transformación, hasta la producción, procesamiento y comercialización de carne de pollo, huevos, productos porcinos y alimentos de consumo humano. Contribuye con el 2 % del PIB agrícola nacional, además de involucrar a alrededor de cien mil familias, principalmente, en el área rural de cuatro provincias del Litoral (MAG; CONAM, 2006).

Cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

En el sector agrícola, constituye una de los cultivos agroindustriales más importantes del país, ya que la producción de azúcar tiene una importante participación en la economía nacional; su contribución al PIB agrícola nacional es del 12%. El aprovechamiento industrial de la caña de azúcar en Ecuador se dedica a la obtención de azúcar cruda, blanca, refinada, alcohol, melaza y panela. El objetivo del plan nacional de reactivación agropecuaria es la de fomentar la siembra de caña de azúcar en nuevas áreas de cultivo, para producir materia prima para la producción de etanol con fines energéticos.

Superposición de mapas

Dentro de un Sistema de Información Geográfica -SIG-, se realizó la unión entre el mapa geopedológico con los mapas de isotermas e isoyetas. Esto permitió fusionar las capas de información de los tres mapas, para producir un cuarto mapa con polígonos que contenían información geopedológica y de clima. Este proceso facilitó la creación de información de utilidad, para el desarrollo del modelo agroecológico.

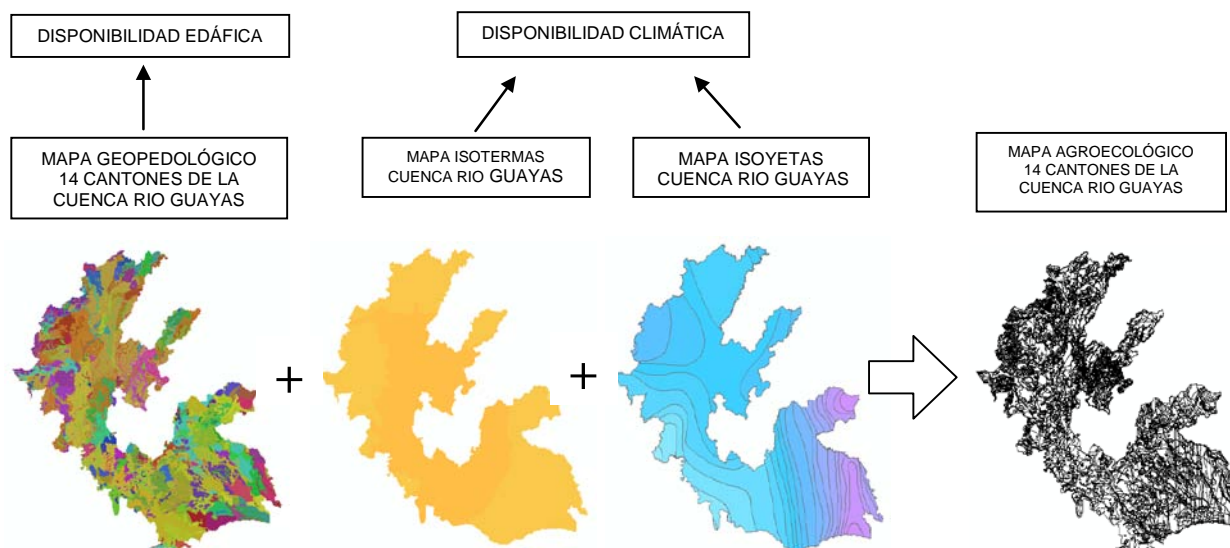


Figura 2. Descripción gráfica del proceso de unión de los mapas.

Elaboración del lenguaje estructurado de consulta (SQL)

Este modelo agrológico es una función matemática en el que, a partir del lenguaje estructurado de consulta a los atributos del mapa agroecológico, dentro de un SIG, se va generando las zonas óptimas, las cuales poseen las mejores condiciones edafológicas y climáticas naturales para el desarrollo del

cultivo. El resultado final es la obtención de áreas representadas en mapas por tipo de cultivo. Este modelo permite tener un mejor control al definir las áreas, ya que limita la selección en función de los requerimientos del cultivo a zonificar.

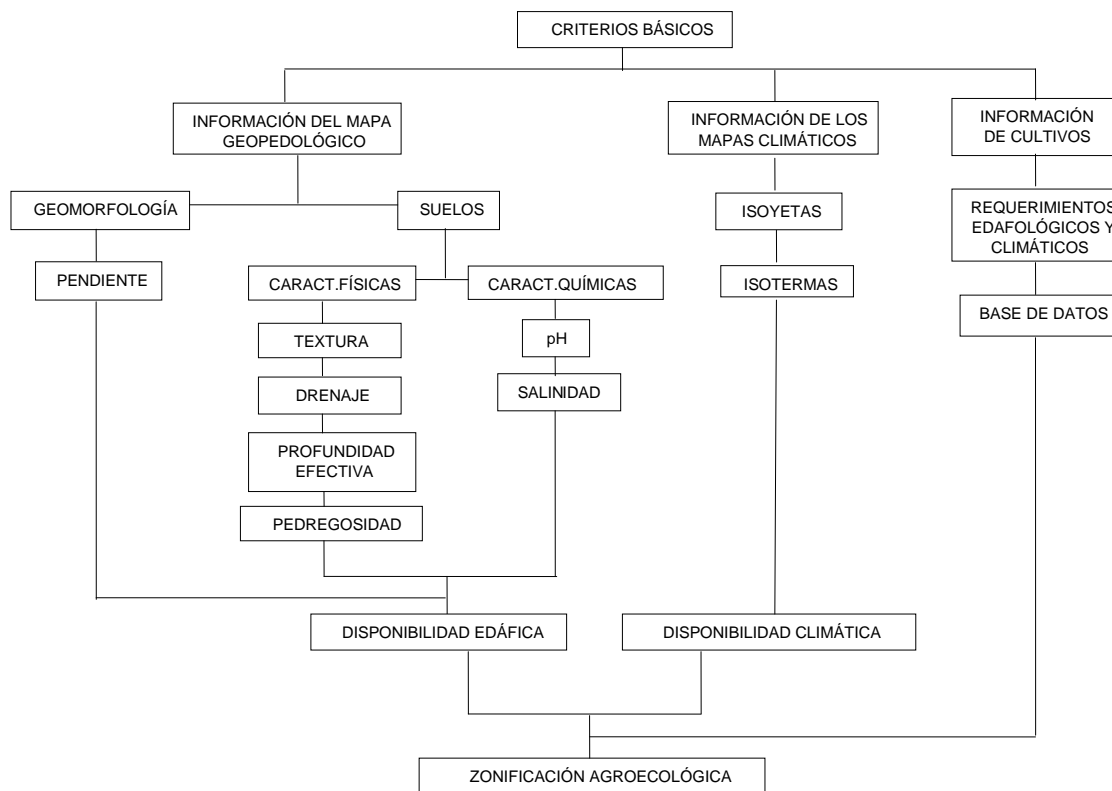


Figura 3. Modelo de zonificación agroecológica¹ para la cuenca baja del río Guayas-Ecuador. 2010.

RESULTADOS

Arroz

Las zonas aptas para el cultivo de arroz representan 50 682 ha, que corresponden al 7,3 % del total de la superficie de los catorce cantones. Los cantones en donde se encuentra el mayor porcentaje de superficies aptas, con respecto al total de las mismas son: Yaguachi con el 30,9 %, Milagro con el 23,8 %, Samborondón con el 17,4 %; Baquerizo Moreno y Santa Lucía con el 6,8 %. Los suelos en donde se encuentra la mayor superficie de zonas aptas son: Fluventic Haplustepts con 25,7 %; Asociación Typic Haplusterts + Vertic Endoaquepts con 15,9 %; Aquic Hapluderts con 11,8 %; Vertic Haplustepts con 7 %; Typic Hapluderts y Fluventic Hapludolls con 6 %, cada uno; Fluventic Endoaquepts, Fluventic Eutrudepts y Typic Haplusterts con 5,4 %, respectivamente; Vertic Paleustalfs con 4,4 %; los cuales presentan las siguientes características: texturas finas a medias, con bueno, moderado y mal drenaje, pH neutro y prácticamente neutro.

Estas zonas se encuentran ubicadas, principalmente, en las siguientes unidades morfológicas (formas de relieve): nivel ligeramente ondulado, nivel ondulado con presencia de agua, nivel plano, dique o banco aluvial, valles fluviales y valles indiferenciados, con pendientes que van desde 0 a 5 %.

¹ Adaptado del modelo de la propuesta técnico-económica, de CLIRSEN a CEDEGE, enviado el 15 de septiembre de 2000, para el ordenamiento agroecológico y la optimización del recurso suelo en la cuenca baja del río Guayas.

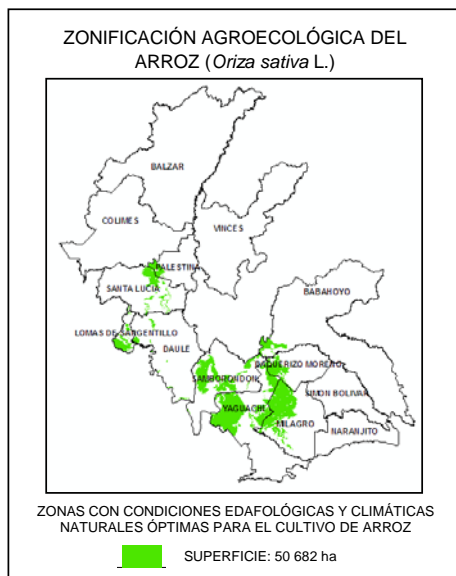


Figura 4. Zonificación agroecológica del arroz. 2010.

Maíz

Las zonas aptas para el cultivo de maíz representan 103 992 ha, que corresponden al 15 % del total de la superficie de los catorce cantones. Los cantones en donde se encuentra el mayor porcentaje de superficies aptas, con respecto al total de las mismas son: Milagro con el 24 %, Balzar con el 20,1 %, Colimes con el 10,3 %, Naranjito con 9,2 %, Babahoyo, Baquerizo Moreno y Simón Bolívar con el 7,9 %. Los suelos dominantes de estas zonas aptas son: Fluventic Hapludolls con 19,4 %; Fluventic Haplustepts con 14,1 %; Vertic Haplustepts con 11,5 %; Fluventic Eutrudepts con 10,7 %; Mollic Ustifluvents con el 6 %, los cuales presentan las siguientes características: texturas medias, con bueno y moderado drenaje, pH medianamente ácido a prácticamente neutro. Estas zonas se encuentran, principalmente, en las siguientes unidades morfológicas (formas de relieve): dique o banco aluvial, nivel ligeramente ondulado, nivel ondulado con presencia de agua, relieve colinado bajo, relieve ondulado colinado muy bajo, superficie de cono de esparcimiento, superficie disectada y superficie poco disectada, con pendientes que van desde 0 a 25 %.

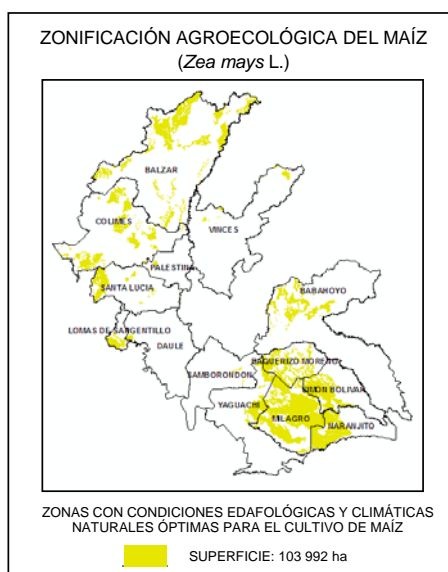


Figura 5. Zonificación agroecológica del maíz. 2010.

Caña de azúcar

Las zonas aptas para el cultivo de caña de azúcar representan 24 188 ha, que corresponden al 3,5 % del total de la superficie de los catorce cantones. Los cantones en donde se encuentra el mayor porcentaje de superficies aptas, con respecto al total de las mismas son: Milagro con 34,6 %, Simón Bolívar con 24,4 %, Baquerizo Moreno con 13,1 %, Naranjito con 12,3 %, Babahoyo con 9,4 % y Balzar con 5 %. Los suelos que dominan estas zonas aptas son: Fluventic Hapludolls con 43,4 %, Fluventic Eutrudepts con 34 %, Humic Dystrudepts con 16,6 %, Typic Hapludolls con 3,8 %, Typic Ustifluvents con el 1,2 %; los cuales presentan las siguientes características: texturas francas, con bueno y moderado drenaje, pH medianamente ácidos a prácticamente neutros. Estas zonas aptas se encuentran, principalmente, en las siguientes unidades morfológicas (formas de relieve): dique o banco aluvial, nivel ligeramente ondulado, nivel ondulado con presencia de agua, superficie de cono de esparcimiento, terrazas y valles fluviales con pendientes que van desde 0 a 5 %.

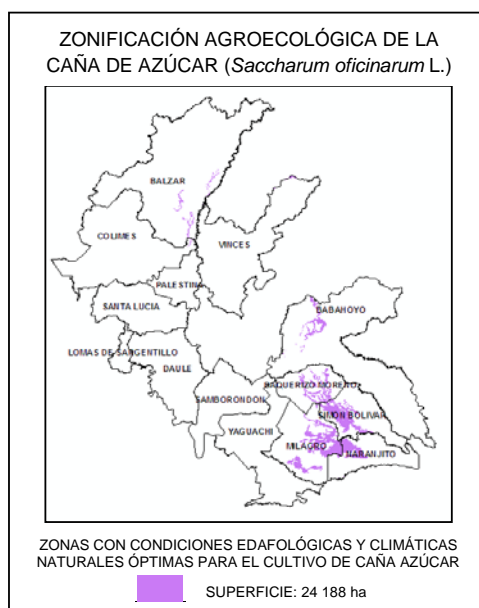


Figura 6. Zonificación agroecológica de la caña de azúcar. 2010.

DISCUSION

Del estudio de zonificación, realizado en base al mapa agroecológico de los 14 cantones (692 461 ha), se obtuvo lo siguiente: 50 682 ha (7,3 % del área de estudio) corresponden a zonas agroecológicamente aptas para el cultivo de arroz; 103 992 ha (15 %) para el cultivo de maíz y 24 188 ha (3,5 %) para el cultivo de caña de azúcar.

De acuerdo a los datos de uso actual, realizados para los cantones mencionados con excepción de Balzar y Vinces (500 294 ha), actualmente se encuentran 180 504 ha, cubiertas con cultivos de arroz (36,1 %); 10 600 ha, con cultivos de maíz (2,1 %); y, 45 511 ha, bajo cultivo de caña de azúcar (9,1 %).

De la comparación aptitud versus uso actual, se identificaron tres categorías. La primera, que son zonas donde la aptitud y el uso coinciden: 29 540 ha para el cultivo del arroz (6 % con respecto al área de estudio -exceptuando los cantones Balzar y Vinces-, es decir, 500 294 ha), 1 840 ha para el cultivo del maíz (0,4 %) y 4 189 ha para la caña de azúcar (0,8 %). La segunda categoría corresponde a zonas donde se siembra el cultivo pero en tierras no aptas para el mismo, así: 150 963 ha utilizadas para el cultivo del arroz (30,2 %); 8 760 ha para el cultivo del maíz (1,7 %) y 41 322 ha para el cultivo de caña de azúcar (8,3 %); en las cuales, las decisiones del uso del suelo han sido basadas en

consideraciones económicas, sin tomar en cuenta la capacidades de carga de la tierra (vocación natural). Y la tercera categoría, son zonas donde, a pesar de ser tierras aptas, no se encuentra el cultivo; siendo, actualmente, ocupadas por otros ecosistemas agrícolas o naturales, es decir, éstas son áreas potenciales de expansión, así: 21 142 ha para el cultivo del arroz (4,2 %), 80 116 ha para el maíz (16 %) y 18 593 ha para la caña de azúcar (3,7 %).

Por lo anterior, se puede explicar, por ejemplo, la baja productividad en dos de los tres cultivos en estudio como se refleja en los datos expuestos en el párrafo anterior, sobre todo en las áreas donde existe la falta de concordancia entre la aptitud y el uso de la tierra. Así, en el Ecuador, según FAO, en el año 2008, los rendimientos promedios para el arroz fue de 4 t/ha, para el maíz 2,2 t/ha y para la caña de azúcar 96 t/ha; mientras sus rendimientos potenciales son de 11 t/ha, 10 t/ha y 150 t/ha, respectivamente. Así mismo, comparando con la productividad de Colombia y Estados Unidos, se puede concluir que, los rendimientos nacionales de maíz y arroz no son los adecuados como para ser competitivos; mientras que para el cultivo de caña de azúcar, su productividad se encuentra dentro del rango óptimo; ya que, según la FAO, para el mismo año, en Colombia, el cultivo de arroz alcanza las 6,2 t/ha y 100 t/ha para la caña de azúcar, y en Estados Unidos se consiguen 9,6 t/ha para el maíz.

Cabe indicar que, de acuerdo al análisis realizado con la información de sistemas de producción, generados por el proyecto en el año 2009, para los cultivos en estudio en la zona de la cuenca baja del río Guayas, se puede decir también, que la baja productividad no sólo se debe a la falta de concordancia entre aptitud-uso, sino a otros factores como: los sistemas de producción utilizados; para los cultivos de arroz y maíz, los sistemas mercantil² y combinado³ son los más utilizados; mientras que para el cultivo de caña de azúcar, el sistema empresarial⁴ es el que domina.

Complementando lo anterior, Acosta *et al.*, en el libro “El Rostro Oculto del TLC”, expone mediante indicadores, que la mayor parte de la población rural del país carece de beneficios, tomando como base de análisis la Unidad Productiva Agropecuaria (UPA) -en el país existen 843 000 UPAs-: sólo el 7,4 % tiene acceso al crédito, 6,8 % a asistencia técnica, 13,5 % acceso a riego, así como, el 63 % tiene hogares con déficit de servicios básicos y un 80 % tiene acceso a carreteras no pavimentadas que dificultan el acceso y distribución de sus productos agrícolas. Como consecuencia se realizan prácticas de manejo inadecuadas; adicionalmente, no poseen los elementos necesarios, ni el apoyo para mitigar los efectos de los fenómenos naturales extremos, como las sequías e inundaciones; por lo tanto, el potencial del cultivo no alcanza su rendimiento óptimo. Esto confirma lo expuesto por Enger y Smith (2006) al mencionar que, si los ecosistemas agrícolas se administran mal, la productividad puede caer por debajo de la que había en el ecosistema natural.

Un caso especial es el cultivo de caña de azúcar, en el cual predomina el sistema de producción empresarial, lo que demuestra que al existir inversión y al aplicar buenas tecnologías, aún en zonas sin condiciones naturales óptimas, se pueden obtener rendimientos competitivos. Indicando, que al ubicar este cultivo en zonas agroecológicamente adecuadas, de acuerdo a sus requerimientos edáficos y climáticos, se puede llegar a un máximo potencial, reduciendo costos de producción. Principio que sería aplicable a otros cultivos.

Por otro lado, para asegurar la soberanía alimentaria del país se necesita de la provisión de productos básicos para los programas de alimentación. Saltos y Vázquez (2009), mencionan que los pequeños y medianos productores, los cuales poseen unidades productivas agrícolas menores de 20 ha, juegan un rol fundamental, ya que proveen el 51 % de los alimentos que se consumen en el país, dentro de los que se encuentran el arroz (33,1 %) y el maíz duro (26,9 %). Mientras que los productores que poseen

² El sistema mercantil se basa en el autoconsumo, emplea mano de obra familiar y los excedentes compensan el ingreso de la familia.

³ El combinado se caracteriza por ser poco mecanizado y por utilizar formas tradicionales de trabajo y cuya producción se destina al mercado nacional, especialmente para la canasta básica.

⁴ El sistema empresarial se caracteriza por invertir en paquetes de alta tecnología, emplea mano de obra asalariada permanente, aplicando agricultura intensiva, y cuya producción se destina a los mercados internacionales en busca de maximizar la tasa de ganancia.

entre 20 y 50 ha, y los que poseen más de 50 ha, proveen el 16 % y el 33 % de estos alimentos, respectivamente. Lamentablemente, los pequeños y medianos productores se encuentran dentro de la población más vulnerable, así lo demuestra el Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, que establece que el 22 % de niños menores de 5 años, del área de estudio, sufren de desnutrición crónica (MCDS-WFP, 2010). Y como dice el edafólogo Abdón Cortés Lombana: “una población débil, desnutrida, analfabeta, desposeída de su terruño o minifundista, carente de crédito, víctima de intermediarios inescrupulosos, explotada por caciques políticos, líderes religiosos o terratenientes con mentes feudales, no tiene la capacidad de utilizar racionalmente los recursos naturales”.

Chonchol (2001) establece, que para incrementar la autosuficiencia de alimentos básicos, es necesario asegurar a la población rural un ingreso que les permita satisfacer sus necesidades alimentarias y de otro tipo. Por lo que, en el artículo 410 de la Constitución de la República del Ecuador, se establece que el Estado apoyará a los agricultores y comunidades rurales, en el desarrollo de prácticas agrícolas que se enfoquen en la conservación y restauración de suelos, así como también en la promoción de la soberanía alimentaria, amparando así a la población rural.

Es por esto que, en esta zonificación se determinaron únicamente áreas óptimas para los cultivos en estudio, las cuales presentan características naturales adecuadas para su desarrollo, ya que como lo mencionan Enger y Smith (2006): “...cada porción de tierra tiene cualidades específicas, basadas en su ubicación y conformación física, así algunos terrenos son valiosos por las especies únicas que habitan en ellos y otros tienen un potencial fuera de lo común para la agricultura”.

Con este enfoque, se planteó la determinación de zonas aptas para los cultivos, en donde se propone ampliar la frontera horizontal hacia zonas con condiciones naturales óptimas, ampliando además la frontera vertical, es decir, aumentando la producción por unidad de superficie, tomando también en cuenta aspectos como: inversión en tecnología, capacitación, sistemas de riego, uso racional de agroquímicos, uso de variedades mejoradas, acceso al crédito; así como también, la articulación a mercados estables y con precios justos.

Es así que, el interés del presente estudio es cambiar el enfoque actual de expansión de la frontera agrícola de forma horizontal a una vertical, es decir, tal y como lo menciona Abdón Cortés: “Aumentado la producción por unidad de superficie en las tierras de verdadera vocación agrícola”, especialmente, en las zonas donde coincide la aptitud natural (zonificación propuesta) con el uso actual de los cultivos en estudio (arroz, maíz, caña de azúcar); con lo cual se obtendrán mejores rendimientos y, de esta manera ser competitivos con estos productos, asegurando, en primer lugar, las necesidades alimentarias del país con productos estratégicos de la canasta básica familiar; así como, incrementando las exportaciones con los excedentes, contribuyendo a la reducción de la dependencia alimentaria de productos importados, regulando también la balanza comercial a favor del país, es decir, aumentando el ingreso de divisas.

De esta forma se cumpliría, lo escrito en la Constitución, la cual menciona que: es obligación del Estado garantizar la soberanía alimentaria del pueblo ecuatoriano (artículo 281), así como también, el evitar la destrucción de bosques o ecosistemas naturales, para convertirlos en ecosistemas agrícolas, ya que según el artículo 400, se declara de interés público la conservación de la biodiversidad.

BIBLIOGRAFIA

Acosta, A., R. Correa, F. Falconí, H. Jácome, y R. Ramírez. 2006. El rostro oculto del TLC. Quito, EC. p. 149-150.

Altieri, M. 1997. Agroecología: Bases teóricas para una agricultura sustentable. CLADES, Lima, PE. P. 437.

Asamblea Constituyente. 2008. Constitución de la República del Ecuador.

- Chonchol, J. 2001. La soberanía alimentaria. In Hourttart, F. Comp. 2004. Globalización agricultura y pobreza. Quito, EC, Ediciones Abya Yala. p. 67.
- Cortés, A. 2004. Suelos Colombianos: una mirada desde la academia. Bogotá, CO. p. 40-41, 89, 96.
- De La Rosa, D. 2008. Evaluación agro-ecológica de suelos. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. p. 135, 346.
- Enger, E., y B. Smith. 2006. Ciencia Ambiental: un estudio de interrelaciones. 10 ed. México, D.F., MX, Ediciones Mc Graw-Hill. p. 157, 281.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1997. Zonificación agroecológica. Guía general. Boletín de suelos de la FAO 73. Roma. p. 12.
- _____. 2010. Dirección de Estadística. FAOSTAT. Disponible en: www.faostat.fao.org. Acceso: Julio 2010.
- Gómez, J. 1985. Requerimientos ecológicos para algunos cultivos en el Ecuador. MAG-PRONAREG. Ecuador.
- González, A. 2009. Generación de Geoinformación para la gestión del territorio y valoración de tierras rurales de la cuenca del río Guayas, escala 1: 25 000 (diapositivas). Guayaquil, EC. 34 diapositivas.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, EC). 2004. Proyecciones de la población por provincias, cantones, áreas, sexo y grupos de edad 2001-2010. Quito, EC. p. 21-23.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). EC; CONAM (Consejo Nacional de Modernización del Estado). EC. 2006. Plan maestro de desarrollo del sector agropecuario 2006-2010. Quito, EC. p. 64.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2008. Plan nacional de reactivación agropecuaria 2008-2011. Quito, EC. p. 18.
- _____. 2007. Políticas de estado para el agro ecuatoriano 2007-2020. Quito, EC. p. 82, 104.
- MCDS (Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, EC); WFP (Programa Mundial de Alimentos). 2010. Mapa de la desnutrición crónica en el Ecuador. Quito, EC. p. 10.
- Montaño, M., y T. Sanfeliu. 2008. Ecosistema Guayas (Ecuador). Medioambiente y sostenibilidad. Revista Tecnológica ESPOL, Vol. 21, N. 1. Guayaquil, EC. p. 2, 4.
- Saltos, N., y L. Vázquez. 2009. Ecuador: su realidad. 17 ed. Quito, EC, Fundación de Investigación y Promoción Social "José Peralta". p. 159, 187, 189, 190, 198, 199, 201.
- Villavicencio, A., y W. Vázquez. 2008. Guía técnica de cultivos. INIAP. Manual No. 73. Quito, EC.