

Evaluación de la vulnerabilidad agrícola a la sequía meteorológica en diferentes localidades de Venezuela

Evaluation of agricultural vulnerability to drought weather in different locations of Venezuela

Avaliação da vulnerabilidade agrícola à seca meteorológica em diferentes locais na Venezuela

Barlin Olivares^{1*}, Adriana Cortez², Deyanira Lobo³,
Raquel Parra⁴, Juan Rey^{2,3} y María Rodríguez²

¹Investigador. Doctorando del Programa Iberoamericano de Doctores en Agroalimentación de la Universidad de Córdoba (UCO), España. Correo electrónico: barlinolivares@gmail.com. ²Laboratorio de sistemas de Información en Recursos Agroecológicos, INIA-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Aragua, Venezuela. Correos electrónicos: acortez.inia@gmail.com, jcreyb@hotmail.com, mfrc04@gmail.com. ^{3,4}Departamentos de Edafología e Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV). Aragua, Venezuela. Correos electrónicos: lobo.deyanira@gmail.com, jcreyb@hotmail.com, mparrap@gmail.com. Fuente de financiamiento: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

Resumen

En las últimas décadas el recurrente incremento y distribución de la sequía a nivel mundial ha dado lugar a que sus efectos en la población y la biodiversidad en general se le considere como uno de los mayores desastres debido a la magnitud de sus impactos negativos, la cual no escapa de ella, el sector agrícola, donde el rendimiento, la productividad y las superficies cosechadas han mermado significativamente, afectando la seguridad y la soberanía alimentaria. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad agrícola a la sequía meteorológica en 11 estaciones de la red agrometeorológica del Instituto Nacional

Recibido el 24-05-2016 • Aceptado el 12-10-2016

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

de Investigaciones Agrícolas (INIA), distribuida en los estados Anzoátegui, Aragua, Guárico, Lara, Mérida, Miranda, Portuguesa, Táchira, Yaracuy y Zulia de la República Bolivariana de Venezuela. Para ello, se utilizó el índice de vulnerabilidad agrícola (VA) constituido por el promedio de cuatro sub-índices tales como: fragmentación de tenencia de la tierra, ruralidad, balance riego/secano e intensidad de la agricultura. En función al análisis de la vulnerabilidad agrícola, las estaciones parecen categorizarse mayormente en el rango de medianamente vulnerables. En el caso del municipio Turén, emplazado en los Llanos Occidentales, los efectos de este fenómeno se vieron incrementados en cuanto a su vulnerabilidad sobre las actividades socioeconómicas y el tratamiento de las tierras bajo una agricultura capitalizada e integrada al mercado nacional. Para el resto de localidades, la vulnerabilidad estuvo vinculada a la estructura social y a las estrategias productivas propias de un sector que no se encontró integrado a las dinámicas recientes de los sistemas agroalimentarios. El aporte generado en este estudio representa un elemento orientador que estimula la creación de un esquema de gestión de riesgo ante la sequía en Venezuela.

Palabras clave: vulnerabilidad agrícola, cambio climático, agricultura.

Abstract

In recent decades the recurrent increase and distribution of global drought has resulted in its effects on the population and biodiversity in general considered as one of the greatest disasters due to the magnitude of its negative impacts, whose agricultural sector, yields, productivity and harvested areas have been significantly reduced, affecting food security and food sovereignty. The aim of this research was to evaluate the agricultural vulnerability to meteorological drought in 11 stations of the Agrometeorological Station of the National Institute of Agricultural Research (INIA), distributed in Anzoategui, Aragua, Guarico, Lara, Merida, Miranda, Portuguesa, Tachira, Yaracuy and Zulia states of the Bolivarian Republic of Venezuela. For this purpose, the agricultural vulnerability index (AV) was used, consisting on the average of four sub-indexes such as: land tenure fragmentation, rurality, irrigation/dry balance and agriculture intensity. Depending on the analysis of agricultural vulnerability, the seasons seem to be categorized mostly in the range of moderately vulnerable. In the case of the municipality Turen, located in the western plains, the effects of this phenomenon increased in terms of their vulnerability to socioeconomic activities and the land treatment under a capitalized agriculture integrated into the national market. For the rest of the localities, the vulnerability was linked to the social structure and productive strategies of a sector that was not integrated with the recent dynamics of agrifood systems. The contribution generated in this study represents a guiding element that stimulates the creation of a drought risk management scheme in Venezuela.

Key words: agricultural vulnerability, climate change, agriculture.

Resumo

Nas últimas décadas, o aumento e distribuição da seca a nível mundial levou a seus efeitos sobre as pessoas e biodiversidade em geral é considerado como um dos maiores desastres recorrentes devido à magnitude dos impactos negativos, que não fugir dele, o setor agrícola, onde o desempenho, produtividade e áreas colhidas diminuíram significativamente, afetando a segurança e soberania alimentar. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a vulnerabilidade da agricultura para enfrentar a seca em 11 estações da rede agrometeorológico do Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA), distribuídas nos estados Anzoategui, Aragua, Guárico, Lara, Mérida, Miranda, Portuguesa, Tachira, Yaracuy e Zulia da República Bolivariana da Venezuela. Para isso, foi utilizada a vulnerabilidade agrícola index (VA) constituído pela média das quatro estações e sub-índices, tais como: fragmentação da posse da terra, da ruralidade, equilíbrio irrigação/sequeiro agricultura e intensidade. De acordo com a análise de vulnerabilidade agrícola, estações categorizados aparecem principalmente na gama de moderadamente vulnerável. No caso do município Turen, localizada nas planícies do oeste, foram aumentados os efeitos deste fenômeno em sua vulnerabilidade em actividades socio-económicas e tratamento de terra sob a agricultura capitalizada e mercado nacional integrado. Para todos os outros locais, a vulnerabilidade foi ligado à estrutura social e as características de um sector que não foi achado integrados na dinâmica dos sistemas agroalimentares e estratégias produtivas. A contribuição gerada neste estudo representa um elemento orientador que estimula a criação de um sistema de gestão de risco à seca na Venezuela.

Palavras-chave: vulnerabilidade da agricultura, alterações climáticas, a agricultura.

Introducción

La sequía es ampliamente reconocida como una amenaza natural progresiva que afecta a la mayoría de las regiones climáticas del planeta. La vulnerabilidad desde la perspectiva de la sequía significa la evaluación de la amenaza de los peligros potenciales en diversos ámbitos: social, económico, ambiental y político (FAO, 2003).

Lo antes expuesto desprende la definición de la vulnerabilidad, como el grado en el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a

Introduction

Drought is widely known as a natural progressive threat that affects most of the climatic regions of the planet. The vulnerability from the drought perspective means the evaluation of the threat of potential danger in different aspects: social, economic, environmental and politic (FAO, 2003).

The latter shows the definition of vulnerability, such as the degree where a system is sensitive or unable to face the adverse effects of the

los efectos adversos de la variabilidad climática natural acentuada y del cambio climático (MARN, 2005). La vulnerabilidad dependerá fundamentalmente del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático al que esté expuesto un sistema, de su sensibilidad, capacidad de adaptación y resiliencia (Smit y Skinner, 2002; Smit y Wandel, 2006; IPCC, 2007; Montaña *et al.*, 2011; Prno *et al.*, 2011).

También, es preciso hacer énfasis en el término de vulnerabilidad agrícola a la sequía, referenciada como aquellas características de la población, de sus actividades agrícolas, que son susceptibles de padecer los efectos de la sequía meteorológica (Valiente, 2001). Es por ello que surge la necesidad de conocer qué tan vulnerables son los diversos sistemas económicos, sociales y ambientales de una sociedad al ser impactados por una sequía.

En Venezuela solo el 5,7% del aprovechamiento agrícola de las tierras se realiza bajo riego (Ovalles *et al.*, 2008). En la región de Los Llanos, se encuentran las unidades de producción de cultivos de secano como maíz, girasol, soya, arroz y sorgo, por ello al disminuir o cesar las lluvias durante varios días o meses, se afecta la producción, el mercado de los cereales y sus subproductos, por ende son especialmente vulnerables a la ocurrencia de sequías.

El sector agroindustrial utiliza esta materia prima del sector cerealero para producir una amplia variedad de alimentos de consumo masivo en el país. En este sentido, la sociedad y la economía agrícola que se desarrolla en

marked natural climatic variability and the climatic change (MARN, 2005). The vulnerability will mainly depend of the trait, magnitude and fastness of the climatic change exposed to a system, its sensibility, adaptation capacity and resilience (Smit and Skinner, 2002; Smit and Wandel, 2006; IPCC, 2007; Montaña *et al.*, 2011; Prno *et al.*, 2011).

It is also important to emphasize in the term of agricultural vulnerability to the drought, related to those characteristics of the population, the agricultural activities that are sensitive to suffer to effects of meteorological drought (Valiente, 2001). That is the reason there is the need of knowing how vulnerable are the different economic, social and environmental systems of a society one are impacted by a drought.

In Venezuela, only 5.7% of the agricultural use of lands are done under irrigation (Ovalles *et al.*, 2008). In the plains are located the production units of dry land such as corn, sunflower, soy, rice and sorghum; thus, when reducing or stopping the rain for several days or months is affected the production, the market of cereals and the sub-products, making them vulnerable to the drought.

The agroindustry uses raw matter of the cereal industry to produce a wide variety of food with massive consumption in the country. In this sense, the society and agricultural economy develop in Venezuela are highly vulnerable to the occurrence of drought; thus, it is important to have a better understanding on the variations of precipitation in the time, space, tendencies and future scenery.

Venezuela son altamente vulnerables a la ocurrencia de eventos de sequía, por lo cual es de vital importancia tener un mejor entendimiento sobre las variaciones de la precipitación tanto en tiempo como espacio, sus tendencias y escenarios futuros.

Gran parte del territorio venezolano en los últimos 20 años, ha sido afectado con mayor ocurrencia de distinta intensidad, magnitud, cobertura espacial y duración (Hernández, 2008). Las consecuencias económicas y sociales más severas de estos eventos en el territorio, las sufrieron las comunidades rurales y los pequeños productores, cuya capacidad de recuperación sin asistencia es limitada. El objetivo de este estudio fue evaluar la vulnerabilidad agrícola a la sequía en distintas zonas geográficas de Venezuela, basada en el marco conceptual de una metodología de carácter general y de fácil aplicación en los sistemas de manejo agrícola.

Esta investigación coadyuva en la elaboración de los diversos planes estatales o municipales en el ámbito del cambio climático, enfocándose en el diagnóstico de la vulnerabilidad. Si bien es cierto que no constituye una receta de cómo generar escenarios de impactos, este estudio representa un elemento orientador que estimula la creatividad para proponer esquemas de gestión de riesgo ante la sequía.

Materiales y métodos

Para este estudio se utilizó la información de 11 estaciones convencionales de las 20 que conforman la red agrometeorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)-(RAI), ubicadas en cinco regiones naturales: los Llanos

Part of the Venezuelan territory in the last 20 years has been affected with more occurrence of different intensity, magnitude, spatial cover and duration (Hernández, 2008). The most severe economic and social consequences of these events in the territory were suffered by the rural communities and the small producers, which recovery capacity without assistance is limited. The aim of this research was to evaluate the agricultural vulnerability of a general methodology with easy application in the systems of agricultural handling.

This research helps in the elaboration of different state plans related to the weather and focused on diagnosing the vulnerability. Even though it is true that it does not constitute a guide-recipe about how to generate impact scenarios, this research represents a guiding role that stimulates the creativity to propose irrigation management plans to the drought.

Materials and methods

The information of 11 conventional stations was used out of the 20 that are part of the agro-metereological network of the National Institute of Agricultural Research (INIA)-(RAI), located in five natural regions: plains (states: Anzoategui, Guarico, and Portuguesa), the central mountain range (states: Aragua and Miranda), the coriano system (states: Lara and Yaracuy), Maracaibo's Lake (Zulia state) and the Andes (states: Merida and Tachira); corresponding to the importance criteria from the agriculture and strategic point of

(estados: Anzoátegui, Guárico, y Portuguesa), la Cordillera Central (estados: Aragua y Miranda), el sistema Coriano (estados: Lara y Yaracuy), Lago de Maracaibo (estado Zulia) y los Andes (estados: Mérida y Táchira); respondiendo a los criterios de importancia desde el punto de vista agrícola y estratégico, de acuerdo al Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía de la República Bolivariana de Venezuela (MARN, 2004) (figura 1).

La información requerida para el cálculo del índice se obtuvo del VII Censo Agrícola Nacional de Venezuela (Ministerio del Poder Popular para

view and according to the National Action Program of Defense Against Desertification and Mitigation of the drought of the Bolivarian Republic of Venezuela (MARN, 2004) (figure 1).

The information required for calculating the index was obtained from the VII National Agricultural Census of Venezuela (Popular Power Ministry for the Agriculture and Lands, 2008). On the other hand, the data of the population and municipal surface was obtained from the XIV National Census of Population and Housing (INE, 2011a), with the synthesis of State Statistics and the geo-environmental reports by states

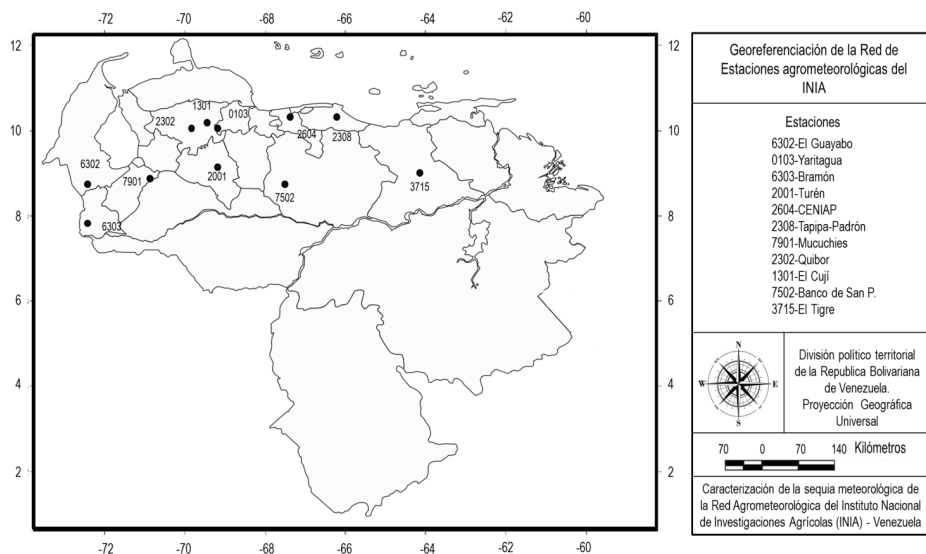


Figura 1. Distribución geográfica de las estaciones seleccionadas de la Red Agrometeorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) en Venezuela.

Figure 1. Geographical distribution of the stations selected from the Agro-meteorological network National Institute of Agricultural Research (INIA) in Venezuela.

la Agricultura y Tierras, 2008). Por otra parte, los datos de población y superficie municipal se obtuvieron del XIV Censo Nacional de Población y Vivienda (INE, 2011a), a través de la Síntesis de Estadística Estatal y los informes geo-ambientales por estados pertenecientes al Instituto Nacional de Estadística (INE, 2011b). De esta manera, se generó una base de datos en Excel, con la información requerida para el cálculo de los distintos índices. En el cuadro 1, se presenta un resumen del tipo de información y la fuente.

Estimación del índice de vulnerabilidad agrícola

Para determinar la dependencia de las zonas de estudios de la actividad agrícola, se utilizó la metodología propuesta en el estudio titulado: "Metodología para el desarrollo cartográfico en la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo agroclimático" (FAO, 2011). Este protocolo propone un índice de vulnerabilidad agrícola, considerando diversas variables que condicionan la susceptibilidad del sector agrícola, representadas esencialmente por el total de superficie cultivada, el tipo de tenencia de la tierra, la superficie bajo riego, el grado de intensificación de la agricultura y el total de población urbana y rural.

La decisión de mayor peso al momento de seleccionar el tipo de índice de vulnerabilidad, estuvo en función a que la mejor manera de lograr una aproximación a un valor plausible de este tipo de variable fue aplicando la teoría de indicadores, según la cual es posible establecer un valor cuantitativo a partir de la combinación adecuada de variables

belonging to the National Institute of Statistics (INE, 2011b). Likewise, a database was elaborated in Excel with the information required for the calculus of different indexes. In table 1 is presented a summary of the type of information and the source.

Index estimation of the agricultural vulnerability

The methodology proposed in the study titled "Methodology for the development of maps in the evaluation of vulnerability and agro-climatic risk" (FAO, 2011) was used to determine the dependence of the areas under study of the agricultural activity. This protocol proposes an agriculture vulnerability index considering different variables that condition the sensitivity of the agricultural area mainly represented by the total of the surface cropped, the type of land tenure, surface under irrigation, degree of intensification of the agriculture and total of urban and rural population.

The most important decision at the moment of selecting the type of vulnerability index was in function that the best way of fulfilling an approximation at a plausible value of this variable was applying the theory of indicators, where it is possible to establish a quantitative value after the adequate combination of measurable variables, correlated to the variable studied, generating an acceptable prognosis.

Index of agricultural variability (AV)

The index of vulnerability was calculated using the formula proposed by FAO (2011); equation (1), which considers the integration of the fragmentation index of land tenure (FL), index of irrigation/drought

Cuadro 1. Información disponible para la aplicación metodológica del índice de vulnerabilidad agrícola.**Table 1. Information available for the methodological application of the agricultural vulnerability index.**

Tipo de índice	Variable	Fuente	Disponible en:
Ruralidad (IRU)	Población total municipal. Población rural municipal.	XIV Censo Nacional Población y Vivienda (2011).	Síntesis Estadística del Instituto Nacional de Estadística (INE).
Fragmentación de tenencia de la tierra (FT)	Superficie municipal ocupada por el estrato de tenencia. Superficie municipal total.	Anuario Estadístico Agropecuario (1985) Informe estatal ge-ambiental (2011).	Ministerio de Agricultura y Cría, actual Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. Instituto Nacional de Estadística (INE).
Balance riego/secano (IRS)	Superficie de cultivos secano. Superficie total cultivada.	VII Censo Agrícola Nacional (2008).	Procesador de datos censales del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras.
Intensidad de la agricultura (IT)	Nivel de insumos y tecnologías por rubro. Superficie total cultivada por rubro.	VII Censo Agrícola Nacional (2008).	Procesador de datos censales del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras.

medibles, correlacionadas con la variable que se estudia, generando de esta manera un pronóstico aceptable.

Índice de vulnerabilidad agrícola (VA)

El índice de vulnerabilidad se calculó mediante la fórmula propuesta por la FAO (2011); ecuación (1), el cual considera la integración del índice de fragmentación de tenencia de la tierra (FT), índice del balance riego/secano (IRS), índice de ruralidad (IRU) y el índice de intensidad de la agricultura (IT).

$$VA = \frac{FT + IRS + IRU + (1-IT)}{4} \quad (1)$$

Para este estudio, se preestablecieron los rangos de valores definidos por la FAO (2011), de acuerdo a las categorías de poco vulnerable (0,10-0,30); medianamente vulnerable (0,31-0,59) y altamente vulnerable (mayor o igual a 0,60), debido a que todos estos componentes se expresaron en términos adimensionales en una escala que varió entre 0 y 1. Para el cálculo de cada uno de los índices se siguió la siguiente metodología según la FAO (2011):

a. Índice de fragmentación de tenencia de la tierra (FT)

Este índice establece que el tamaño de la unidad económica varía no solo según la actividad agrícola que se desarrolla, sino que además está en función de diversos factores al interior de una misma actividad, incluyendo su localización territorial dentro del estado geográfico, y más aún, las innovaciones tecnológicas y los cambios profundos ocurridos en los sistemas productivos en el marco

balance (IID), index of rural life (IRL) and intensity index of agriculture (IT).

$$AV = \frac{FL + IID + IRL + (1 - IT)}{4} \quad (1)$$

For this research were pre-established the value ranks defined by the FAO (2011), according to the categories low vulnerable (0.10-0.30), medium vulnerable (0.31-0.59) and high vulnerable (higher or equal to 0.60), since all these components were expressed in dimensionless terms at a scale that varied from 0 to 1. For calculating each of the indexes the following methodology according to FAO (2011) was used:

a. Fragmentation index of land tenure (FL)

This index establishes that the size of the economic unit not only varies according to the agricultural activity that it develops, but it is also in function of different factors of the same activity, including its land location inside the geography state, and even more, the technology innovations and the deep changes occurred in the productive systems in the agroalimentary chains of the nation, that have relativized the validity of this index as a determiner in the social categorization of the producers.

In order to construct this indicator the size of the property was transformed at a vulnerability scale in relation to the transformation function recommended by the FAO (2011) (figure 2). Likewise, each rank of the surface of the agricultural census received a new value (Kn index), which weighted by the surface in that rank on each territorial unit.

de las cadenas agroalimentarias de la nación, que han relativizado la validez de este índice como determinante en la categorización social de los productores.

Para construir este indicador, el tamaño de la propiedad se transformó en una escala de vulnerabilidad según la función de transformación recomendada por la FAO (2011) (figura 2). De esta manera, a cada rango de superficie del censo agrícola se le asignó un nuevo valor (Índice Kn), el cual se ponderó por la superficie que hubo en ese rango en cada unidad territorial.

Posteriormente se realizó la sumatoria de estos ponderados y se dividió por la superficie total del municipio, como se muestra en la ecuación 2. Este índice se basó en

Later, these were summed and divided by the total surface of the municipality, as shown on equation 2. This index was based on the assumption that the size of the exploitation was inversely related to the vulnerability. Likewise, a municipality where the land tenure was mainly of small landowners (<10 ha) the factor FL will have a value close to one, and in an opposite situation, that is, where the land tenure was associated to big landowners (>200 ha), the index adopted a value close to zero.

$$FL = \frac{(K_1 * ST_1 + K_2 * ST_2 + \dots + K_n * ST_n)}{ST} \quad (2)$$

Where, Kn: index of land tenure; STn: surface occupied by the tenure stratus 'n'. ST: total surface of

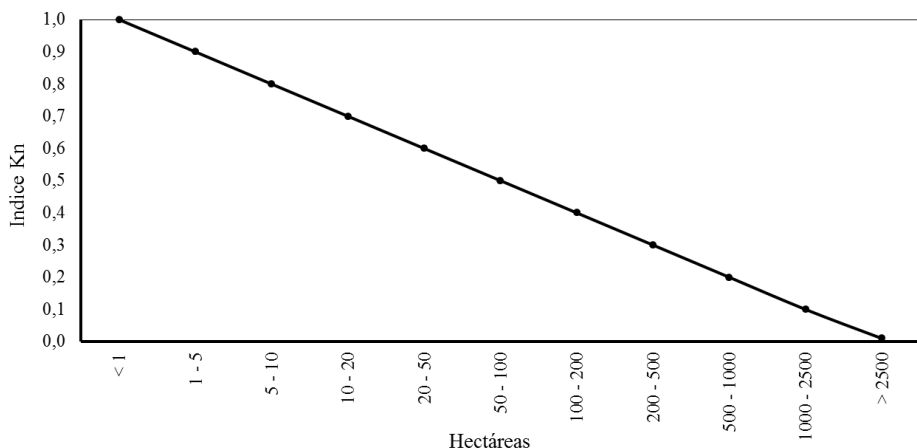


Figura 2. Distribución del índice de fragmentación de tenencia de la tierra (FAO, 2011).

Figure 2. Distribution of the fragmentation index of the land tenure (FAO, 2011).

el supuesto de que el tamaño de la explotación estuvo inversamente relacionado con la vulnerabilidad. De esta manera, un municipio en donde la tenencia de la tierra fue mayoritariamente de pequeños agricultores (<10 ha), el factor FT tendrá un valor cercano a uno, mientras que en una situación opuesta, es decir, en donde la tenencia de la tierra se asoció a grandes propietarios (>200 ha), el índice adoptó un valor cercano a cero.

$$FT = \frac{(K_1 * ST_1 + K_2 * ST_2 + \dots + K_n * ST_n)}{ST} \quad (2)$$

Donde, Kn: índice de tenencia de la tierra; STn: superficie ocupada por el estrato de tenencia 'n'. ST: superficie total del municipio (descontadas las áreas protegidas y no sometidas a régimen de tenencia privada).

b. Índice del balance riego/secano (IRS)

Este índice clasifica a los municipios de acuerdo a la fracción de tierra cultivable que se encuentra en una condición de secano y, por lo tanto, más vulnerable a las variaciones del clima (ecuación 3). Así, un municipio que predominantemente muestre dicha condición será más inestable frente a un cambio ambiental, especialmente relacionado con cambios en el régimen de precipitaciones, presentando un IRS con un valor cercano a uno.

$$IRS = \frac{SSEC}{ST} \quad (3)$$

Donde, IRS: índice del balance de riego/secano; SSEC: superficie de cultivos de secano; ST: superficie total cultivada.

the municipality (eliminating the protected areas and those that are not submitted to private tenure).

b. Index of irrigation/drought balance (IID)

This index classifies the municipalities according to the fraction of cropped land located in drought condition; therefore, more vulnerable to climate variations (equation 3). Thus, a municipality that mainly shows this condition will be more unstable towards an environmental change, especially related to changes in the precipitation regime, presenting an IID with a value close to one.

$$IID = \frac{SSEC}{ST} \quad (3)$$

Where, IID: index of irrigation/drought balance; SSEC: surface of drought crops; ST: cropped total surface.

c. Rural life index (IRL)

It corresponds to the fraction of rural life population (PRUR) regarding the total population (PTOT) of a municipality (equation 4). In municipalities where a big part of the population is classified as rural the IRL gets close to one, and in those with urban life, the IRL will have closer values to zero. The municipalities where the population associated to farming develops in a rural environment are considered more sensitive or vulnerable.

$$IRL = \frac{PRUR}{PTOT} \quad (4)$$

c. Índice de ruralidad (IRU)

Corresponde a la fracción de población rural (PRUR) respecto a la población total (PTOT) de un municipio (ecuación 4). En municipios donde la mayor parte de la población se clasifica como rural el IRU se acerca a uno y, en aquellos con dominio urbano, el IRU presentará valores cercanos a cero. Se consideran más sensibles o vulnerables aquellos municipios donde la población se desarrolla en un ambiente rural, asociable al sector agropecuario.

$$IRU = \frac{PRUR}{PTOT} \quad (4)$$

d. Índice de intensidad de la agricultura (IT)

Interpreta el grado de intensificación que presenta la agricultura en un municipio, tomando en cuenta el tipo de agricultura y la superficie que ocupa. Considera para cada rubro, el capital necesario para el desarrollo de la actividad a través del factor de uso de capital y tecnología (UCT) requerido.

El factor UCT se construyó con base a las consultas realizadas a expertos, investigadores agrícolas y especialistas a través de una encuesta que abordó preguntas relacionadas con el nivel de insumos y tecnologías utilizados por cada rubro productivo en la zona de estudio. También, se estimó, indirectamente, a través de los costos de producción (inversión inicial más costos de mantenimiento anual expresados en costos por hectárea al año), uso de mano de obra (horas-hombre), maquinarias

d. Intensity index of the agriculture (IT)

It interprets the intensity degree of the agriculture in a municipality, considering the type of agriculture and the surface that it occupies. It also considers for each are, the necessary inversion for developing the activity with the corresponding factor of investment and technology (UCT).

The UCT factor was built based on the interviews with surveys done to experts, agricultural researchers and specialists, the questions were related to the level of inputs and technology used for each productive product in the area under study. Additionally, were indirectly investigated with the production costs (initial inversion plus annual maintenance expressed in costs by hectares per year), use of labor (man-hour), machinery (tractor-journey), plants, pesticides, fertilizers, and others (table 2).

From the technological point of view, generally the most technical products and with more investment (vegetable and flowers) were less vulnerable in terms of variations in the production than the simplest products (grass and forage), which were generally associated to less purchase power.

Likewise, the intensity index of the agriculture (IT) was evaluated for each municipality that constituted the influence area of the agrometeorological station, according to the surface fraction occupied by each product (S_n) regarding the total cropped surface (ST) and its corresponding UCT (equation 5):

$$IT = \frac{UCT_1 * S_1 + UCT_2 * S_2 + \dots + UCT_n * S_n}{ST} \quad (5)$$

(jornada-tractor), plantas, pesticidas, fertilizantes, y otros (cuadro 2).

Desde un punto de vista tecnológico, en general, los rubros más tecnificados y con mayor capital (hortalizas y flores) fueron menos vulnerables frente a variaciones en la producción que los rubros más simples (pastos y forrajes), los cuales estuvieron generalmente asociados a propietarios con menor poder adquisitivo.

De este modo, el índice de intensidad de la agricultura (IT) fue evaluado para cada municipio que constituía el área de influencia de la estación agrometeorológica, según la fracción de superficie ocupada por cada rubro (S_n) respecto a la superficie total cultivada (ST) y su correspondiente UCT (ecuación 5):

$$IT = \frac{UCT_1 * S_1 + UCT_2 * S_2 + \dots + UCT_n * S_n}{ST} \quad (5)$$

Results and discussion

The analysis presented of the agricultural vulnerability of the municipalities is the result of the individual and collective condition of its elements with physical, social, economic, environmental and technological order; these are dynamic and changeable in the time according to the preparation level, aptitude, behavior, norms, socio-economic and politics conditions of the agricultural communities and governmental institutions present in the municipal entities of the research. The following results were obtained for the indexes that integrate the determination of the agricultural vulnerability:

Fragmentation index of land tenure (FL)

The size of the property generated a first approximation referent to the

Cuadro 2. Factor de uso de capital y tecnología.

Table 2. Factor of capital and technology use.

Rubros	Uso de capital y tecnología (UCT)
Frutales	0,63
Cereales	0,53
Cultivos tropicales I (café y cacao)	0,33
Cultivos tropicales II (caña de azúcar y tabaco)	0,70
Hortalizas	0,83
Textiles y oleaginosas	0,46
Raíces y tubérculos	0,46
Flores	0,96
Leguminosas	0,56
Pastos y forrajes	0,20

Resultados y discusión

El análisis que se presenta de la vulnerabilidad agrícola de los municipios, es el reflejo del estado individual y colectivo de sus elementos de orden físico, social, económico, ambiental y tecnológico; los mismos que son dinámicos, y cambiantes en el tiempo, según el nivel de preparación, aptitud, comportamiento, normas, condiciones socio-económicas y políticas de las comunidades agrícolas e instituciones gubernamentales presentes en las entidades municipales del estudio. Para los índices que componen la determinación de la vulnerabilidad agrícola se obtuvieron los siguientes resultados:

Índice de fragmentación de tenencia de la tierra (FT)

El tamaño de la propiedad generó una primera aproximación al estudio de la sensibilidad de los sistemas agrícolas de los municipios abordados, en tanto las explotaciones de pequeña superficie comúnmente estuvieron vinculadas a pequeños productores, es decir, aquellos que dispusieron de menos recursos de capital, tecnológicos y de gestión. Estos productores adoptarían posiciones y roles más desventajosos en términos de relaciones de poder. Sin embargo, conviene indicar que en menor proporción, podría presentarse el caso de productores de hortalizas que presentaron poca superficie, con alta inversión y tecnología.

En primera instancia, los municipios Girardot, Junín, Iribarren, Jiménez y Acevedo, cuya ubicación se presenta en el cuadro 3, se

study of sensitivity of the agricultural systems of the municipalities studied, where the exploitations of small surface were commonly linked to small producers, that is, those that had less income, technology and management. These producers would adopt more disadvantageous roles in terms of power relationships. However, it is worth mentioning that at lower proportion there could be the case of vegetable producers that presented fewer surfaces with high income and technology.

Municipalities Girardot, Junin, Iribarren, Jimenez and Acevedo, which location is shown on table 3, are characterized by having a high proportion of small exploitations. The sizes were related to the type of predominant crop, which explained the higher presence of small exploitations in the Andes and West of the country due to the strong horticultural profile; on the contrary, the existence of exploitations with more than 500 hectares was mainly related to cattle breeding with important extensions of grass and forages, as in the case of municipalities Catatumbo, Acevedo and Turen.

Table 3 shows the municipal surface occupied by the land tenure (STn) according to the tenure index (Kn). In general, the municipalities with higher proportions of production units inferior to 5 hectares were more vulnerable to drought. Also, the big proportions of land tenure in some municipalities already mentioned show a lower vulnerability degree to the climatic phenomena. The municipality Francisco de Miranda

caracterizaron por poseer una elevada proporción de explotaciones pequeñas. Los tamaños estuvieron asociados al tipo de cultivo predominante, lo que explicó la mayor presencia de explotaciones pequeñas en los municipios de los Andes y Occidente del país, debido a su fuerte perfil hortícola; por el contrario, la existencia de explotaciones con más de 500 hectáreas, se asoció principalmente a la cría del ganado con importantes extensiones de pastos y forrajes como es el caso de los municipios Catatumbo, Acevedo y Turén.

El cuadro 3 muestra la superficie municipal ocupada por el estrato de tenencia (STn) de acuerdo al índice de tenencia (Kn). A grandes rasgos, los municipios con mayores proporciones de unidades de producción inferiores a 5 hectáreas fueron más vulnerables ante los eventos de sequía. También las proporciones de grandes tenencias de la tierra en algunos municipios nombrados anteriormente evidenciaron un menor grado de vulnerabilidad ante los fenómenos climáticos. Es de notar que el municipio Francisco de Miranda presentó una significativa superficie, constituyendo uno de los más grandes del país seguido del municipio Catatumbo, concentrando la mayor proporción de superficie en estratos superiores a las 100 hectáreas, presentando menor vulnerabilidad agrícola a la sequía.

El cuadro 4 muestra el índice de fragmentación de tenencia de la tierra, un análisis general de todas las estaciones estableció que no hubo diferencias marcadas entre municipios; sin embargo, se destacó

had a significant surface, constituting one of the biggest of the country followed by Catatumbo, concentrating the highest surface proportion in areas surpassing 100 hectares, presenting lower agricultural vulnerability to the drought.

Table 4 shows the fragmentation index of land tenure, a general analysis of all the stations established that there were not marked differences among municipalities; however, it was highlighted the low value of the municipality Rangel associated to a to the highest surface concentration in areas with less than 500 hectares.

Index of irrigation/drought balance (IID)

There were units of agricultural production that used irrigation to satisfy the water needs of the crops adapted to the weather of the same place (municipalities Francisco de Miranda and Turen), there were also cases of production units where the deficiencies of superficial irrigation were saved by subway water bumping (municipalities Simon Rodriguez and San Jose de Guanipa). On this matter, most of the irrigated surface in the agricultural exploitations only had water supply by a superficial distribution system; therefore, the producers that had land with wells that allowed having access to subway water seemed to be protected to the reality of superficial water shortage (Rodríguez and Rey, 2004).

Table 5 shows the index of irrigation/drought balance for the stations under study, which did not present marked differences since most of the cropped lands in Venezuela are

Cuadro 3. Producto (Kn* STn) del índice de fragmentación de tenencia de la tierra (FT) para las estaciones bajo estudio.

Table 3. Product (Kn* STn) of the fragmentation index of the land tenure (FL) for all the stations under investigation.

		Estaciones bajo estudio											
CENIAP	Tapipa - Padrón	Banco de San Pedro	El Tigre	Turén	Mucuché	Bramón	El Cuji	Quñor	Yaritagua	El Guayabo			
Estrato/Municipio	Girardot	Acevedo	Simón Rodríguez	San José de Guanipa	Turén	Rangel	Junin	Iribarren	Jiménez	Peña	Catatumbo		
Menos de 0,5 ha.	373,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
De 0,5 a 1 ha.	231,4	0,0	7.477,4	0,0	0,0	241,4	0,0	661,5	216,6	0,0	0,0	0,0	
De 1 a 2 ha.	666,1	1.087,8	7.175,3	2.263,0	4.443,7	0,0	347,5	155,2	2.539,0	831,4	327,1	0,0	
De 2 a 5 ha.	631,0	6.183,0	20.393,0	2.143,9	4.209,9	2.228,1	1.097,3	294,1	5.412,0	1.772,2	929,8	1.656,4	
De 5 a 10 ha.	822,7	6.412,0	90.635,4	2.541,0	4.989,5	2.970,9	682,8	392,2	4.276,1	1.400,3	1.652,9	1.472,4	
De 10 a 20 ha.	883,4	4.809,0	100.454,3	2.779,2	5.457,2	5.199,0	1.194,8	686,3	2.338,5	765,8	1.687,4	2.576,6	
De 20 a 50 ha.	224,4	6.870,0	77.040,1	857,6	1.683,9	8.169,9	1.463,1	1.568,7	3.608,0	1.181,5	2.272,8	6.625,6	
De 50 a 100 ha.	0,0	4.007,5	75.529,5	397,0	779,6	6.808,2	1.036,3	1.225,5	5.011,1	1.641,0	2.238,4	7.361,8	
De 100 a 200 ha.	0,0	1.832,0	39.275,4	508,2	997,9	6.436,9	634,0	1.045,8	3.741,6	1.225,3	1.652,9	13.251,3	
De 200 a 500 ha.	0,0	2.404,5	22.658,9	95,3	187,1	7.055,8	512,1	882,4	4.209,3	1.378,4	1.962,9	14.355,5	
De 500 a 1.000 ha.	0,0	1.145,0	1.510,6	31,8	62,4	2.970,9	0,0	359,5	1.336,3	437,6	826,5	6.625,6	
De 1.000 a 2.500 ha.	0,0	4.465,5	0,0	0,0	0,0	1.856,8	0,0	65,4	267,3	87,5	447,7	2.760,7	
De 2.500 a 5.000 ha.	0,0	343,5	0,0	0,0	0,0	309,5	0,0	24,5	0,0	0,0	51,7	460,1	
5.000 y más ha.	0,0	22,9	0,0	0,0	0,0	37,1	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	

Kn: Índice de tenencia de la tierra.

STn: Superficie municipal ocupada por el estrato de tenencia.

el bajo valor del municipio Rangel asociado a la mayor concentración de superficie en estratos inferiores a 500 hectáreas.

Índice del balance riego/secano (IRS)

Hubo unidades de producción agrícola que utilizaron el riego para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos adaptados al clima de ese lugar (municipios Francisco de Miranda y Turén),

under drying conditions; therefore, were more vulnerable to the weather. Hence, all the municipalities where the condition was presented were more unstable to the drought, specially related to changes in the quantity, seasonal distribution of precipitation regime, even when there were stations such as Turen and Banco de San Pedro that showed a considerable proportion of surface under irrigation, making them less vulnerable.

Cuadro 4. Índices de fragmentación de tenencia de la tierra (FT), obtenidos de la relación entre los valores de la sumatoria del producto (Kn* STn) del cuadro 3 y la superficie total municipal (ha), de cada estación considerada.

Table 4. Fragmentation indexes of land tenure (FL) obtained from the relation between the sum values of the product (Kn* STn) of table 3 and the total municipal surface (ha) of each station considered.

Estación	Estado	Municipio	Superficie total municipal (ha)	FT
CENIAP	Aragua	Girardot	30.200	0,13
Tapipa - Padrón	Miranda	Acevedo	187.900	0,21
Banco de San Pedro	Guárico	Francisco de Miranda	1.349.000	0,33
El Tigre	Anzoátegui	Simón Rodríguez	70.300	0,17
		San José de Guanipa	79.200	0,29
Turén	Portuguesa	Turén	132.400	0,33
Mucuchíes	Mérida	Rangel	72.100	0,10
Bramón	Táchira	Junín	32.600	0,21
El Cují	Lara	Iribarren	276.300	0,12
Quíbor		Jiménez	87.900	0,12
Yaritagua	Yaracuy	Peña	51.000	0,28
El Guayabo	Zulia	Catatumbo	525.500	0,11

también se presentaron casos de unidades de producción en las que las deficiencias de riego superficial fueron salvadas mediante el bombeo de agua subterránea (municipios Simón Rodríguez y San José de Guanipa). En este aspecto, la gran mayoría de la superficie regada en las explotaciones agrícolas solo contaron con abastecimiento de agua por parte de algún sistema de distribución superficial; por lo tanto, los productores que presentaron terrenos con pozos que permitieron el acceso al agua subterránea parecieran estar protegidos frente a escenarios de escasez de agua superficial (Rodríguez y Rey, 2004).

El cuadro 5 presenta el índice del balance riego/secano para las estaciones bajo estudio, las cuales no mostraron diferencias marcadas, debido a que la mayoría de las tierras cultivables en Venezuela están bajo la condición de secano y, por lo tanto, fueron más vulnerables a las variaciones del clima. Así, todos estos municipios en donde se presentó esa condición en forma predominante fueron más inestables frente a la sequía, especialmente relacionada con cambios en la cantidad y distribución temporal del régimen de precipitaciones; aun y cuando hubo estaciones como Turén y Banco de San Pedro que presentaron una proporción considerable de superficie bajo riego lo que las hizo menos vulnerables.

Desde el punto de vista de la sensibilidad a las sequías, el sector de la agricultura es muy consumidor de agua y poco habituado a racionalizar el uso. Pero ante esta característica,

From the point of view of the sensitivity to drought, the agriculture field requires water and producers are not used to make a conscious use of it. Facing this characteristic, it could be said that the reconversion to more efficient irrigation systems and the capacitation for handling water would allow the agriculture developed in different municipalities to grow significantly based on the consumption of water (Montaña *et al.*, 2011).

Index of rural life (IRL) and index of agricultural intensity (IT)

The rural life index is presented in table 6. Hence, a municipality is thought to be more sensitive or vulnerable to the drought when the population does not develop in urban centers but instead in a rural area associated to farming. The low values of the municipalities Girardot, Simon Rodriguez, San Jose de Guanipa and Iribarren stand out by the small population living in rural areas. The highest values of the index were reported in the municipalities Catatumbo, Acevedo and Turen, interpreted as populated centers more vulnerable to the drought, associated to the economic marginalization and the poor conditions of employment, health, education and economic benefits that might constitute important components of acute social vulnerability in those areas.

The level of organization and participation of the population are analyzed with the values reported in order to prevent and respond in emergency situations. Mostly, the organized population (formally and informally) might overcome easier

Cuadro 5. Superficie total cultivada (ha), superficie de secano (ha) y el índice del balance riego/secano (IRS) para las estaciones bajo estudio.**Table 5. Total cropped surface (ha), drying surface (ha) and index of irrigation/drying balance (IID) for the stations under investigation.**

Estación	Estado	Municipio	Superficie cultivada (ha)	Superficie de secano (ha)	IRS
CENIAP	Aragua	Girardot	4.674,31	4.585,41	0,98
Tapipa - Padrón	Miranda	Acevedo	114.500,34	114.139,91	0,99
Banco de San Pedro	Guárico	Francisco de Miranda	755.295,32	679.135,69	0,89
El Tigre	Anzoátegui	Simón Rodríguez	15.881,01	14.501,55	0,91
		San José de Guanipa	31.184,17	30.722,17	0,98
Turén	Portuguesa	Turén	123.786,08	96.853,50	0,78
Mucuchíes	Mérida	Rangel	12.192,30	9.859,09	0,81
Bramón	Táchira	Junín	16.340,51	15.950,65	0,97
El Cují	Lara	Iribarren	66.814,82	63.241,16	0,94
Quíbor		Jiménez	21.879,53	18.213,30	0,83
Yaritagua	Yaracuy	Peña	34.436,19	32.001,28	0,92
El Guayabo	Zulia	Catatumbo	184.045,31	183.305,81	0,99

podría reseñarse que la reconversión hacia sistemas de riego más eficientes y la capacitación en el manejo del recurso hídrico, le permitiría a la agricultura desarrollada en varios municipios abordados, crecer de una manera significativa sobre la base del mismo consumo de agua actual (Montaña *et al.*, 2011).

Índice de ruralidad (IRU) e índice de intensidad de la agricultura (IT)

the consequences of a disaster (municipalities Girardot, Francisco de Miranda, Simon Rodriguez, San Jose de Guanipa, Iribarren and Peña) compared to those communities that are disorganized, such as the rest of the municipalities with important proportions of rural population; therefore, the capacity of preventing and responding to an emergency associated to drought is less effective and fast to these locations.

El índice de ruralidad se presenta en el cuadro 6. De esta forma se considera a un municipio más sensible o vulnerable a la sequía a aquel en donde la población no se desarrolla en centros urbanos, sino más bien en un ámbito rural asociable al sector agropecuario. Se destacan los bajos valores de los municipios Girardot, Simón Rodríguez, San José de Guanipa e Iribarren por la poca población que habita en entornos

According to Ponvert-Delisle *et al.* (2007) the drought causes the damage in agricultural fields, and the most vulnerable communities suffer directly the losses by the reduction of crops, deterioration of pastures, low yield and dead of domestic pets, reduction in the production of electric energy, it also affects the transportation and marketing of products for the biggest production units in terms of surfaces and technology applied.

Cuadro 6. Población total, rural, el índice de ruralidad (IRU) e índice de intensidad de la agricultura (IT) para las estaciones bajo estudio.

Table 6. Total, rural population, index of rural life (IRL) and agriculture intensity index (IT) for all the stations under investigation.

Estación	Estado	Municipio	Población total	Población rural	IRU	IT
CENIAP	Aragua	Girardot	407.109	172	0,001	0,12
Tapipa - Padrón	Miranda	Acevedo	87.371	28.352	0,32	0,19
Banco de San Pedro	Guárico	Francisco de Miranda	141.987	15.127	0,11	0,15
El Tigre	Anzoátegui	Simón Rodríguez	147.800	2.057	0,01	0,10
		San José de Guanipa	64.016	734	0,01	0,09
Turén	Portuguesa	Turén	62.947	19.188	0,30	0,81
Mucuchíes	Mérida	Rangel	19.008	5.444	0,29	0,15
Bramón	Táchira	Junín	80.680	9.009	0,11	0,18
El Cují	Lara	Iribarren	996.230	37.482	0,04	0,17
Quíbor		Jiménez	100.997	24.547	0,24	0,13
Yaritagua	Yaracuy	Peña	101.620	14.043	0,14	0,30
El Guayabo	Zulia	Catatumbo	40.702	15.894	0,39	0,16

rurales. Los mayores valores del índice se reportaron en los municipios Catatumbo, Acevedo y Turén, lo que se interpreta como centros poblados más vulnerables a la sequía, esto estaría asociado a la marginación económica y a las pobres condiciones de empleo, salud, educación, beneficios económicos los cuales constituyen componentes importantes de una vulnerabilidad social aguda en estas zonas.

Es de notar, que a partir de los valores reportados se analiza el nivel de organización y participación que tiene la colectividad de los municipios, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. Mayormente, la población organizada (formal e informalmente) podría superar más fácilmente las consecuencias de un desastre (municipios Girardot, Francisco de Miranda, Simón Rodríguez, San José de Guanipa, Iribarren y Peña), en comparación con las comunidades que no están organizadas, tal es el caso del resto de los municipios con proporciones de población rural importantes, por lo tanto, la capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia asociadas a la sequía sería menos efectiva y rápida para estas localidades.

Según Ponvert-Delisle *et al.* (2007) la sequía conlleva al mal estado en los campos agrícolas, por lo que las comunidades más vulnerables, sufren directamente las pérdidas por la reducción de las cosechas, deterioro de los pastos, bajo rendimiento y muerte de animales domésticos, mermas en la producción de energía eléctrica, además de afectar al transporte y al

In relation to the IT, the highest or lowest technology capacity of the producers might be considered as a protecting factor towards the risks associated to the drought. The presence of agricultural technology or the use of important investment in agricultural production units might not be directly linked to the protection to the drought, but it informs about the investment levels and the productive modalities more or less sensitive to the drought.

This is one more time related to the type of crop in the production units committed to sugar cane, tabaco, vegetables and flowers, developed in some municipalities of Andes and Venezuelan plains with the investments of crop handling. On the contrary, crops of legumes, textiles, roots and tubers do not normally justify the inversion, and labors are occasionally manual, impacting most of the people occupied with those tasks.

Table 6 shows the intensification degree presented in the agriculture in the municipalities, considering the type of agriculture presented and its surface. In general, all the stations had index values associated to the low vulnerability to the drought, excepting Turen, due to the wide proportion of cropped surfaces of cereals, textiles and oilseeds, pastures and forages, presenting more vulnerability to the drought.

Because of the latter, it is worth mentioning that the results presented by Valiente (2000) about the vulnerability in different municipalities in the North-east of

mercadeo de los productos para las unidades de producción más grandes en términos de superficies y tecnología aplicada.

Con relación al IT, la mayor o menor capacidad tecnológica de los productores agrícolas podría considerarse como un factor protector frente a los riesgos asociados a la sequía. La presencia de tecnologías agrícolas o el uso de capital importante en las unidades de producción agrícola quizás no está vinculada directamente a la protección frente a las consecuencias de la sequía, pero informa sobre los niveles de capitalización y sobre modalidades productivas más o menos sensibles a los escenarios de la sequía.

Nuevamente esto se relaciona con el tipo de cultivo predominante en las unidades de producción dedicadas esencialmente a caña de azúcar, tabaco, algunas hortalizas y las flores, desarrolladas en ciertos municipios de los Andes y Llanos venezolanos, que cuentan con el capital para realizar las labores de manejo de cultivo. Por el contrario, los cultivos de leguminosas, textiles, raíces y tubérculos en ocasiones no justifican la inversión y las labores en ciertos casos son manuales, lo que impacta en el mayor número de personas ocupadas para dichas tareas.

El cuadro 6 muestra el grado de intensificación que presentó la agricultura en los municipios, tomando en cuenta el tipo de agricultura y su superficie. En general, todas las estaciones presentaron valores del índice asociados a la baja vulnerabilidad ante la sequía, con

Brazil, who established that the socio-economic fragility to the drought reduced from 1970 to 1991. This evolution, especially remarkable in the implantation areas of agro-industrial areas based on the irrigation showed the improvement of the social and economic conditions of the north-east region during this period, but at the same time it still evidenced a high vulnerability degree to the drought.

Index of agricultural vulnerability

To summarize, the indexes described (excepting the IT) allow assuming that the municipality Turen would be better prepared to the consequences of the meteorological drought according to the agriculture developed there; this would be related to the presence of a capitalized and integrated agriculture and in some cases innovative in the national market of the Western plains. Likewise, a sub-index with importance in the vulnerability to the drought in this location is the proportion of the surface cropped under irrigation, being superior to the surfaces irrigated from the other locations.

It was also observed the persistence of a traditional model in the municipalities Acevedo and Catatumbo, which presented high vulnerability to the drought due to the higher development of dry surfaces; therefore, in these areas the influence to the drought was more impacting due to the need of the rain to help the crops grow. The rest of the locations have an intermediate situation in this gradient (mild vulnerability) associated at the beginning by the importance of the sub-index of rural

excepción de la estación de Turén, debido a la amplia proporción de superficies cultivables de cereales, textiles y oleaginosas, pastos y forrajes, presentando mayor vulnerabilidad a la sequía.

En función a lo anterior, conviene señalar los resultados presentados por Valiente (2000) acerca de la vulnerabilidad en diferentes municipios del noreste de Brasil; quien estableció que la fragilidad socioeconómica a la sequía disminuyó desde 1970 hasta 1991. Esta evolución, especialmente destacable en las áreas de implantación de polos agroindustriales basados en el regadío, denotó la mejora de las condiciones sociales y económicas de la región Noreste en ese período, pero al mismo tiempo evidenció un grado de vulnerabilidad todavía elevado ante los eventos de sequía.

Índice de vulnerabilidad agrícola

En resumen, los índices descritos (excepto el IT) hacen presumir que el municipio Turén mediante la agricultura que allí se desarrolla, estaría mejor preparado frente a las consecuencias de la sequía meteorológica; esto estaría vinculado con la presencia de una agricultura capitalizada, integrada y en ciertos casos innovadora en el mercado nacional de los Llanos Occidentales. Así mismo, un subíndice que estaría ejerciendo un peso considerable en la vulnerabilidad a la sequía en esta localidad es la proporción de superficie cultivada que se encuentra bajo riego, siendo superior a las superficies regadas de las demás localidades.

Se evidenció también, la persistencia del modelo tradicional en

life, which values were related to locations of relatively low proportions of rural population of the municipality (table 7).

In other words, a good part of the vulnerability in this agricultural field facing the changes generated by the drought in regards of the reduction of rain water, intensity and spatial/temporal distribution would be linked to the social structure and own productive strategies of an area that is generally not well integrated to the recent dynamics of the agro-alimentary systems.

According to Luers (2005), this type of research is a tool to help determining the relative vulnerability with the aim of prioritizing the actions and evaluate the consequences to the vulnerability of the decisions of management and politic.

Conclusions

The previous analysis allowed estimating the agricultural vulnerability to the drought, differentiated among the different agricultural production systems studied. The vulnerabilities obtained are characterized in the mildly vulnerable rank, this according to the nature of the productive activity, the location of the municipality and the type of technological system. The locations of Tapipa-Padron and El Guayabo categorized as highly vulnerable, due to a lower proportion of the surface under irrigation, making them more vulnerable to the drought, linked to a significant proportion of lands under irrigation with important investment in the use of agricultural technology.

los municipios Acevedo y Catatumbo los cuales presentaron alta vulnerabilidad a la sequía, debido al mayor desarrollo de superficies de secano; por lo tanto, en estas zonas, la influencia de la sequía se vio con mayor impacto debido a la necesidad de la lluvia para el crecimiento de los cultivos. El resto de las localidades presentaron una situación intermedia en este gradiente (mediana vulnerabilidad) asociada en principio al peso que ejerció el subíndice de ruralidad, cuyos valores estuvieron vinculados con localidades de proporciones relativamente bajas de la población rural del municipio (cuadro 7).

En pocas palabras, buena parte de la vulnerabilidad de este sector agrícola frente a los cambios generados por la sequía en cuanto a la disminución de agua de lluvia, la intensidad y la distribución espacial/temporal estaría vinculada a la estructura social y a las estrategias productivas propias de un sector que en general no se encuentra muy integrado a las dinámicas recientes de los sistemas agroalimentarios.

De acuerdo a Luers (2005), este tipo de estudios se presenta como una herramienta para ayudar a determinar la vulnerabilidad relativa con el fin de priorizar las acciones y evaluar las consecuencias de la vulnerabilidad de las decisiones de gestión y de política.

Conclusiones

El análisis previo permitió estimar la vulnerabilidad agrícola a la sequía, diferenciadas entre los distintos sistemas de producción agrícola

This research remarks that the selection of the indicators varies and depends on the specific characteristics of each place. In this context, it is important to understand the methodological proposes as flexible evaluation tools that might and must be adapted according to the requirements and possibilities of each study in particular.

The research carried out allows a tool to characterize the dynamic of agricultural vulnerability to project it in the time. In a wider sense, the capacity of generating a vulnerability model represents the first step in the risk management to understand the processes with impact under the phenomenon of meteorological drought. The vulnerability indicators allow looking for the irrigation causes and consider the ways of reducing it; thus, responding to the essence of the strategy design of adaptation.

End of English version

estudiados y al interior de cada uno de ellos. Las vulnerabilidades obtenidas se categorizan en el rango de medianamente vulnerables, esto según la naturaleza de la actividad productiva, la localización del municipio y de la tipología tecnológica del sistema. Las localidades de Tapipa- Padrón y El Guayabo resultaron categorizarse como altamente vulnerables, debido a una menor proporción de superficie bajo riego, lo que las hace más susceptibles a los

Cuadro 7. Índice de vulnerabilidad agrícola (VA) para las localidades bajo estudio.
Table 7. Index of agricultural vulnerability (AV) for the locations under investigation.

Estación	Estado	Municipio	VA	Categoría	Riesgo
El Guayabo	Zulia	Catatumbo	0,67		Perdidas y escasez excepcionales de cosechas y cultivos, la escasez de agua en ríos, reservas subterráneas
Tapipa - Padrón	Miranda	Acevedo	0,64	Alta y vulnerable	Almacenamientos superficiales de agua es claramente apreciable. Se genera un periodo de emergencia por escasez de agua.
Banco de San Pedro	Guárico	Francisco de Miranda	0,51		
El Tigre	Anzoátegui	Simón Rodríguez San José de Guanipa	0,50 0,51		
Mucuchíes	Mérida	Rangel	0,50	Medianamente vulnerable	Pérdidas probables de cosecha y cultivos; riego de las cosechas reducido y restricciones del uso de agua en las localidades.
Bramón	Táchira	Junín	0,52		
El Cují	Lara	Iribarren	0,51		
Quíbor		Jiménez	0,51		
Yaritagua	Yaracuy	Peña	0,54		
CENIAP	Aragua	Girardot	0,52		
Turén	Portuguesa	Turén	0,30	Pocovulnerable	En inicios de los periodos de sequía se reduce la capacidad de crecimiento de las cultivos; periodos de déficit de agua poco prolongados.

impactos de la sequía. Por el contrario, la localidad de Turén resultó ser poco vulnerable a la sequía, vinculado a una proporción significativa de tierras bajo riego con un importante capital en el uso de tecnología agrícola.

Este estudio, destaca que la selección de los indicadores es variable y depende, entre otras cosas, de las características específicas de cada lugar. En este contexto, es fundamental entender las propuestas metodológicas como herramientas de evaluación flexibles, que pueden y deben ser adaptadas de acuerdo a los requerimientos y posibilidades de cada estudio en particular.

El estudio desarrollado ofrece una alternativa para caracterizar la dinámica de la vulnerabilidad agrícola que lleve a proyectarla a plazos de futuro cercano. En un sentido amplio, la capacidad de generar un modelo de vulnerabilidad representa el primer paso en la gestión del riesgo que lleva a entender los procesos que resultan en impactos bajo el fenómeno de la sequía meteorológica. Los indicadores de vulnerabilidad permiten en primer lugar, buscar las causas del riesgo, y en segundo orden, consideran las maneras de reducirlo, respondiendo así a la esencia misma del diseño de estrategias de adaptación.

Literatura citada

FAO. 2003. Manejo del riesgo en el uso del agua en la agricultura. *En*: Descubrir el potencial del agua para la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Departamento de Desarrollo Sostenible. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4525S/y4525s07.htm>. Fecha de consulta: octubre 2013.

FAO. 2011. Metodología para el desarrollo cartográfico para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo agroclimático. Santiago, Chile: Unidad Nacional de Emergencias Agrícolas y Gestión del Riesgo Agroclimático (UNEA).

Hernández, R. 2008. Caracterización de la sequía meteorológica en los climas árido, semiárido y subhúmedo seco en los Llanos Centro Orientales de Venezuela, para el manejo de los recursos hídricos. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y Postgrado. UNEFA-CIP. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada, Maracay, Venezuela. 216 p. Disponible en: http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/Caracterizacion_sequia_Llanos_Centro_Orientales_Venezuela.pdf. Fecha de consulta: octubre de 2015.

Instituto Nacional de Estadística. (INE). 2011a. XIV Censo Nacional de Población y Vivienda. Síntesis Estadística Estatal. Disponible en: http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=116&Itemid=10. Fecha de consulta: febrero 2015.

Instituto Nacional de Estadística. (INE). 2011b. Informes geo-ambientales por estados de la República Bolivariana de Venezuela. Disponible en: http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_view=category&id=68&Itemid=49. Fecha de consulta: febrero 2015.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Cambio Climático: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. OMM/WMO, Ginebra, Suiza, 104 p.

Luers, A. 2005. The surface of vulnerability: an analytical framework for examining Environmental change. *Glob. Environ. Chang.* 15:214-223.

Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). 1985. Anuario Estadístico Agropecuario. Caracas: MAC.

Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales. MARN. 2004. Programa

- de acción nacional de lucha contra la desertificación y mitigación de la sequía de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas: Editorial Fundambiente. 106 p. Disponible en: <http://www.unccd.int/ActionProgrammes/venezuela-spa2004.pdf>. Fecha de consulta: diciembre 2014.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). 2005. Primera comunicación nacional en cambio climático de Venezuela. Caracas: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Fondo Mundial para el Medio Ambiente y Fundambiente. 134 p.
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. MPPAT. 2008. VII Censo Agrícola Nacional de Venezuela. Disponible en: <http://censo.mat.gob.ve/>. Fecha de consulta: febrero de 2015.
- Montaña, E., N. Usach, y M.D. Lettelier. 2011. Sequía en territorios de oasis y desierto: estimando vulnerabilidades diferenciales a partir de la complementariedad cuantitativa y cualitativa. *Párrafos Geográficos* 10(1):339-372.
- Ovalles, F., A. Cortez, M. Rodríguez, J. Rey y E. Cabrera-Bisbal. 2008. Variación geográfica del impacto del cambio climático en el sector agrícola en Venezuela. *Agronomía Trop.* 58(1):37-40.
- Ponvert-Delisle D.R., A. Lau y C. Balamaseda. 2007. La vulnerabilidad del sector agrícola frente a los desastres: Reflexiones generales. *Zonas Áridas* 11(1):174-194.
- Prno, J., B. Bradshaw, J. Wandel, T. Pearce, B. Smit and L. Tozer. 2011. Community vulnerability to climate change in the context of other exposure-sensitivities in Kugluktuk, Nunavut. *Polar Research* 30:1-21. DOI: 10.3402/polar.v30i0.7363.
- Rodríguez, M.F., y J.C. Rey. 2004. Delimitación de zonas frágiles de Venezuela. (Mimeografiado). Maracay: INIA-CENIAP. 67 p.
- Smit, B. and M.W. Skinner. 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change* 7:85-114.
- Smit, B. and J. Wandel. 2006. Adaptation, vulnerability and adaptive capacity. *Global Environ. Chang.* 16:282-292.
- Valiente, M.Ó. 2000. Evaluación de la vulnerabilidad a la sequía en el noreste de Brasil mediante indicadores socioclimáticos. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, España. 87 p.
- Valiente, M.Ó. 2001. Sequía: definiciones, tipología y métodos de cuantificación. *Investig. Geog.* 26:59-80.