

## Capacidad de carga de uso específico de la tierra en cuatro comités de riego de la subcuenca Alto Motatán, estado Mérida, Venezuela

Carrying capacity of specific land use in four irrigation committees of the subbasin “Alto Motatán”, Mérida state, Venezuela

E. Jaimes<sup>1</sup>, Z. Martos<sup>2</sup>, N. Pineda<sup>1</sup> y J. Mendoza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación de Suelos y Aguas (GISA. Núcleo Universitario “Rafael Rangel (NURR). Universidad de Los Andes (ULA), Venezuela.

<sup>2</sup>Ministerio Popular para el Ambiente (MPPA), Región Trujillo, Venezuela.

### Resumen

El objetivo general del trabajo fue determinar los valores del índice de Capacidad de Carga de uso específico de la tierra (W) en cuatro (04) comités de riego localizados en la subcuenca Alto Motatán, estado Mérida, Venezuela. El sistema productivo agrícola predominante en el área de estudio es la horticultura de piso alto bajo riego, caracterizado por la utilización de prácticas de manejo del suelo que causan un fuerte impacto ambiental en el medio ecológico. La metodología es de tipo no experimental, descriptiva y cuantitativa basada en la aplicación de un cuestionario a cada uno de los propietarios de las 56 parcelas-muestra, seleccionadas de un total de 154 parcelas distribuidas en los cuatro comités de riego en estudio. El muestreo fue no probabilístico, estratificado y voluntario. Los valores de W se determinaron a través de un modelo paramétrico modificado para este estudio. Los resultados permitieron comprobar que hubo una relación inversa entre los valores de W y el tiempo promedio de cultivo (Tc) de hortalizas bajo riego en los comités de riego seleccionados. Se concluyó que el orden jerárquico decreciente de los valores de W determinados en estos comités de riego, fue el siguiente: Rincón del Picacho > Cruz Chiquita > Alisal-El Pedregal > Rincón de la Venta.

**Palabras clave:** Capacidad de Carga de uso específico de la tierra, horticultura de piso alto, impacto ambiental, comités de riego.

---

Recibido el 17-06-2011 • Aceptado el 04-05-2012

Autor de correspondencia e-mail: jaimes.5060@gmail.com; jgmendoza@ula.ve; pineida@ula.ve; zabecoma@yahoo.es

## Abstract

The main objective was to determine the index value of the carrying capacity of specific land use ( $W$ ) in four (04) irrigation committees, located at the sub-basin “Alto Motatán”, Mérida state, Venezuela. The productive agricultural system prevailing is the horticulture of height under irrigation, characterized for the utilization of management land practices that cause an environmental impact of high relevance. The methodology is a non experimental design, descriptive and quantitative, based on the application of a questionnaire to each of the owners of 56 “sample-plots” selected from 154 plots distributed in the four irrigation committees. The sampling was not probabilistic, stratified and voluntary. The  $W$  values were determined by a parametric model modified for this study. The results allowed verifying that there was an inverse relationship between the values of  $W$  and the average time of culture use ( $T_c$ ) of the vegetables irrigated in the irrigation committees selected for this study. It concluded that the hierarchical order of decreasing values of  $W$  determined in these irrigation committees was as follows: Rincón del Picacho > Cruz Chiquita > Alisal-El Pedregal > Rincón de la Venta.

**Key words:** carrying capacity of specific land use, horticulture land use, environmental impact, irrigation committees.

## Introducción

Los usos inadecuados de la tierra a consecuencia de la expansión de la frontera agrícola constituyen, entre otros factores, las principales causas del deterioro agroecológico en la región andina venezolana (López y Contreras, 2007).

En efecto, la creciente ocupación y utilización de la subcuenca Alto Motatán por la actividad humana, particularmente en la producción de rubros hortícolas durante más de 30 años, aplicando riego por aspersión con poco o ningún asesoramiento técnico, ha ocasionado erosión y arrastre de sedimentos, disminución de la cobertura vegetal, modificación del régimen hídrico en una gran cantidad de ríos y quebradas, originando un impacto ambiental significativo que se ve re-

## Introduction

The inadequate uses of the land product of the agriculture expansion constitute, among other factors, the main causes of the agriculture deterioration in the Andean Venezuelan region (López and Contreras, 2007).

In effect, the growing occupation and utilization of the sub-basin “Alto Motatán” by the human activity, particularly in the production of horticulture products for more than 30 years applying aspersion irrigation with little or none technical advisory, have caused the erosion and dragging of sediments, reduction of the vegetal cover, modification of the water regimen in a huge quantity of rivers and streams, originating a significant environmental impact shown in the

flejado en la disminución de la calidad de vida de los habitantes de Timotes, Chachopo, La Venta, Cruz Chiquita y otras comunidades asentadas en esta subcuenca (Jaimes *et al.*, 2007).

La degradación de las tierras agrícolas se manifiesta tanto en el lugar donde se produce como fuera de él. Los efectos *in situ* son particularmente importantes en tierras de uso agrícola, donde la redistribución y pérdida del suelo, la degradación de la estructura y el arrastre de materia orgánica y nutrientes, llevan a la pérdida de espesor de la capa arable y al descenso de la fertilidad natural de los suelos desarrollados en condiciones de altas pendientes (Delgado, 2003). La resultante global es una pérdida de productividad de estas tierras que, en principio, limita las especies que pueden cultivarse y obliga a un aumento en el uso de los fertilizantes para mantener los rendimientos de las cosechas y la producción de alimentos (Morgan, 1997).

Adicionalmente, Sheng (1992) señaló que los procesos degradativos de los ecosistemas montañosos tuvieron su origen en un conjunto de causas entre las que se citan: las vinculadas al medio físico natural asociadas a la fragilidad propia de estos ecosistemas y las condiciones generadas por la actividad productiva; en términos del área e intensidad de uso agrícola de los suelos y las prácticas de manejo agrícola, incluyendo la alternancia de periodos (años) de uso agrícola y de descanso o barbecho.

La sostenibilidad ambiental se fundamenta en la concepción del ambiente como un todo en el que interactúan los medios físicos, biológi-

reduction of the life's quality of the population living in Timotes, Chachopo, La Venta, Cruz Chiquita and others communities belonging to this sub-basin (Jaimes *et al.*, 2007).

The degradation of agriculture lands is seen in both the place where is produced as well as outside it. The *in situ* effects are particularly important in lands with agriculture uses, where the re-distribution and lost of the soil, the degradation of the structure and the dragging of organic matter and nutrients, cause the lost of thickness of the layer's topsoil and the decrease of the natural fertilization of soils developed in conditions of high slopes (Delgado, 2003). The global result is a productivity lost of these lands, which at the beginning, limit the species that might be sowed and force an increment in the usage of fertilizers to keep the crop's yield and the production of food (Morgan, 1997).

Additionally, Sheng (1992) mentioned that the degradation processes of the mountain ecosystems originated by different causes among these: those related to the natural physical environment related to the own fragile nature of these ecosystems and the conditions generated by the productive activity; in terms of the area and intensity of the agriculture usages of the soils and the agriculture practices, influencing the alternation of periods (years) of agriculture usage and fallow periods.

The environmental sustainability is stated in the conception of the environment as a whole where interact the physical, biological and socio-cultural aspects that form it, representing a

cos y socioculturales que lo conforman, representando un paradigma para alcanzar un desarrollo armónico en función del aprovechamiento racional de los recursos naturales para satisfacer las necesidades y aspiraciones de la generación presente, sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, aplicando medidas apropiadas de conservación y protección ambiental (Informe de la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo, 1987; citado por Gabaldón, 2006).

Con base en esta reflexión, algunos autores señalaron que el entorno debe ser objeto de una constante monitorización a través de estudios integrales que incluyeron diversos tipos de indicadores ambientales; por ejemplo, índices de calidad de vida (Contreras y Cordero, 1994), de deterioro ambiental (Jaimes *et al.*, 2007), de capacidad de carga humana, agrícola, animal, hidrológica o económica (Iskandar, 1999); parámetros que permitirían estimar la huella ecológica que deja impresa en el ambiente la actividad humana. El fin último de estos indicadores es el de prevenir, corregir y mitigar los efectos ambientales negativos producidos por actividad humana o productiva (Martos, 2009).

Según Iskandar (1999) la carencia de indicadores de sustentabilidad ecológica constituye un punto clave en los estudios vinculados a la evaluación de la misma y de sus correlatos conceptuales, como son: la estabilidad y la resiliencia de los ecosistemas; por lo que se hace apremiante la necesidad de definir, aplicar y validar instrumentos de medición que contribuyan a la determinación de los umbrales ó lími-

paradigm to reach an harmonic development in function of the rational utilization of the natural resources to satisfy the needs and aspirations of the current generation, without influencing the ability of future generations of satisfying their owns, applying appropriate measures of preservation and environmental protection (Report of the Worldwide Committee of the Environment and Development, 1987, cited by Gabaldón, 2006).

Based on this reflection, some authors pointed out that the environment must be object of a constant monitoring through integral research papers that included different types of environmental indicators; for example; indexes of life's quality (Contreras and Cordero, 1994), environmental deterioration (Jaimes *et al.*, 2007), capacity of human, agriculture, animal, water and economical charge (Iskandar, 1999); parameters that would allow estimating the ecological print let in the environment by the human activity. The target of these indicators is to prevent, correct and mitigate the negative environmental effects produced by the human or productive activity (Martos, 2009).

According to Iskandar (1999), the lack of the ecological sustainability indicators constitute a key point in the researches related to the evaluation of it and its conceptual correlates, as well as: the stability and resilience of the ecosystems; thus, it is mandatory the necessity of defining, applying and validating the measurement instruments that contribute to the determination of the thresholds or

tes de resiliencia de los distintos ecosistemas, cuando ellos son sometidos a niveles de explotación o uso de alta intensidad.

En tal sentido, Iskandar (1999) propuso el término *Capacidad de Carga Humana* como indicador para evaluar la sustentabilidad del uso de la tierra basado en el conocimiento de la superficie cultivable, el requerimiento promedio de tierra per cápita, y un factor de cultivo; calculado este último a partir del tiempo de barbecho y el de cultivo. Este indicador de sostenibilidad permite determinar tantos valores de la capacidad de carga humana como tipologías de uso agrícola existan en un determinado agroecosistema o ecosistema.

Sin embargo, para los fines de este trabajo, este indicador fue redefinido como *Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra (W)* toda vez que las variables que lo definieron estuvieron más vinculadas con la actividad agrícola y no con la actividad humana como un todo, ya que ésta involucró otros parámetros no considerados en la definición de dicho indicador, como fue el caso de la cuantía de los desechos sólidos y líquidos derivados de la actividad humana.

De esta manera *W* viene a representar la capacidad de soporte que tienen los terrenos de un sector productivo dado (comités de riego) bajo un uso específico (horticultura de piso alto con riego por aspersión) durante un determinado número de años.

El objetivo general del trabajo fue validar el índice de *Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra (W)* en los comités de riego Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal, Rincón de La Ven-

resilience limits of the different ecosystems, when these are submitted to exploitation levels or high intensity usages.

On this sense, Iskandar (1999) proposed the term Human Charge Capacity as an indicator to evaluate the sustainability of the land's use based on the knowledge of the sowed surface, the average requirement of the per capital and, and a crop factor measured after the fallow period and the crop. This sustainability indicator allows determining the values of the human charge capacity and the typologies of agriculture use on a determined agroecosystems or ecosystem.

However, for this research, this indicator was redefined as Charge Capacity of Specific Use of the Land (*W*) as long as the variables that define it be more related to the agriculture activity and not to the human activity as a whole, since this involves other parameters which was not related to the definition of such indicator, as in the case of the amount of solid and liquid wastes derived from the human activity.

On this matter *W* represents the support capacity of the lands of a determined productive area (irrigation committees) under a specific usage (horticulture land use by aspersion), during a determined number of years.

The general objective of this research was to validate the index of the Charge Capacity of Specific Use of the Land (*W*) in the irrigation committees Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal, Rincón de La Venta and Rincón del Picacho, located on the sub-

ta y Rincón del Picacho, localizados en la subcuenca Alto Motatán, estado Mérida, Venezuela.

## Materiales y métodos

### Descripción del área de estudio.

El área de estudio tiene una superficie aproximada de 28600 hectáreas orientadas en sentido noroeste, ubicada entre los 1400 hasta 4200 msnm, ocupando la mayor parte del municipio Miranda del estado Mérida, ya que está distribuida en tres de sus cuatro parroquias (Timotes, Andrés Eloy Blanco y La Venta). Se localiza en la parte alta de la cuenca del río Motatán, específicamente en la subcuenca Alto Motatán, esta última conformada por cuatro microcuencas: Alto Motatán, Musurao-El Almorzadero, El Rincón de La Venta y Turmero; cuyos cauces de agua son afluentes del río Motatán (González y Segovia, 2009).

La subcuenca Alto Motatán constituye la principal fuente de agua para riego y consumo humano de las 16 organizaciones de productores que se agrupan como Comités de Riego Asociados de La Venta y Chachopo (CORIAVENCHA), de los cuales Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal, Rincón de La Venta y Rincón del Picacho fueron seleccionados para este estudio. En el cuadro 1 se presentan los datos de los comités de riego antes mencionados.

Es pertinente señalar que los comités de riego son organizaciones socio-productivas creadas con el propósito de lograr el mejoramiento social, cultural, económico y personal de sus asociados, quienes nombran en asamblea sus juntas directivas conforma-

basin Alto Motatán, Mérida state, Venezuela.

## Materials and methods

### Description of the area under research.

The studied area has an approximate surface of 28600 hectares located in the north-west between 1400 until 4200 masl, occupying the biggest part of Miranda parish, Mérida state, since this is distributed in three out of its four parishes (Timotes, Andrés Eloy Blanco and La Venta). It is located on the high plain of Motatan's river basin, specifically on the sub-basin Alto Motatán, this formed by micro-basins: Alto Motatán, Musurao-El Almorzadero, El Rincón de La Venta and Turmero, which water's basins go to Motatán river (González and Segovia, 2009).

The sub-basin of Alto Motatan constitutes the main water's source for irrigation and human consumption of the 16 organizations of producers grouped as Associate Irrigation Committee of La Venta and Chachopo (CORIAVENCHA), where Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal, Rincón de La Venta and Rincón del Picacho were selected for this research. In table 1 are shown the data of the irrigation committee mentioned before.

It is important to mention that the irrigation committees are socio-productive organizations created with the aim of fulfilling a social, cultural, economical and personal improvement of the associates, who select on an assembly their directives formed by seven members for two years, time where they are in charge of

**Cuadro 1. Comités de riego seleccionados en la subcuenca Alto Motatán.****Table 1. Irrigation committees selected in the sub-basin Alto Motatán.**

Comités de riego	Nº de parcelas	At	Ac	Anc	$L_T$
Cruz Chiquita	36	85	50	35	2,36
Alisal – El Pedregal	15	60	38	22	4,00
Rincón de La Venta	55	70	53	17	1,27
Rincón del Picacho	48	120	80	40	2,50

At = Superficie total del comité de riego, en hectáreas.

Ac = Superficie cultivada del comité de riego, en hectáreas.

Anc = Superficie no cultivada del comité de riego, en hectáreas.

$L_T$  = Demanda promedio de tierra del comité de riego, en hectáreas. Se obtiene a partir de la relación: superficie total / Nº de productores, de cada comité.

das por siete miembros, por un lapso de dos años, tiempo en el cual quedan encargados, de la programación de los turnos de riego, el mantenimiento y recuperación de la infraestructura de riego, el manejo financiero-administrativo de los comités, así como del desarrollo de otras actividades de participación comunitaria en función de los objetivos antes referidos (Brandt, 2008).

### Características de los comités de riego en estudio

**1. Comité de riego Cruz Chiquita.** Está ubicado en el sector Cruz Chiquita de la parroquia La Venta, en el municipio Miranda del estado Mérida; en la vertiente derecha de la subcuenca Alto Motatán. Su fuente de abastecimiento hídrico es la quebrada Musurao, la cual es afluente de la quebrada Almorzadero. Su accesibilidad es a través de la vía transandina que une a los estados Mérida y Trujillo. La base económica de este comité de riego se fundamenta en el desarrollo de rubros hortícolas de piso alto, de gran deman-

programming the irrigation schedules, maintenance and recovery of the irrigation infrastructure, the financial-administrative handle of the committees, as well as the development of other community participation activities in function of the objectives previously mentioned (Brandt, 2008).

### Characteristics of the irrigation committees under research

**1. Irrigation Committee Cruz Chiquita.** It is located on Cruz Chiquita, La Venta parish, Miranda municipality, Mérida state; on the right slope of the sub-basin Alto Motatán. Its water provider source is the Musurao stream, which influxes to the Almorzadero stream. Its accessibility is through the Andean road that joins Mérida and Trujillo. The economical foundation of this irrigation committee is based on the development of horticulture land use, with great demand on the national market. The soils are characterized by

da en el mercado nacional. Los suelos se caracterizan por presentar altos contenidos de arena y bajos de arcilla; son ácidos, con valores de saturación de bases por debajo del 60%; con altos contenidos de carbono orgánico, probablemente asociado al uso masivo de enmiendas orgánicas (gallinaza) en los últimos 20 años. Los contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio tienden a ser moderados, indicando que estos suelos poseen una moderada a baja fertilidad (Pineda *et al.*, 2012).

**2. Comité de riego Alisal - El Pedregal.** Está ubicado en el sector Alisal-El Pedregal, vecino al comité de riego Cruz Chiquita, en la vertiente izquierda de la subcuenca Alto Motatán. Su fuente de abastecimiento hídrico es la quebrada Musurao. Su accesibilidad es a través de la vía transandina. Se identificaron suelos y formas de relieve que fueron similares a los del comité anterior.

**3. Comité de riego El Rincón de la Venta.** Está localizado en el sector El Rincón, más arriba de la población de La Venta que da el nombre a la parroquia. La totalidad del área de este comité de riego ocupa la parte baja del sistema de terrazas construidas por los sedimentos de la microcuenca El Pedregal localizada en la vertiente derecha de la subcuenca Alto Motatán. Está atravesado por la carretera transandina. La fuente de agua que beneficia este sistema de riego es la quebrada El Pedregal y el río Motatán. Es uno de los comités de riego cuyas tierras tienen un mayor tiempo en producción hortícola. Los suelos se caracterizan por presentar horizontes superficiales y sub-superficiales de colores oscuros; altos contenidos de arenas (a)

presenting high contents of sand and low contents of clay; are acid with saturation levels under 60%; with high contents of organic carbon, probably related to the massive use of organic soils in the last 20 years. The contents of phosphorous, potassium, calcium and magnesium tend to be moderate, indicating that these soils have a moderate to low fertility (Pineda *et al.*, 2012).

**2. Irrigation Committee Alisal – El Pedregal.** It is located on Alisal-El Pedregal area, next to the irrigation committee Cruz Chiquita, on the left slope of the Alto Motatán sub-basin. Its water provision source is the Musurao stream. Its access is through the Andean road. The soils and slopes were similar to the previous committee.

**3. Irrigation committee of La Venta.** It is located on El Rincón area, farther from La Venta population, which names the parish. The area totality of this irrigation committee occupies the lowest area of terracing of degrade slope systems built on the sediments of the micro-basin El Pedregal, located on the right slope of Alto Motatán sub-basin. It is near the Andean road. The water system that benefits this irrigation system is the El Pedregal stream and Motatán River. This is one of the irrigation committees which lands have a longer time in horticulture production. The soils are characterized by presenting superficial horizons and sub-superficial of dark colors; high contents of sands (a) and very low contents of clay (A), indicators of thick variable textures, the external drainage is from moderate to fast; mildly acids, with high saturation of



y muy bajos de arcilla (A), indicadores de textura gruesas variables, el drenaje externo es de moderado a rápido; medianamente ácidos; con alta saturación de bases; alto contenido de carbono orgánico. Los contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio variaron entre muy alto, alto y medio tanto en el epipedón como el endopedón, indicando que estos suelos son fértiles. Los perfiles tendieron a ser moderadamente profundos ( $\geq 60$  cm), con presencia de estratos pedregosos por encima de 50 cm de profundidad del suelo (Pineda *et al.*, 2012).

**4. Comité de riego El Rincón del Picacho.** Se localiza en el sector El Hatico, en la margen izquierda de la subcuenca alto Motatán, en jurisdicción de la parroquia la Venta. Se intercomunica con la carretera trasandina por una vía secundaria que se inicia en La Venta y atraviesa el poblado Mucutujote, continuando hacia el sector El Hatico por una vía de penetración agrícola. Este comité ocupa la mayor parte de este sector, caracterizado por ser una microcuenca cuyo curso de agua más importante es la quebrada El Turmero, la cual abastece a la comunidad tanto para riego como para el consumo humano y es afluente del río Motatán. Las tierras de este comité tienen menor número de años en la producción de hortalizas, en comparación con las tierras de los otros comités de riego que conformaron el área de estudio. Los suelos se caracterizaron por presentar horizontes superficiales y sub-superficiales de colores oscuros, texturas franco-arenosa (Fa); de reacción entre fuerte y moderadamente ácida. El contenido de materia

bases; high content of organic carbon. The contents of phosphorous, potassium, calcium and magnesium varied from very high, high and medium in both the epipedon and endopedon, indicating that these soils are fertile. The profiles tended to be mildly deep ( $\geq 60$  cm), with presence of rocky stratum over 50cm of soil's depth (Pineda *et al.*, 2012).

**4. Irrigation Committee of El Rincón del Picacho.** It is located on El Hatico area, on the left side of Alto Motatán sub-basin, jurisdiction to La Venta parish. It communicates to the Andean road by a secondary pathway that starts in La Venta and crosses the Mucutujote population, continuing to El Hatico area by an agriculture road. This committee occupies the biggest part of this community, characterized by being a micro-basin which the most important water source is El Turmero stream, that provides the community for irrigating and for the human consumption and it influxes the Motatán river. The lands of this committee are younger in the production of vegetables compared to the lands of other irrigation committees that form the area under research. The soils were characterized by presenting superficial and sub-superficial horizons with dark colors, loamy-sandy textures (Fa); reaction from strong to moderate acid. The content of organic matter oscillated from 2.6 to 6.3% qualifying from moderate to high. These results might be due to the low temperatures of the area, which causes that the organic matter decomposition be very slow (González and Segovia, 2009).

orgánica osciló entre 2,6 y 6,3%; calificando entre moderados y altos. Estos resultados posiblemente se deban a las bajas temperaturas de la zona, lo que hace que la descomposición de la materia orgánica sea muy lenta (González y Segovia, 2009).

### **Caracterización climática y bioclimática del área de estudio**

La subcuenca Alto Motatán está localizada a una altitud variable entre los 2900 y 3416 msnm; con un promedio anual de pluviosidad de 703,9 mm (1988-2007) y una temperatura media anual de 15,43°C (Martos, 2009). La vegetación que caracteriza al área de estudio, de acuerdo con los criterios establecidos por Ewel *et al.*; citado por Pineda *et al.* (2012), se encuentra en la zona transicional de las zonas de vida bosque húmedo montano (bh-M) y páramo subalpino (p-SA).

### **Caracterización pedogeomorfológica del área de estudio.**

Dos unidades caracterizan la geomorfología del área: laderas con mantos de alteración superficiales y depósitos cuaternarios. La primera presenta un relieve contrastante en donde alternan pendientes onduladas, con pendientes entre 16% y 32%, a muy escarpadas, con inclinaciones superiores al 50%, que terminan en fondos de valles. Los comités de riego Cruz Chiquita y Alisal-El Pedregal están localizados en esta unidad (Pineda *et al.*, 2012).

La segunda exhibe relieves aplanados o ligeramente ondulados, con pendientes inferiores al 16%, de origen coluvio-aluvial, caracterizada por paisajes con formas de terrazas, cono-terrazas, abanicos y conos de deyección. En ella se ubican los comités de riego

### **Weather and bio-weather characterization of the area under research**

The Alto Motatán sub-basin is located on a variable altitude from 2900 to 3416 masl, with an annual average of rain of 703.9 mm (1988-2007) and a mean annual temperature of 15.43°C (Martos, 2009). The vegetation that characterizes the area under research, according to the criteria established by Ewel *et al.*; cited by Pineda *et al.* (2012) are on the transitional area of life's are mountain wet forest (bh-M) and sub-alpine wasteland (p-SA).

### **Soil-morphological characterization of the area under research**

Two units characterize the geomorphology of the area: hillsides with superficial alteration mantles and quaternary deposits. The first presents a contrasting relieve where alternate wavy slopes, with slopes from 16% to 32%, with superior inclinations to 50%, which end in valleys. The irrigation committees Cruz Chiquita and Alisal-El Pedregal are located on this unit (Pineda *et al.*, 2012).

The second exhibits flat or slightly wavy relieves, with inferior slopes to 16%, with colluvial-alluvial origin, characterized by landscapes with terraces shapes, fan-terrace, fans and alluvial fans. On it are located the irrigation committee of La Venta and El Rincón del Picacho (Pineda *et al.*, 2012).

### **Field methods**

The method used was non experimental, descriptive with a quantitative approach, based on the cross-sectorial design, which objective was to evaluated the variables in a

Rincón de La Venta y el Rincón del Picacho (Pineda *et al.*, 2012).

### Métodos de campo

El método utilizado fue no experimental, descriptivo, con enfoque de tipo cuantitativo, basado en un diseño transeccional, cuyo objetivo fue estudiar las variables en un momento determinado, abarcando varios grupos o subgrupos de personas, así como diferentes comunidades, situaciones o eventos (Hernández *et al.*, 2010).

Los comités de riego bajo estudio estuvieron conformados por 154 parcelas, de las cuales 56 fueron seleccionadas con base en un muestreo no probabilístico, voluntario y estratificado (Routio, 2007); distribuidas uniformemente a razón de 14 parcelas por comité de riego.

Se aplicó un modelo de encuesta, diseñado por Becerra *et al.* (2006), para recopilar información agro-social de las unidades de producción seleccionadas. La información recabada fue la siguiente: datos del productor y su grupo familiar; tamaño y área cultivada de las parcelas, periodos con y sin usos agrícolas, prácticas agronómicas y rendimientos. No se incluyeron los datos de ingresos brutos y costos de producción porque la mayoría de los parceleros encuestados se negaron a suministrar esta información.

### Método de gabinete

El modelo utilizado para calcular la *Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra (W)*, en los comités de riego en estudio, fue el siguiente:

$$W = Ai / F_C * R_T \quad (\text{Ec. 1}).$$

Donde:  $Ai$  = Área de tierra cultivable de los comités de riego, en hectáreas. Se determinó a partir de la sumatoria

determinado momento, and covering groups or sub-groups of people as well as different communities, situations or events (Hernández *et al.*, 2010).

The irrigation committees under research were formed by 154 plots, where 56 were selected based on a non probabilistic sampling, volunteer and stratified (Routio, 2007), uniformly distributed at reason of 14 plots by irrigation committee.

A survey model was applied designed by Becerra *et al.* (2006) to compile agro-social information of the selected production units. The obtained information was the following: information of the producer and his family group; size and cropped area in the plots, periods with and without agriculture uses, agronomic practices and yields. The gross earnings data and production costs were not included because most of the workers interviewed denied providing such information.

### Cabinet model

The model used to measure the *Charge Capacity of Specific Land's Use (W)* in the irrigation committees under research was the following:

$$W = Ai / F_C * R_T \quad (\text{Ec. 1}).$$

Where:  $Ai$  = Cropped land's area of the irrigation committees. It was determined after the sum ( $\Sigma$ ) of the land's area under cropped of the visited plots in the committees under research ( $ai$ ); that was:  $Ai = \Sigma ai$

$F_C$  = Cropped factor (without dimensions).

$R_T$  = Total requirement of land of the irrigation committees in hectares. It was determined after the sum ( $\Sigma$ ) of the specific land's requirements of the plots visited in the

( $\Sigma$ ) de las áreas de tierra bajo cultivo de las parcelas visitadas en los comités en estudio ( $ai$ ); es decir:  $Ai = \Sigma ai$ .

$F_C$  = Factor de cultivo (sin dimensiones).

$R_T$  = Requerimiento total de tierra de los comités de riego, en hectáreas. Se determinó a partir de la sumatoria ( $\Sigma$ ) de los requerimientos de tierra específicos de las parceladas visitadas en los comités en estudio ( $Li$ ); es decir:  $R_T = \Sigma Li$ . El valor de  $Li$  se determinó a partir de la ecuación dos (Ec. 2):

$$Li = Lt - ai \quad (\text{Ec. 2}).$$

Donde:  $Li$  = Requerimiento de tierra específico de la parcelada visitada, en hectáreas.

$Lt$  = Requerimiento de tierra per-cápita del comité, en hectáreas.

$ai$  = Área bajo cultivo de las parcelas visitadas en el comité, en hectáreas.

El valor del factor  $F_C$  se calculó con base en la fórmula siguiente:

$$F_C = (Tb + Tc) / Tc \quad (\text{Ec. 3}).$$

Donde:  $Tb$  fue el tiempo promedio sin uso agrícola de las parcelas del comité, en años.

$Tc$  fue el tiempo promedio en uso agrícola de las parcelas del comité, en años

### Hipótesis de trabajo

Con base en la definición del índice de *Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra (W)*, propuesto en este trabajo, es de esperarse que exista una relación inversa entre el tiempo promedio de cultivo de hortalizas ( $Tc$ ) y los valores promedios de dicho índice ( $W$ ), determinados a partir de la información recabada en las 56 parcelas seleccionadas en los comités de riego en estudio.

irrigation committees ( $Li$ ); that was:  $R_T = \Sigma Li$ .  $Li$  value was determined after the second equation (Ec. 2):

$$Li = Lt - ai \quad (\text{Ec. 2}).$$

Where:  $Li$  = Specific land's requirements of the visited plot in hectares

$Lt$  = Per-capita requirement of the committee in hectares.

$ai$  = Area under cropped of the plots visited in the committee, in hectare.

The  $F_C$  factor's value was measured in the following formula:

$$F_C = (Tb + Tc) / Tc \quad (\text{Ec. 3}).$$

Where:  $Tb$  was the average time without agriculture use of the committees' plot, in years

$Tc$  was the average time in agriculture use of the committees' plots, in years.

### Research hypothesis

Based on the index definition of the *Charge Capacity of Specific Land's Use (W)*, proposed in this research, it was expected that there was an inverse relation between the average time of the vegetables crop ( $Tc$ ) and the average values of such index ( $W$ ), determined after the information compiled in the 56 plots selected in the irrigation committees under research.

## Results and discussion

### Agro-social diagnosis

According to the surveys applied in the 56 plots-samples distributed in the four (4) irrigation committees under research, allows mentioning that these committees were characterized by having a relatively young population, with low to medium educative levels, low illiterate level and

## Resultados y discusión

### Diagnóstico agrosocial

Según las encuestas aplicadas en las 56 parcelas-muestras distribuidas en los cuatro (04) comités de riego bajo estudio, permitió destacar que estos comités se caracterizaron por tener una población relativamente joven, con niveles educativos bajos a medios, bajo nivel de analfabetismo y problemas de alcoholismo. Sus viviendas presentaron adecuadas condiciones de habitabilidad; las vías de acceso, en su mayoría, estuvieron en buenas condiciones la mayor parte del año, presentando algunos problemas de transitabilidad en las épocas lluviosas.

La principal actividad económica fue la horticultura de piso alto bajo riego; con cultivos de ciclo corto, entre los que se incluyeron hortalizas de hoja (ajo porro y cebolla en rama), de inflorescencia (brócoli, coliflor y alcachofa), de raíces, bulbos y tubérculos (cebolla, zanahoria, papa y rábano). Todos los productores encuestados eran propietarios de sus parcelas.

Las unidades de producción se caracterizaron por ser pequeñas (< 3ha). Utilizaron la modalidad de siembra de los cultivos en forma simultánea y en secuencia. Aplicaron fertilizantes químicos y orgánicos, con un alto uso de gallinazo. También se destacó el uso de agroquímicos para el control de malezas, plagas y enfermedades, con la consecuente degradación del medio ambiente.

El uso del control biológico de plagas y enfermedades fue muy bajo. La poca asistencia técnica que recibieron por parte del Estado incidió en que no se cumplieron con las normas de se-

alcoholism problems. Their houses have adequate housing conditions, most of the access routes, were in good conditions most of the year, presenting pedestrianisation problems in rainy seasons.

The main economical activity was the horticulture land use under irrigation; with short crop cycles, where were included leaves vegetables (leeks, green onion) in inflorescence (broccoli, cauliflower and artichoke), of roots, bulbos and tubers (onion, carrots, potato and radish). All the interviewed producers own their plots.

The production units were characterized by being small (< 3ha). Use the sow modality of the crops in simultaneous and sequence way. They apply chemical and organic fertilizers with high doses of manure. It is also highlighted the use of agrochemical products for controlling weeds, pests and diseases, with the expected degradation of the environment.

They use of biological control of pests and diseases was very low. The little technical assistance that receives by hands of the State influences that the environmental security norms be not fulfilled. They rotate the crops and use irrigation by aspersion. The hand's work comes from the family members and they hire laborers mainly for the harvest.

The yields obtained for the crops were inferior or similar to the reported for the rest of Mérida state, except for green onion, which resulted superior. The products were commercialized mainly in the stores located in Timotes.

This agro-social diagnose allows recommending the incorporation of programs committed to guarantee the

guridad ambiental. Realizaron rotación de cultivos y utilizaron riego por aspersión. La mano de obra provino del grupo familiar y contrataron obreros principalmente para la cosecha.

Los rendimientos obtenidos para los cultivos fueron inferiores o similares a los reportados para el resto del estado Mérida, excepto para la cebolla de rama que resultó superior. Los productos fueron comercializados principalmente en los despachos localizados en el centro poblado Timotes.

Este diagnóstico agro-social permite recomendar la incorporación de programas dirigidos a garantizar la sostenibilidad de la producción agrícola mediante la introducción de técnicas agroecológicas como el control biológico de plagas que incidiría en una menor utilización de biocidas y la aplicación de abonos orgánicos de calidad y en cantidades adecuadas. Estas técnicas disminuirían la contaminación de los agroecosistemas, mejorando también los rendimientos de los cultivos y reduciendo los costos al adquirir menos insumos químicos.

En ese sentido, López y Contreras (2007), consideraron que la agricultura orgánica constituyó una alternativa de aprovechamiento agrícola sostenible toda vez que fue proveedora de soluciones prácticas que combinaron la producción de alimentos, la protección del medio ambiente y de la salud humana. En efecto, los excelentes precios de los productos orgánicos en el mercado internacional, ha sido un atractivo para su utilización y aceptación entre los agricultores.

Por su parte, Chirinos *et al.* (2006) definieron como Bioproductos los insumos que se utilizan en la agri-

sustainability of the agriculture production through the introduction of agro ecological techniques, such as biological control of pests which would influence, in a lower use, of biocides and the application of quality organic manure in adequate quantities. This technique would reduce the pollution of agro-ecosystems, also improving the yields of the crops and reducing the costs when acquiring less chemical products.

On this matter, López and Contreras (2007) considered that the organic agriculture constituted an alternative of sustainable agriculture use since it provides practical solutions that combine the production of food, the protection of the environment and the human's health. In effect, the excellent prices of the organic products in the international market have become attractive for its utilization and acceptance among the other producers.

On the other hand, Chirinos *et al.* (2006) defined as bio-products the products used in the organic or ecological agriculture, that is: bio-fertilizers, bio-stimulators and bio-pesticides, which are vital components of the sustainable agriculture, since they constitute market routes which are attractive and ecologically acceptable to reduce the external products and to improve the quantity and quality of the internal resources, through the utilization of previously selected micro-organisms by the high efficiency and harmless, also, they can be generated after local resources and have endogenous reasons. Likewise, the use of bio-products constitutes nowadays an economical and ecological need, thus, become attractive products

cultura orgánica o ecológica, es decir: los biofertilizantes, bioestimuladores y bioplaguicidas, que son componentes vitales de los sistemas agrícolas sustentables, ya que constituyen medios económicamente atractivos y ecológicamente aceptables para reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos, mediante la utilización de microorganismos debidamente seleccionados por su alta eficiencia e inocuidad, además pueden ser generados a partir de recursos locales y tener carácter endógeno. De esta forma, el uso de bioproductos constituye hoy día una necesidad económica y ecológica obligada, convirtiéndolos en insumos atractivos a los productores del campo. De allí que sea necesario que las autoridades gubernamentales y las universidades promuevan e incentiven a los agricultores hacia una agricultura ecológica.

### **Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra (W)**

Las variables necesarias para determinar los valores de  $W$  que se obtuvieron a partir de la aplicación de la ecuación 2 (Ec. 2), correspondientes a los comités de riego Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal, Rincón de la Venta y Rincón del Picacho, fueron expuestos en los cuadros 2, 3, 4 y 5, respectivamente.

Para los fines del análisis e interpretación de la información contenida en dichos cuadros es pertinente explicar el significado de las variables indicadas en las columnas que conforman dichos cuadros; es decir, la primera columna contiene las letras iniciales del nombre y apellido del productor cuya parcela fue seleccionada para la reali-

for the field's producers. For this reason, it is necessary that the governmental and university authorities promote and impulse the agriculture towards an ecological agriculture.

### **Charge Capacity of Specific Land's Use (W)**

The necessary variables to determine the  $W$  values that were obtained after the application of the equation 2 (Ec. 2) corresponding to the irrigation committee Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal, Rincón de la Venta and Rincón del Picacho, were exposed in tables 2, 3, 4 and 5 respectively.

For the purpose of the analysis and interpretation of the information content in such tables, it is important to explain the meaning of the variables indicated in the columns that form such tables; that is, the first column has initial letters of the name and last name of the producer which plot was selected for this research. For bio-ethics reasons the names of the producers are omitted, who also did not show authorization for showing their identification in this work. The second column corresponds to the numbers that identify the 56 plots of the four irrigation committees, which were selected at random at a reason of 14 plots per committee. The third column indicates the vulgar name of the horticulture crop recently sowed or in development, or that had already being cropped at the moment of surveying the people and doing the observations in the field.

From the fourth until the tenth column are indicated the components that defined the equations 2 and 3 (Ec. 2 and 3) which meaning was defined

**Cuadro 2. Matriz de variables para determinar los valores de Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra en el comité de riego Cruz Chiquita.**

**Table 2. Variables matrix to determine the values of Charge Capacity of Specific Land's Use in the irrigation Committee Cruz Chiquita.**

Productor	Parcela	Cultivos	ai	$L_T$	Li	Tb	Tc	Fc	W
JM	4	Papa	1,00	2,36	1,36	2	7	1,29	0,57
MR	10	Papa	0,40	2,36	2,13	1	15	1,07	0,18
CR	12	Ajo porro	0,50	2,36	2,33	2	18	1,11	0,19
JP	17	Rábano	0,40	2,36	2,26	2	20	1,10	0,16
JR	21	Papa	0,35	2,36	0,36	1	20	1,05	0,93
GR	25	Papa	0,90	2,36	1,61	1	9	1,11	0,50
JA	28	Papa	0,75	2,36	1,61	1	9	1,11	0,42
LA	30	Papa/coliflor	0,06	2,36	0,06	1	7	1,14	0,88
FD1	33	Ajo porro	0,80	2,36	1,86	2	20	1,10	0,39
FD2	37	Ajo porro	0,70	2,36	1,86	2	20	1,10	0,34
FD3	40	Ajo porro	0,80	2,36	1,86	5	20	1,25	0,34
FD4	44	Zanahoria/brocóli	0,90	2,36	1,86	5	20	1,25	0,39
FD5	47	Zanahoria/brocóli	1,00	2,36	0,86	5	20	1,25	0,93
FD6	54	Zanahoria/brocóli	1,00	2,36	0,86	5	20	1,25	0,93
		Sumatorias =	9,56		20,88				
		Promedios =				2,50	16,07	1,16	

ai = Área bajo cultivo de las parcelas visitadas en el comité, en hectáreas.

$L_T$  = Demanda promedio de tierra del comité, en hectáreas.

Li = Demanda de tierra por parcela, en hectáreas.  $Li = L_T - ai$ .

Tb = Tiempo promedio de barbecho de las parcelas, en años.

Tc = Tiempo promedio de cultivo de las parcelas, en años.

Fc = Factor de cultivo.  $Fc = (Tb + Tc) / Tc$ .

W = Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra =  $ai / Fc * Li$ .



**Cuadro 3. Matriz de variables para determinar los valores de Capacidad de Carga de Uso Especifico de la Tierra en el comité de riego Alisal-El Pedregal.**

**Table 3. Variables matrix to determine the values of Charge Capacity of Specific Land's Use in the irrigation Committee Alisal-El Pedregal.**

Productor	Parcela	Cultivos	ai	$L_T$	Li	Tb	Tc	Fc	W
JM	1	Brócoli	1,00	4,00	3	2	28	1,07	0,31
IM	6	Coliflor	2,00	4,00	2	2	20	1,10	0,91
AR	8	Zanahoria	1,00	4,00	3	5	20	1,25	0,27
JR	14	Papa	2,00	4,00	2	5	15	1,33	0,75
RR	18	Papa	0,50	4,00	0,5	2	20	1,10	0,91
MR1	23	Zanahoria	0,75	4,00	3,25	8	24	1,33	0,17
MR2	26	Brócoli	0,75	4,00	3,25	8	24	1,33	0,17
ER	29	Brócoli	1,00	4,00	3	5	15	1,33	0,25
RE	32	Brócoli	1,00	4,00	1,5	5	15	1,33	0,50
GP	35	Papa/clavel	0,35	4,00	3,65	4	16	1,25	0,08
CM	42	Papa/ajo porro	0,40	4,00	3,6	2	5	1,40	0,08
HM	43	Alcachofa	1,00	4,00	3	3	7	1,43	0,23
SR1	50	Papa	2,00	4,00	2	5	15	1,33	0,75
SR2	56	Zanahoria	2,00	4,00	2	4	16	1,25	0,80
		Sumatorias =	15,75		35,75				
		Promedios =				4,29	17,14	1,25	

ai = Área bajo cultivo de las parcelas visitadas en el comité, en hectáreas.

$L_T$  = Demanda promedio de tierra del comité, en hectáreas.

Li = Demanda de tierra por parcela, en hectáreas.  $Li = L_T \cdot ai$ .

Tb = Tiempo promedio de barbecho de las parcelas, en años.

Tc = Tiempo promedio de cultivo de las parcelas, en años.

Fc = Factor de cultivo.  $Fc = (Tb + Tc) / Tc$ .

W = Capacidad de Carga de Uso Especifico de la Tierra =  $ai / Fc \cdot Li$ .

**Cuadro 4. Matriz de variables para determinar los valores de Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra en el comité de riego El Rincón de la Venta.**

**Table 4. Variables matrix to determine the values of Charge Capacity of Specific Land's Use in the irrigation Committee El Rincón de la Venta.**

Productor	Parcela	Cultivos	ai	$L_T$	Li	Tb	Tc	Fc	W
NL	3	Papa	0,20	1,27	1,07	3	6	1,50	0,12
MF	7	Coliflor	0,60	1,27	0,67	5	15	1,33	0,67
BS	11	Zanahoria	0,25	1,27	1,02	5	15	1,33	0,18
AR	13	Ajo Porro	0,25	1,27	1,02	2	5	1,40	0,18
LL1	15	Cebolla en rama	0,03	1,27	1,24	8	22	1,36	0,02
LL2	20	Cebolla	0,03	1,27	1,24	8	22	1,36	0,02
RR	24	Papa	0,25	1,27	1,02	10	40	1,25	0,20
ER	31	Brócoli/coliflor/cebolla	0,10	1,27	1,17	10	40	1,25	0,07
YL1	34	Cebolla/coliflor	0,60	1,27	0,67	4	16	1,25	0,72
LR1	38	Cebolla importada	0,15	1,27	1,12	3	7	1,43	0,09
LR2	41	Alcachofa	0,20	1,27	1,07	5	20	1,25	0,15
FC	45	Papa/pasto alfalfa	0,60	1,27	0,67	8	32	1,25	0,72
LR3	48	Brócoli	0,06	1,27	1,21	8	22	1,36	0,04
YL2	52	Papa	0,60	1,27	0,67	8	22	1,36	0,66
		Sumatorias =	3,92		13,86				
		Promedios =				6,21	20,29	1,31	

ai = Área bajo cultivo de las parcelas visitadas en el comité, en hectáreas.

$L_T$  = Demanda promedio de tierra del comité, en hectáreas.

Li = Demanda de tierra por parcela, en hectáreas.  $Li = L_T - ai$ .

Tb = Tiempo promedio de barbecho de las parcelas, en años.

Tc = Tiempo promedio de cultivo de las parcelas, en años.

Fc = Factor de cultivo.  $Fc = (Tb + Tc) / Tc$ .

W = Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra =  $ai / Fc * Li$ .

**Cuadro 5. Matriz de variables para determinar los valores de Capacidad de Carga de Uso Especifico de la Tierra en el comité de riego El Rincón del Picacho.**

**Table 5. Variables matrix to determine the values of Charge Capacity of Specific Land's Use in the irrigation Committee El Rincón del Picacho.**

Productor	Parcela	Cultivos	ai	$L_T$	Li	Tb	Tc	Fc	W
RP	2	Coliflor	1,00	2,50	1	2	8	1,25	0,80
JP1	5	Papa	1,00	2,50	1,5	2	8	1,25	0,53
JP2	9	Coliflor	0,50	2,50	2	2	8	1,25	0,20
AC	16	Papa/cilantro	0,60	2,50	0,5	4	16	1,25	0,96
NQ1	19	Ajo porro/brocóli	0,35	2,50	2,5	4	16	1,25	0,11
NQ2	22	Papa/ajo porro	1,00	2,50	1,5	4	16	1,25	0,53
ER	27	Coliflor	0,50	2,50	0,5	2	18	1,11	0,90
AP	36	Coliflor	0,55	2,50	1,95	4	16	1,25	0,23
OR	39	Papa/coliflor	0,60	2,50	0,5	1	3	1,33	0,90
IA	46	Alcachofa	0,60	2,50	1,9	1	4	1,25	0,25
AA1	49	Papa/coliflor	0,60	2,50	0,5	5	15	1,33	0,90
AA2	51	Brócoli/ajo porro	0,60	2,50	0,5	5	15	1,33	0,90
AA3	53	Coliflor	1,00	2,50	1,5	5	15	1,33	0,50
AA4	55	Brócoli/ajo porro	1,00	2,50	1,5	5	15	1,33	0,50
		Sumatorias =	9,90		17,85				
		Promedios =				3,29	12,36	1,27	

ai = Área bajo cultivo de las parcelas visitadas en el comité, en hectáreas.

$L_T$  = Demanda promedio de tierra del comité, en hectáreas.

Li = Demanda de tierra por parcela, en hectáreas.  $Li = L_T \cdot ai$ .

Tb = Tiempo promedio de barbecho de las parcelas, en años.

Tc = Tiempo promedio de cultivo de las parcelas, en años.

Fc = Factor de cultivo.  $Fc = (Tb + Tc) / Tc$ .

W = Capacidad de Carga de Uso Especifico de la Tierra =  $ai / Fc \cdot Li$ .

zación de este estudio. Por razones bioéticas se omiten los nombres de los productores, quienes además no emitieron autorización para mostrar su identificación en este trabajo. La segunda columna corresponde a los números que identificaron las 56 parcelas de los cuatro (4) comités de riego en estudio, que fueron extraídas al azar a razón de 14 parcelas por cada comité. La tercera columna indica el nombre vulgar del cultivo hortícola que estaba recién sembrado, o en desarrollo, o que ya había sido cosechado al momento de realizar las encuestas y otras observaciones de campo.

Desde la cuarta hasta la décima columna se indican los componentes que definieron las ecuaciones 2 y 3 (Ec. 2 y 3) cuyo significado quedó definido en la metodología de gabinete, arriba explicada.

La información contenida en los cuadros 2, 3, 4 y 5, sirvió de base para calcular el resto de los componentes de la ecuación 1 (Ec. 1) por medio de la cual se determinaron los valores del índice de Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra ( $W$ ) en cada uno de los comités de riego objeto de este estudio y se comprobó la hipótesis planteada en este trabajo. En el cuadro 6 se puede observar la síntesis de estos resultados, observándose una secuencia de los valores de  $W$  de acuerdo con el siguiente orden jerárquico:

Rincón del Picacho > Cruz Chiquita > Alisal-El Pedregal > Rincón de La Venta.

Por su parte, la secuencia de los valores de  $T_c$  fue la siguiente:

Rincón de La Venta > Alisal-El Pedregal > Cruz Chiquita > Rincón del Picacho.

in the cabinet's methodology already explained in previous lines.

The information content in tables 2, 3, 4 and 5 allowed as foundation to measure the rest of the components in the equation 1 (Ec. 1) by which were determined the index values of the *Charge Capacity of the Specific Land's Use* ( $W$ ) on each of the irrigation committees under research and the hypothesis posed on this research was proved. In table 6 can be seen the synthesis of these results, observing a sequence of  $W$  values according to the following hierarchical order:

Rincón del Picacho > Cruz Chiquita > Alisal-El Pedregal > Rincón de La Venta.

On the other hand, the sequence of  $T_c$  values was the following:

Rincón de La Venta > Alisal-El Pedregal > Cruz Chiquita > Rincón del Picacho.

The sequences allowed proving the hypothesis established on this research, according to which there was an inverse relation between the average time of the vegetables use ( $T_c$ ) and the index values of the Charge Capacity of Specific Land's Use ( $W$ ), determined after the information obtained in the 56 plots selected in the irrigation committees. The lineal regression equation that allows determining this relation was the following:  $W = 0.8073 - 0.0276 T_c$ ; with correlation coefficients ( $r$ ) = 0.944 and determination = 89%.

On the other hand, these results confirmed the validity of the environmental deterioration values obtained in other research carried out in 2004 and 2005 in the same

**Cuadro 6. Relación entre los valores de Capacidad de Carga de uso específico de la tierra (W) y tiempo de cultivo (Tc) en los comités de riego en estudio.**

**Table 6. Relation between the values of Charge Capacity of Specific Land's Use (W), crop's time (Tc) in the irrigation committees.**

Comité de riego	Ai	$L_T$	Li	Tb	Tc	$F_c$	W
Rincón de la Venta	3,92	1,27	13,86	6,21	20,29	1,31	0,22
Alisal El Pedregal	15,75	4,00	35,75	4,29	17,14	1,25	0,35
Cruz Chiquita	9,56	2,36	20,88	2,50	16,07	1,16	0,40
El Rincón del Picacho	9,9	2,50	17,85	3,29	12,36	1,27	0,44

Las secuencias antes indicadas permitieron comprobar la hipótesis establecida en este trabajo, según la cual hubo una relación inversa entre el tiempo promedio de cultivo de hortalizas ( $T_c$ ) y los valores del índice de Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra ( $W$ ), determinados a partir de la información recabada en las 56 parcelas seleccionadas en los comités de riego en estudio. La ecuación de regresión lineal que permitió precisar esta relación fue la siguiente:  $W = 0,8073 - 0,0276 T_c$ ; con coeficientes de correlación ( $r$ ) = -0,944 y de determinación = 89%.

Por otro lado, estos resultados confirmaron la validez de los valores de deterioro ambiental obtenidos por otra investigación realizada entre los años 2004 y 2005 en los mismos comités de riego que fueron seleccionados para el presente este estudio. Ciertamente, Jaimes *et al.* (2006) determinaron un mayor deterioro ambiental en Rincón de La Venta (67%), seguido de Alisal-El Pedregal (65%), mayor a su vez que Cruz Chiquita (61%), observándose el menor deterioro en Rincón del Picacho, con un va-

irrigation committees that were selected for this research. Jaimes *et al.* (2006) determined a higher environmental deterioration in Rincón de La Venta (67%), followed by Alisal-El Pedregal (65%), and higher, at the same time, than Cruz Chiquita (61%), observing the lower deterioration in Rincón del Picacho, with a value of 57%, being this sequential order inversely correlative to the observed at the average time of use in the production of vegetables ( $T_c$ ), under an intense handle with few conservationist practices, as previously indicated, confirming the validity of the *Charge Capacity of Specific Land's Use* proposed on this research. Nevertheless, it is important to mention that  $W$  values, measured in the visited ploys in the irrigation committees under research, did not have between them the same inverse relation to the  $T_c$  values, which did were observed when compared to the average values of both variables for the four committees. It is probable that this behavior, few correlative between the  $W$  and  $T_c$  values observed in some of

lor de 57%, siendo este orden secuencial inversamente correlativo con el observado al tiempo promedio de uso en la producción de hortalizas ( $T_c$ ), bajo un manejo intensivo con pocas prácticas conservacionistas, tal como se indicó anteriormente; confirmando la validez del índice de Capacidad de Carga de Uso Específico de la Tierra propuesto en este estudio. No obstante, es pertinente aclarar que los valores de  $W$ , calculados en las parcelas visitadas en los comités de riego en estudio, no tuvieron en varias de ellas la misma relación inversa con los valores de  $T_c$  que sí fue observada cuando se compararon los valores promedios de ambas variables. Para los cuatro comités de riego. Es probable que este comportamiento, poco correlativo entre los valores de  $W$  y  $T_c$  observado en algunas de estas parcelas, estuvieron asociados con una amplia diversidad en la magnitud de los parámetros a través de los cuales se determinan estos valores.

## Conclusiones

Se comprobó la validez del índice de Capacidad de Carga de Uso Específico de la tierra ( $W$ ) definido en este trabajo como modelo útil para estimar la capacidad de soporte, con fines de producción de hortalizas de piso alto bajo riego, de los comités de riego Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal, Rincón de La Venta y Rincón del Picacho.

Se estableció que existe una relación inversa significativa entre los valores promedios de  $W$  y  $T_c$  para los cuatro comités de riego en estudio. No obstante, esa relación no fue consistente

these plots, are related to a wide diversity in the magnitude of the parameters after which were determined these values.

## Conclusions

It was proved the validity of the Charge Capacity of Specific Land's Use ( $W$ ) defined in this research as useful model to estimate the support capacity with purposed of horticulture land use under irrigation of the irrigation committees Cruz Chiquita, Alisal-El Pedregal, Rincón de La Venta and Rincón del Picacho.

It was established that there was a significant inverse relation between the average values of  $W$  and  $T_c$  for the four irrigation committees under research. Nevertheless, this relation was not consistent in some of the plots visited in such committees.

## Acknowledgement

The authors acknowledge the Scientific, Humanistic, Technological and the Arts Council Board (CDCHTA) of Universidad de los Andes (ULA), by financing this research after the Project SE-NURR-09-10-01

*End of english version*

---

te en algunas de las parcelas visitadas en dichos comités.

## Agradecimiento

Los autores agradecen 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 del proyecto SE-NURR- 09-10-01.

## Literatura citada

- Becerra, L., R. Arellano y N. Pineda. 2006. Diagnóstico agro-socio-económico de las fincas cafetaleras de la microcuenca del río Monaico, estado Trujillo-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana* 47(1):11-28.
- Brandt, R. 2008. En los valles altos andinos del estado Mérida. Pequeños sistemas de riego. Breve reseña histórica. *Agrotécnico*. 24: 14-15.
- Chirinos, J., A. Leal y J. Montilla. 2006. Uso de insumos biológicos como alternativa para la agricultura sostenible en la zona sur del estado Anzoátegui. *Revista Digital CENIAP HOY* Número 11. [Documento en línea]. Disponible en: [http://www.ceniap.gob.ve/ceniaphoy/articulos/n11/arti/chirinos\\_j.htm](http://www.ceniap.gob.ve/ceniaphoy/articulos/n11/arti/chirinos_j.htm) [Consulta: 2012, febrero 18].
- Contreras, M.H. y A.G. Cordero. 1994. *Ambiente, Desarrollo Sustentable y Calidad de Vida*. Caracas, Venezuela. 270 p.
- Delgado, F. 2003. Un protocolo para apoyar la selección de prácticas de conservación de suelos en tierras montañosas tropicales. I Seminario Internacional Agricultura de Conservación en Tierras de Laderas. Manizales, Colombia. 27 p.
- Gabaldón, A.J. 2006. *Desarrollo sustentable. La salida de América Latina*. Editorial Grijalbo. Caracas, Venezuela. 489 p.
- González, J. y G. Segovia. 2009. Clasificación de tierras en parcelas ubicadas en los comités de riego “Los Caracoles” y “El Rincón del Picacho”, subcuenca Alto Motatán, parroquia Andrés Bello, municipio Miranda, estado Mérida. Trabajo de grado. Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Trujillo, Venezuela. 87 p.
- Hernández, S., C. Fernández y L. Baptista. 2010. *Metodología de la investigación*. Editorial McGraw-Hill. México. 613 p.
- Iskandar, L. 1999. La capacidad de carga humana: ¿Es un concepto viable en la evaluación de la sustentabilidad de la tierra? *Interciencia* 24(1):26-35.
- Jaimes, E., J. Mendoza, Y. Ramos y N. Pineda. 2006. Aplicación de metodología multifactorial-participativa para evaluar el deterioro agroecológico de dos subcuencas en el estado Trujillo. *Interciencia* 31(1):720-727.
- Jaimes, E., J. Mendoza, N. Pineda y Y. Ramos. 2007. Sistematización de procesos para el análisis del deterioro agroecológico en cuencas hidrográficas. *Interciencia* 32(7):436-443.
- López, R. y F. Contreras. 2007. *Sistemas de producción agrícola sostenible en los Andes de Venezuela: Agricultura Orgánica*. Universidad de Los Andes. Disponible en: [www.saber.ula.ve/avancesenquimica/](http://www.saber.ula.ve/avancesenquimica/) [Consulta, 02-05-2012]
- Martos, Z. 2009. *Sostenibilidad ambiental en la subcuenca Alto Motatán, municipio Miranda, estado Mérida: Un análisis comparativo entre la capacidad de carga humana y el deterioro agroecológico*. Universidad Yacambú. Vicerrectorado de Investigación y Postgrado, Instituto de Investigación y Postgrado. 127 p. + Anexos.
- Morgan, R. 1997. *Erosión y conservación del suelo*. Ediciones Mundi Prens. Madrid, España. 343 p.
- Pineda, N., Y. Garcés, E. Jaimes, J.G. Mendoza y H. Rodríguez. 2012. Homogeneidad pedogeomorfológica en laderas de alta montaña, subcuenca Alto Motatán, estado Mérida, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 29 (2):228-247.
- Routio, P. 2007. Muestreo. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/252.htm> [Consulta: 2012, febrero 18].
- Sheng, T. 1992. *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas: Estudio y planificación de cuencas hidrográficas*. Roma: FAO. 185 p.