

Capacidad de carga y presión de uso de la tierra en cuatro sectores de la sub-cuenca del río Déleg, Provincia del Cañar, Ecuador

Carrying capacity and pressure of land use in four sectors of the river Deleg subbasin, Cañar Province, Ecuador

Capacidade de carga e pressão de uso da terra em quatro setores da sub-bacia do rio Deleg, Cañar Province, Equador

Edgar J. Jaimes C.^{1*}, Miriam S. Reibán L.², René A. Orellana M.², Juan C. González R.² y Tatiana M. Barriga U.²

¹Proyecto Becas Prometeo-SENESCYT. Docente-Investigador vinculado a la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE). Ecuador. Profesor Titular Jubilado de la Universidad de Los Andes (ULA), Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR), Trujillo. Estado Trujillo, Venezuela. Correo electrónico: jaimes.5060@gmail.com. ²Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Unidad Académica de Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria. Cuenca, Ecuador. Correos electrónicos: mreibanl@ucacue.edu.ec, rorellanam@ucacue.edu.ec, jgonzalezr@ucacue.edu.ec, tbarriga@ucacue.edu.ec.

Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar la capacidad de carga de uso de la tierra (CCUT) y su relación con la presión de uso de la misma (PUT), de acuerdo con la superficie utilizada o disponible y los tiempos de uso agrícola y de descanso, en cuatro sectores de la subcuenca del río Déleg, Provincia del Cañar, República del Ecuador. Con base en una encuesta se obtuvo la información de las variables requeridas para calcular los valores de la presión de uso de la tierra en los sectores Bayandel, Chini, Déleg y Nueva Alianza. Se aplicó un modelo empírico según el cual los parámetros CCUT y PUT exhibieron una relación inversa. Los valores de la CCUT obtenidos para los sectores Bayandel (0,69) y Chini (0,46) permitieron estimar un nivel de sustentabilidad agroecológica y ambiental moderado. Por el contrario, para los sectores Nueva Alianza (0,23) y Déleg (0,00) fue de baja a muy

Recibido el 13-04-2016 • Aceptado el 07-03-2017.

*Autor de correspondencia e-mail: jaimes.5060@gmail.com

baja, respectivamente. Se comprobó que a un mayor valor de la relación entre el tiempo de cultivo (T_c) y el tiempo de descanso de la tierra (T_b); es decir, T_c/T_b ; menor fue el valor de la CCUT, en virtud de que hubo una mayor PUT. Se recomienda al GAD de Déleg definir una política pública dirigida a reglamentar la accesibilidad a la tierra y su mejor uso por parte de los pequeños productores, ya que muy pocas personas disponen de mucha superficie de tierras, llegando a estar por encima de los valores promedios de demanda de tierra, lo cual distorsiona los cálculos de PUT y CCUT.

Palabras clave: presión socioeconómica de uso de la tierra, sustentabilidad agroecológica y ambiental, tiempo de cultivo y tiempo de descanso.

Abstract

Carrying capacity land-use (CCLU) and its relationship with the pressure land-use (PLU), according to the surface usable and agricultural use and without use times, in four sectors of the Sub-basin of the river Deleg, Cañar province, Ecuador Republic, it was determined. Based on a survey it obtained the information of the variables required to calculate values pressure land-use (PLU) in Bayandel, Chini, Deleg and Nueva Alianza sectors. An empirical model in which the parameters PLU and CCLU exhibit an inverse relationship, it was applied; ie $CCLU = 1 - PLU$. According CCLU values obtained in Bayandel (0.69) and Chini (0.46) sectors, a level of agro-ecological and environmental sustainability moderate, was estimated for both sites. By contrast, would be low to very low for sectors Nueva Alianza (0.23) and Deleg (0.00), respectively. It was found that a higher value of the relationship between culture period (T_c) and period uncultivated land (T_b); that is, T_c/T_b ; it has a lower the value of the CCLU, under which there is greater PLU. It define a public policy for to regulate access and best land use by small producers, was recommended to Deleg GAD, since very few people have much land surface, reaching above the values be averages of demand for land, which distorts PUT and CCUT calculations.

Key words: pressure land use, agro-ecological and environmental sustainability, cultivated and uncultivated land periods.

Resumo

O objetivo foi determinar a capacidade de carga do uso da terra (CCUT) e sua relação com a pressão de sua utilização (PUT), de acordo com a área utilizada ou disponível e tempos para uso agrícola e descanso em quatro setores da bacia do rio Deleg, Canar Province, República do Equador. Com base em uma informação de levantamento das variáveis necessárias para calcular os valores da pressão de uso da terra na Bayandel, Chini, Deleg e setores Nueva Alianza foi aplicado um modelo empírico obtido, pelo qual CCUT ao colocar parâmetros mostrou uma relação inversa. Valores CCUT obtidos para setores Bayandel (0,69) e Chini (0,46) foi possível estimar um nível de sustentabilidade agro-ecológica e ambiental

moderado. Em contraste, para setores Nueva Alianza (0,23) e Deleg (0,00) foi de baixa a muito baixa, respectivamente. Verificou-se que um valor elevado da relação entre o tempo de cultura (T_c) e o tempo de repouso da terra (T_b); isto é, T_c/T_b ; menor foi o valor do CCUT, em que houve uma maior PUT. O GAD Deleg deve estabelecer uma política pública para regular o acesso à terra e à sua melhor utilização pelos pequenos produtores, uma vez que muito poucas pessoas têm muita área de terra, tornando-se valores acima da média demanda por terra, o que distorce os cálculos PUT e CCUT.

Palavras-chave: pressão socioeconômica do uso da terra, a sustentabilidade agro-ecológica e ambiental, tempo de cultura e tempo de descanso.

Introducción

Durante los últimos años ha sido bien documentado que los continuos cambios en el uso de la tierra han generado graves transformaciones de la estructura y funcionamiento de diversos ecosistemas en Latinoamérica, particularmente en los paisajes montañosos, debido a los problemas de la degradación de los suelos, en términos de la erosión, la deforestación y la pérdida de biodiversidad, los cuales acarrearán impactos negativos muy significativos (Staudinger *et al.*, 2012).

En efecto, según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Déleg (C+C; CONSULCENTRO, 2011) la mayor parte de la vegetación original de la subcuenca está en proceso de degradación, ya que ha sido reemplazada por especies foráneas (eucaliptos y pinos) agotadoras de las reservas hídricas del suelo, que sumado a las condiciones de alta susceptibilidad de estos suelos a la erosión superficial y la falta de riego; entre otros problemas, hacen que la superficie destinada a usos agrícolas sea inferior al 10% (789,76 ha); las zonas

Introduction

It has been well documented in the last years that the continuous changes in the land use have generated serious transformations in the structure and functioning of different ecosystems in Latin America, particularly in the mountainous landscapes due to the degradation problems of soils in terms of erosion, deforestation and loss by diversity, causing significant negative impacts (Staudinger *et al.*, 2012).

According to the Development and Land Ordering Plan (DLOP) of Deleg (C+C; CONSULCENTRO, 2011) most of the original vegetation of the sub-basin is under degradation process since it has been replaced by foreign species (eucalyptus and pines) that demand the water reservoirs of the soil, which along to the high susceptibility conditions of these soils to the superficial erosion and the lack of irrigation, among other problems, cause that the surface committed to agriculture use is inferior to 10% (789.76 ha), forestry areas at 17% (1,351.04 ha) and farming with 13% (1,038.58 ha).

Additionally, the human settlement of the sub-basin of Deleg River in the

forestales al 17% (1.351,04 ha) y las de ganadería con un 13% (1.038,58 ha).

Aunado a lo anterior, el asentamiento humano de la subcuenca del río Déleg en los últimos cinco años se ha ido incrementando hacia la parte alta, con un rango de altitud entre 2.700 y 3.000 msnm, en donde existen mejores condiciones de suelo y clima, estimándose una pluviosidad promedio que varía entre los 700 y 1.000 mm·año⁻¹. Esto hace que los pastos avancen inconteniblemente, provocando la fragmentación del bosque primario y del paisaje en general, alterando sus características hidrológicas que por ser más lluviosa permite el desarrollo de la ganadería de leche en regulares condiciones.

Los efectos sobre el medio se manifiestan principalmente, en la medida que el propio municipio de Déleg ha tenido que subir cada vez más los puntos de captación de agua ya sea por el incremento de su contaminación, la disminución del caudal o por la remoción en masa de los suelos, desestabilizando la infraestructura existente.

Con base en esta realidad, es pertinente resaltar la importancia de la sostenibilidad ambiental ya que ésta depende en buena medida de la intensidad y frecuencia del manejo de los diferentes bienes y servicios del ecosistema, así como de los componentes estructurales físicos, biológicos y socioculturales que lo integran (Altieri y Rosset, 1995; Gliessman, 2007; Staudinger *et al.*, 2012). Por esta razón, la búsqueda de un equilibrio entre el mejor uso y manejo de los recursos del ecosistema

last five years has increased to high area with an altitude rank from 2,700 to 3,000 masl, with better soil and weather conditions, estimating an average precipitation that goes from 700 to 1,000 mm·year⁻¹. This causes that pastures extend without control, provoking the fragmentation of the primary forest and the landscape in general, altering the hydrological characteristics that by being a rainy season allows the development of milk farming in regular conditions.

The effects of the environment are mainly observed with the fact that the Province of Deleg has increased the water catchment areas either by an increment in the pollution, the reduction of the caudal or the removal in mass of the soils, disrupting the existing structure.

Based on this reality, it is important to mention the environmental sustainability since it depends in the intensity and handling frequency of the different goods and services of the ecosystem, as well as the physical, biological and socio-cultural components that integrate it (Altieri and Rosset, 1995; Gliessman, 2007; Staudinger *et al.*, 2012). For this reason, the search for equilibrium between a better use and the handle of the resources of the ecosystem in function to the preservation of the biodiversity, mainly the mountainous ecosystems, are the warranty to preserve and improve the environmental quality of the communities that live in those habitats (Staudinger *et al.*, 2012)

In this sense, different investigators have mentioned that the structure and dynamic of the ecosystems and human

en función de la conservación de la biodiversidad, principalmente los ecosistemas montañosos, son la garantía para preservar y mejorar la calidad ambiental de las comunidades que viven en tales hábitats (Staudinger *et al.*, 2012)

En este sentido, varios investigadores han señalado que la estructura y dinámica de los ecosistemas y asentamientos humanos repercutieron significativamente sobre la calidad de vida de los pobladores locales, pudiendo ser evaluados a través de indicadores socio-ambientales de calidad de vida (Contreras y Cordero, 1994); mediante los métodos de análisis del deterioro ambiental (Jaimes *et al.*, 2006; Jaimes *et al.*, 2007; Camacho *et al.*, 2013); de la capacidad de carga del sistema (Bilsborrow y Okoth-Ogendo, 1992; Landa *et al.*, 1997; Iskandar, 1999; Jaimes *et al.*, 2012; Álvarez-Icaza, 2014); los métodos de sustentabilidad y manejo de los recursos naturales, en términos del modelo de evaluación MESMIS, propuesto por Macera *et al.* (1999) y considerando los criterios de la racionalidad ambiental y socioambiental, definidos por Leff (1986).

En este mismo orden de ideas, Morales-Aymerich (2012) realizó una amplia revisión del estado del arte relacionada con distintos procedimientos para cuantificar la capacidad de carga en diversas áreas del conocimiento científico, incluyendo la sociología, antropología, ingeniería, economía, medicina, química y biología; logrando resumir seis enfoques diferentes para calcular

settlements had a significant effect on the life quality of the local inhabitants, allowing to be evaluated through social-environmental indicators of life quality (Contreras y Cordero, 1994); through methods of analysis of environmental deterioration (Jaimes *et al.*, 2006; Jaimes *et al.*, 2007; Camacho *et al.*, 2013); of the carrying capacity of the system (Bilsborrow and Okoth-Ogendo, 1992; Landa *et al.*, 1997; Iskandar, 1999; Jaimes *et al.*, 2012; Álvarez-Icaza, 2014); the sustainability methods and the handle of natural resources in terms of the evaluation models MESMIS, proposed by Macera *et al.* (1999) and considering the criteria of environmental and socio-environmental rationality defined by Leff (1986).

Likewise, Morales-Aymerich (2012) carried out a revision related to the different procedures to quantify the carrying capacity in different areas of the scientific knowledge, including sociology, anthropology, engineering, economy, medicine, chemistry and biology, synthesizing six different approaches to calculate this parameter. In table 1 is presented a synthesis of these conceptual approaches related to the carrying capacity.

It is important to remember that the vision of this research was not framed in any of the approaches indicated by Morales-Aymerich (2012) since its justification was centered in testing the accuracy of the carrying capacity parameter, defined by Iskandar (1999), and used by Jaimes *et al.* (2012) and Camacho *et al.* (2013), who assumed that the parameter is an

Cuadro 1. Conceptos de capacidad de carga y sus distintos enfoques.
Table 1. Concepts of carrying capacity and its different approaches.

Tipo de enfoque	Definición – Descripción
Ecológico (Cohen, 1995).	Agrupa cinco concepciones diferentes: (a) un rango existente de población, (b) la tasa de crecimiento de equilibrio de una población, (c) el número de individuos que se debe proteger en la población, (d) el descenso de la población y (e) la población como un recurso de libre acceso, donde existen curvas de ingreso y costos.
Acceso a los alimentos (Hopfenberg, 2003).	Se define con base en datos de producción, así como el número máximo de personas que pueden ser alimentadas y la cantidad de recursos individuales que dicha población requiere.
Balance entre disponibilidad de recursos naturales y requerimientos de la población (Hildyard <i>et al.</i> , 1993).	Está determinada por cuatro premisas básicas: 1) la cultura, en términos de las necesidades y la forma de vida de la población; 2) los niveles de consumo y tecnología; 3) la dependencia de la capacidad de carga de otros factores-procesos (deforestación, precios globales de materias primas, efecto invernadero, lluvia ácida) que ocurren en territorios vecinos y 4) el carácter holístico de la capacidad de carga propio de los sistemas abiertos, integrales u homomórficos.
Social (Seidl y Tisdell 1999).	En el enfoque social se hace énfasis en el análisis de las interacciones entre los individuos, el ambiente, la sociedad y las demandas resultantes; es decir, la sociedad determina los niveles de capacidad de carga para mantenerse dentro de estos, evitando el deterioro o degradación ambiental irreversible.
Demográfico (Brush, 1975).	La capacidad de carga se define como la cantidad máxima de población que se puede sostener indefinidamente en un ambiente específico; en consecuencia, cualquier población está en su capacidad de carga máxima cuando no crece o se encuentra en un equilibrio dinámico.
Huella ecológica (Rees y Wackernagel 2001).	Es una técnica muy útil para valorar el capital natural y establecer su relación con los patrones de consumo que impulsan el crecimiento. Esta es una forma de medir los requerimientos en términos de consumo de recursos y asimilación de desechos de una economía o población, expresados en áreas de tierra productiva.

este parámetro. En el cuadro 1 se muestra una síntesis de estos enfoques conceptuales asociados con la capacidad de carga.

Es oportuno tener claro que la visión de este trabajo no estuvo enmarcada en ninguno de los enfoques indicados por Morales-Aymerich (2012) ya que su justificación estuvo centrada en la comprobación de la validez del parámetro capacidad de carga, definido por Iskandar (1999) el cual fue utilizado por Jaimes *et al.* (2012) y Camacho *et al.* (2013), quienes asumieron que dicho parámetro es una expresión de la relación entre la superficie de uso agrícola de la tierra y el producto de un factor de cultivo, definido éste en función a los tiempos de usos agrícola y de descanso, y los requerimientos promedios de tierra por parte de los agricultores; es decir, consideraron como equivalentes la capacidad de carga y la presión de uso de la tierra, incurriendo en un error conceptual.

El objetivo del trabajo fue determinar la capacidad de carga de uso de la tierra (CCUT) y su relación con la presión de uso de la misma (PUT) definido éste en función de la superficie utilizada o disponible por los usuarios y los tiempos de uso agrícola y de descanso, en cuatro sectores de la subcuenca del río Déleg, Provincia del Cañar, República del Ecuador.

Materiales y métodos

A. Tipo de investigación

La investigación que se desarrolló en este trabajo fue de tipo descriptiva ya que se evaluaron características de un problema actual cuyos factores

expression of the relation between the surface of the agriculture land use and the product of crop, defined in function to the used and unused times, and the average requirements of the land by the agricultures; that is, considering as equal the carrying capacity and the pressure of land use, and incurring in a conceptual error.

The objective of this research was to determine the carrying capacity of land use (CCLU) and its relation with the pressure of land use (PLU) defined in function of the used or available surface by the users and used and unused times in four areas of the sub-basin of Deleg, Cañar Province, Republic of Ecuador.

Materials and methods

A. Type of research

The type of investigation was descriptive since characteristics of a current problem were evaluated, which factors and determining processes were not under the experimental control of the research team. The investigation included field activities, since the collection of primary data was done directly in the community object of study, applying direct observation techniques and application of surveys. Since the sampled population was intentional, the design that best suit the investigation was the non-descriptive experimental and non-probabilistic.

The communities selected for this research were rural agro-productive organizations (protectorate) located in Bayandel, Deleg, Chini and Nueva Alianza, in the Sub-basin of Deleg

y procesos determinantes no estaban bajo el control experimental del grupo de investigación responsable del mismo. La investigación incluyó actividades de campo, dado que la recolección de datos primarios se realizó directamente en el lugar donde viven las comunidades objeto de este estudio; mediante la aplicación de técnicas de observación directa y aplicación de encuestas. Dado que la población muestra seleccionada fue intencional el diseño que mejor se ajustó a la investigación fue el no experimental descriptivo y no probabilístico.

En efecto, las comunidades seleccionadas para este trabajo de investigación fueron organizaciones agroproductivas rurales (juntas de aguas) localizadas en los sectores de Bayandel, Déleg, Chini y Nueva Alianza, dentro de la subcuenca del río Déleg, Provincia del Cañar, República de Ecuador.

La aplicación de los instrumentos de evaluación fue voluntaria porque dependió de la disposición de los miembros de las comunidades evaluadas para participar y contestar los cuestionarios. Previo a la aplicación de los instrumentos de evaluación se dio a conocer a las personas el modelo de CONSENTIMIENTO INFORMADO INDIVIDUAL, en un todo de acuerdo con la convención de Helsinki y los códigos de Bioética y Bioseguridad establecidos por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e innovación (SENESCYT).

B. Técnicas de investigación

Incluyó procedimientos de campo a través de los cuales se compiló información general y específica de

River, Cañar Province, Republic of Ecuador.

The application of the evaluation instruments was voluntary because it depended on the willingness of the members of the community to participate and answer the surveys. Before applying the instruments, people were informed about the model of the individual informed consent, according to Helsinki convention and Bioethic and Biosecurity codes established by the Secretary of Education, Science, Technology and Innovation (SENESCYT).

B. Techniques of investigation

It included field procedures compiling general and specific information of the sub-basin of Deleg River, obtained through informal conversations with the members of the protectorates (semi-structured dialogues) and using interviews to the families selected at random (structured interviews). The relevance of these procedures relied on the fact that these provided detailed and systematic information, and the socio-environmental and agroecological characteristics required for the calculus of the parameters under research, that is, CCLU and PLU.

C. General description of the area

The most outstanding aspects of the general characteristics are synthesized based on the Development and Land Ordering Plan (DLOP) of Deleg, carried out by the enterprise C + C; CONSULCENTRO (2011):

1. Landscape

The area has a very significant environmental capital since it still has important natural environments such as rivers, streams and vegetation that

la subcuenca del río Déleg, obtenida mediante conversaciones informales con los directivos de las juntas de agua (diálogos semi-estructurados) y aplicando encuestas a las familias que fueron seleccionadas al azar (entrevistas estructuradas). La pertinencia de estos procedimientos estuvo en que permitieron conocer en detalle, y en forma sistemática, las características socioambientales y agroecológicas requeridas para el cálculo de los parámetros en estudio; es decir, la CCUT y la PUT, definidas más adelante.

C. Descripción general del área de estudio

Con base en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Déleg, realizado por la empresa C + C; CONSULCENTRO (2012), se sintetizan a continuación los aspectos más resaltantes de las características generales de dicho cantón, a saber:

1. Paisaje

El área de estudio es poseedora de un capital ambiental muy significativo ya que aún tiene importantes elementos naturales, tales como ríos, quebradas y vegetación que le otorga un alto valor escénico a la subcuenca del río Déleg que deben ser protegidos y conservados.

2. Mesoclima

Los elementos que definen el mesoclima en la zona de estudio se han mantenido estables en los últimos años, por lo que, no es posible observar variaciones sustanciales en este aspecto. El mesoclima preponderante es el Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo (600 a 2.000 mm).

provides a nice scenario to the sub-basin of Deleg river; environments that must be protected and preserved.

2. Meso-climates

The elements that define the meso-climates have been steady in the time, thus, it has not been possible to observe substantial variations in this aspect. The relevant meso-climate is Equatorial semi-humid mesothermal (600 to 2,000 mm).

The weather in Deleg is benign, which allows having a good life style and good development of daily and productive activities; that is, without precipitations or extreme temperatures that limit the activities of the population or affect negatively the health or limit the livestock production; however, the sub-basin exhibits a significant water deficit that affects the agricultural production, causing low yield crops, depending on the highest or lowest presence of rains. The annual average precipitation in the river is 671 mm and the annual total evaporation is 1,190 mm, with a water deficit of 519 mm annually, which implies that in order to improve the crops it is required to add supplementary irrigation according to the water needs of the crops.

3. Water resources

The production and water availability are topics that have not been solved for the human consumption, irrigation and troughs, since water scarcity is evident in quantity and quality because it is exposed to human actions by having a superficial origin; this along to the deforestation of the high sub-basin and the wastewater discharge coming

El clima en el cantón Déleg es benigno lo que permite un buen nivel de vida y desarrollo de actividades cotidianas y productivas; es decir, sin precipitaciones ni temperaturas extremas que limiten las actividades de la población o afecten negativamente la salud o limiten la producción agropecuaria; sin embargo, la subcuenca exhibe un significativo déficit hídrico que afecta la producción agrícola, haciendo que los rendimientos de los cultivos sean bajos, dependiendo de la mayor o menor presencia de las lluvias. En efecto, la precipitación promedio anual del cantón es de 671 mm, y la evaporación total en el año es de 1.190 mm, lo que permite ver que existe un déficit hídrico de 519 mm anuales lo cual implica que, para manejar los cultivos de manera óptima se requiere adicionar riego suplementario de acuerdo a las necesidades hídricas de cada uno de ellos.

3. Recursos hídricos

La producción y disponibilidad del agua es un problema aún no resuelto satisfactoriamente para los usuarios de este recurso, tanto para consumo humano, riego y abrevaderos, ya que es evidente la escasez del agua en cantidad y calidad, ya que por ser de origen superficial está expuesta a las acciones humanas; a esto se suma, la deforestación de la cuenca alta y las descargas de aguas servidas provenientes de las alcantarillas y fosas sépticas. Naturalmente, el área se caracteriza por tener buen drenaje de aguas superficiales, de tipo dendrítico bien desarrollado lo que permite evacuar las aguas sin dificultad.

from sewers and cesspools. The area is characterized by having good drainage of superficial water, dendritic and well developed to drain water without difficulty.

4. Soils

The soil cover is very diverse and due to its volcanic origin it is prone to erosion, depending on the slope and handle. The predominant soils are the ones with umbric epipedon (dark color), acids; endopedons with yellowish to reddish brown and clayey textures, compact with presence of cracks during the dry season located in well drained areas. There are also clayey soils with black color in the surface and gray to olive green coloring in the depth, located in depressed areas with drainage problems. Generally, its fertility is from medium to low since these soils are acids, not too deep and very sensitive to the natural and anthropic erosion.

5. Geology

The local lithostratigraphy that characterizes Deleg River has a high sequence proportion of siltstones, shales and sand interbeddings (Mangan Formation, 34%); sand, clay, tuff and well stratified breaches mixed with conglomerates (Turí Formation, 6%), with volcanic provisions in a cover of pyroclastic flows, conglomerates, sandstone with volcanic origin and debris (Llacao Formation, 12%), with sedimentary areas originated by alluvial, colluvial and glacier flows (Quaternary Formations, 20%).

6. Topography

Deleg river has almost all sort of land and geodynamic common of the Andean region with an advantage

4. Suelos

La cobertura edáfica es muy diversa y en virtud de su origen volcánico, son muy susceptibles a la erosión, dependiendo de la pendiente y manejo. Predominan los suelos con epipedones úmbricos (colores oscuros), ácidos; con endopedones de coloración amarillenta a pardo rojiza, con texturas arcillosas, compactos y con presencia de grietas en la época seca, localizados en las áreas bien drenadas. También hay la ocurrencia de suelos arcillosos de color negro en la superficie y de coloración gris a oliva en profundidad, localizados en las zonas deprimidas, con posibilidades de mal drenaje. En general, su fertilidad es mediana a baja dado que estos suelos son ácidos, poco profundos y muy susceptibles a la erosión natural y antrópica.

5. Geología

La litoestratigrafía local que caracteriza al Cantón Déleg contiene en mayor proporción una secuencia de limolitas, lutitas y areniscas finogranulares (Formación Mangán, 34%); arenas, arcillas, tobas y brechas bien estratificadas, mezcladas con conglomerados (Formación Turí, 6%); con aportes volcánicos en una cobertura de flujos piroclásticos, conglomerados y areniscas de origen volcánico y localmente de avalanchas de escombros (Formación Llaeco, 12%); con áreas sedimentarias originadas por flujos aluviales, coluviales y glaciares (Formaciones Cuaternarias, 20%).

6. Relieve

El cantón Déleg posee casi todas las formas de terreno y geodinámicas propias de una cuenca andina, con una

que 87% of the surface is covered by hills and concave and convex slopes, producing a regular topographic pattern. On the contrary, steep land, typical of mountainous areas with irregular slopes, only represent 13%.

7. Vulnerability and irrigation

The soil and lithostratigraphy characteristics exposed explain that practically 98% of the land is affected by high and medium risk of mass landslides, causing that the sub-basin becomes fragile and low in soil stability. The communities located in the “red” area or high-risk area must follow the technical recommendations regarding the constructive activities, always ensuring the fulfillment of the minimum constructive norms to reduce risks.

8. Vegetation and wildlife

Most of the existing vegetation is under degradation process, along to the soil conditions, the lack of irrigation and erosion, limiting the crop surface. Human settlement mainly develops in the medium sub-basin; nevertheless, it is projecting to the high area, where there are better soil and weather conditions, causing that the pasture progresses with more intensity. This provokes the fractioning of the primary forest, altering the hydrologic characteristics of the high basin, and by being the one with more rain it allows the milk farming in regular conditions. In the area there is not any protected land enrolled in the National System of Protected Lands (SNAP).

Fauna, especially the wild, is very scarce since its survivorship is in function of the biggest or lowest presence of the flora and the human

ventaja que el 87% de la superficie está cubierta por relieves colinados y vertientes cóncavas y convexas, produciendo un patrón topográfico bastante regular. Por el contrario, los terrenos escarpados, característico de los relieves montañosos con vertientes irregulares, representan solamente el 13%.

7. Vulnerabilidad y riesgo

En función de las características edáficas y litoestratigráficas antes expuestas, se desprende que prácticamente el 98% del territorio está afectado por alto y mediano riesgo de deslizamientos en masa, lo que hace que la microcuenca sea frágil y baja en estabilidad de los suelos. Las comunidades ubicadas en la zona “roja” o de alto riesgo, deberán seguir las recomendaciones técnicas en cuanto a actividades constructivas, asegurando siempre que cumplan con normas mínimas en materia constructiva para disminuir estos riesgos.

8. Vegetación y fauna

La mayor parte de la vegetación existente está en proceso de degradación, sumada a las condiciones del suelo, la falta de riego y erosión hacen que los cultivos en superficie sean escasos. El asentamiento humano se desarrolla principalmente en la cuenca media; no obstante, se está proyectando hacia la parte alta en donde existen mejores condiciones de suelo y clima, ocasionando que la siembra de pastos avance con gran intensidad. Esto provoca el fraccionamiento del bosque primario, alterando las características hidrológicas de la cuenca alta que por ser más lluviosa permite el desarrollo

being; less forests, less wild fauna like mammals, birds, reptiles, among others.

9. Land use in Deleg River

In table 2 is presented a synthesis of the land use that characterizes the sub-basin of Deleg River (C + C CONSULCENTRO, 2011). It can be observed that the areas of interest for this research (agricultural and livestock area, agricultural activities) only reached 23.01%, the rest was committed to other specific uses.

The agricultural use is committed to short-cycle crops and fruit crops, the soils are characterized by their fertility and high potential to perform agricultural activities. Even though the soils have a low productivity level, the existing complemented potential with projects that improve the access to the risk will enable an important use of this resource, therefore, the increment of the income level for the population.

D. Methodology

The model used to calculate the carrying capacity of the land use (CCLU) in Bayandel, Chini, Deleg and Nueva Alianza, located in the sub-basin of Deleg river, was:

$$CCLU = 1 - PLU \text{ (Eq. 1)}$$

Where:

CCLU= carrying capacity associated to the land.

PLU= pressure of land use defined by equation 2, being:

$$PLU = Ac/Fc * DT \text{ (Eq. 2)}$$

The definition and meaning of the terms **Ac**, **Fc** and **DT**, are indicated:

$$Ac = \sum ai \text{ (Ec. 3)}$$

$$Fc = (Tb + Tc)/Tc \text{ (Ec. 4)}$$

de la ganadería de leche en regulares condiciones. No existe en la zona ninguna área protegida inscrita en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

La fauna, en especial la silvestre, es muy escasa, debido a que su supervivencia está en función de la mayor o menor presencia de la flora y del ser humano. Menos bosques, menos fauna silvestre ya sea en mamíferos, aves, reptiles, entre otros.

9. Uso de la tierra en el cantón Déleg

En el cuadro 2 se presenta un resumen de los usos de la tierra que caracterizan la subcuenca del río Déleg (C + C CONSULCENTRO, 2011). Puede observarse que las áreas de interés para este trabajo (zona agrícola y la de ganadería y productos agrícolas) solo alcanzaron el 23,01%; el resto estuvo destinado a otros usos específicos.

$$DT = \sum Di \text{ (Ec. 5)}$$

$$Di = Rp - ai \text{ (Ec. 6)}$$

Ac represented the current status of the arable land of the selected areas, expressed in hectares. This variable was determined after the sum of the area under cultivation and pastures of the plots under research ($\sum ai$), according to equation 3.

Fc was the cropping area (without dimensions) defined by equation 4 and DT was the total demand of the land for each area under research, expressed in hectares.

DT was determined after the sum of specific land requirements of each of the plots in the area under research ($\sum Di$); as expressed in equation 5.

On the other hand, Di value was determined after the equation 6, where Di was the specific land

Cuadro 2. Distribución territorial de los usos específicos de la tierra en la subcuenca del río Déleg, Provincia del Cañar, República de Ecuador.

Table 2. Land distribution of the specific uses of land in the Sub-basin of Deleg River, Cañar Province, Republic of Ecuador.

Usos específicos de la tierra	Área en ha	%
Regeneración	1654,32	20,82
Recuperación ambiental: reforestación	1351,04	17,00
Ganadería y productos agrícolas	1038,58	13,07
Área con potencial de esparcimiento	884,64	11,13
Zona agrícola	789,76	9,94
Asentamientos urbanos y dispersos	741,29	9,33
Conservación activa	737,04	9,27
Zona de máxima protección	618,70	7,78
Asentamientos humanos consolidados	132,07	1,66
TOTAL	7947,44	100,00

Fuente: C + C CONSULCENTRO (2011).

La zona agrícola está destinada a cultivos de ciclo corto y frutícola, cuyos suelos se caracterizan por su fertilidad y gran potencial para recibir estas y otras actividades agrícolas. Si bien en la actualidad se presenta un bajo nivel de productividad, el potencial existente complementado con proyectos que mejoren el acceso a riego posibilitarán un importante aprovechamiento de este recurso y, por consiguiente, el incremento del nivel de renta para la población.

D. Método de estudio

El modelo utilizado para calcular la capacidad de carga de uso de la tierra (CCUT), en los sectores Bayandel, Chini, Déleg y Nueva Alianza, localizados en la subcuenca del río Déleg, fue el siguiente:

$$CCUT = 1 - PUT \text{ (Ec. 1).}$$

Donde:

CCUT= capacidad de carga, asociada con el uso de la tierra.

PUT= presión de uso de la tierra, el cual está definido por la ecuación 2, a saber:

$$PUT = Ac/Fc * DT \text{ (Ec. 2).}$$

La definición y significado de los términos **Ac**, **Fc** y **DT**, se indican a continuación:

$$Ac = \sum ai \text{ (Ec. 3).}$$

$$Fc = (Tb + Tc)/Tc \text{ (Ec. 4).}$$

$$DT = \sum Di \text{ (Ec. 5).}$$

$$Di = Rp - ai \text{ (Ec. 6).}$$

Ac representó el área actual de tierra cultivable de los sectores seleccionados, expresada en hectáreas. Esta variable se determinó a partir de la sumatoria de las áreas bajo cultivo y pastos de las parcelas en los sectores en estudio ($\sum ai$); de acuerdo con la ecuación 3.

Fc fue el factor de cultivo (sin dimensiones), definido por la ecuación 4

requirement of each plot and Rp was the average land requirement per-capita of the area, both expressed in hectares; nevertheless, in order to apply equation 5 correctly it is important to consider that the result should be positive (higher to zero); on the contrary, Di will be equal to value of Rp; that is, the average land demand of the area under research.

The value of Fc factor was calculated based on the equation 4, where Tb was the fallow land time (without any agricultural use) of the plots and Tc was the crop time (with agricultural use) of the plots, both expressed in years. The values obtained of CCLU, product of the methodology, were qualified according to the ranks exposed in table 3.

It is important to mention that the methodological modification introduced in this research indicated in Eq 1 (CCLU= 1 – PLU) allowed correcting the conceptual error incurred by Iskandar (1999), Jaimes *et al.* (2012) and Camacho *et al.* (2013) in the sense of considering as similar the concepts of carrying capacity and pressure of use, without establishing or explaining the variation rank of the parameters, fact that was performed in the current research (table 3) since both parameters were mutually exclusive, as shown in Eq. 1. This correction would avoid making incorrect interpretations of the results obtained from the model defined.

On the other hand, it is convenient to incorporate the definition of agroecological and environmental sustainability in the mountainous areas (table 4) proposed by Jaimes *et*

y DT fue la demanda total de tierra para cada sector en estudio, expresada en hectáreas.

DT se determinó a partir de la sumatoria de los requerimientos de tierra específicos de cada una de las parcelas en los sectores en estudio (ΣDi); según lo expresado en la ecuación 5.

Por su parte, el valor de Di se determinó a partir de la ecuación 6, donde Di fue el requerimiento de tierra específico de cada parcela y Rp fue el requerimiento de tierra promedio per-cápita del sector, ambos expresados en hectáreas; no obstante, para aplicar correctamente la ecuación 5, es pertinente tomar en cuenta que su resultado debería ser un número positivo (mayor a cero); en caso contrario, Di será igual al valor de Rp; es decir, la demanda promedio de tierras del sector en estudio.

El valor del factor Fc se calculó con base en la ecuación 4; donde Tb fue el tiempo de barbecho (sin uso agrícola) de las parcelas del sector y Tc fue el tiempo de cultivo (con uso agrícola) de las parcelas del sector, ambos expresados en años. Los valores obtenidos de CCUT, producto de la metodología indicada, tuvieron una calificación según los rangos expuestos en el cuadro 3.

Es importante señalar que la modificación metodológica introducida en este trabajo, indicada en la Ec. 1 ($CCUT = 1 - PUT$), permitió corregir el error conceptual en el cual incurrieron Iskandar (1999), Jaimes *et al.* (2012) y Camacho *et al.* (2013) en el sentido de considerar como similares los conceptos de capacidad de carga y presión de

al. (2007), that explained the results obtained in this research, specially the moderate and low levels.

Results and discusion

1. Determination of the average demand of the land

In table 5 is indicated the number of farmers located on each of the areas under research. The values of the total areas (TA) of each sector were presented; the areas with agricultural use (AU) and the areas without agricultural use (AWU) expressed in hectares, which were stimated by the proctetorates that grouped them. The average demand value of the land (Rp) corresponding to each area was calculated after the relation TA and number of farmers.

2. Determination of the PLU and CCLU by farmers and the evaluated area

These results are presented in tables 6, 7, 8 and 9. In Bayandel (table 6) it was observed that only three farmers (B-1; B-4 and B-19) had a PLU that exceeded the critical value of one (1.0), causing that its CCLU were null since these producers exceeded the average demand value of the land (Di); that is, value Rp that was 5.06. It was expected that when using more land surface than the one defined by the demand, the use pressure of the plot was over the critical value of one; however, for this area, CCLU had an adequate value (0.69), which might be related to a low relation Tc/Tb; that is, the producers tended to leave their land without use in which predominated corn crops and vegetables.

Cuadro 3. Valoración de la CCUT.
Table 3. Valoration of the CCLU.

Rangos de valores de la CCUT	Calificación
> 90	Excelente
0,75 - 0,90	Buena
0,51 - 0,74	Moderada
0,25 - 0,50	Baja
< 0,25	Muy baja

uso, sin establecer o explicar el rango de variación de ambos parámetros; lo que si se realizó en el actual trabajo (cuadro 3); ya que ambos parámetros fueron mutuamente excluyentes, tal como se demostró en la Ec. 1, antes indicada. Esta corrección evitaría hacer interpretaciones incorrectas de los resultados obtenidos a partir del modelo definido.

Por otro lado, es conveniente introducir en este marco metodológico la definición de los niveles de sustentabilidad agroecológica y ambiental, en zonas montañosas (cuadro 4), propuestos por Jaimes *et al.* (2007), los cuales explicaron los resultados obtenidos en este trabajo, particularmente los niveles moderado y bajo.

Resultados y discusión

1. Determinación de la demanda promedio de tierra

En el cuadro 5 se indicó el número de parceleros que se localizaron en cada uno de los sectores en estudio. Se presentaron los valores de las áreas totales de cada sector (AT); las áreas

In Chini (table 7) was also outstanding the fact that when the value of the land average demand was exceeded, in this particular case was of 4.54 ha, PLU value increased over one (>1.0), consequently, CC value reduced, which was evident in five (05) plots (CH-1; CH-7; CH-8 and CH-13). In this area, the average of unused time was lower ($T_b = 7.75$) and the crop time was superior ($T_c = 18.1$), compared to Bayandel, reason for which in Chini, the use pressure was higher ($PLU = 0.54$) causing that CCLU was lower (0.46) regarding Chini.

The results obtained for Deleg (table 8) and in Nueva Alianza (table 9) confirmed what was observed in the areas previously analyzed; that is, as the land surface used increased, the average demand exceeded, and since the T_c/T_b relation increased significantly PLU value will be high and CCLU will be low, which was evident in Deleg, since it was the one that exhibited less average value in the unused time of lands and very low carrying capacity. In table 10 is presented a synthesis of the average results obtained for each of the

Cuadro 4. Interpretación de los rangos de deterioro global y su relación con el nivel de sostenibilidad agroecológica y ambiental en zonas montañosas.

Table 4. Rank interpretation of the global deterioration and its relation to the level of agroecological and environmental sustainability in the mountainous areas.

Deterioro global/Niveles de sostenibilidad	Interpretación
Mínimo (<10%)/Muy alta sostenibilidad	Tierras muy aptas para cualquier uso agroecológico, con o sin riego. Sin rasgos de erosión hídrica. Suelos con alta capacidad de uso productivo y espesor superficial >25 cm. Topografía plana o pendientes <3%. óptima calidad del agua para riego y nivel freático >2 m. Volumen de piedras a remover <20 m ³ ha ⁻¹ o separación entre afloramientos rocosos >60 m.
Ligero (10-25%)/Alta sostenibilidad	Tierras aptas para cualquier uso agroecológico, con o sin riego. Suelos con buena capacidad de uso productivo, pero con pérdida de suelo <25% del espesor del epipedón. Signos de erosión con pocos canales o surcos espaciados requiriendo del uso de prácticas conservacionistas que pueden ser asumidas con asesoría de un experto. Pendientes de 3-8%. Buena a óptima calidad del agua de riego y nivel freático de 1-2 m. Volumen de piedras a remover <48 m ³ ha ⁻¹ o separación entre afloramientos de 30-60 m.
Moderado (25-50%)/Moderada sostenibilidad	Tierras moderadamente aptas para usos agroecológicos específicos (horticultura, frutales, turismo, forestales y agroforestales), con apoyo de servicios e infraestructura vial, habitacional y riego presurizado. Moderado riesgo de deterioro de RN. Suelos con moderada capacidad de uso productivo y pérdida de 25-75% del epipedón. Se evidencian mezclas de horizonte A con materiales de horizontes subyacentes. Zonas con patrones intrincados de erosión en surcos y cárcavas. Topografía ondulada con pendientes de 8-32%. Moderada a buena calidad del agua de riego y nivel freático de 1-1,5 m. Volumen de piedras a remover <95 m ³ ha ⁻¹ o separación entre afloramientos de 15-30 m.

Fuente: Jaimes *et al.* (2007), con modificaciones para esta investigación.

Cuadro 4. Interpretación de los rangos de deterioro global y su relación con el nivel de sostenibilidad agroecológica y ambiental en zonas montañosas (Continuación).

Table 4. Rank interpretation of the global deterioration and its relation to the level of agroecological and environmental sustainability in the mountainous areas (Continuation).

Deterioro global/Niveles de sostenibilidad	Interpretación
Fuerte (50-75%)/Baja sostenibilidad	Tierras poco aptas para usos agroecológicos específicos (ver fila anterior) con apoyo de servicios en infraestructura vial, habitacional, riego presurizado. Alto o muy alto riesgo de deterioro de RN. Suelos con baja capacidad de uso productivo por pérdida promedio del 75% del epipedón. Capa arable constituida en su mayor parte por materiales subyacentes a los del epipedón. Alta probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa (derrumbes, aludes o avalanchas) que pueden ocasionar pérdidas en bienes, servicios y vidas humanas, requiriendo de obras conservacionistas. Topografía ondulada o quebrada con pendientes de 32-64%. Moderada calidad del agua de riego y nivel freático de 0,5-1 m. Volumen de piedras a remover <133 m ³ ha ⁻¹ o separación entre afloramientos de 9-15 m.
Severo (>75%)/Insostenible	Tierras no aptas para usos agroecológicos. Aptas para usos conservacionistas (parques nacionales, monumentos naturales y ABRAE). Muy alto riesgo de deterioro de RN. Suelos improductivos caracterizados por falta de epipedón y por afloramiento del mismo, característica que no aplica para ecosistemas naturales o poco intervenidos. Suelo original solo identificable en áreas aisladas. La mayor parte del área exhibe un patrón intrincado de cárcavas. Procesos erosivos masivos (derrumbes, aludes o avalanchas) aumentan con lluvias fuertes o intensas cortas, o largas de poca intensidad. Topografía quebrada con pendientes >64%. Baja (no apta) calidad del agua para el riego y del nivel freático <0,50 m. Volumen de piedras a remover >133 m ³ ha ⁻¹ o separación entre afloramientos <9 m.

Fuente: Jaimes *et al.* (2007), con modificaciones para esta investigación.

Cuadro 5. Áreas socio-productivas de los sectores evaluados.
Table 5. Socio-productive areas of the sectors evaluated.

Sectores	Nº de parcelas *	AT*	AU *	ASU	Rp
Bayandel	50	253	128	125	5,06
Chini	54	245	175	70	4,54
Déleg	68	200	194	6	2,94
Nueva Alianza	70	270	150	120	3,86

*Números estimados por las juntas de agua consultadas. AT= Área Total, en ha; AU= Área bajo uso agropecuario, en ha; ASU= Área sin uso agropecuario, en ha; Rp= Requerimiento de tierra promedio per-cápita del sector, en ha= AT/Nº de parcelas.

con uso agrícola (AU) y las áreas sin uso agrícola (ASU), expresadas en hectáreas; las cuales fueron estimadas por las juntas de agua que los agrupó. El valor de la demanda promedio de tierra (Rp), correspondiente a cada sector, fue calculado a partir de la relación entre AT y el número de parceleros.

2. Determinación de la PUT y CCUT por parcelero y sector evaluado

Estos resultados aparecen indicados en los cuadros 6, 7, 8 y 9. En efecto, para el sector Bayandel (cuadro 6), se observó que solo tres parceleros (B-1; B-4 y B-19) tuvieron una PUT que superó el valor crítico de uno (1,0), haciendo que su CCUT fuera nula debido a que esos productores superaron el valor de la demanda promedio de tierra (Di) que les correspondió; es decir, el valor de Rp, que fue de 5,06. Es de esperarse que al utilizar mayor superficie de tierra, que la definida por dicha demanda, la presión de uso de su parcela estuviera por encima del valor crítico de uno; sin embargo, para este sector la CCUT

evaluated areas, observing a tendency to reduce the CCLU with an increment of the Tc/Tb relation.

On the other hand, when analyzing one more time the data of Piaroa community of Gavilan, Amazonas state (Camacho *et al.*, 2013), Tc/Tb value ($2.47/19.2= 0.13$) corresponded to CCLU ($1- 0.17= 0.83$), which was an excellent value (>0.75) in agreement with the revision of the data obtained by Jaimes *et al.* (2012), observing in three out of four irrigation committees evaluated (Rincón de la Venta, Alisal El Pedregal and Cruz Chiquita) that the values of Tc/Tb (3.26; 3.99 and 6.43) corresponded to the tendency to reduce the CCLU values; that is, 0.78; 0.65 and 0.60, respectively; confirming the results obtained in this research.

Conclusions

The carrying capacity of land use (CCLU) is a parameter that indicates the agroecological or environmental sustainability degree in a specific area, since it is an expression of the use intensity of the land; that is, the pressure of its use (PLU). At a higher value of PLU lower will be

Cuadro 6. Matriz de datos para determinar la PUT y la CCUT del Sector Bayandel.**Table 6. Data matrix to determine PLU and CCLU in Bayandel.**

Parcela	ai	Rp	Di	Tb	Tc	Fc	PUT	CCUT
B-1 *	10	5,06	5,06	10	15	1,67	1,19	0,00
B-2	3	5,06	2,06	5	10	1,50	0,97	0,03
B-3	1,5	5,06	3,56	2	13	1,20	0,37	0,63
B-4 *	10	5,06	5,06	10	15	1,67	1,19	0,00
B-5	1	5,06	4,06	7	7	2,00	0,12	0,88
B-6	6	5,06	5,06	10	15	1,67	0,71	0,29
B-7	1	5,06	4,06	10	20	1,50	0,16	0,84
B-8	2	5,06	3,06	10	1	11,00	0,06	0,94
B-9	3	5,06	2,06	10	1	11,00	0,13	0,87
B-10	1	5,06	4,06	3	3	2,00	0,12	0,88
B-11	3	5,06	2,06	20	25	1,80	0,81	0,19
B-12	2	5,06	3,06	4	8	1,50	0,44	0,66
B-13	1	5,06	4,06	10	14	1,71	0,14	0,86
B-14	1	5,06	4,06	2	1	3,00	0,08	0,92
B-15	1	5,06	4,06	30	15	3,00	0,08	0,92
B-16	1	5,06	4,06	10	20	1,50	0,16	0,84
B-17	1	5,06	4,06	20	20	2,00	0,12	0,88
B-18	2	5,06	3,06	10	10	2,00	0,33	0,67
B-19 *	10	5,06	5,06	10	15	1,67	1,19	0,00
B-20	3	5,06	2,06	20	20	2,00	0,73	0,27
Sumas	63,5		73,70					
Promedios				10,65	12,4	2,80	0,31	0,69

*Parcelas donde la CCUT= 0; ai= Área bajo cultivo por productor, en ha; Rp= Requerimiento de tierra promedio per-cápita del sector, en ha; Di= Requerimiento de tierra específico de cada parcela, en ha; Tb= Tiempo de barbecho (sin uso agrícola) de las parcelas del sector, en años; Tc= Tiempo de cultivo (con uso agrícola) de las parcelas del sector, en años; Fc= Factor de cultivo (ver la Ec. 6); PUT= ver la Ec. 2; CCUT= ver la Ec. 1.

Cuadro 7. Matriz de datos para determinar la PUT y la CCUT del Sector Chini.**Table 7. Data matrix to determine the PLU and CCLU in Chini.**

Parcela	ai	Rp	Di	Tb	Tc	Fc	PUT	CCUT
CH-1 *	4	4,54	0,54	2	10	1,2	6,17	0,00
CH-2	2	4,54	4,54	10	18	1,6	0,28	0,72
CH-3	2	4,54	4,54	20	18	2,1	0,21	0,79
CH-4	1	4,54	3,54	1	12	1,1	0,26	0,74
CH-5	1	4,54	3,54	10	10	2	0,14	0,86
CH-6	3	4,54	4,54	0	15	1	0,66	0,34
CH-7 *	4	4,54	0,54	30	30	2	3,70	0,00
CH-8 *	3	4,54	1,54	2	25	1,1	1,80	0,00
CH-9	3	4,54	1,54	20	20	2	0,97	0,03
CH-10 *	3	4,54	1,54	2	15	1,1	1,72	0,00
CH-11	1	4,54	3,54	10	10	2	0,14	0,86
CH-12	1	4,54	3,54	0	15	1	0,28	0,72
CH-13 *	4	4,54	0,54	3	30	1,1	6,73	0,00
CH-14	2	4,54	2,54	4	15	1,3	0,62	0,38
CH-15	1	4,54	3,54	10	18	1,6	0,18	0,82
CH-16	2	4,54	2,54	14	20	1,7	0,46	0,54
CH-17	2	4,54	2,54	15	30	1,5	0,52	0,48
CH-18	2	4,54	2,54	2	13	1,2	0,68	0,32
CH-19	1	4,54	3,54	0	18	1	0,28	0,72
CH-20	1	4,54	4,54	0	20	1	0,22	0,78
Sumas	43		55,8					
Promedios				7,75	18,1	1,42	0,54	0,46

*Parcelas donde la CCUT= 0; ai= área bajo cultivo por productor, en ha; Rp= requerimiento de tierra promedio per-cápita del sector, en ha; Di= requerimiento de tierra específico de cada parcela, en ha; Tb= tiempo de barbecho (sin uso agrícola) de las parcelas del sector, en años; Tc= tiempo de cultivo (con uso agrícola) de las parcelas del sector, en años; Fc= factor de cultivo (ver la Ec. 6); PUT= ver la Ec. 2; CCUT= ver la Ec. 1.

Cuadro 8. Matriz de datos para determinar la PUT y la CCUT, del sector Déleg.**Table 8. Data matrix to determine the PLU and CCLU in Deleg.**

Parcela	Ai	Rp	Di	Tb	Tc	Fc	PUT	CCUT
D-1	1	2,94	1,94	0	10	1,0	0,52	0,48
D-2	1	2,94	1,94	2	50	1,0	0,50	0,50
D-3 *	10	2,94	2,94	0	20	1,0	3,40	0,00
D-4	1	2,94	1,94	2	10	1,2	0,43	0,57
D-5 *	12	2,94	2,94	1	20	1,1	3,89	0,00
D-6 *	5	2,94	2,94	2	30	1,1	1,59	0,00
D-7 *	20	2,94	2,94	10	20	1,5	4,54	0,00
D-8 *	15	2,94	2,94	2	30	1,1	4,78	0,00
D-9 *	10	2,94	2,94	10	20	1,5	2,27	0,00
D-10 *	15	2,94	2,94	2	20	1,1	4,64	0,00
D-11	1	2,94	1,94	0	30	1	0,52	0,48
D-12 *	2	2,94	0,94	4	20	1,2	1,77	0,00
D-13	3	2,94	2,94	1	10	1,1	0,93	0,07
D-14 *	18	2,94	2,94	0	15	1	6,12	0,00
D-15 *	10	2,94	2,94	2	15	1,1	3,00	0,00
D-16 *	15	2,94	2,94	5	20	1,3	4,08	0,00
D-17 *	20	2,94	2,94	5	20	1,3	5,44	0,00
D-18	1	2,94	1,94	0	12	1	0,52	0,48
D-19 *	2	2,94	0,94	2	25	1,1	1,97	0,00
D-20	1	2,94	1,94	10	20	1,5	0,34	0,66
Sumas	163		48,8					
Promedios				3	20,85	1,2	2,90	0

*Parcelas donde la CCUT= 0; ai= área bajo cultivo por productor, en ha; Rp= requerimiento de tierra promedio per-cápita del sector, en ha; Di= requerimiento de tierra específico de cada parcela, en ha; Tb= tiempo de barbecho (sin uso agrícola) de las parcelas del sector, en años; Tc= tiempo de cultivo (con uso agrícola) de las parcelas del sector, en años; Fc= factor de cultivo (ver la Ec. 6); PUT= ver la Ec. 2; CCUT= ver la Ec. 1.

Cuadro 9. Matriz de datos para determinar la PUT y la CCUT del sector Nueva Alianza.**Table 9. Data matrix to determine the PLU and CCLU in Nueva Alianza.**

Parcela	ai	Rp	Di	Tb	Tc	Fc	PUT	CCUT
NA-1 *	3	3,86	0,86	20	20	2,00	1,74	0,00
NA-2 *	10	3,86	3,86	0	12	1,00	2,59	0,00
NA-3	1	3,86	2,86	15	13	2,15	0,16	0,84
NA-4 *	2	3,86	1,86	0	55	1,00	1,08	0,00
NA-5	5	3,86	3,86	7	7	2,00	0,65	0,35
NA-6 *	5	3,86	3,86	0	15	1,00	1,30	0,00
NA-7 *	3	3,86	0,86	2	50	1,04	3,35	0,00
NA-8 *	3	3,86	0,86	15	15	2,00	1,74	0,00
NA-9	2	3,86	1,86	30	30	2,00	0,54	0,46
NA-10	4	3,86	3,86	2	25	1,08	0,96	0,04
NA-11 *	3	3,86	0,86	20	20	2,00	1,74	0,00
NA-12	1	3,86	2,86	10	20	1,50	0,23	0,77
NA-13	1	3,86	2,86	0	25	1,00	0,35	0,65
NA-14	2	3,86	1,86	20	8	3,50	0,31	0,69
NA-15 *	3	3,86	0,86	5	20	1,25	2,79	0,00
NA-16	2	3,86	1,86	5	20	1,25	0,86	0,14
NA-17	1	3,86	2,86	5	20	1,25	0,28	0,72
NA-18	2	3,86	3,86	15	12	2,25	0,23	0,77
NA-19 *	3	3,86	0,86	2	25	1,08	3,23	0,00
NA-20	1	3,86	2,86	15	20	1,75	0,20	0,80
Sumas	57		46,2					
Promedios				9,4	21,6	1,61	0,77	0,23

*Parcelas donde la CCUT= 0; ai= área bajo cultivo por productor, en ha; Rp= requerimiento de tierra promedio per-cápita del sector, en ha; Di= requerimiento de tierra específico de cada parcela, en ha; Tb= tiempo de barbecho (sin uso agrícola) de las parcelas del sector, en años; Tc= tiempo de cultivo (con uso agrícola) de las parcelas del sector, en años; Fc= factor de cultivo (ver la Ec. 6); PUT= ver la Ec. 2; CCUT= ver la Ec. 1.

tuvo un valor adecuado (0,69), lo cual podría estar relacionado con una baja relación Tc/Tb; es decir, los productores tendieron a dejar un mayor tiempo sin uso agrícola sus predios, en los cuales predominaron los cultivos de maíz y hortalizas.

Para el sector Chini (cuadro 7), también fue notorio el hecho que cuando se superó el valor de la demanda promedio de tierra, que en este caso fue de 4,54 ha, se incrementó el valor de PUT por encima de uno (>1,0) y, en consecuencia, disminuyó el valor de CC; lo cual fue evidente en cinco (05) parcelas (CH-1; CH-7; CH-8 y CH-13). En este sector el tiempo de descanso promedio fue menor (Tb= 7,75) y el de cultivo fue muy superior (Tc= 18,1), en comparación con los de Bayandel, motivo por el cual en Chini la presión de uso fue mayor (PUT= 0,54), haciendo que el valor de CCUT fuera menor (0,46), respecto al de Chini.

Los resultados obtenidos para el sector Déleg (cuadro 8) y en Nueva Alianza (cuadro 9) confirmaron los resultados observados para los sectores antes analizados; es decir, a medida que la superficie de tierra utilizada superó la demanda promedio y que la relación Tc/Tb se incrementó en forma significativa, mayor fue el valor de PUT y menor el de la CCUT, lo cual fue muy evidente en el sector Déleg ya que fue el que exhibió menor valor promedio en el tiempo de descanso de las tierras y muy baja capacidad de carga. En el cuadro 10 se presenta un resumen de los resultados promedios obtenidos para cada uno de los sectores evaluados, observándose una tendencia a disminuir la CCUT con el incremento de la relación Tc/Tb.

the CCLU, therefore, lower degree of agroecological and environmental sustainability of the area.

The Sub-basin of Deleg River and particularly the areas Bayandel and Chini have values of carrying capacity of land use which allow estimating an adequate and moderate agroecological and environmental sustainability level, respectively. For the areas Nueva Alianza and Deleg, those values will be low and very low, respectively.

It was proved that the carrying capacity of the land use will be lower at a higher value of a Tc/Tb relation, since there is more pressure of the land use.

Finally, it is important to determine the carrying capacity of the land use, incorporating the pressure of the land use defined in this research, other agroproductive variables, such as: types of land use (agriculture, livestock, forestry, agroforestry, fish stock), type, intensity and frequency of agriculture work, irrigation, fertilizers, biocides, type of cultivar and sown density, among other factors, with the aim of extending the methodology of the parameters PLU and CCLU to the agronomic or agroecological context.

Recommendations

It is convenient to continue investigating the other areas of the sub-basing, interviewing more families or farmers.

It is advisable to perform a correlative process between the information provided by the producers interviewed and the cadastral

Cuadro 10. Relación entre los valores de la PUT y la CCUT; los tiempos de cultivo (Tc) y de descanso (Tb), en los sectores bajo estudio.**Table 10. Relation between the values PLU and CCLU, times of crop (Tc) and use times (Tb) in the areas under research.**

Sectores	PUT	CCUT	Tb	Tc	Tc/Tb *
Bayandel	0,31	0,69	10,65	12,40	1,16
Chini	0,54	0,46	7,75	18,10	2,33
Nueva Alianza	0,77	0,23	9,40	21,60	2,30
Déleg	2,90	0	3,00	20,85	6,95

*Relación de tiempo de uso agrícola de la tierra (Tc), respecto al tiempo de descanso de la misma (Tb).

Por otro lado, al re-analizar los datos de la comunidad Piaroa de Gavilán, estado Amazonas, Venezuela (Camacho *et al.*, 2013), el valor de Tc/Tb ($2,47/19,2 = 0,13$); se correspondió con una CCUT ($1 - 0,17 = 0,83$), que fue un valor excelente ($> 0,75$); que fue concordante con la revisión de los datos obtenidos por Jaimes *et al.* (2012), observándose para tres de los cuatro comités de riego evaluados (Rincón de la Venta, Alisal El Pedregal y Cruz Chiquita) que los valores respectivos de Tc/Tb (3,26; 3,99 y 6,43) correspondieron con la tendencia a disminuir de los valores de CCUT; es decir, 0,78; 0,65 y 0,60, respectivamente; ratificando así los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Conclusiones

La capacidad de carga de uso de la tierra (CCUT) es un parámetro indicador del grado de sustentabilidad agroecológica o ambiental de un sitio determinado, debido a que es expresión de la intensidad de uso a la

reference that appears on the Plan of Development and Land Ordering with the aim of specifying the average demand of the land in the different areas of the sub-basing of Deleg River.

It is necessary to establish accurately the time (years) in which lands have been submitted to agricultural or livestock use and the time the lands have been used or unused.

A convenient public policy will be to rule the access and the land use by the small producers of the Sub-basin of Deleg River, since it was observed that only few people have access to a big part of the land, being over the average values of the land demand, distorting the calculus of PLU and CCLU.

Acknowledgement

The authors thank the Decentralized Autonomous Government (GAD) of Deleg River, especially the Mayor Dr. Rubén

que es sometida la misma; es decir, su presión de uso (PUT). Ciertamente, a mayor valor de PUT menor será la CCUT y, por lo tanto, menor grado de sustentabilidad agroecológica y ambiental del sitio.

En general, la subcuenca del río Déleg, y en particular los sectores Bayandel y Chini, presentan valores de capacidad de carga de uso de la tierra que permiten estimar un nivel de sustentabilidad agroecológica y ambiental adecuado y moderado, respectivamente. Para los sectores de Nueva Alianza y Déleg esos valores serían bajos y muy bajos, respectivamente.

Se comprobó que a un mayor valor de la relación Tc/Tb , la capacidad de carga de uso de la tierra es menor, en virtud de que existe una mayor presión de uso de la misma.

Finalmente, sería pertinente determinar la capacidad de carga de uso de la tierra, incorporando al modelo de presión de uso de la tierra, definido en este trabajo, otras variables de tipo agroproductivas, tales como: tipos de usos de la tierra (agrícola, pecuario, forestal, agroforestal, piscícola y sus combinaciones); tipo, intensidad y frecuencia de labor agrícola, de riego, de fertilizantes, de biocidas, tipo de cultivar y su densidad de siembra; entre otros factores, con la finalidad de extender el alcance metodológico de los parámetros PUT y CCUT al contexto agronómico o agroecológico.

Recomendaciones

Es conveniente ampliar la aplicación de esta metodología a otros

Darío Tito Q. by his institutional support provided to the research team for performing the research, also the engineer Adrián Andrade, Environment Director of the Mayor Office, for his valuable information provided and available on the Plan of Development and Land Ordering (DLOP) of Deleg.

The authors also acknowledge the communities living in the areas Bayandel, Chini, Deleg and Nueva Alianza, by the collaboration provided during the interviews in which the questions were answered spontaneously, free and open on a solidarity environment.

The authors acknowledge the Research Center and Postgraduate studies linked to the Society and Publications of Universidad Católica de Cuenca (UCACUE) by the institutional support provided to this research project.

Also, project Prometeo-SENESCYT by the grant provided to Dr. Edgar Jaimes, who was the scientific advisor of this project during his relationship related to teaching and investigation in the Academic Unit of Agronomy Engineering, Mines, Veterinary and Ecology, ascribed to UCACUE.

End of English version

sectores de la subcuenca, abarcando un mayor número de familias o productores a entrevistar.

Sería pertinente llevar a cabo un proceso correlativo entre la información aportada por los productores entrevistados y la información catastral contenida en el

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial con el fin de precisar mejor la demanda promedio de tierras para los diferentes sectores de la subcuenca del río Déleg.

Es necesario establecer con exactitud el tiempo (años) en que las tierras han estado sometidas a uso agrícola o pecuario y el tiempo en que las mismas han estado en condición de descanso o sin uso agropecuario.

Una política pública conveniente sería la de reglamentar la accesibilidad y el uso de la tierra por parte de los pequeños productores de la subcuenca del río Déleg, ya que se pudo observar que muy pocas personas disponen de mucha superficie de tierras, llegando a estar por encima de los valores promedios de demanda de tierra, lo cual hace que se creen distorsiones en los cálculos de la PUT y de la CCUT.

Agradecimientos

Al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del Cantón Déleg; en la persona del Señor Alcalde, Dr. Rubén Darío Tito Q.; por el apoyo institucional dado al grupo de investigación para la realización de este trabajo; designando al Ing. Adrián Andrade, Director de Ambiente de dicha Alcaldía, para el acompañamiento y aporte de información básica contenida en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Déleg.

A las comunidades asentadas en los sectores de Bayandel, Chini, Déleg y Nueva Alianza, por la colaboración brindada durante la aplicación de las encuestas cuyas preguntas fueron respondidas de forma espontánea,

libre, abierta y en un ambiente de solidaridad compartida.

A la Dirección de Investigación y Postgrado, Vinculación con la Sociedad y Publicaciones, de la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), por el apoyo institucional dado a este proyecto de investigación.

Al Proyecto Prometeo-SENESCYT por la beca otorgada al Dr. Edgar Jaimes, quien actuó como asesor científico de este proyecto, durante su vinculación en docencia e investigación, en la Unidad Académica de Ingeniería Agronómica, Minas, Veterinaria y Ecología, adscrita a la UCACUE.

Literatura citada

- Altieri, M.A. and P.M. Rosset. 1995. Agroecology and the conversion of large scale conventional systems to sustainable management. *Inter. J. Environ. Stud.* 50:165-185.
- Álvarez-Icaza Longoria, P. 2014. El uso y la conservación de la biodiversidad en propiedades colectivas. Una propuesta de tipología sobre los niveles de gobernanza. *Rev. Mex. Sociol.* 76:199-226. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32132112008>). Fecha de consulta: abril 2016.
- Bilsborrow, R. and H. Okoth-Ogendo. 1992. Population-driven changes in land-use in developing countries. *Rev. Ambio.* 21(1):37-45.
- Brush, SB. 1975. The concept of carrying capacity for systems of shifting cultivation. *Am. Anthropol.* 77(4):799-811.
- Camacho, O., R. Cedeño, L. Delgado, H. Silva, P. Villa y E. Jaimes. 2013. Análisis de patrones de deterioro socioambiental y agroecológica en la comunidad Piaroa de Gavilán, estado Amazonas, Venezuela. Seminario-Taller sobre: "Deterioro Agroecológico y Ambiental". SACAICET, Puerto Ayacucho, estado Amazonas. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/283349282>. Fecha de consulta: abril 2016.

- C+C CONSULCENTRO. 2011. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Déleg y Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del Centro Urbano. Resumen Ejecutivo y Tomo I. 163 p. Disponible en: <http://www.gadmunicipaldeleg.gob.ec/gadmunicipaldeleg/index.php/municipio/pdyot>). Fecha de consulta: septiembre 2015.
- Cohen, JE. 1995. Population growth and the Earth's human carrying capacity. *Science* 269:341-346.
- Contreras, H. y A. Cordero. 1994. Ambiente, desarrollo sustentable y calidad de vida. Editorial M.A. García e Hijo, Caracas, Venezuela. 269 p.
- Gliessman, S. 2007. *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. CRC Press Taylor & Francis Group. New York, USA. 345 p.
- Hildyard, H; Sexton, S; Lohman, L. 1993. Carrying capacity, overpopulation and environmental degradation. 12 p. Disponible en: <http://www.thecornerhouse.org.uk/resource/%E2%80%9Ccarrying-capacity%E2%80%9D-%E2%80%9Coverpopulation%E2%80%9D-and-environmental-degradation>. Fecha de consulta: noviembre 2016.
- Hopfenberg, R. 2003. Human carrying capacity is determined by food availability. *Population and Environment* 25(2):7.
- 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. Metodología multifactorial y participativa para evaluar el deterioro agroecológico y ambiental de dos subcuencas en el estado Trujillo, Venezuela. *Interciencia* 31(10):720:727.
- Jaimes, E., J. Mendoza, N. Pineda y Y. Ramos. 2007. Sistematización de procesos para el análisis del deterioro agroecológico y ambiental en cuencas hidrográficas. *Interciencia* 32(7):436-443.
- Jaimes E., Z. Martos, N. Pineda y J. Mendoza. 2012. Capacidad de carga de uso específico de la tierra en cuatro comités de riego de la subcuenca Alto Motatán, estado Mérida, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 29(3):355-377.
- Landa R., J. Meave and J. Carabias. 1997. Environmental deterioration in rural México: an examination of the concept. *Ecol. Appl.* 7:316-329.
- Leff, E. 1986. *Ecología y capital: hacia una nueva perspectiva ambiental del desarrollo*. UNAM. 75 p.
- Macera, O., M. Astier y S. López-Ridaura. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación. MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Ediciones Mundi-Prensa. México. 109 p.
- Morales-Aymerich, J.P. 2012. La capacidad de carga: conceptos y usos. *Recursos Naturales y Ambiente*. N° 63: 47-53. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/262934709>. Fecha de consulta: noviembre 2016.
- Rees, W and M. Wackernagel. 1996. Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable and why they are key to sustainability? *Environ. Impact Assess. Rev.* 6:223-248.
- Staudinger, M.D., N. Grimm, A. Staudt and S. Carter. 2012. Impacts of climate change biodiversity, ecosystems, ecosystem services technical. Report to the 2013 National Climate Assessment. 296 p.
- Seidl, I and C Tisdell. 1999. Carrying capacity reconsidered: from Malthus population theory to cultural carrying capacity. *Ecol. Econ.* 31:13.