

EVALUACIÓN FÍSICA DE TIERRAS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO DE LOS SECTORES EL HATICO Y EL TURMERO, SUBCUENCA ALTO MOTATÁN, MÉRIDA-VENEZUELA

PHYSICAL EVALUATION OF FARMLAND UNDER IRRIGATION OF EL HATICO AND EL TURMERO SECTORS, ALTO MOTATÁN SUB-BASIN, MÉRIDA-VENEZUELA

Idanea Pineda de Fajardo¹, Neida Pineda C²., José Gregorio Mendoza M³., Edgar Jaimes C⁴., Hilda Rodríguez A⁵. y Yolimar Garcés V⁶.

Universidad de Los Andes (ULA), Núcleo Universitario Rafael Rangel (NURR), Grupo de Investigación de Suelos y Aguas (GISA), Avenida Isaías Medina Angarita, Sector Carmona, Trujillo, estado Trujillo, Venezuela. E-mail: ¹idaneapineda@gmail.com, ²pineida@ula.ve, ³jgmendoza@ula.ve, ⁴jaimes@ula.ve, ⁵mandoni500@hotmail.com, ⁶yoligarv@hotmail.com

Resumen

En las cuencas altas de los Andes venezolanos se desarrolla una agricultura intensiva de cultivos hortícolas adaptados a sus particulares condiciones agroclimáticas, que se caracteriza por la escasa utilización de prácticas de conservación, por lo que es necesario clasificar dicha tierras para determinar los mejores usos agrícolas y formular prácticas de conservación y manejo del recurso suelo. El objetivo de esta investigación fue determinar la aptitud física de la tierra en los sectores El Hatico y El Turmero, en la subcuenca Alto Motatán, estado Mérida, donde los productores organizados bajo la forma de comité de riego El Rincón del Picacho realizan una agricultura hortícola intensiva de piso alto. Se utilizó el esquema FAO para la evaluación de tierras bajo riego. Se determinó las aptitudes físicas de 7 unidades de tierra para los tipos de utilización de la tierra (TUT) actuales, así: 3 moderadamente aptas (A2), 3 marginalmente aptas (A3) y 1 no apta (N), para 3 cualidades limitantes de la tierra que pueden afectar la producción de cultivos bajo riego: Enraizamiento; pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades; y riesgo de erosión. La mejor aptitud de la tierra fue para el TUT cilantro, ajo, brócoli, ajo porro y alcachofa. Con base en los resultados obtenidos se sugiere a los productores agrícolas la implementación de un manejo agronómico mediante la utilización de buenas prácticas agrícolas con enmiendas fertilizantes en cantidades adecuadas, encalado para mejorar la acidez del suelo y la utilización del riego con cantidades de agua apropiadas para cada cultivo.

Palabras clave: aptitud física de la tierra; esquema FAO; tipos de utilización de la tierra; horticultura; subcuenca Alto Motatán.

Abstract

In the high basins of Venezuelan Andes intensive farming of vegetable crops adapted to its particular agroclimatic conditions, characterized by low use of conservation practices, develops it is necessary to classify the land to determine the best agricultural uses and to formulate conservation practices and resource management soil. The objective of this research was to determine the suitability of the land in El Hatico and El Turmero sectors, Sub-basin of Alto Motatán, Mérida State, where producers organized in the form El Rincón del Picacho irrigation committee perform intensive horticultural farming of hillside. It was used the FAO scheme for land evaluation for rainfed agriculture Determined the physical suitability of 7 units of land for current (TUT) land-use types, thus: 3 moderately suitable (A2), 3 marginally suitable (A3) and 1 not suitable (N), for 3 limiting land qualities that can affect the production of crops under irrigation: rooting; pH, nutrients, micronutrients and toxicities; and risk of erosion. Best suitability of land was for the TUT cilantro, garlic, broccoli, leek and artichoke. Based on the results obtained is suggested to agricultural producers implementation of an agronomic management through use of good agricultural practices with fertilizer amendments in adequate amounts, acid soil amendments and use of appropriate amounts of water irrigation for every crop.

Key words: physical land suitability; FAO framework; land utilization type; horticulture; Alto Motatán sub-basin.

Recibido: 20/04/2014 - **Aprobado:** 27/06/2014

Introducción

Las actividades agrícolas se encuentran cuestionadas por sus efectos negativos sobre la sostenibilidad en calidad y cantidad de los recursos edáficos e hídricos. En este contexto, Martínez (2007) considera que los Andes venezolanos disponen de una ingente cantidad de recursos naturales que permiten la diversificación de las actividades productivas y el desarrollo socioeconómico, pero también se caracterizan por presentar un deterioro progresivo de las tierras, influido por limitaciones biofísicas y elementos de tipo antrópico. Para CORPOANDES (2007), el principal problema de la producción agrícola hortícola merideña es el uso indiscriminado de agroquímicos que ocasiona problemas de contaminación en los recursos agua, suelos y aire; seguido por la constante ampliación de la frontera agrícola en Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), la generación de gran cantidad de desechos de tipo orgánico que no reciben ningún tratamiento y que pueden utilizarse en la producción de abono, y el uso inadecuado de los recursos hídricos que abastecen a los sistemas de riego.

Mendoza (2007) indica que las zonas altas de los Andes venezolanos están dedicadas principalmente a la producción agrícola sin una apropiada planificación y ordenación del territorio para un uso conveniente y sostenido; de esta realidad no escapa la subcuenca Alto Motatán, localizada en el municipio Miranda del estado Mérida, caracterizada por ser una de las más importantes fuentes productoras de agua para dicho municipio y para otros centros poblados ubicados aguas abajo en el estado Trujillo, como es el caso de la Mesa de Esnujaque, Quebrada de Cuevas, Valera, Carvajal y Motatán, además de poseer una amplia biodiversidad, incluyendo áreas con potencialidades agrícolas, forestales,

agroforestales y turísticas. Esta subcuenca abarca una superficie aproximada de 28600 hectáreas (ha), ubicada entre los 1400 hasta los 4200 metros sobre el nivel del mar (msnm) y ocupando gran parte del municipio Miranda del estado Mérida, distribuida en tres de las cuatro parroquias que lo integran, como lo son Timotes, Andrés Eloy Blanco (Chachopo) y La Venta. La actividad hortícola y florícola, la producción de algunos tubérculos, así como los cultivos permanentes y semipermanentes, conjuntamente con los pastos naturales, hacen que esa subcuenca constituya la primera zona nacional productora de alimentos.

González y Segovia (2009) señalan que en las tierras ubicadas en el área de influencia del Comité de riego El Rincón del Picacho se desarrolla una agricultura intensiva de cultivos hortícolas adaptados a sus particulares condiciones agroclimáticas, que se caracteriza por la escasa utilización de prácticas de conservación, por lo que surge la necesidad de clasificar dicha tierras a los fines de determinar los mejores usos agrícolas para luego formular prácticas de conservación y manejo del recurso suelo que contribuyan a reducir la degradación de los recursos naturales y permitan la definición de planes locales y regionales que orienten hacia un adecuado ordenamiento territorial de la subcuenca.

Dentro de las políticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), destaca la planificación del uso de la tierra en la toma de decisiones, basadas en la evaluación de sus limitaciones y potencialidades, expresada en grados de aptitud para obtener la mejor respuesta productiva de un tipo de uso particular, con la menor degradación posible del ambiente y garantizando una mayor sostenibilidad agroecológica y agroalimentaria, a mediano y largo plazo.

Con base a lo expuesto esta investigación se planteó como objetivo determinar la aptitud física de tierras dedicadas a usos hortícolas bajo riego en los sectores El Hatico y El Turmero, que se localizan dentro de la subcuenca Alto Motatán del estado Mérida.

Materiales y métodos

Descripción general del área de estudio

El área de estudio se ubica en la República Bolivariana de Venezuela, región Los Andes, estado Mérida, municipio Miranda, parroquia Andrés Eloy Blanco, dentro de la parte alta de la subcuenca del río Motatán, en la hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo. Específicamente abarca las áreas de influencia de las comunidades de productores hortícolas organizados del comité de riego “El Rincón del Picacho”, que comprende los sectores El Hatico y El Turmero, ubicados entre los 3370 y 3509 msnm, coordenadas: 986650-987150 Norte y 300300-301300 Este. De acuerdo a información suministrada por su Junta Directiva este comité está constituido por 24 productores agrícolas cuyas unidades de producción cubren una superficie aproximada de 120 has, de las cuales se destinan a la horticultura 54,85 ha (49,75%), el resto de la superficie no es utilizada para la producción agrícola por presentar limitaciones debidas a la pedregosidad, tanto superficial como interna, y a la presencia de altas pendientes con rangos entre 15 y 45%, además varias fincas limitan con el área bajo régimen de administración especial “Parque Nacional Sierra de La Culata”.

La formación geológica presente es la Palmarito, con intrusiones litológicas del granito de Chachopo (Ochoa y col., 2008) y presenta paisajes fisiográficos bien diferenciados de relieves montañosos con vertientes inclinadas (CORPOANDES,

2011). Climatológicamente, el área de estudio está influenciada por la estación Timotes que posee datos de precipitación correspondientes a un período de registro de 20 años (1988-2007), con un promedio anual de 703,9 mm y su valor más alto ocurre en el mes de octubre (104,4 mm), la temperatura media anual es de 15,43°C para el período 1969-1990. De acuerdo a los criterios de las zonas de vida establecidos por Ewel, Madriz y Tosi (1976), basados en la metodología de Holdridge, la vegetación que caracteriza al área de estudio se encuentra en la zona transicional entre el bosque húmedo montano (bh-M) y el páramo subalpino (p-SA). Con respecto a la vegetación, la misma es típica del páramo, gramíneas y algunos pequeños arbustos de los géneros *Alnus* y *Podocarpus*, plantas bajas perennifolias, abundando la *Espeletia* (frailejón) con gramínea baja, las camifitas y las hemicriptófitas. En relación con el uso actual de la tierra, se pudo verificar con visitas de campo que los usos predominantes son páramo, páramo en áreas protegidas, cultivos de ciclo corto (granos leguminosos, raíces y tubérculos, y hortalizas), cultivos de ciclo corto en áreas protegidas y bosques fuertemente intervenidos en áreas protegidas.

Ochoaycol.(2008) en una caracterización física, química y mineralógica realizada en los suelos de la cuenca alta y media del río Motatán determinaron que la composición mineralógica del material parental influye fuertemente en esos suelos, especialmente en los ubicados en alturas superiores a 1500 msnm, debido a las condiciones imperantes de fuertes pendientes, rejuvenecimiento por erosión y baja evolución (predominio de inceptisoles y entisoles), los suelos se caracterizan por presentar texturas franco arenosas, franco arcillo arenosas, franco arcillosas y arcillosas; con contenidos de materia orgánica que van desde medios

a altos en los horizontes superficiales y con capacidad de intercambio catiónico cuyos valores son bajos en los horizontes subsuperficiales y en los horizontes A aumentan a rangos de bajos a medios.

Metodología

Empleando la metodología del esquema para evaluación de tierras para la agricultura bajo regadío (FAO, 1990), se desarrolló el siguiente procedimiento metodológico:

1. Selección y caracterización del área de estudio (etapa de campo) a través del desarrollo de las siguientes actividades: revisión y recopilación de la información básica, visitas preliminares a la zona de estudio, así como la definición y delimitación de las áreas objeto de estudio.

2. Definición y determinación de las Unidades de Tierra (UT) con base en la caracterización del suelo y del paisaje realizada por González y Segovia (2009) en el área de estudio.

3. Definición y descripción de los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT) actuales y potenciales, obtenidos en un trabajo previo, a partir de la recopilación de la información agrosocioeconómica del área de estudio, utilizando la técnica de la encuesta, mediante la utilización de un instrumento (cuestionario) elaborado y validado por Becerra y col. (2012) y aplicado a una muestra no aleatoria de 12 productores, quienes se ofrecieron de manera voluntaria a suministrar la información requerida.

4. Selección de las Cualidades de la Tierra (CT) o factores clasificadores (FC) a evaluar, para ello se consideró que una cualidad de la tierra es relevante sólo si reúne los siguientes criterios: tiene un efecto importante sobre el uso de la tierra, presenta valores críticos en la región evaluada y la información para su evaluación existe o

puede ser obtenida en forma práctica (FAO, 1985), llegando a ser clasificadas como: 1. Muy importantes (cualidades de la tierra a las que se debe prestar especial atención durante la evaluación), 2. Moderadamente importantes (cualidades de la tierra que deben ser consideradas en la evaluación), 3. No importantes: 3A. La cualidad de la tierra no afecta al TUT, 3B. No existen valores críticos en la zona estudiada, 3C. No es posible obtener datos sobre la cualidad en forma práctica.

5. Definición de los Requerimientos de Uso de la Tierra (RUT) para los TUT, con base en los requerimientos de los rubros agrícolas cultivados para el momento de la aplicación del cuestionario: zanahoria (*Daucus carota*), papa (*Solanum tuberosum*), coliflor (*Brassica oleracea* L., var. *botrytis*), ajo porro (*Allium porrum*), alcachofa (*Cynara scolymus*), cilantro (*Coriandrum sativum*), cebolla larga (*Allium fistulosum* L.), brócoli (*Brassica oleraceae* var. *italica*) y ajo (*Allium sativum* L.).

6. Construcción de los modelos de evaluación de los RUT para los TUT definidos, para ello se consultaron diversas fuentes bibliográficas: Benacchio (1982), Cásseres (1980), FONAIAP (1989) y para evaluar la cualidad "Riesgo de erosión" se utilizó la calificación obtenida por Pineda y col. (2012) al aplicar la metodología de Delgado (2003). En la Tabla 1 se presentan los modelos elaborados para evaluar cada cualidad en los TUT definidos.

7. Comparación de cada RUT con las CT relevantes de cada UT para determinar la aptitud física parcial del TUT, basada en la relación funcional que existe entre la CT, las posibilidades de mejoramiento de éstas y los RUT de las mismas y determinación de la aptitud física final de la tierra. Este proceso se conoce como armonización y se basa en

la comparación funcional entre lo que oferta cada unidad de tierra (UT) y lo que demanda cada TUT (requerimiento de uso), a fin de obtener una clasificación de la aptitud de la tierra para cada TUT en cada UT (unidad de tierra). Así las clases de aptitud parcial se obtuvieron comparando a cada cualidad (CT) de las unidades de tierra (UT) con los requisitos de las unidades de tierra (RUT) expresados como límites o rangos críticos en los modelos de la Tabla 1.

Resultados y Discusión

De las 32 cualidades que sugiere la FAO (1990), se seleccionaron tres (3) que fueron consideradas relevantes en este estudio, ya que pueden afectar la aptitud para la producción de cultivos bajo riego. Ellas fueron: enraizamiento; pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades; y riesgo de erosión.

Inicialmente, se obtuvo una calificación de la aptitud física parcial de la tierra para cada TUT (cultivo) en cada UT (Tabla 2). Posteriormente, para obtener la aptitud física final para cada UT se realizó, individualmente por TUT (Tablas 3, 4, 5 y 6), debido a que para algunos cultivos los factores clasificadores calificaron de manera diferente, especialmente para las cualidades enraizamiento (contenido de fragmento grueso en el epipedón) y reacción al pH. Para determinar las aptitudes físicas finales de cada UT se utilizó el criterio del factor más limitante obtenido en las aptitudes físicas parciales; esto es, la evaluación física final estará en función de la calificación más limitante de las 3 cualidades de la tierra estudiadas.

En la Tabla 3 y Figura 1 se muestra la calificación obtenida por cada unidad de tierra para el cultivo zanahoria, tanto su aptitud parcial para cada cualidad de la tierra evaluada como su aptitud final, donde se

aprecia que 4 unidades de tierra (UT1, UT2, UT3 y UT5) resultaron moderadamente aptas (A2), mientras que 3 unidades de tierra (UT4, UT6 y UT7) clasificaron como marginalmente aptas (A3). La cualidad limitante para la UT1 resultó el “riesgo de erosión”; para la UT2 las cualidades limitantes fueron “enraizamiento” (poca profundidad del suelo, factor muy importante para el desarrollo de este cultivo de raíz) y “riesgo de erosión”; para la UT3 las cualidades limitantes resultaron “pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades” (suelo con pH ácido a muy ácido, que requiere el encalado y evitar el uso de fertilizantes que aumenten esta reacción ácida) y “riesgo de erosión”; la UT5 presentó limitantes en las tres cualidades evaluadas; la UT4 tuvo como cualidad más limitante el “pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades”; para las UT6 y UT7 resultó más limitante el “enraizamiento” debido al alto contenido volumétrico de fragmento grueso en el epipedón. Es pertinente destacar que en todas las UT la cualidad “riesgo de erosión” calificó con una moderada aptitud, pues como lo señalan Pineda y col. (2012), los suelos presentan un alto potencial de escorrentía, por su débil desarrollo de la estructura y sus texturas franco arenosas, que los hacen susceptibles a la erosión hídrica.

La aptitud física final de la tierra para el cultivo Papa (Tabla 4 y Figura 2) tuvo como resultado: 5 UT (UT1, UT2, UT3, UT4 y UT5) moderadamente aptas (A2) y 2 UT (UT6 y UT7) marginalmente aptas (A3). Para la UT1, al igual que para el cultivo zanahoria, la cualidad que lo limitó fue el “riesgo de erosión”, así mismo para la UT3. Las UT2, UT4 y UT5 presentaron como cualidades limitantes: “enraizamiento” (profundidad del suelo) y el “riesgo de erosión”. Para las UT6 y UT7 las limitaciones corresponden a “enraizamiento” (alto contenido volumétrico de fragmento grueso en el epipedón) y

al “riesgo de erosión”. Cabe resaltar que todas las UT presentaron una adecuada adaptabilidad en cuanto a la cualidad “pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades” ya que la tierra oferta pH de 4,9 a 5,7 y la demanda o RUT para la papa es de 4,8 a 7,5, indicativo que las UT para esta cualidad tienen una alta aptitud física.

Para los TUT coliflor y cebolla larga la clasificación de la aptitud física final de la tierra fue: 3 UT (UT1, UT2 y UT3) moderadamente aptas (A2), 3 UT (UT5, UT6 y UT7) marginalmente aptas (A3) y 1 UT (UT4) no apta (N) (Figura 3). En la Tabla 5 se observan para cada UT las cualidades que más limitan la aptitud física final para los cultivos de coliflor y cebolla larga, destacándose para la UT4 la cualidad “pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades” califica como n1 debido principalmente a limitaciones por acidez del suelo, que implican altos contenidos de aluminio intercambiable y bajo o escaso estatus nutricional en la capa arable.

La Tabla 6 muestra las aptitudes físicas finales de la tierra obtenidas para los cultivos cilantro, ajo, alcachofa, brócoli y ajo porro, observándose que 5 unidades de tierra (UT1, UT2, UT3, UT4 y UT5) clasificaron con un grado moderado de aptitud física (A2) y 2 UT (UT6 y UT7) resultaron marginalmente aptas (A3) (Figura 4); estas últimas presentaron mayor limitación por pH ácidos, por lo que requieren un adecuado manejo agronómico integrado a los fines de controlar los problemas asociados con la acidez de estos suelos y la toxicidad del aluminio.

En la Tabla 7 se resumen las aptitudes físicas finales de la tierra, expresadas en porcentaje, para los TUT estudiados, destacándose una mejor aptitud de la tierra para el TUT cilantro, ajo, brócoli, ajo porro y alcachofa puesto que el 85,72% clasificó

como moderadamente apta (A2), seguido por el TUT papa (71,43%), TUT zanahoria (57,14%) y, finalmente, el TUT coliflor y cebolla larga (42,86%). Este último TUT además presentó la menor aptitud de la tierra al clasificar incluso con la calificación de no apta (N). Es pertinente destacar que ninguna UT clasificó como sumamente apta (A1) debido a las limitaciones físicas y químicas de los suelos evaluados.

Conclusiones

La evaluación física de la tierra permitió conocer los grados de aptitud para las UT estudiadas en el área de influencia del Comité de Riego El Rincón del Picacho, mostrando una adaptabilidad de esas tierras para los TUT actuales que oscila entre moderadamente apta (A2), marginalmente apta (A3) y no apta (N), información que puede ser empleada por los productores agrícolas para lograr un manejo racional y adecuado de los recursos, basado en el mejoramiento de las limitaciones de uso determinadas.

Para mejorar la aptitud física de las UT se sugiere la utilización de buenas prácticas agrícolas que incluyan: realizar el despiedre al momento de preparar las parcelas para la siembra, sembrar a curvas de nivel o en contorno, construir terrazas, aplicar encalado como un aporte a la mejora de la fertilidad de estos suelos y utilizar riego empleando cantidades de agua apropiadas para cada cultivo.

Es necesario realizar la evaluación económica de aquellos TUT que durante la evaluación física calificaron como moderadamente aptas (A2), con el objeto de determinar los beneficios económicos a futuro que se derivarían para los productores, sin acarrear daños al medio ambiente.

Agradecimientos

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA), de la Universidad de Los Andes (ULA), por el financiamiento de este trabajo a través de los proyectos de investigación identificados con los códigos NURR-C-535-11-01-A y NURR-C-536-11-01-EM.

Referencias Bibliográficas:

- Becerra L, Pineda N, Jaimes E, Mendoza J, Hernández J y Suárez Y. Diagnóstico agrosocial de fincas hortícolas bajo riego, sector Cruz Chiquita, subcuenca Alto Motatán, estado Mérida-Venezuela. *Academia*. 2012, XI (22): 153-168
- Benacchio S. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. Maracay: FONAIAP. 1982, 201 p.
- Cásseres E. Producción de Hortalizas. Tercera Edición. San José: Editorial IICA. 1980, 387 p.
- CORPOANDES. Dossier estatal del estado Mérida. Mérida: Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo. Corporación de los Andes. 2007.
- CORPOANDES. Dossier municipal Miranda. Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo. Corporación de los Andes, Mérida. 2011, 62 p.
- Delgado F. Un protocolo para apoyar la selección de prácticas de conservación de suelos en tierras montañosas tropicales. Manizales: I Seminario Internacional Agricultura de Conservación en Tierras de Laderas. 2003, 27 p.
- Ewel J, Madriz A y Tosi J. Zonas de Vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Segunda edición. Caracas: Editorial Sucre. 1976, 265 p.
- FAO. Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura en secano. Boletín de Suelos N° 52. Roma: Servicio de recursos, manejo y conservación de suelos. Dirección de fomento de tierras y aguas. 1985, 228 p.
- FAO. Evaluación de tierras para la agricultura en regadío: Directivas. Boletín de Suelos N° 55. Roma: Servicio de recursos, manejo y conservación de suelos. Dirección de fomento de tierras y aguas. 1990, 289 p.
- FONAIAP. Estación Experimental Lara. Paquete tecnológico para la producción de hortalizas en la región Centroccidental de Venezuela. Serie Paquetes Tecnológicos N° 8. Maracay: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1989, 25 p.
- González J. y Segovia G. Clasificación de tierras en parcelas ubicadas en los comités de riego “Los Caracoles” y “El Rincón del Picacho”, subcuenca Alto Motatán, parroquia Andrés Eloy Blanco, municipio Miranda, estado Mérida. Trabajo de pregrado. Trujillo: Universidad de Los Andes. 2009, 88 p.
- Martínez L. Hacia la sostenibilidad de las tierras en la cuenca del río Venegara. Municipio Jáuregui, Táchira-Venezuela. *Revista Digital Universitaria*. 2007. Consultado en octubre de 2012. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num3/art15/int15.html>

Mendoza, J. Análisis causa-efecto del deterioro agroecológico y ambiental en cuatro comités de riego. Subcuenca Alto Motatán, municipio Miranda, estado Mérida (formato digital). Mérida: Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones (Colección Academia). 2007,141 p.

Ochoa G, Malagón D y Oballos J. Influencia del material parental y del bioclima en la pedogénesis de la cuenca media y alta del río Motatán. Mérida-Trujillo. Venezuela. Agronomía Tropical. 2008, 58(2): 125-140

Pineda N., González J., Segovia G., Jaimes E., Mendoza J. y Rodríguez H. Evaluación y clasificación de tierras agrícolas para la conservación de suelos en áreas montañosas tropicales, subcuenca Alto Motatán, Mérida-Venezuela. Academia. 2012, XI (24): 329-342

Anexos:

Tabla 1. Modelos para evaluar las cualidades seleccionadas para los TUT.

Requisitos de uso de la Tierra		Cultivo/parcela	Límites o rangos críticos (Clasificación por factores)			
Cualidad de la Tierra	Factor Diagnóstico		Unidad	a ₁	a ₂	a ₃
Enraizamiento	Profundidad del suelo (h)	cm	h ≥ 30	10 ≤ h < 30	5 ≤ h < 10	h < 5
			h > 20	10 ≤ h < 20	5 ≤ h < 10	
Enraizamiento	Contenido volumétrico de fragmento de grueso (fg) en el epipedón	%	fg ≤ 15	30 < fg ≤ 15	50 ≤ fg < 30	fg > 50
			fg ≤ 30	40 < fg ≤ 30	50 ≤ fg < 40	fg > 50
pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades	Reacción	pH	4.8 ≤ pH ≤ 7.5	4.0 ≤ pH < 4.8 7.5 < pH ≤ 7.8	3.8 ≤ pH < 4.0 7.8 < pH ≤ 8.0	pH < 3.8 pH > 8.0
			5.5 ≤ pH ≤ 6.5	5.0 ≤ pH < 5.5 6.5 < pH ≤ 6.8	4.5 ≤ pH < 5.0 6.8 < pH ≤ 7.0	pH < 4.5 pH > 7.0
			6.0 ≤ pH ≤ 7.5	6.0 ≤ pH < 5.5 7.5 < pH ≤ 7.8	5.5 ≤ pH < 5.0 7.8 < pH ≤ 8.0	pH < 5.0 pH > 8.0
Riesgo de erosión	IRE (Pineda y col. 2012)	-	IRE ≤ 0,10	0,10 < IRE ≤ 0,30	0,30 < IRE ≤ 0,60	IRE > 0,60

Fuente: Benacchio. (1982); Cásseres. (1980) y FONAIAP (1989).

Tabla 2. Aptitud física parcial de las UT a los TUT.

Cualidad de la Tierra	Factor Diagnóstico	Cultivo (TUT)	Aptitud física parcial								
			Unidades de Tierra (UT)								
			UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	UT6	UT7		
Enraizamiento	Profundidad del suelo	Zanahoria, papa	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂	a ₁	a ₁	
		Cilantro, ajo, brócoli, coliflor, ajo porro, alcachofa y cebolla larga.	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁
	Contenido volumétrico de fragmento grueso en el epipedón	Zanahoria, papa	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₃	a ₃
pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades	Reacción	Ajo, papa	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁	a ₁
		Alcachofa, zanahoria, ajo porro, cilantro, brócoli	a ₁	a ₁	a ₂	a ₃	a ₂	a ₁	a ₂	a ₁	a ₂
		Coliflor, cebolla larga	a ₁	a ₁	a ₂	n ₁	a ₃	a ₃	a ₃	a ₃	a ₂
Riesgo de erosión	IRE (Pineda y col. 2012)	Parcela	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	a ₂	

a₁ = sumamente apta; a₂ = moderadamente apta; a₃ = marginalmente apta; n₁ = no apta actualmente.

Tabla 3. Aptitud física parcial y final de las UT para el cultivo: Zanahoria.

UT	Cualidades de la tierra			Aptitud final
	Enraizamiento	pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades	Riesgo de erosión	
UT1	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT2	a ₂	a ₁	a ₂	A2
UT3	a ₁	a ₂	a ₂	A2
UT4	a ₂	a ₃	a ₂	A3
UT5	a ₂	a ₂	a ₂	A2
UT6	a ₃	a ₂	a ₂	A3
UT7	a ₃	a ₂	a ₂	A3

A2=moderadamente apta; A3=marginalmente apta

Tabla 4. Aptitud física parcial y final de las UT para el cultivo: Papa.

UT	Cualidades de la tierra			Aptitud final
	Enraizamiento	pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades	Riesgo de erosión	
UT1	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT2	a ₂	a ₁	a ₂	A2
UT3	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT4	a ₂	a ₁	a ₂	A2
UT5	a ₂	a ₁	a ₂	A2
UT6	a ₃	a ₁	a ₂	A3
UT7	a ₃	a ₁	a ₂	A3

Tabla 5. Aptitud física parcial y final de las UT para los cultivos: Coliflor y cebolla larga.

UT	Cualidades de la tierra			Aptitud final
	Enraizamiento	pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades	Riesgo de erosión	
UT1	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT2	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT3	a ₁	a ₂	a ₂	A2
UT4	a ₁	n ₁	a ₂	N
UT5	a ₁	a ₃	a ₂	A3
UT6	a ₃	a ₃	a ₂	A3
UT7	a ₃	a ₂	a ₂	A3

N=no apta.

Tabla 6. Aptitud física parcial y final de las UT para los cultivos: Cilantro, ajo, alcachofa, brócoli y ajo porro.

UT	Cualidades de la tierra			Aptitud final
	Enraizamiento	pH, nutrientes, micronutrientes y toxicidades	Riesgo de erosión	
UT1	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT2	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT3	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT4	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT5	a ₁	a ₁	a ₂	A2
UT6	a ₁	a ₃	a ₂	A3
UT7	a ₁	a ₃	a ₂	A3

Tabla 7. Aptitud física de la tierra para cada TUT, expresada en porcentaje.

TUT	A1	A2	A3	N
Zanahoria	-	57,14	42,86	-
Papa	-	71,43	28,57	-
Coliflor y cebolla larga	-	42,86	42,86	14,28
Cilantro, ajo, brócoli, ajo porro y alcachofa	-	85,72	14,28	-

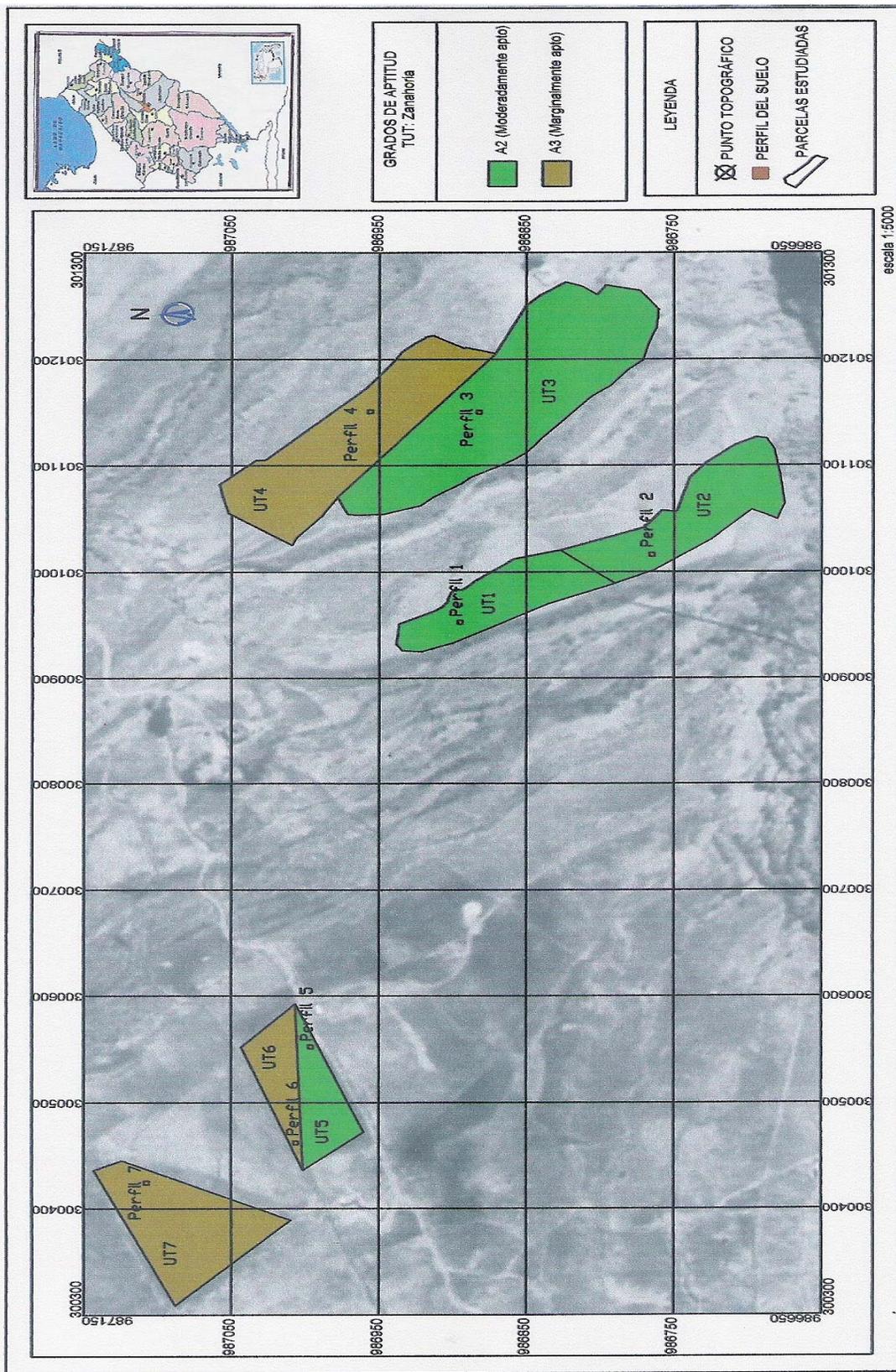


figura 1. Mapa de clases de aptitud física de la tierra de los sectores El Hatico y El Turnero para el TUT Zanahoria.

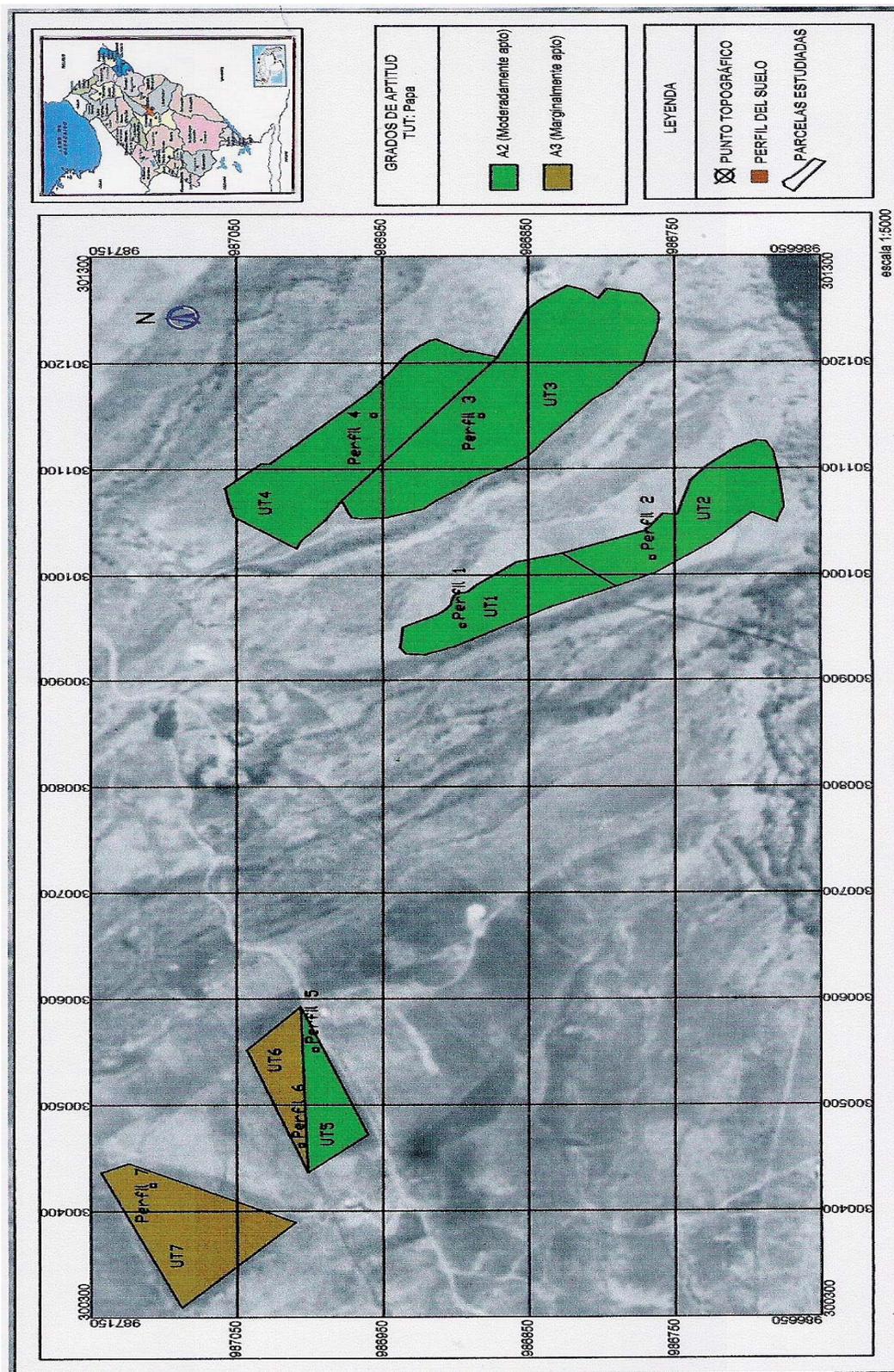


Figura 2. Mapa de aptitud física de la tierra de los sectores El Hatuco y El Turmero para el TUT Papa.

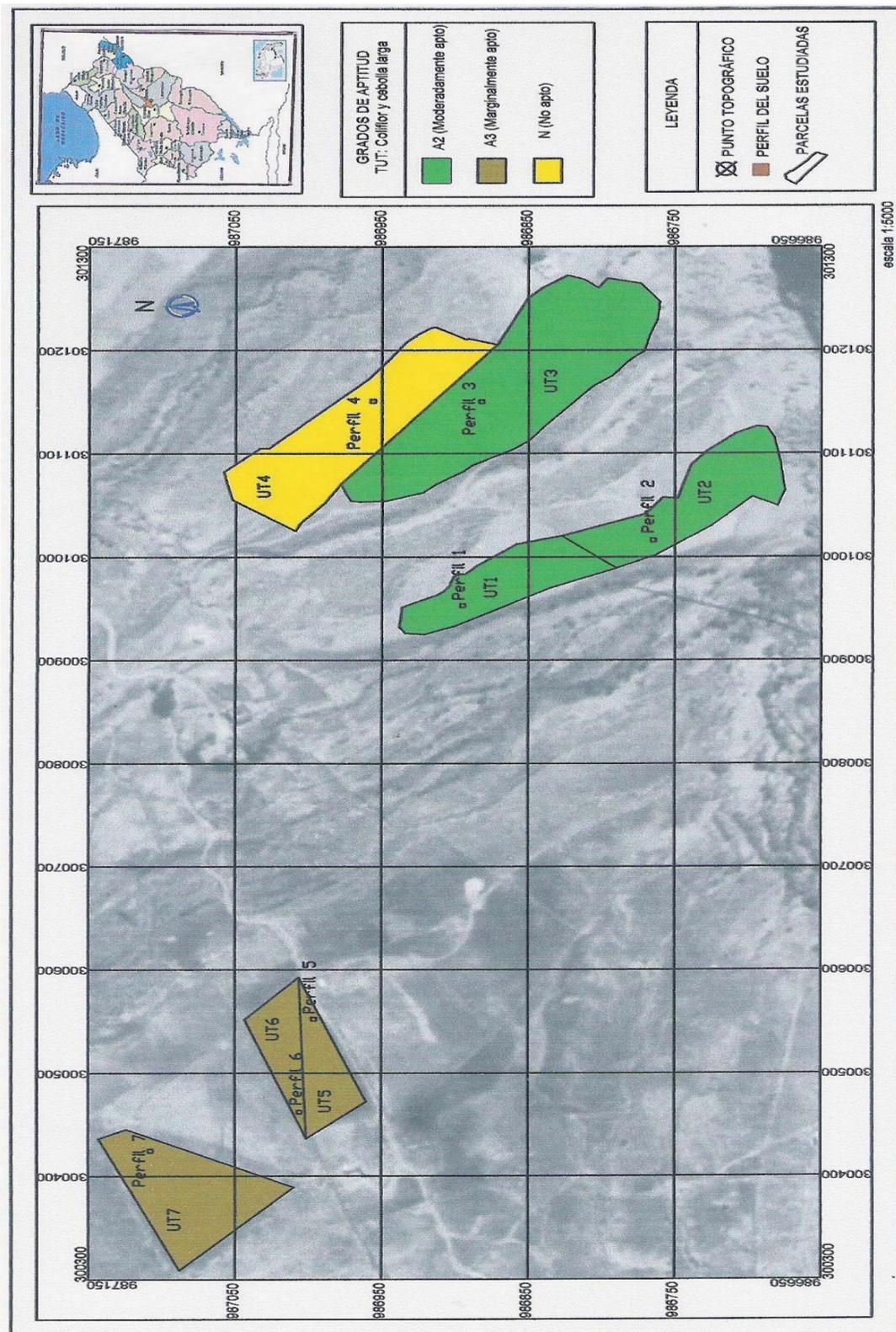


Figura 3. Mapa de clases de aptitud física de la tierra de los sectores El Hatuco y El Turmero para el TUT Coliflor y cebolla larga.

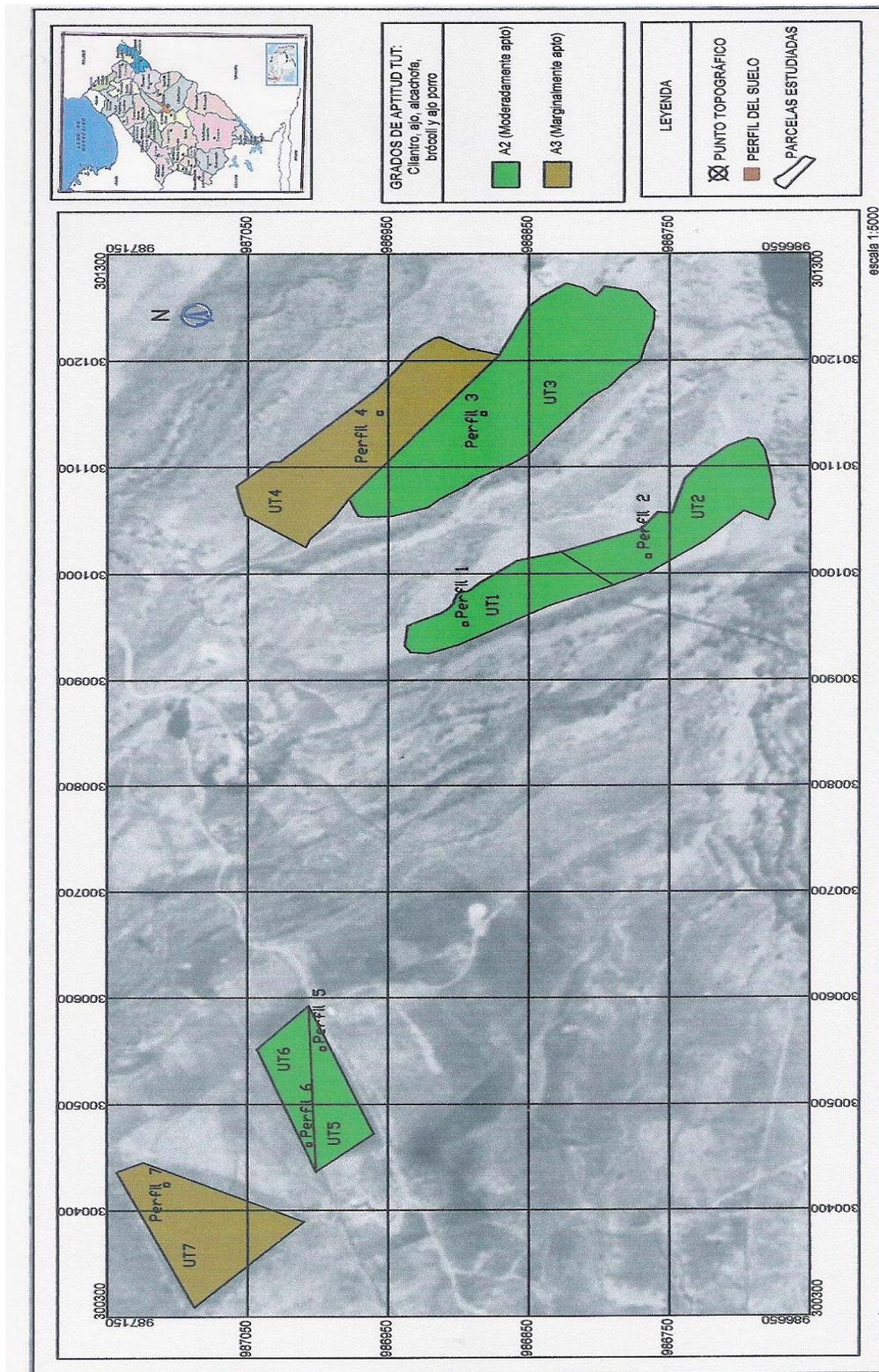


Figura 4. Mapa de clases de aptitud física de la tierra de los sectores El Hatico y El Turmero para el TUT Cilantro, ajo, brócoli, alcachofa y ajo porro.