

## Las clases de tierras productoras de maguey mezcalero en la Soledad Salinas, Oaxaca\*

### Classes maguey mezcal producing land in La Soledad Salinas, Oaxaca

Verónica Mariles-Flores<sup>1§</sup>, Carlos Alberto Ortiz-Solorio<sup>2</sup>, María del Carmen Gutiérrez-Castorena<sup>2</sup>, Patricio Sánchez-Guzmán<sup>2</sup> y Miguel Ángel Cano-García<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca-INIFAP. Melchor Ocampo No. 7 Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca. C. P. 68200. México. (cano.miguel@inifap.gob.mx). <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México Texcoco, km 36.5 Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. México. (ortiz@colpos.mx; castor@colpos.mx). <sup>§</sup>Autora para correspondencia: mariles.veronica@inifap.gob.mx.

#### Resumen

La producción de mezcal es una actividad económica y social importante en el estado de Oaxaca. Con el objeto de conocer a los tipos de suelos donde se cultiva el maguey mezcalero, se realizó un estudio etnoedafológico en 2014 en La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Oaxaca. Las clases de tierras identificadas y caracterizadas por los productores se compararon con la clasificación científica de suelos utilizando a los sistemas WRB y taxonomía de suelos. Con la clasificación campesina o local se identificaron seis clases de tierras mientras que con la WRB se establecieron tres unidades con cinco calificadores grupo I y con la Taxonomía de Suelos dos órdenes y cinco Subgrupos. Se concluye que para estudios detallados, con el fin de generar recomendaciones a nivel parcelario la clasificación campesina de suelos genera resultados más precisos, con menor tiempo y costo que los realizados con procedimientos técnicos.

**Palabras clave:** clasificación de tierras, clasificación WRB, maguey mezcalero, y taxonomía de suelos.

#### Abstract

The mezcal production is an important part in the state of Oaxaca economic and social activity. In order to meet soil types where the mezcal maguey is grown an ethnoedaphological study was conducted in 2014 in La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Oaxaca. The land classes identified and characterized by producers were compared to the scientific classification of soils using the WRB systems and soil taxonomy. With local peasant classification or six classes of land they were identified while the WRB three units with five qualifiers I and the two orders soil taxonomy and five subgroups were established. It is concluded that for detailed studies in order to generate recommendations peasant farm level soil classification generates more accurate results with less time and cost than those made with technical procedures.

**Keywords:** land classification, WRB classification, mezcal maguey, and soil taxonomy.

## Introducción

El género *Agave* se distribuye de manera natural en América. En México se registra la mayor diversidad de especies, debido a su ubicación geográfica y a las condiciones ambientales. Este género lo componen aproximadamente 200 especies y 150 se encuentran en el país. Los estados con mayor diversidad son Oaxaca, Puebla, Sonora, Querétaro y Durango (García-Mendoza, 2007).

El *Agave angustifolia* es la especie de agaves con la distribución más amplia en Norteamérica. Es una planta de tierra caliente que se localiza desde Costa Rica hasta al norte de México, en el noroeste de Sonora en la costa del pacífico y en Tamaulipas en la costa del atlántico (Gentry, 1982). En el estado de Oaxaca se han identificado 8 especies de agaves, cultivados y silvestres; que se emplean en la fabricación del mezcal, destacando el maguey “espadín”, *A. angustifolia* Haw., por su precocidad, rendimiento y facilidad para la producción de planta (Espinosa *et al.*, 2002). Debido a su diversidad, este agave se muestra en varias formas, que algunos investigadores han considerado a sus variantes como diferentes especies (Gentry, 1982).

La importancia económica de los agaves radica principalmente en la producción de bebidas alcohólicas y de fibras (Iñiguez-Covarrubias, 2001; Davis *et al.*, 2011). Para la obtención de fibras se aprovechan agaves con hojas largas, como *A. fourcroydes* y *A. sisalana*. Mientras que para las bebidas alcohólicas se aprovechan los contenidos de azúcares en su tallo, como *A. tequilana*, *A. angustifolia*, *A. potatorum* y *A. salmiana* (Davis *et al.*, 2011). En el estado de Oaxaca, la producción del mezcal es una actividad económica importante, por la cantidad de productores y las familias involucradas en dicho proceso, además de la derrama económica que se genera y la imagen cultural que el mezcal ha proporcionado a Oaxaca. La materia prima para el mezcal es principalmente el maguey mezcalero o maguey espadín (*Agave angustifolia* Haw.), aunque también se utilizan otras especies o tipos conocidos como maguey tobalá, maguey arroqueño, maguey barril y maguey cirial, entre muchos otros (Bravo *et al.*, 2007).

La superficie con maguey mezcalero es dinámica, cambia año con año y responde principalmente a las condiciones de precio de venta. En años con precios bajos los terrenos con plantaciones de maguey pueden sembrarse con maíz. Mientras que en años con precios altos estos terrenos se

## Introduction

The genus *Agave* is distributed naturally in America. In Mexico the greatest diversity of species recorded, due to its geographical location and environmental conditions. This genus comprise approximately 200 species and 150 are in the country. Most diverse states are Oaxaca, Puebla, Sonora, Queretaro and Durango (García-Mendoza, 2007).

The *Agave angustifolia* is the species of agaves with the widest distribution in North America. It is a hot land plant is located from Costa Rica to northern Mexico, in northwestern Sonora on the Pacific Coast and Tamaulipas on the coast of the Atlantic (Gentry, 1982). In the state of Oaxaca they have been identified 8 species of agaves, farmed and wild; used in the manufacture of mezcal, stressing the maguey "sprat" *A. angustifolia* Haw., for its earliness, performance and ease of plant production (Espinosa *et al.*, 2002). Because of its diversity, this agave shown in several ways, some researchers have considered variants as different species (Gentry, 1982).

The economic importance of agaves lies mainly in the production of alcoholic beverages and fibers (Iñiguez-Covarrubias, 2001; Davis *et al.*, 2011). To obtain fiber agaves prey with long leaves, as *fourcroydes* A. and *A. Sisal*. While alcoholic beverages sugar contents prey on its stem, as *A. tequilana*, *A. angustifolia*, *A. potatorum* and *A. salmiana* (Davis *et al.*, 2011). In the state of Oaxaca, mezcal production is an important economic activity, the number of farmers and families involved in this process, in addition to the economic flow that is generated and the cultural image that has provided Oaxaca mezcal. The raw material for the mezcal is mainly the mezcal maguey or sprat maguey (*Agave angustifolia* Haw.), although are also used other species or types known as tobalá maguey, maguey arroqueño barrel and maguey maguey cirial, among many others (Bravo *et al.*, 2007)

The surface with maguey mezcal is dynamic, it changes every year and is mainly due to the conditions of the sale price. In years with low prices land with maguey plantations can be planted with corn. While in years with high prices these lands become only maguey plantations. In the region of mezcal planted area it has fluctuated over time.

The area planted with agave nationwide, reported by the Department of Agrifood and Fisheries Information (SIAP) in 1997 was 75 800 ha which increased to 124 000 ha in

transforman en plantaciones de maguey únicamente. En la región del mezcal la superficie sembrada ha fluctuado a través del tiempo.

La superficie sembrada con agave a nivel nacional, reportada por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en 1997 fue de 75 800 ha que se incrementó a 124 000 ha en 2013, siendo Jalisco el estado con mayor superficie sembrada con 79 000 ha, seguido por Oaxaca con 9 200 ha. En 2013 se cosecharon 12 000 hectáreas en Jalisco y 2 100 en Oaxaca. Con base en datos del SIAP (2014), el maguey mezcalero en 1999 tenía una superficie de 3 500 ha hasta alcanzar 9 200 ha en 2013. El Consejo Oaxaqueño del Maguey y Mezcal A. C. (COMMAC, 1994), ha estimado que se requieren en promedio 12 kg de maguey para producir un litro de mezcal, de tal manera que con las 132 300 toneladas cosechadas en 2013 en Oaxaca, se estima una producción de 11.025 millones de litros de mezcal.

En el estado de Oaxaca, la región del mezcal, tiene una superficie de 1.8 millones de hectáreas y se localiza en siete distritos políticos: Tlacolula, Yautepec, Ocotlán, Zimatlán, Ejutla, Miahuatlán y Sola de Vega (DOF, 1994), en los que se encuentran 131 municipios ubicados en las regiones de la Sierra Sur y de los Valles Centrales de Oaxaca (INEGI, 2000). En 1995 el mezcal obtuvo la "denominación de origen", registrada ante la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) con sede en Ginebra, Suiza (CRM, 2014). En la actualidad, bajo el estricto cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-070 han quedado registrados en el Diario Oficial de la Federación (DOF) como territorios protegidos y productores exclusivos de mezcal los estados de Durango, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí, Zacatecas, (DOF, 1994), Guanajuato (un municipio) (DOF, 2001), Tamaulipas (veintinueve municipios). (DOF, 2003) y Michoacán (un municipio) (DOF, 2012).

Aunque la productividad del maguey mezcalero está relacionada con las características del suelo además de las de clima, no se han realizado estudios específicos tendientes a conocer los tipos de suelos donde se produce. Los estudios de suelo existentes en esta región solo consideran a las capas superficiales (Bautista-Cruz *et al.*, 2007; Bautista-Cruz *et al.*, 2011) y no mencionan su clasificación científica, es decir, se carece del conocimiento sobre como son los suelos y que superficie ocupan cada uno de ellos. El presente estudio se planteó con el objetivo

2013, with Jalisco state with the largest area planted 79 000 ha followed by Oaxaca with 9 200 ha. In 2013 12 000 hectares in Jalisco and Oaxaca 2 100 were harvested. Based on data from SIAP (2014), maguey mezcal in 1999 had an area of 3 500 ha up to 9200 ha in 2013. The Oaxacan Council Maguey and Mezcal A. C. (COMMAC, 1994) has estimated that required in maguey average 12 kg to produce one liter of mezcal, so that with the 132 300 tons harvested in 2013 in Oaxaca, a production of 11 025 million liters of mezcal is estimated.

In the state of Oaxaca, mezcal region, it covers an area of 1.8 million hectares and is located in seven political districts: Tlacolula, Yautepec, Ocotlán, Zimatlán, Ejutla, Miahuatlán and Sola de Vega (DOF, 1994), which are 131 municipalities in the regions of the Southern Highlands and the Valles Centrales of Oaxaca (INEGI, 2000). In 1995 the mezcal obtained the "appellation of origin", registered with the World Intellectual Property Organization (OMPI) in Geneva, Switzerland (CRM, 2014). Currently, under strict compliance of the Mexican Official Standard NOM-070 they have been recorded in the Official Journal of the Federation (DOF) as protected territories and exclusive producers of mezcal states of Durango, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí, Zacatecas (DOF, 1994), Guanajuato (a municipality) (DOF, 2001), Tamaulipas (twenty municipalities). (DOF, 2003) and Michoacán (a municipality) (DOF, 2012).

Although productivity maguey mezcal is related to soil characteristics besides the weather, they have not been made tending to the types of soils where it is produced specific studies. Studies of existing soil in this region consider only the superficial layers (Bautista-Cruz *et al.*, 2007; Bautista-Cruz *et al.*, 2011) and do not mention their scientific classification; i.e. lacking of knowledge about such as soil and surface each occupy. This study was planned with the aim of identifying classes of land producing mezcal maguey based on traditional knowledge in the town of La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Oaxaca; to characterize and taxonomically classifying soils that comprise them.

## Materials and methods

This study was conducted in 2014 in the town of La Soledad Salinas, located in the municipality of San Pedro Quiatoni, Oaxaca. With North latitude ranging from 16° 37' and 16°

de identificar a las clases de tierra productoras de maguey mezcalero con base en el conocimiento tradicional en la localidad de La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Oaxaca; para caracterizar y clasificar taxonómicamente a los suelos que los integran.

## Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el 2014 en la localidad de La Soledad Salinas, situada en el municipio de San Pedro Quiatoni, Oaxaca. Con una latitud norte que varía de  $16^{\circ} 37'$  y  $16^{\circ} 54'$  y los meridianos  $95^{\circ} 54'$  y  $96^{\circ} 11'$  de longitud oeste. Su altitud media es de 760 metros. Se localiza en un área montañosa, con pendientes de ligeras a muy pronunciadas. El clima es  $BS_1(h')w''(w)(i')g$ , que corresponde al menos seco de los climas secos, cálido, con lluvias en verano, con una precipitación anual de 609 mm y una temperatura media anual de  $23.7^{\circ}C$  (García 2004).

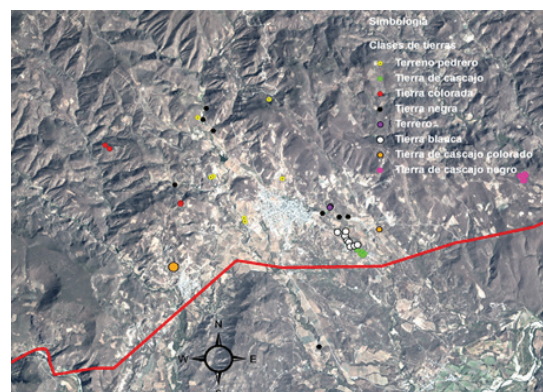
La identificación y cartografía de las clases de tierra se realizó con base en el conocimiento de los productores y para ello se utilizó la metodología de Ortiz *et al.* (1990) realizando recorridos de campo con el apoyo de productores que se encontraban trabajando en sus parcelas y con los miembros del Comité de la Subcomunidad Agraria, quienes indicaron donde iniciaba y terminaba cada una de las clases de tierras, y como mapa base se utilizó una imagen de satélite QuickBird de la zona, sobre la cual se trazaron los linderos entre las clases de tierras. Posteriormente sobre el mapa de clases de tierras, se cuantificó la superficie de cada una de ellas.

En cada clase de tierras identificada se realizó un perfil de suelos, los cuales fueron descritos con base al manual de Cuanalo (1975) y se tomaron muestras de suelo por horizonte. En el laboratorio de Génesis de Suelos del Programa de Edafología, del Colegio de Postgraduados, se realizaron los análisis químicos y físicos correspondientes. La clasificación científica de los suelos se realizó con los sistemas WRB (2014) y Taxonomía de Suelos (2014), para esta última, además de los datos de los análisis del suelo se empleó la información generada en la estación meteorológica con ID: 20184, El Camarón Yautepec, a los que se les aplicó el programa Newhall para determinar el régimen de temperatura y humedad de los suelos.

$54'$  and meridians  $95^{\circ} 54'$  and  $96^{\circ} 11'$  west longitude. Its average altitude is 760 meters. It is located in a mountainous area, with slopes from mild to very pronounce. The climate is  $BS_1(h')w''(w)(i')g$ , corresponding to at least dry, warm climates dry with summer rains, with annual rainfall of 609 mm and an average annual temperature of  $23.7^{\circ}C$  (García, 2004).

The identification and mapping of land classes was made based on knowledge of the producers and for this methodology was used Ortiz *et al.* (1990) field trips were conducted with the support of farmers who were working in their fields and members of the Committee of agrarian subcommunity, who indicated which began and ended each of the land classes, and base and map he used a QuickBird satellite image of the area on which the boundaries were drawn between classes of land. Subsequently on the land map of classes, the surface of each was quantitated.

In each class of land identified soil profile, which were described based on the manual Cuánalo (1975) and soil samples were taken by horizon was performed. In the laboratory of Soil Genesis Soil Science Program, the Graduate College, the corresponding chemical and physical analyzes were performed. The scientific classification of soils was carried out with the WRB (2014) Soil Taxonomy Systems (2014), for the latter, in addition to data of soil analysis information it generated was used in the meteorological station with ID: 20184, Shrimp Yautepec, to which we applied the Newhall program to determine the temperature regime and soil moisture.



**Figura 1. Distribución de las Clases de tierra identificadas en la localidad de La Soledad Salinas, Oaxaca.**

**Figure 1. Distribution of land classes identified in the town of La Soledad Salinas, Oaxaca.**

## Resultados y discusión

### Las clases de tierra en La Soledad Salinas

Las clases de tierras productoras de maguey mezcalero se identificaron por medio de recorridos de campo con Autoridades y miembros de la Subcomunidad Agraria de la localidad de La Soledad Salinas, del Municipio de San Pedro Quiatoni. En los recorridos se pidió a los integrantes de la Subcomunidad Agraria que indicaran la ubicación de las clases de tierras en las que se cultiva el maguey mezcalero, y una breve descripción de sus características y propiedades. Las características que más se mencionaron fueron las relacionadas con la retención de humedad, tamaño de piedras, color, y veteo (grietas). El uso de características cualitativas por los productores para la clasificación de las tierras y para asignarles un nombre ha sido documentado por varios autores (Shan, 1993; Krasilnikov y Tabor, 2003; Barrera-Bassols y Zinck, 2003; Ghana, Dawoe *et al.*, 2012). Esta información permitió obtener datos para diferenciar seis clases de tierras y sus características, para finalmente reconocerlas durante los recorridos de campo.

La ayuda de los integrantes de la Subcomunidad Agraria, fue de suma importancia, debido a que en esta región, la gente habla su lengua nativa, el Zapoteco de la Región de Valles Centrales de Oaxaca. Los miembros de la Subcomunidad, sirvieron como traductores de la información que se aportaba durante las visitas sobre todo para productores que no entienden el español. La información para caracterizar cada una de las clases de tierras fue obtenida a través de una participación libre, espontánea y no remunerada de los productores y se dejó de consultarlos cuando la información comenzó a ser repetitiva. Primero, se les preguntó como le llamaban a la clase de tierra en la que se encontraban trabajando. Todos los productores identificaron las clases de tierras en Zapoteco y los productores que hablan español, proporcionaron su nombre en este idioma, las clases identificadas son: Yuu gitaák (tierra pedrero), Yuu gebriu (tierra de cascajo), Yuu sea (tierra colorada), Yuu seed (tierra terrero), Yuu nkich (tierra blanca) y Yuu llas (tierra negra), cuyas definiciones se indican en los siguientes párrafos:

Tierra Pedrero (Yuu gitaák), se caracteriza por tener 90% de pedregosidad, guarda mucha humedad debido al número de piedras. En la opinión de los productores en esta clase de tierra el maguey siempre está verde y es donde crece más, sobre todo cuando se acaba de rozar el terreno y esta calidad

## Results and discussion

### Classes of land in La Soledad Salinas

The class's maguey mezcal producing lands were identified through field trips with authorities and members of the agricultural subcommunity of the town of La Soledad Salinas, the Municipality of San Pedro Quiatoni. On trips was requested to the members of the agrarian subcommunity to indicate the location of land classes where grown the mezcal maguey, and a brief description of its characteristics and properties. The characteristics most frequently mentioned were those related to moisture retention, stone size, color, and marbled (cracks). The use of qualitative by producers for classification of land and to name them has been documented by several authors (Shan, 1993; Krasilnikov and Tabor, 2003; Barrera-Bassols and Zinck, 2003; Ghana and Dawoe *et al.*, 2012). This information allowed to obtain data to differentiate six kinds of lands and their characteristics, to finally recognize them during field trips.

The support of the members of the agrarian subcommunity was very important, because in this region, people speak their native language, Zapoteco of Region Valles Centrales of Oaxaca. The members of the subcommunity, served as translators contributed information during visits especially for producers who do not understand Spanish. The information to characterize each of the classes of land was obtained through a free, spontaneous participation and unpaid producers and allowed to consult when information began to be repetitive. First, they were asked as he was called to the kind of land they were working. All producers identified land classes in Zapotec and producers who speak Spanish, gave his name in this language, the identified classes are: Yuu gitaák (land pedrero), Yuu gebriu (land gravel), Yuu sea (red land) Yuu seed (terrero land), Yuu nkich (white ground) and Yuu llas (black land), whose definitions are given in the following paragraphs:

Land Pedrero (Yuu gitaák), is characterized by 90% of stoniness, keeps a lot of moisture due to the number of stones. In the opinion of the producers in this kind of land the maguey is evergreen and where it grows more, especially when just touching the ground and the soil quality is maintained during the first two cycles because the land is new, and maguey cones 200 are obtained 250 kg.

Red Land (Yuu sea), is a reddish land color with gravel, has exposure to the sun throughout the day, is not sticky, has stoniness but to a lesser extent than in the terrero land and can work when the ground is wet.

de tierra se mantiene durante los dos primeros ciclos porque la tierra es nueva, y se obtienen piñas de maguey de 200 a 250 kg.

Tierra Colorada (Yuu sea), es una tierra color rojiza con gravilla, tiene exposición al sol durante todo el día, no es pegajosa, tiene pedregosidad pero en menor proporción que en la tierra terrero y se puede trabajar cuando la tierra esta mojada.

Tierra Blanca (Yuu nkich), es una tierra de color blanco, suelta, salada con poca piedra, no es pegajosa, ni chiclosa, son suelos calcáreos; no es buena para la producción de maguey; se producen magueyes con poco jugo, pequeños y de peso bajo.

Tierra Cascajo (Yuu gebriu), son las tierras con menor pedregosidad y las piedras tienen menor tamaño que en la Tierra Pedrero, aproximadamente 60% de piedras, tiene piedrillas y gravilla. Guarda humedad en la ladera y tiene más fuerza para el maguey; por la presencia de piedras sólo se puede trabajar haciendo cajetes para el maguey con barrena. Es la tierra que más le gusta al maguey porque sus raíces pueden crecer mejor. Los productores reconocen dos clases de tierras de cascajo de acuerdo a su color, cascajo colorado y cascajo negro.

Tierra Negra (Yuu llas), esta clase se localiza en el llano, no guarda mucha humedad, es muy chiclosa y se vetea, además de que no tiene nutrientes. Se inunda en la época de lluvias porque no entra el agua en la tierra y se estanca, además en la época de cuaresma la planta se marchita por la falta de agua. Esta tierra produce piñas de 100 a 150 kg de peso.

Tierra Terrero (Yuu seed), se encuentra en partes planas, es muy resbalosa cuando llueve y no se puede entrar a laborar. Esta tierra retiene poca humedad y se marchita el maguey en época de secas. Los magueyes que crecen en estas tierras no tienen mucho peso.

Cartografía de clases de tierras. La distribución de las clases de tierras en la localidad de La Soledad Salinas se ilustra en la Figura 2. La mayor superficie está ocupada por la Tierra Pedrero, la cual representa el 71.3% y le sigue en superficie la tierra cascajo (15.3%). Las clases de tierras con menor superficie fueron la terrero, tierra blanca, tierra cascajo colorado y tierra cascajo negro (Cuadro 1).

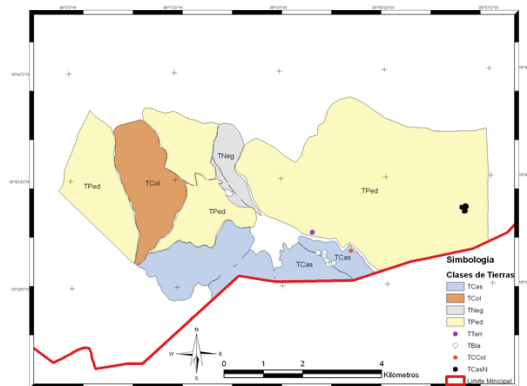
White Ground (Yuu nkich), is a land of white, loose, with little rock salt is not sticky or gummy, are calcareous soils; It is not good for the production of maguey; magueyes with little juice, small and underweight occur.

Land Gravel (Yuu gebriu) are less stony land and stones are smaller than on Land Pedrero, about 60% of stones, has small stones and gravel. Keeps moisture on the hillside and has more strength to the maguey; by the presence of stones you can only work making bowls for maguey with auger. It is the land that likes to maguey because their roots can grow better. Producers recognize two classes of crushed stone lands according to their color, black colored gravel and crushed stone.

Black Land (Yuu Llas), this class is located in the plain, has no high humidity, it is very chewy and also that it has no nutrients marbling. It is flooded in the rainy season because the water does not fall on the ground and also sealed at the time of lent the plant wilts for lack of water. This land produces pineapples 100 to 150 kg.

Land Terrero (Yuu seed) is in flat parts, it is very slippery when it rains and you cannot get to work. This land holds little moisture and maguey withers in dry season. The maguey plants growing on these lands do not have much weight.

Mapping land classes. The distribution of land classes in the town of La Soledad Salinas is illustrated in Figure 2. The largest area is occupied by the Land Pedrero, which represents 71.3%, followed in the gravel land surface (15.3%). Land classes were less surface terrero, white land, black land colored gravel and crushed stone (Table 1).



**Figura 2. Clases de tierra identificadas en la localidad de La Soledad Salinas, Oaxaca.**

**Figure 2. Types of land identified in the town of La Soledad Salinas, Oaxaca.**

**Cuadro 1. Superficie y extensión de las clases de tierras productoras de maguey mezcalero en La Soledad Salinas, Oaxaca.**  
**Table 1. Area and extension of the classes maguey mezcal producing land in La Soledad Salinas, Oaxaca.**

Zapoteco	Clase de tierra		Superficie (ha)	Extensión (%)
		Español		
Yuu gitaák		Tierra Pedrero	2 703	71.3
Yuu gebriu		Tierra de Cascajo	581	15.3
Yuu sea		Tierra Colorada	377	10
Yuu llas		Tierra Negra	128	3.4
			3 789	100

Una vez generado el mapa de clases de tierras, se cuantificó la superficie y extensión de cada una de ellas cuyos resultados se muestran en el Cuadro 1. Es importante señalar, que para las clases de Tierra terrero y tierra blanca no se cuantificaron sus superficies porque corresponden a manchones dispersos dentro de la zona de estudio. A partir del Cuadro 1, se establece que la clase de tierra pedrero es la dominante con una superficie de 2 703 hectáreas y la que ocupa la menor superficie es la tierra negra con 128 ha.

Análisis físicos y químicos de suelos. El número de horizontes y por lo tanto muestras de suelo varió en las diferentes clases de tierra, la Tierra Cascajo Colorado tuvo un solo horizonte, en las Tierras Colorada y Terrero se determinaron dos horizontes. En las Tierras de Cascajo Negro, Negra, Blanca y Terrero se describieron tres horizontes.

En relación a las determinaciones químicas, el pH varía de 6.0 a 8.7, el valor más bajo corresponde al horizonte superficial de la Tierra Colorada (0-20 cm) y el más alto al horizonte más profundo de la clase de tierra terrero (40-60 cm). La conductividad eléctrica (CE) resultó baja en todos los suelos. El contenido de carbono orgánico fue más alto en el primer horizonte de todos los suelos, el mayor contenido se encontró en la tierra blanca con 1.5%, y el menor en el tercer horizonte de los suelos de la tierra negra (35 a 50 cm) y los de la tierra de cascajo negro (38 a 55 cm). Se observó la misma tendencia en cuanto al contenido de materia orgánica la cual fue 2.6% en el primer horizonte en tierra blanca. El contenido de carbonatos es la propiedad que mostró la mayor diferencia entre las clases de suelos, el mayor contenido se presenta en la tierra blanca con más de 25% en todo su espesor (Cuadro 2).

Con respecto a las propiedades físicas de las diferentes clases cuyos resultados se muestran en el Cuadro 3, es posible indicar que los valores más altos de la densidad aparente se presentan

Once generated the class map land, surface and length of each was measured and the results are shown in Table 1. It is important to note that for classes of land terrero and white land not their surfaces were quantified because they correspond to dispersed areas within the study area. From Table 1, it is stated that pedrero class is the dominant land with an area of 2 703 hectares and that occupies the lower surface is the black land with 128 ha.

Physical and chemical soil analysis. The number of horizons and therefore soil samples varied in the different types of land, Land Gravel Red had one horizon in Land Red and Land two horizons were determined. In the Land of Gravel Black, Black, White and Terrero three horizons were described.

Regarding chemical determinations, the pH ranges from 6.0 to 8.7, the lowest value corresponds to the surface horizon of the red soil (0-20 cm) and the highest to the deepest horizon land terrero class (40-60 cm). The electrical conductivity (CE) was low in all soils. The organic carbon content was higher in the first horizon of all soils, the highest content was found on white ground with 1.5%, and lowest in the third horizon soil of black land (35-50 cm) and the land of black gravel (38-55 cm). The same trend as to the content of organic matter which was 2.6% in the first horizon on white ground was observed. The carbonate content is the property that showed the greatest difference between soil classes, the highest content is presented on white ground with more than 25% full thickness (Table 2).

With regard to the physical properties of the different classes whose results are shown in Table 3, it may indicate that the highest values of bulk density are presented in the first horizon of pedrero land (2.0 g/cm<sup>3</sup>) and black land (1.9 g/cm<sup>3</sup>). Soil textures vary from medium to fine. In the second horizon in the pedrero land, black land and terrero a clay texture was determined. As for the PMP and CC content of soil moisture with higher values they occurred in the black land.

en el primer horizonte de la tierra pedrero (2.0 g/cm<sup>3</sup>) y de la tierra negra (1.9 g/cm<sup>3</sup>). Las texturas de los suelos varían de medias a finas. En el segundo horizonte en la tierra pedrero, tierra negra y terrero se determinó una textura arcillosa. En cuanto al PMP y CC los contenidos de humedad del suelo con valores más altos se presentaron en la tierra negra.

### Soil classification

System of soil taxonomy. The moisture regime and soil temperature were obtained with data from the weather station Shrimp, Yautepec, applying the Newhall simulation model, the results indicate that the regime is Isohyperthermic soil temperature and moisture regime is Ustic.

## Cuadro 2. Propiedades químicas de los horizontes de las diferentes clases de tierra en La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Distrito de Tlacolula, Oaxaca.

Table 2. Chemical properties of the horizons of the different classes of land in La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, District of Tlacolula, Oaxaca.

Clase de Tierra	Profundidad	pH	CE	CO	MO	N	CaCO <sub>3</sub>	Na	K	Ca	Mg	CIC	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Colorada	0-20	6	0.4	0.8	1.4	0.1	0.5	0.3	0.4	11.1	0.3	18.3	2.3
	20-50	7	0.3	0.3	0.5	0	0.2	0.6	0.6	14.5	0.2	22.6	2.1
Pedrero	0-10/20	7.6	0.7	0.7	1.3	0.1	2.5	0.3	0.8	11.9	1.8	17.7	2.9
	10/20-42	7.1	0.5	0.5	0.8	0.1	0.6	0.3	0.7	16.4	2.2	21.5	2
Cascajo Colorado	0-30	7.3	0.8	0.8	1.6	0.1	0.1	0.3	1.4	15.8	2.8	20.9	3.5
Negra	0-15	7.3	0.5	1	1.7	0.1	0.3	1.6	1.6	16.6	3.8	29.6	4.3
	15-35	8.3	0.3	0.3	0.5	0	0.5	2.5	0.8	17.3	2.7	29.8	17.8
	35-50	8.5	0.6	0.2	0.4	0	0.4	4.7	0.9	19.3	3.5	24.4	18.1
Blanca	0-16	7.5	2	1.5	2.6	0.2	26.3	0.3	0.7	15.9	1.1	16.4	2.5
	16-42	7.7	1	0.3	0.6	0	28.6	0.3	0.1	15.2	0.2	14.2	2.1
	42-60	7.9	0.8	0.3	0.5	0	25.3	0.3	0.2	14.3	0.1	14.3	2.3
Cascajo Negro	0-15	6.8	0.6	0.7	1.3	0.1	0.1	0.5	0.9	7.4	1.2	14	3.7
	15-38	8	0.7	0.3	0.5	0	0.5	0.8	1.1	9	1.2	12.3	1.4
	38-55	8.3	0.3	0.2	0.4	0	0.6	1.6	1.8	13.4	2.3	28.4	2.2
Terrero	0-15	7.6	1.1	1.2	2.1	0.1	1.9	0.3	1.4	19.5	2.8	21	12.7
	15-40	7.6	0.4	0.9	1.5	0.1	0.8	0.5	0.8	19.2	2	20.8	3.2
	40-60	8.7	1.4	0.3	0.5	0	6.4	2.0	0.9	13.5	2	19.2	9.4

pH= potencial hidrógeno; CE= conductividad eléctrica (dS m<sup>-1</sup>); CO= carbono orgánico (%); O= materia orgánica (%); N= nitrógeno (%); CaCO<sub>3</sub>= carbonatos de calcio (%); Na= sodio (Cmol<sub>(+)</sub> Kg<sup>-1</sup>); K= potasio (Cmol<sub>(+)</sub> Kg<sup>-1</sup>); Ca= calcio (Cmol<sub>(+)</sub> Kg<sup>-1</sup>); Mg= magnesio (Cmol<sub>(+)</sub> Kg<sup>-1</sup>); CIC= capacidad de intercambio catiónico (Cmol<sub>(+)</sub> Kg<sup>-1</sup>); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>= fósforo (mg kg<sup>-1</sup>).



**Cuadro 3. Propiedades físicas de los horizontes de las diferentes clases de tierra en La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Distrito de Tlacolula, Oaxaca.**

**Table 3. Physical properties of the horizons of the different classes of land in La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, District of Tlacolula, Oaxaca.**

Clase de Tierra	Profundidad	Dap	Color en Seco	Color en Húmedo	A (%)	L (%)	R (%)	CLASE TEXTURAL	PMP (%)	CC (%)
Colorada	0-20	1	10YR 6/2	7.5YR 4/4	43.3	30	26.6	Franco	19.1	29.4
	20-50	1.1	7.5YR 5/4	7.5YR 4/4	50.7	22	27.3	Franco arcillo arenoso	18.6	26
Pedrero	0-10/20	2	10YR 4/2	7.5YR 3/2	57.3	23.1	19.7	Franco arenoso	14.7	21
	10/20-42	1.9	7.5YR 6/2	7.5YR 4/6	42.5	14.9	42.6	Arcilloso	20	28.9
Cascajo Colorado	0-30	1.1	10YR 5/4	7.5YR 4/4	53.1	18.4	28.5	Franco arcillo arenoso	16.8	22.7
Negra	0-15	1.9	10YR 4/1	7.5YR 4/1	38.5	23.1	38.5	Franco arcilloso	28.6	38.6
	15-35	1.5	10YR 5/1	7.5YR 4/1	37.1	19.2	43.7	Arcilloso	24.2	40
	35-50	1.7	7.5YR 4/10	7.5YR 4/1	32.1	19.6	48.3	Arcilloso	31.9	52
Blanca	0-16	1.2	10YR 6/1	7.5YR 3/1	66.8	24.9	8.3	Franco arenoso	16.4	23.5
	16-42	1.3	7.5YR 8/1	10YR 6/2	70	19	11.0	Franco arenoso	46.4	36.9
	42-60	1.3	10YR 8/1	10YR 6/2	59	25.6	15.4	Franco arenoso	12.4	20.9
Cascajo Negro	0-15	1.6	10YR 6/1	10YR 3/4	66.7	11.6	21.6	Franco arcillo arenoso	12	18.7
	15-38	2	10YR 6/1	7.5YR 3/2	55.5	15.4	29.1	Franco arcillo arenoso	12.7	20.7
	38-55	1.8	7.5YR 5/1	7.5YR 4/1	40.1	12.9	47.0	Arcilloso	21.6	32.3
Terrero	0-15	1.1	10YR 4/1	7.5YR 2.5/1	49.6	31.5	18.9	Franco	17.9	24.8
	15-40	1.5	10YR 5/1	7.5YR 3/1	50.5	11.3	38.2	Arcillo arenoso	20.7	28.3
	40-60	1.5	2.5Y 6/2	2.5Y 5/3	60.8	12.1	27.1	Franco arcillo arenoso	16.6	26

Dap= densidad aparente ( $\text{g cm}^3$ ); A= arena; L= limo; R= arcilla; PMP= punto de marchitez permanente; CC= capacidad de campo.

### Clasificación de suelos

Sistema de la taxonomía de suelos. El régimen de humedad y temperatura del suelo fueron obtenidos con los datos de la estación meteorológica Camarón Yautepec, aplicando el modelo de simulación Newhall, cuyos resultados indican que el régimen de temperatura del suelo es Isohipertérmico y el régimen de humedad es Ústico.

De los siete perfiles de suelo que se realizaron en la localidad de La Soledad Salinas, se encontró que con la Taxonomía de Suelos versión 2014, las clases de tierras colorada, pedrero, cascajo colorado y cascajo negro, están integradas por suelos que a nivel de Subgrupo se clasifican como: Lithic ustortents, los suelos de la tierra negra se clasifican como: vertic haplustepts, los de la Tierra Terrero como Aridic Haplustepts y finalmente la tierra blanca presenta suelos denominados como: Aridic Calcisteps (Cuadro 4).

Of the seven soil profiles that were made in the town of La Soledad Salinas, it was found that Soil Taxonomy version 2014, classes of red land, scree, colorado gravel and black gravel, are composed of soil level group are classified as Lithic ustortents, the black land soils are classified as: vertic haplustepts, those of land Terrero as Aridic Haplustepts and finally white ground soils has referred to as: Aridic Calcisteps (Table 4).

### Referential system based soil (WRB)

According to the results of the description field and laboratory tests, soil classification was performed with the WRB system, for the seven profiles, and found that the red lands, scree, red gravel and black gravel have soils are classified as level Unit: Leptosols, stop the black lands and terrero are classified as: Cambisols and white land have Calcisols. In Table 4, in addition to soil classification unit level primary and secondary qualifiers are indicated.

**Cuadro 4. Clase de tierra, material parental y clasificación taxonómica de suelos en La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Oaxaca.**

**Table 4. Class of soil, parent material and taxonomic classification of soils in La Soledad Salinas, San Pedro Quiatoni, Oaxaca.**

Perfil	Profundidad (cm)	Clase de tierra	Clasificación WRB	Taxonomía de suelos
2	0-42	Pedrero	Leptosol Hiperesqueletico Eutrico	Lithic Ustortents
1	0-60	Colorada	Leptosol Háplico Eutrico-Esqueletico	Lithic Ustortents
5	0-50	Tierra Blanca	Calcisol Haplico Aridico-Esqueletico	Aridic Calcisteps
3	0-30	Cascajo Colorado	Leptosol Hiperesqueletico Eutrico	Lithic Ustortents
6	0-55	Cascajo Negro	Leptosol Hiperesqueletico/Cambico Eutrico	Lithic Ustortents
4	0-50	Negra	Cambisol Vertico Eutrico-Arcillico (Epiarcillico)	Vertic Haplustepts
7	0-60	Terrero	Cambisol Haplico Calcarico-Eutrico	Aridic Haplustepts

**Sistema de la Base Referencial de Suelos (WRB)**

De acuerdo a los resultados de la descripción de campo y los análisis de laboratorio, se realizó la clasificación de suelos con el sistema WRB, para los siete perfiles, y se encontró que las tierras colorada, pedrero, cascajo colorado y cascajo negro presentan suelos que se clasifican a nivel de Unidad como: Leptosoles, para las tierras negra y terrero se clasifican como: Cambisoles y en la tierra blanca se tienen a los Calcisoles. En el Cuadro 4, además de la clasificación de suelos a nivel de unidad se indican sus calificadores primarios y secundarios.

Lo anterior nos indica que la clasificación de tierras en base al conocimiento local generó el mayor número de clases, lo que indica que el conocimiento tradicional es tan detallado como el que se obtiene con las clasificaciones científicas de la WRB y la taxonomía de suelos, resultados similares fueron reportados por Sánchez *et al.* (2002). En este sentido, Ortiz y Gutiérrez (2001) indican que el relacionar el conocimiento tradicional con el científico facilita la comunicación entre técnicos y productores.

Asimismo, estos resultados contrastan con lo reportado en las cartas edafológicas de la zona de estudio (INEGI, 2010), en donde se señala la existencia de Phaeozem, Luvisoles y Leptosoles debido a que no se encontraron los Phaeozem y los Luvisoles, pero coinciden con la presencia de Leptosoles. Además, estos resultados concuerdan con otros trabajos que señalan que la información edafológica oficial resulta de baja calidad (Cruz *et al.*, 2008; Sánchez *et al.*, 2002).

This indicates that the land classification based on local knowledge generated the largest number of classes, indicating that traditional knowledge is as detailed as that obtained with scientific classifications of WRB and soil taxonomy, results similar were reported by Sánchez *et al.* (2002). In this sense, Ortiz and Gutiérrez (2001) indicate that the related traditional knowledge with scientific facilitates communication between technicians and producers.

Furthermore, these results contrast with those reported in the soil maps of the study area (INEGI, 2010), where the existence of Phaeozem, Luvisols and Leptosols states because not Phaeozem and Luvisols were found, but match the presence of Leptosols. In addition, these results are consistent with other studies that indicate that the official soil information is of poor quality (Sánchez *et al.*, 2002; Cruz *et al.*, 2008).

**Conclusions**

With the knowledge of producers 6 kinds of land were identified in the town of La Soledad Salinas, Oaxaca; while the three units WRB soil were identified with five modifiers first group and the two orders soil taxonomy and five subgroups were defined.

The unit of soil classified as Leptosol by the WRB and order entisol soil taxonomy, corresponded to four different kinds of soil.

## Conclusiones

Con el conocimiento de los productores se identificaron 6 clases de tierra en la localidad de La Soledad Salinas, Oaxaca; mientras con la WRB se identificaron tres unidades de suelos con cinco modificadores de primer grupo y con la taxonomía de suelos se definieron dos órdenes y cinco subgrupos.

La unidad de suelos clasificada como Leptosol por la WRB y el orden entisol por la taxonomía de suelos, correspondió a cuatro diferentes clases de tierra.

La clase de tierra que tiene una mayor superficie en la localidad de La Soledad Salinas es la tierra pedrero, que corresponde a suelos Leptosoles Hiperesqueléticos (Eútricos) con la WRB y a Lithic Ustortents con la taxonomía de suelos. Que evidencian la mala calidad de los suelos donde se cultiva el maguey, convirtiéndose en una práctica para explotar a suelos degradados, donde por las condiciones ambientales, no permite el desarrollo de otros cultivos.

## Agradecimientos

A los productores de maguey de La Soledad Salinas, Oaxaca por las facilidades y apoyo brindadas para la realización del presente trabajo en la obtención de información, así como a los integrantes del Centro de Acopio de Maguey Mezcal, por la ayuda en el uso del material para la toma de datos y a los miembros de la Subcomunidad Agraria por el apoyo que se proporcionó para la guía de los recorridos de campo que se realizaban a diario en la localidad.

## Literatura citada

- Bautista-Cruz, A.; Carrillo-González, R.; Arnaud-Viñas, M.R.; Robles, C. y León-González, F. 2007. Soil fertility properties on *Agave angustifolia* Haw. Plantations. *Soil & Tillage Research*. 96: 342-349.
- Bautista-Cruz, A.; León-González, F.; Carrillo-González, R. and Robles, C. 2011. Identification of soil quality indicators for maguey mezcalero (*Agave angustifolia* haw.) plantations in Southern México. *African Journal of Agricultura Research*. 6 (20): 4795-4799 p.
- Barrera-Bassols, N.; Zinck J. A. and Van, R. E. 2006. Symbolism, knowledge and management of soil and land resources in indigenous communities: Ethnopedology at global, regional and local scales. *Catena* 65:118-137.

The kind of land that has a larger area in the town of The Soledad Salinas is the pedrero land, corresponding to soils Leptosols Skeletalhiper (Eutric) with the WRB and Lithic Ustortents soil taxonomy. That they demonstrate the poor quality of the soil where the maguey is grown, becoming a practice to exploit degraded soils where by environmental conditions, does not allow the development of other crops.

*End of the English version*



- Barrios, E. and Trejo, M.T. 2003. Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. *Geoderma* 111: 217-237.
- Bravo, M. E.; Espinosa, P. H. y López L. P. 2007. Tecnología para la producción de maguey mezcalero en Oaxaca. Libro Técnico No. 7. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. 160 p.
- CONSEJO OAXAQUEÑO DEL MAGUEY Y MEZCAL A.C. 2004. Diagnóstico de la cadena productiva del sistema producto maguey mezcal. Inédito (Mimeografiado). 208 p.
- CRM. 2014. [www.crm.org.mx](http://www.crm.org.mx).
- Cuanalo, C. H. 1990. Manual para la descripción de perfiles de suelos en el campo. Tercera edición. Centro de edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 40 p.
- Cruz, C. G.; Ortiz, S. C. A.; Gutiérrez, C. Ma. C. y Villegas, M. A. 2008. Las clases de tierras citricolas del ejido pueblillo Papatla, Veracruz. *Tierra Latinoamericana*. 26(1):11-19.
- Davis, S. C.; F. G. Dohleman, S. P.; Long. 2011. The global potential for Agave as a biofuel feedstock. *GCB Bioenergy*. 3:48-78.
- Dawoe, E. K.; Quashie-Sam, J.; Isaac, M.E. and Oppong, S. K. 2012. Exploring farmers' local knowledge and perceptions of soil fertility and management in the Ashanti Region of Ghana. *Geoderma*. 179-180(2012):96-103.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. Denominación de origen del mezcal. México, D.F. 1-24 pp.
- Diario Oficial de la Federación, 2001. Denominación de Origen del mezcal. México, D.F. 1-4 pp.
- Diario Oficial de la Federación, 2003. Denominación de origen del mezcal. México, D.F. 1-29 pp.
- Diario Oficial de la Federación, 2012. Denominación de Origen del mezcal. México, D.F. 1-4 pp.
- Espinosa, P.H.; Arredondo, V.C.; Cano, G. M.; Canseco, L. A. y Vázquez. Q.F. 2002. La materia prima para producir el mezcal Oaxaqueño. Catálogo de diversidad de agaves. Folleto Técnico No. 2. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP México. 66 p.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta edición. Talleres Offset Larios S.A. México D.F. 252 p.
- García-Mendoza, A. 2007. Los Agaves de México. *Ciencias*. 87:14-23.
- Gentry, H. S. 1982. *Agaves of continental North America*. 1<sup>st</sup> Edition. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. United States . 670 p.

- INEGI. 2010. Carta E14-12 de Edafológica, escala 1: 250,000.
- INEGI. 2000. Marco Geoestadístico Municipal.
- Iñiguez-Covarrubias, G.; Díaz-Teres, R.; Sanjuán-Dueñas, R.; Anzaldo-Hernández, J. and Rowell, R. M. 2001. Utilization of by-products from the tequila industry. Part 2: potential value of Agave tequilana Weber azul leaves. *Bioresource Technology*. 77:101-108.
- Krasilnikova, P. V. and Taborb, J. A. 2003. Perspectives on utilitarian Ethnopedology. *Geoderma* 111:197-215.
- Sánchez, G. P.; Ortiz, S. C. A.; Gutiérrez, C. Ma. C. y Gómez, D. J. D. 2002. Clasificación campesina de tierras y su relación con la producción de caña de azúcar en el sur de Veracruz. *Terra*. 20(4): 359-369.
- Ortiz S. C. A. y Gutiérrez, C. M. C. 2001. La etnoedafología en México: una visión retrospectiva. *Etnobiología*. 1: 44-62.
- Ortiz S. C. A.; Pájaro H. D. y Ordaz CH V. M. 1990. Manual para la cartografía de clases de tierras campesinas. Serie Cuadernos de Edafología 15. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 62 p.
- SIAP2014. Cierre de la producción agrícola por estado. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx).
- Shah, P. B. 1993. Clasificación local de tierras agrícolas en la cuenca Jhiku Khola. *In*: Tamang, G. J.; Gill and G.B. Thapa (eds). *Indígenas manejadores de los recursos naturales*. HMG Ministry of Agriculture/Winrock International, Kathmandu/London, Inglaterra. 159-163 pp.
- Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC. 871 p.
- World Reference Base, 2006. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*. Primera actualización 2007. *Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103*. FAO, Roma. 117 p.