

Aptitud de tierras en Babahoyo-Ecuador, bajo tres tipos de utilización de la tierra en seco

Land suitability evaluation of Babahoyo-Ecuador, under the current land utilization types under rainfed agriculture

Deyanira Lobo L,^{1,2,3} Grace Benavides¹, Christian Fernández¹,
Manuel Carrillo⁴, Alejandra Cabrera¹.

Recibido: 2 de enero 2016

Aceptado: 9 de octubre 2016

Resumen

Con el propósito de seleccionar los mejores usos para cada unidad de tierra, utilizando las directrices del esquema FAO para agricultura de seco, se evaluaron 1076 km², que constituyen el Cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador. Para ello se utilizaron los estudios geopedológicos, uso-cobertura y sistemas productivos del cantón a escala 1:25 000, de donde se derivaron 80 unidades de tierra, y se identificaron 8 tipos de utilización de la tierra (TUT) representativos, de los cuales se seleccionaron los TUT con los siguientes productos: arroz, banano y palma africana o aceitera. Se valoraron las cualidades de la tierra pertinentes: humedad disponible, oxígeno disponible, disponibilidad de nutrientes, condiciones de enraizamiento, condiciones que afectan la germinación, exceso de sales, toxicidad del suelo, capacidad de laboreo del suelo, posibilidades de mecanización y pérdida de suelo, en un

1 Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE)

2 Proyecto Prometeo SENESCYT, Ecuador

3 Universidad Central de Venezuela (UCV)

4 Universidad Tecnológica Equinoccial, Sede Santo Domingo (UTE); Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

lobo.deyanira@gmail.com; galejandrac@gmail.com; christianfernandezyeppez@gmail.com; gracebeg2206@gmail.com; manuel.carrillo@iniap.gob.ec

ambiente de sistemas de información geográfica (SIG). Con la evaluación física utilizando una valoración multicriterio se calificaron las unidades de tierra como: A1 (sumamente apta), A2 (moderadamente apta), A3 (marginamente apta) y N (no apta). Los principales resultados de la valoración indican que para el TUT con arroz resultaron A1 5150.89 ha., en el caso del banano A1 fue de 1681.04 ha., y para palma africana 6052.96 ha. Como A2 se identificaron 49855.92 ha. para arroz; mientras que para banano fue de 9245.13 ha., y palma africana 67356.78 ha. Lo que indica que el Cantón Babahoyo tiene extensas áreas aptas para el cultivo de palma (73500 ha), arroz (55000 ha) seguido por banano (11000 ha). Estos resultados pueden ser visualizados a través de mapas que propone ser un instrumento apropiado para los tomadores de decisiones en diversas áreas como: el manejo agroecológico, la orientación para programas específicos de fomento productivo en zonas específicas de acuerdo a la potencialidad y aptitud identificadas, y así generar mejores oportunidades al sector campesino.

Palabras claves: Distribución espacial, evaluación física, tipos de utilización, clase de aptitud, geopedología.

Abstract

In order to select the best uses for each unit of land, using the FAO guidelines for rainfed agriculture, 1076 km² which constitute the Canton Babahoyo, province of Los Rios, Ecuador were evaluated. For that, we used the geopedological studies, use-coverage and production systems of the canton at 1:25.000 scale, where 80 soil units, and 8 representative types of land utilization types (TUT) were identified. Three of the identified TUT were selected with the following products: rice, bananas and oil palm. Available water, available oxygen, nutrient availability, rooting conditions, conditions affecting germination, excess salts, soil toxicity, ability of tillage, mechanization possibilities and soil loss were selected as relevant land qualities in an environment of geographic information systems (GIS). The physical evaluation of land units was carried out using a multi-criteria valuation as A1 (highly suitable), A2 (moderately suitable), A3 (marginally suitable) and N (not suitable). The main results of the assessment indicate that the TUT with rice was A1 in 5150.89 ha, for bananas was A1 in 1681.04 and for oil palm in 6052.96 ha. As A2 49855.92 ha were identified for rice and for oil palm 67356.78 ha., while for bananas were 9245.13 ha, which indicates that the Canton Babahoyo has extensive areas suitable for oil palm cultivation (73500 ha), for rice (55.000 ha) followed by bananas (11.000 ha). These results can be visualized through maps that intend to be an appropriate instrument for decision makers in different areas such as: the agro-ecological management, specific programs for productive development in specific areas according to the identified potential and suitability, and thus generate better opportunities to farm sector

Keywords: spatial distribution, land physical evaluation, utilization types, suitability class, geopedology.

1. Introducción

En gran parte del territorio ecuatoriano el establecimiento de los cultivos no parte de un análisis de unidades de tierra que permita seleccionar las

regiones o zonas que poseen características idóneas para lograr el desarrollo eficiente del cultivo de interés. La clasificación apropiada de las tierras busca suministrar normas técnicas para mantener o mejorar la productividad de la tierra y al mismo tiempo proporcionar elementos que posibiliten su conservación (uso sustentable). Esta evaluación provee, en los ámbitos nacional, regional y predial, criterios sólidos y racionales que permiten ordenar las tierras de acuerdo a su valor potencial para un uso sostenido de las mismas. Una mejor aptitud está asociada a una mayor productividad física, que no decrezca con el tiempo, así como a una optimización de la relación rendimientos/insumos.

La evaluación de tierras es una etapa crítica de la planificación del uso de la tierra, por lo que es muy importante la selección del método adecuado de valoración para predecir la aptitud o adaptabilidad de las tierras para un uso específico.

El Esquema de la FAO es un sistema de evaluación de tierras flexible y dinámico con un enfoque multidisciplinario y fundado en los siguientes principios: i) se evalúa y clasifica la aptitud de la tierra con respecto a tipos de uso específicos o tipos de utilización de la tierra (TUT), ii) las recomendaciones en cuanto al uso y manejo de las diferentes unidades de tierra deben ser adoptados por los productores, por lo tanto, la evaluación debe corresponder al entorno social y económico del área de estudio, iii) no se evalúa solamente el suelo, sino las unidades de tierra, un concepto mucho más amplio, ya que se integran como variables de caracterización la geología, la geomorfología, el uso de la tierra, el clima y los suelos, iv) la evaluación requiere una comparación entre los beneficios que se pretende obtener y los insumos que se necesitan para los diferentes tipos de utilización de la tierra, v) la evaluación involucra un uso sostenido, debiéndose tomar en cuenta los efectos ambientales adversos de los usos y formas de manejo ^{[1], [2], [3], [4]}.

Además de las directrices para la valoración de la aptitud de las tierras bajo agricultura de secano ^[1], la FAO ha desarrollado metodologías para bosques ^[5], agricultura bajo riego ^[6] y pasturas ^[7].

Cuando se realiza el proceso de evaluación de tierras para determinar la aptitud de las mismas se hace con base en un tipo de utilización de la tierra (TUT), el cual es una clase de uso de la tierra definida detalladamente, de acuerdo a una serie de especificaciones técnicas, en un determinado marco físico, económico y social, es decir, que incluye producto obtenido, prácticas

de manejo, tenencia de la tierra, nivel cultural y económico del productor, tamaño de las parcelas y beneficio económico de la actividad productiva ^{[1],[3]}.

La armonización entre los requisitos o requerimientos de los tipos de utilización de la tierra con las cualidades que ofrecen las unidades de tierra corresponde a la evaluación propiamente dicha, es decir, que se confrontan los requerimientos del uso de la tierra con las cualidades seleccionadas para evaluar cada TUT ^{[2],[3],[4]}.

El uso de los esquemas de evaluación de tierras de la FAO permitiría tener un conjunto más amplio de información sobre la aptitud de diferentes TUT locales actuales o potenciales, en cada clase de tierra, y así apoyar a los responsables de las líneas políticas para que estos elaboren una decisión informada para la planificación agrícola en general. Asimismo, permiten probar diferentes alternativas en el manejo y gestión agrícola y plantear diversas opciones para elegir entre ellas, las que pudieran reducir los riesgos y aumentar los beneficios de manera sostenible.

El presente trabajo tiene como propósito la valoración de las tierras del Cantón Babahoyo, por su aptitud específica para los usos actuales, con prioridad en tres: banano, palma africana o aceitera y arroz, por la importancia de estos rubros para el país en el ámbito de la exportación, la agroindustria y como sustento de canasta básica, además de su representatividad.

2. Materiales y Métodos

2.1. Características del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Cantón Babahoyo, Ecuador (Figura 1) con una superficie de 1076 km², para lo cual se contó con la siguiente información básica:

Mapa de suelos e información asociada (perfiles y barrenos), con unidades taxonómicas de suelo y unidades cartográfica o de mapeo, con detalle de estudio de suelos a escala 1:25000; información geomorfológica de las diferentes Unidades Ambientales (Llanura Aluvial Reciente, Llanura Aluvial Antigua, Cordillera Chongón Colonche, Relieves Estructurales y Colinados Terciarios, Piedemonte Andino y Vertientes Externa de la Cordillera Occidental), así como información sobre formaciones geológicas y litología, y formas de relieve; uso de la tierra, con información a escala 1:25000; delimitación de los Sistemas Productivos como Zonas de Dominio Homogéneo, espacializados sobre un mapa a escala 1:25000 ^[8]

También se dispuso de la información meteorológica proveniente de registros de 30 años, de diferentes estaciones del INAMHI, ubicadas en el área de influencia del estudio, con datos de las siguientes variables: precipitación mensual, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, nubosidad, velocidad del viento, heliofania. De igual manera se contó con información promedio de la temperatura del suelo y evapotranspiración, períodos secos y períodos vegetativos.

Con respecto a la información de suelos, en el Canton Babahoyo las Unidades de Tierras corresponden a las 372 unidades de suelos en Babahoyo a escala 1:25000, clasificadas a nivel de Subgrupo pertenecientes a los siguientes órdenes de suelo: Alfisoles 21.38%; Entisoles 13.85%; Inceptisoles 47.33%; Mollisoles 12.72% y Vertisoles 2%. (Figura 1)

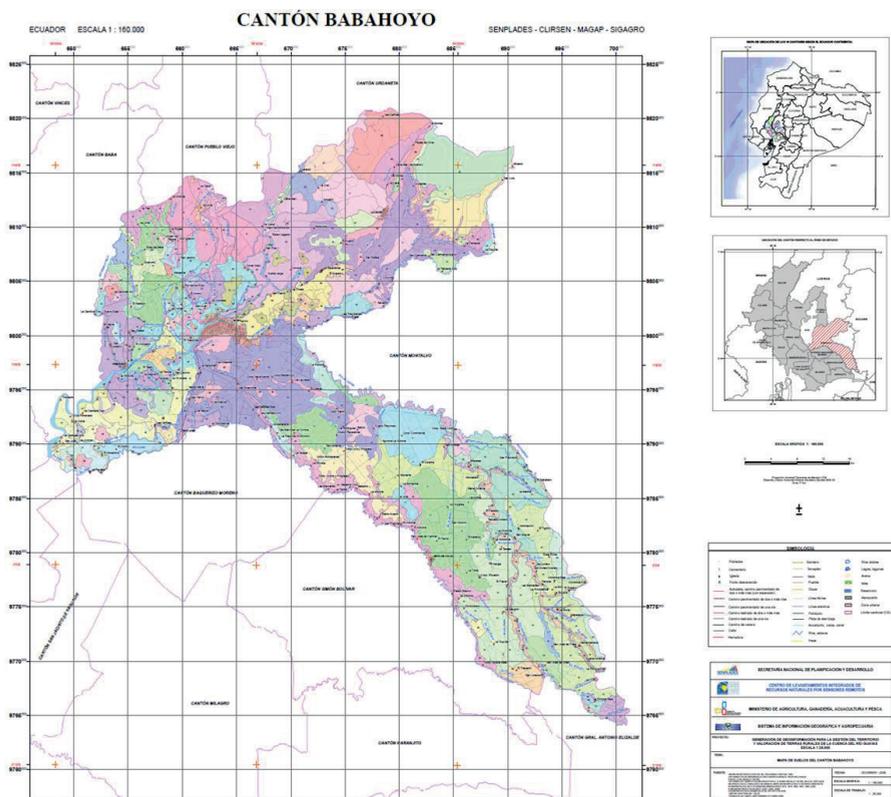


FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y MAPA DE SUELOS DEL CANTÓN BABAHOYO, ECUADOR.

IMAGEN A COLOR DISPONIBLE EN [HTTP://WWW.PASCUALBRAVO.EDU.CO/CINTEX/INDEX.PHP/CINTEX/ISSUE/ARCHIVE](http://www.pascualbravo.edu.co/cintex/index.php/cintex/issue/archive)

El Cantón comparte el clima *tropical megatérmico muy húmedo* en la parte nor y sur oriental, con temperaturas medias diarias de 22 a 26°C y precipitaciones medias anuales de 2000 a 2600 mm, con el *tropical megatérmico húmedo*, en la parte occidental donde se encuentra la ciudad de Babahoyo, con temperaturas medias entre 26 y 27°C y precipitaciones de 1200 a 2000 mm [9].

2.2. Características de los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)

Para realizar el proceso de evaluación de tierras de los tipos de utilización de tierras descritos anteriormente, se seleccionaron tres en el Cantón Babahoyo, los cuales se describen de manera resumida en la tabla 1.

TABLA 1. TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA EN EL CANTÓN BABAHOYO SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO

Producto	Especificaciones técnicas
Banano (<i>Musa AAA</i>)	Producto de exportación, con uso intensivo de mano de obra (permanente), riego por aspersión, bombeo, gravedad y goteo, altos conocimientos técnicos, unidades de producción de > 10 ha, de tenencia propia, transporte y maquinaria propia, manejo químico o químico-orgánico, semilla certificada, mano de obra fija.
Arroz (<i>Oriza sativa</i> L.)	Producto para mercado nacional, paquete tecnológico semi-tecnificado, utiliza formas tradicionales en el manejo de cultivos, mano de obra permanente u ocasional, asesoría de las casas comerciales, unidades de producción entre 3 – 5 ha, tenencia propia y arrendada, transporte y maquinaria propia y alquilada, manejo químico, semilla certificada.
Palma africana (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	Producto para mercado nacional, entregan a plantas de beneficio, contratan personal especializado, unidades de producción > 10 has, tenencia propia, maquinaria y transporte propio y alquilado, manejo químico, uso de semilla certificada.

2.3. Selección de las Cualidades de la Tierra (CT) y Requisitos de Uso de la Tierra (RUT)

La selección de las cualidades relevantes se realizó con base en tres criterios: i) que la cualidad tiene efecto sobre el uso de la tierra que se estudia, ii) la existencia de valores críticos de la cualidad en la zona estudiada, y iii) la disponibilidad de la información para valorarla. De las 25 cualidades de la tierra que contempla el sistema FAO de evaluación de tierras [1], se seleccionaron

las siguientes como pertinentes: humedad disponible, oxígeno disponible en la rizósfera, nutrientes disponibles, condiciones de enraizamiento, condiciones que afectan la germinación o establecimiento de la planta, riesgos de inundación, exceso de sales, toxicidades del suelo, capacidad del laboreo del suelo, posibilidades de mecanización y riesgo de erosión; definiéndose en cada caso los factores diagnóstico

Asimismo. se identificaron los requerimientos de uso de cada uno de los TUT en estudio, en términos de cualidades de la tierra, tal como la define la FAO ^[1], con los productos: banano, arroz y palma africana o aceitera; para ello se realizaron visitas técnicas in situ, las cuales fueron de suma importancia para ajustar los requerimientos específicos de cada cultivo (producto), de acuerdo a las cualidades de la tierra; especialmente porque Ecuador tiene una alta variabilidad de unidades de la tierra y distintas variedades de cultivos. Asimismo, se tomaron en consideración los rangos para los factores diagnóstico propuestos en la literatura ^{[1],[2]}. Los requerimientos de uso de cada tipo de utilización de la tierra fueron calificados, dependiendo de las cualidades de la tierra y respondieron a la siguiente clasificación de aptitud: Muy apta (a1), moderadamente apta (a2), marginalmente apta (a3) y no apta (n) y se ajustaron a la realidad de las unidades de tierra en las que se encuentra Babahoyo. Tales requerimientos y escalas de valoración se presentan en las tablas 2, 3 y 4, para los TUT que incluyen como productos el banano, el arroz y la palma africana o aceitera, respectivamente.

Esta información constituyó la base para llevar a cabo el proceso de armonización entre lo que ofrece cada unidad de tierra y lo que requiere cada tipo de utilización de la tierra seleccionado.

TABLA 2. REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA PARA EL TUT CON BANANO

TUT: Banano (<i>Musa</i> AAA.)						
REQUISITO DE USO DE LA TIERRA			CLASIFICACIÓN POR FACTORES			
Cualidades de la Tierra	Factor Diagnóstico	Unidad	a1	a2	a3	n
Humedad Disponible	Precipitación anual	mm	>1500	1250-1500	1000-1250	<1000
	Número de meses secos (P<ETo/2)		<3	3-4	4-6	<6

CONTINUACIÓN TABLA 2. REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA PARA EL TUT CON BANANO

TUT: Banano (<i>Musa</i> AAA.)						
REQUISITO DE USO DE LA TIERRA			CLASIFICACIÓN POR FACTORES			
Cualidades de la Tierra	Factor Diagnóstico	Unidad	a1	a2	a3	n
Oxígeno Disponible	Clase de drenaje	clase	BD-MBD	ID	PD. AED	PD-MPD-ED
Disponibilidad de Nutrientes	Índice de Nutrientes Disponibles	Clase	Medio Alto –	Bajo	Muy Bajo	
	pH		5.6 – 7.5	5.2-5.6 7.5-8.0	4.5-5.2 8.0-8.2	<4.5 >8.2
Condiciones de Enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	>75	50-75	25-50	<25
	Textura de 0-25 cm	clase	FA, FL, F, Aa	FAa	Fa, Af, Fa fino,	a grueso, AL masiva, A masiva
	Fragmento de roca	%	0-15	15-35	35-55	>55
Condiciones que afectan la germinación o establecimiento de las plantas	Profundidad efectiva	cm	>75	50-75	25-50	<25
	Estructura a 0-15 cm	clase	granular fina, blocosa	blocosa débil-mod., prismática moderada	blocosa gruesa, prismática, laminar o columnar	bloques gruesos o muy gruesos, masivas
	Consistencia en húmedo a 0-15 cm	clase	friable, muy friable	firme-muy firme	extremad. firme	
Exceso de sales	CE	dS m ⁻¹	0-2	2-4	4-6	>6
Toxicidades del Suelo	Al, evaluado pH	pH	>5,5	4,8-5,5	4,5-4,8	<4,5
	Na intercambiable	(%)	0-4	4-8	8-12	>12
Capacidad de Laboreo del Suelo	Textura de 0-25 cm	clase	FL, F, Fa, aF	AL, FAa	Aa, FA, FAL	A
	Consistencia en mojado (0-15 CM)	clase	débilmente adhesiva-adhesiva, no plástica a plástica	muy adhesiva, muy plástica		
	Pendiente	%	0-2	2-4	4-6	>6
Posibilidades de Mecanización	Pendiente	%	<6	6-18	18-30	>30
	Textura superficial	clase	F, aF, FL, Fa, Aa	FAL, FA, AL	A	esquelética
Riesgos de Erosión	Pérdida de suelos	Mg/ha.año	<12	12-25	25-50	>50

FUENTE: FAO, 1983; ADAPTADO DE SYS ET AL., 1993

TABLA 3. REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA PARA EL TUT CON ARROZ

TUT: Arroz (<i>Oriza sativa</i> L.)						
Requisitos de uso de la tierra			Clasificación por factores			
Cualidades de la tierra	Factor diagnóstico	Unidad	a1	a2	a3	n
Humedad Disponible	Probabilidad de longitud de período húmedo*	%	>80	65-80	50-65	<50
Oxígeno Disponible	Clase de drenaje	clase	MPD-PD / BD,MBD, ID	ID/ID-BD	BD/PD	BD/MPD
Disponibilidad de Nutrimientos	Índice de nutrientes disponibles	Clase	Medio – Alto	Bajo	Muy Bajo	
	pH		5.5-8.2/	5.0-5.5 8.2 – 8.5	4.5-5.0 8.5-8.8	<4.5 >8.8
	COS	%	>2/>2	1.5-2/1.2 2.0	0.8-1.5/0.8-1.2	<0.8/<0.8
Condiciones de Enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	>75/>75	50-75/50-75	20-50/20-50	<20/<20
	Textura de 0-25 cm	clase	A, AL, A muy fina/ A bien estruct., AL bien estruct., FL, F, FA, FAa	A bien estruct., FAL, L, FL, Aa, F, FAa/A bien estruct., Fa, Fa fina	FL, Aa, a fina/ aF grueso, a fina, a	F o mas liv/A masiva, AL masiva
	Fragmentos de roca	%	<3/<15	3-15/15-35	15-35/35-55	>35/>55
Condiciones que afectan la Germinación o Establecimiento de las Plantas	Profundidad efectiva	cm	>75/>75	50-75/50-75	20-50/20-50	<20/<20
	Estructura a 0-15 cm	clase	granular fina	blocosa débil-mod., prismática moderada	blocosa gruesa, prismática, laminar o columnar	bloques gruesos o muy gruesos, masivas
	Consistencia en húmedo a 0-15 cm	clase	friable, muy friable	firme-muy firme	Extremadamente firme	
Exceso de sales	CE	dS m ⁻¹	0-2/<6	2-4/6-7	4-6/7-8	>6/>8
Toxicidades del Suelo	Al, evaluado por pH	pH	>5,5	4,8-5,5	4,5-4,8	<4,5
	Na intercambiable	(%)	0-20/<15	20-30/15-20	30-40/20-25	>40/>25

CONTINUACIÓN TABLA 3. REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA PARA EL TUT CON ARROZ

TUT: Arroz (<i>Oriza sativa</i> L.)						
Requisitos de uso de la tierra			Clasificación por factores			
Cualidades de la tierra	Factor diagnóstico	Unidad	a1	a2	a3	n
Capacidad de Laboreo del Suelo	Textura de 0-25 cm	clase	FL, F, Fa, aF	AL, FAa	Aa, FA, FAL	A
	Consistencia en mojado (0-15 CM)	clase	débilmente adhesiva-adhesiva, no plástica a plástica	muy adhesiva, muy plástica		
	Pendiente	%	0-2	2-8	8-16	>16
Posibilidades de Mecanización	Pendiente	%	<6	6-18	18-30	>30
	Textura superficial	clase	F, aF, FL, Fa, Aa	FAL, FA, AL	A	esquelética
Riesgos de Erosión	Pérdida de suelos	Mg/ha.año	<12	12-25	25-50	>50

*PROBABILIDAD DE TENER UN PERÍODO HÚMEDO DE LONGITUD SUFICIENTE PARA SATISFACER LAS EXIGENCIAS DEL CULTIVO DURANTE EL PERÍODO CRÍTICO FUENTE: FAO, 1983; ADAPTADO DE SYSET AL., 1993

TABLA 4. REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA PARA EL TUT CON PALMA AFRICANA O ACEITERA

TUT: Palma aceitera (<i>Elaeis guinensis</i> Jacq.)						
REQUISITO DE USO DE LA TIERRA			CLASIFICACIÓN POR FACTORES			
CUALIDADES DE LA TIERRA	FACTOR DIAGNÓSTICO	UNIDAD	a1	a2	a3	n
Humedad Disponible	Precipitación anual	mm	> 1700	1700 -1450	1450 -1250	<1250
Oxígeno Disponible	Clase de drenaje	clase	BD-MBD	ID-BD	PD, AED	PD-MPD-ED
Disponibilidad de Nutrientes	Índice de Nutrientes Disponibles	Clase	Medio-Alto	Bajo	Muy Bajo	
	pH		5.0 – 6.5	4.2-5.0 6.5-7.0	3.5-4.2 7.0-7.5	<3.5 >7.5
Condiciones de Enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	>100	50-100	25-50	<25
	Textura de 0-25 cm	clase	FAL, FA, Aa, F, AL (estructura blocosa), A (estructura blocosa)	FAa	Fa, aF fino	A masiva, AL masiva, aF, Fa grueso, a, a gruesa
	Fragmentos de roca	%	0-15	15-35	35-55	>55

**CONTINUACIÓN TABLA 4. REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA PARA EL TUT
CON PALMA AFRICANA O ACEITERA**

TUT: Palma aceitera (<i>Elaeis guinensis</i> Jacq.)						
REQUISITO DE USO DE LA TIERRA			CLASIFICACIÓN POR FACTORES			
CUALIDADES DE LA TIERRA	FACTOR DIAGNÓSTICO	UNIDAD	a1	a2	a3	n
Condiciones que afectan la Germinación o Establecimiento de las Plantas	Profundidad efectiva	cm	>100	50-100	25-50	<25
	Estructura a 0-15 cm	clase	granular fina	blocosa débil-moderada., prismática moderada	blocosa gruesa, prismática, laminar o columnar	bloques gruesos o muy gruesos, masivas
	Consistencia en húmedo a 0-15 cm	clase	friable, muy friable	firme-muy firme	extremad. firme	
Exceso de sales	CE	dS m ⁻¹	0-2	2-3	3-4	>4
Toxicidades del Suelo	Al, evaluado por pH	pH	>5,5	4,8-5,5	4,5-4,8	<4,5
	Naintercamb.	(%)	<8	8-15	15-20	>20
Capacidad de Laboreo del Suelo	Textura de 0-25 cm	clase	FL, F, Fa, aF	AL, FAa	Aa, FA, FAL	A
	Consistencia en mojado (0-15 CM)	clase	débilmente adhesiva-adhesiva, no plástica a plástica	muy adhesiva, muy plástica		
	Pendiente	%	0-2	2-8	8-16	>16
Posibilidades de Mecanización	Pendiente	%	<6	6-18	18-30	>30
	Textura superficial	clase	F, aF, FL, Fa, Aa	FAL, FA, AL	A	esquelética
Riesgos de Erosión	Pérdida de suelos	Mg/ha.año	<12	12-25	25-50	>50

FUENTE: FAO, 1983; ADAPTADO DE SYS ET AL., 1993

2.4. Determinación de la aptitud de las tierras

Conociendo los requisitos de cada TUT y las cualidades relevantes de cada Unidad de Tierra, se realizó la armonización llevando a cabo una distribución espacial en un sistema de información geográfica (SIG) con valoración multicriterio. Cada una de las cualidades de la tierra para los TUT con los productos: banano, arroz y palma africana fueron calificadas en un entorno SIG de forma automática mediante la herramienta “Field Calculator”, descartando

las zonas urbanas, ríos, vías, y distintas zonas naturales, como se puede observar en la toma de pantalla en la Figura 2.

Humedad	Oxígeno	Nutrientes	Enraizamiento	Germinación	Exceso S	Toxicidad	Laboreo	Mecanización
a2	a1	a2	a1	a3	a1	a2	n	n
a2	a1	a1	a1	a3	a1	a1	a3	a2
a3	a1	a1	a1	a3	a1	a2	a3	a2
a2	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a3	a2
a2	a1	a2	a1	a2	a1	a1	a3	a2

FIGURA 2. CAPTURA DE PANTALLA DE LA EJECUCIÓN DE LA HERRAMIENTA “FIELD CALCULATOR” PARA LA DETERMINACIÓN DE LA APTITUD DE LA TIERRA PARA CADA TUT.

Para determinar la clasificación de aptitud final en cada unidad de tierra se utilizó el método de valoración multicriterio, que se basa en investigar un número de alternativas bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto [9], [10], [11]. Se priorizaron las cualidades de la tierra según la especificidad del cultivo. Por ejemplo, para arroz la cualidad prioritaria fue la humedad disponible.

Para la aptitud final de cada unidad se automatizó la evaluación multicriterio mediante la herramienta “ModelBuilder” (en un ambiente SIG), con el fin de hacer un geoprocésamiento mecánico frente a la cantidad de información de Babahoyo para cada TUT: 372 unidades de suelos, 10 cualidades de la tierra seleccionadas para este estudio y 4 alternativas de aptitud para cada cualidad: muy apta (a1), moderadamente apta (a2), marginalmente apta (a3) y no apta (n). Para el efecto se añadió un campo en la base de datos que reunía todas las calificaciones en orden de prioridad, y “Model Builder” fue calificando cada unidad hasta obtener un mapa por cultivo con la aptitud para los TUTs: banano, arroz y palma aceitera, en Babahoyo. Se intercaló la información con los rendimientos obtenidos en campo en el año de estudio 2014.

3. Resultados y discusión

La evaluación para uso agrícola de las tierras del Cantón Babahoyo se limitó a predecir la aptitud física de éstas para el desarrollo de los TUT seleccionados, sin considerar los aspectos económicos relacionados con costos de producción y de inversión, ni su rentabilidad. Los resultados del proceso de armonización para los TUTs con banano, arroz y palma africana o aceitera, se presentan en las Figuras 3, 4 y 5, respectivamente.

Del total de tierras del cantón Babahoyo, se consideran como sumamente aptas para el TUT bananos, solo 1681,04 ha., (Figura 3), lo cual representa el 1,57% (Tabla 5); para el TUT con arroz 5150,89 ha (Figura 4), que constituye el 4,82%. Similar superficie sin restricciones se encontraron para el TUT con palma africana o aceitera (Figura 5).

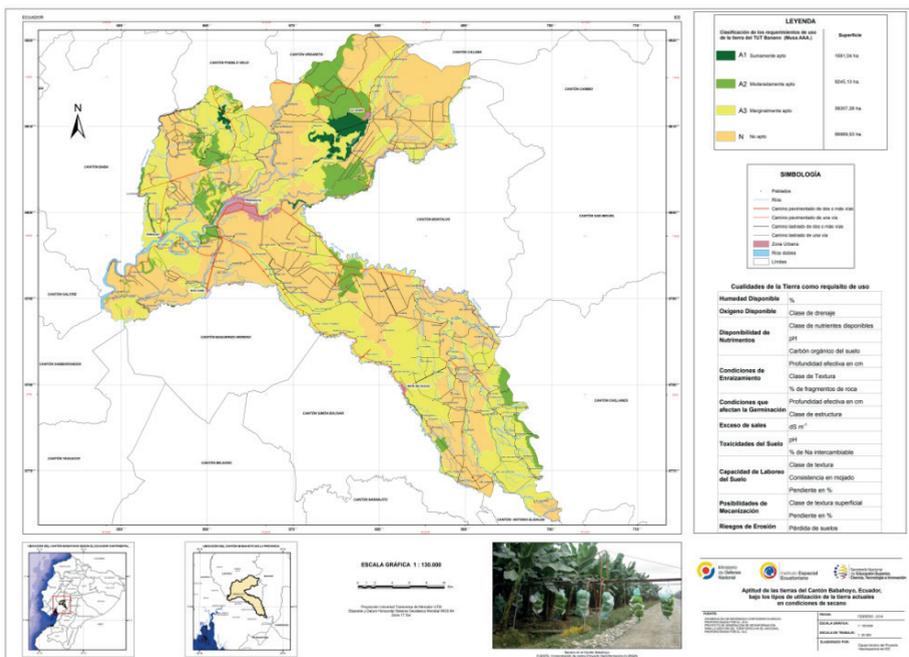


FIGURA 3. APTITUD DE LAS TIERRAS DEL CANTÓN BABAHOYO PARA EL TUT CON BANANO
 IMAGEN A COLOR DISPONIBLE EN [HTTP://WWW.PASCUALBRAVO.EDU.CO/CINTEX/INDEX.PHP/CINTEX/ISSUE/ARCHIVE](http://www.pascualbravo.edu.co/cintex/index.php/cintex/issue/archive)

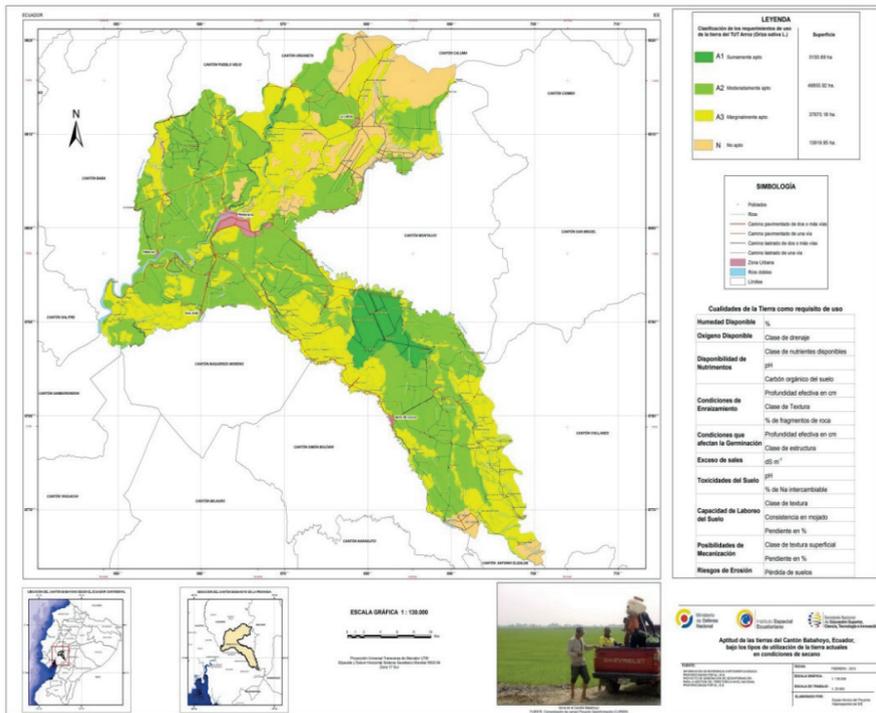


FIGURA 5. APTITUD DE LAS TIERRAS DEL CANTÓN BABAHOYO PARA EL TUT CON PALMA ACEITERA

IMAGEN A COLOR DISPONIBLE EN [HTTP://WWW.PASCUALBRAVO.EDU.CO/CINTEX/INDEX.PHP/CINTEX/ISSUE/ARCHIVE](http://www.pascualbravo.edu.co/cintex/index.php/cintex/issue/archive)

La realidad actual del cantón, cuyas tierras son en su mayoría utilizadas para el rubro banano, son contrastantes con los resultados obtenidos en el presente trabajo, con apenas el 1,57% de superficie cantonal con aptitud A1 sin restricciones de implementación.

El cantón Babahoyo propone un modelo productivo con algún tipo de restricción edáfica A2 (condiciones de enraizamiento, germinación o establecimiento de las plantas) para Palma aceitera con un 63,07% de tierras aptas para su implementación, y aprovechamiento agro-industrial, siguiéndole en importancia el cultivo para canasta básica y soberanía alimentaria, el arroz con el 46,68% del total de su territorio.

Para A3 con restricciones edáficas (condiciones de enraizamiento, germinación o establecimiento de las plantas; dificultades de mecanización) y de humedad, en igual superficie comparten el uno de los rubro más importantes

para la económica en el país banano y arroz, evidenciando los bajos rendimientos para estos rubros, pero que por tradición o falta de la guía técnica e incentivos efectivos han prevalecido en el cantón.

La característica de No apto para su implementación, demuestra que más de la mitad del territorio, no ofrece las condiciones edáficas y humedad para banano con 53,06%; el 14,6% para palma aceitera y el 13,03% para arroz en condiciones de secano.

4. Conclusiones

Las tierras del cantón Babahoyo poseen un alto potencial para la producción, con ligeras limitaciones para los TUTs que incluyen los cultivos palma aceitera y arroz; mientras que para el TUTs con bananos presentan limitaciones que las hacen marginalmente aptas.

El presente trabajo muestra que utilizando información existen en forma adecuada y existente en los territorios, con la guía metodológica ajustada a las realidades específicas de zonas de producción agropecuaria, es posible emplear herramientas efectivas que permitan tomar decisiones en diversos aspectos como puede ser el ordenamiento territorial, planes y proyectos agropecuarios, conservación de recursos naturales, encadenamientos productivos, entre otros relacionados.

5. Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) por facilitar el acceso a la información y a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de Ecuador (SENESCYT) por el apoyo financiero para el desarrollo de la presente investigación, a través del Proyecto Prometeo.

6. Referencias

- [1] FAO. Directivas: Evaluación de Tierras para la Agricultura en Secano. Boletín de Suelos 52. FAO, Roma, 1983.
- [2] Sys, C.; Van Ranst, E.; J. Debaveye. Land Evaluation. Part. I. Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural Publications N° 7. General Administration for Development Cooperation. Brussels-Belgium. 274 pp, 1991.

- [3] Van Diepen, C.A., H. van Keulen, J. Wolf & J.A.A. Berkhout. Land Evaluación: From intuition to quantification. En: B.A. Stewart (Eds), *Advances In Soil Science* (pp.139-204). Springer. New York, 1991.
- [4] VanWambeke, A.; D. Rossiter. Automated land evaluation systems as a focus for soil research. *International BoardforSoilResearch Management (IBSRM). Newsletter. N° 6, 1987.*
- [5] FAO. *Land evaluation for forestry.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1984.
- [6] FAO. *Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1985.
- [7] FAO. *Guidelines: land evaluation for extensive grazing.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1991.
- [8] Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP – SIGAGRO). *Memoria técnica 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. Módulo: Suelos. Cantón Babahoyo. 245p, 2009^a.*
- [9] Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP – SIGAGRO). *Memoria técnica 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. Módulo: Clima e hidrología. Cantón Babahoyo. 26p, 2009b.*
- [10] Voogd, H. *Multicriterial evaluation for urban and regional planning.* Pion Limited, London, 1983.
- [11] Gómez Delgado Montserrat; Barredo Cano José I. *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio.* RA-MA Editorial. España. 304p, 2005.