

# Local management of sugarcane soils in Tlaquiltenango, Morelos, Mexico

Eréndira E. Hernández Andrade<sup>1</sup>

Carlos A. Ortíz Solorio<sup>1\*</sup>

Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena<sup>1</sup>

Edgar V. Gutiérrez Castorena<sup>2</sup>

Patricio Sánchez Guzmán<sup>1</sup>

## Abstract

Local management of sugarcane soils in the municipality of Tlaquiltenango, Morelos, was characterized through interviews with farmers, using the land classes identified by the users themselves as a geographic reference framework. Management data by land class were compared with information from the 2013-2014 harvest provided by the Emiliano Zapata sugar mill, and with leaflets produced for farmers by government institutions. Three types of land were recognized and in order of importance are: Black Clay with Caliche, Black Clay and Brown Clay. The lands were similarly managed in terms of the use of oxen for planting and furrowing, water management, pest control and the use of fertilizers. However, to solve specific problems, different strategies are applied, such as the use of "sacuales" in water conduction, and fertilization with manure or algae accumulated in the channels. Four varieties were identified, which are grown for several cycles. The study verified that the land classes are related to sugarcane yield. There are differences between what the producer does and the technological recommendations of official institutions.

**Keywords:** Interviews, ethnopedological studies, fertilization, irrigation, sugarcane seedlings, varieties.

## Manejo local de los suelos cañeros en Tlaquiltenango, Morelos, México

## Resumen

El manejo local de los suelos cañeros en el municipio de Tlaquiltenango, Morelos, se realizó a través de entrevistas a productores, empleando como marco de referencia geográfico a las clases de tierras que son identificadas por los propios usuarios. Los datos de manejo por clase de tierra se compararon con la información de la zafra 2013-2014, proporcionada por el ingenio Emiliano Zapata y con folletos para productores de instituciones gubernamentales. Tres clases de tierras fueron reconocidas y por orden de dominancia son: Barro Negro con Caliche, Barro Negro y, Barro Café. Las tierras tuvieron manejos similares en cuanto al uso de la yunta de bueyes para la siembra y el surcado, manejo del agua, control de plagas y en la utilización de fertilizantes. Sin embargo, para resolver problemas específicos se aplicaron diferentes estrategias, como el uso de "Sacuales" en la conducción del agua; y el abonamiento con estiércol o con algas acumuladas en los canales. Se identificaron cuatro variedades, que se cultivan durante varios ciclos. El estudio permitió comprobar que las clases de tierras se relacionan con el rendimiento de caña. Existen diferencias entre lo que hace el productor y las recomendaciones tecnológicas de instituciones oficiales.

**Palabras clave:** Entrevistas, estudios etnoedafológicos, fertilización, riego, semilleros de caña, variedades.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo Texcoco, Edo. de México.  
C. P. 56230

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Francisco Villa s/n, Ex Hacienda "El Cañada", Gral. Escobedo, N. L. C. P. 66050.

\*Corresponding author: ortiz@colpos.mx Tel: 95 20200 Ext. 1255.

Received: June 20, 2018

Accepted: October 10, 2018

## Introduction

In the state of Morelos, sugarcane (*Saccharum officinarum*) has been produced for more than 400 years (Parral, 2014), with yields ranked among the highest in the country (SIAP, 2014), which indicates that management has been sustainable (Perales, Loli, Alegre, & Camarena, 2009).

Production in other regions is lower, even under similar agroecological conditions (Sánchez-Guzmán, Ortíz-Solorio, Gutiérrez-Castorena, & Gómez-Díaz, 2002). In addition, government institutions have made significant efforts to increase sugar production at the national level in the country's different sugar mills, with contrasting results (PRONAC, 2007; PRONAC, 2009).

Roldos (1985) mentions that, in general, the areas allocated for sugarcane production have shallow, clayey soils, considered as limiting for the good development of this species.

Melgar (2010) indicated that sugarcane yields depend on the genotype, environmental variables and their management. In addition, the same author showed the specific limitations and their effects on sugarcane production, reported as percentages, as follows: edaphoclimatic suitability (32.2 %), pest, weed and disease management (20.3 %), fertilization (17.2 %), variety and productive cycle (12.5 %), irrigation and mechanization (8.5 %), harvest (6.6 %) and farm size (2.5 %).

The *Fundación Produce de Morelos, A. C.* (2009) mentions three types of deficiencies in the sugarcane production system in this state, related to crop technology, pest and disease management and variety management.

Therefore, it is recognized that, with the development of a detailed soil survey together with knowledge of management practices, it is possible to realize the potential of the lands and manage according to the limitations they present (Nogales, Rey, Medina, González, & Mujica, 2012).

In Mexico, ethnopedological studies have successfully replaced formal soil surveys since the late 1980s. These studies not only generate precise knowledge about the soil condition of a particular area, but also serve to create a communication bridge between farmers and technicians, which allows establishing precise knowledge about the

## Introducción

En el estado de Morelos la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se produce desde hace más de 400 años (Parral, 2014), con rendimientos clasificados entre los más altos del país (SIAP, 2014), lo que permite indicar que el manejo ha sido sostenible (Perales, Loli, Alegre, & Camarena, 2009).

En otras regiones de México la producción es menor, incluso en condiciones agroecológicas similares (Sánchez-Guzmán, Ortíz-Solorio, Gutiérrez-Castorena, & Gómez-Díaz, 2002). Además, instituciones gubernamentales han manifestado la realización de esfuerzos importantes para incrementar la producción de azúcar a nivel nacional en los diferentes ingenios del país, con resultados contrastantes (PRONAC, 2007; PRONAC, 2009).

Roldos (1985) menciona que las áreas dedicadas a la producción de caña de azúcar, en general, presentan suelos poco profundos y arcillosos, considerados como limitantes para el buen desarrollo de esta especie.

Melgar (2010), indicó que el rendimiento del cultivo de caña de azúcar está en función del genotipo, variables ambientales y su manejo. Además, el mismo autor mostró las limitantes específicas y sus efectos en la producción de caña, reportados como porcentajes, de la manera siguiente: aptitud edafoclimática (32.2 %), manejo de plagas, malezas y enfermedades (20.3 %), fertilización (17.2 %), variedad y ciclo productivo (12.5 %), riego y mecanización (8.5 %), cosecha (6.6 %) y tamaño del predio (2.5 %).

La Fundación Produce de Morelos, A. C. (2009) por su parte, menciona tres tipos de deficiencias en el sistema producto caña de azúcar en esta entidad, relacionadas con la tecnología del cultivo, el manejo de plagas y enfermedades y el manejo de variedades.

Por lo anterior, es reconocido que, con la elaboración de un levantamiento detallado de suelos junto con el conocimiento de las prácticas de manejo, es posible establecer las potencialidades de las tierras y maniobrar de acuerdo con las limitaciones que presenten (Nogales, Rey, Medina, González, & Mujica, 2012).

En México, los estudios etnoedafológicos han sustituido con éxito los levantamientos formales de suelos desde finales de la década de los años 80, que no solo genera un conocimiento preciso sobre la

management of different crops, the problems they present, and the recommendations for solving them in different land classes (Ortíz & Gutiérrez, 2001).

One of the most significant ethnopedological studies in sugarcane soils was carried out by Sánchez *et al.* (2002) in the state of Veracruz, covering an area of more than 48,000 ha.

This research was carried out in the municipality of Tlaquiltenango, which does not have a detailed soil study that allows us to know the characteristics of this resource, and nor does it have information on the crop management practices applied by farmers.

This research aimed to: develop a map of land classes based on local knowledge, which would serve as a geographic reference framework; compile the information that producers have on sugarcane management; and compare their data with information from official institutions and establish their yields by land class, using the database for the 2013-2014 harvest obtained from the Emiliano Zapata sugar mill.

## **Materials and methods**

### *Study area location*

The municipality of Tlaquiltenango is located in the southern center of the state of Morelos, at an elevation of 911 m, with a warm, low humidity Aw<sub>(w)</sub> climate, with summer rains, total annual rainfall of 910 mm and an average annual temperature of 22 °C (García, 1987). The municipal area covers 58,167.8 ha, corresponding to 11 % of the state area. Edaphological charts report three soil units that are classified as: pelic Vertisols, calcium Kastanozems and calcium Feozems (INEGI, 2009), while PRONAC (2009) indicates that Rendzines with lithic phases predominate with a rocky bed between 10 and 50 cm deep and that there are also calcaric Feozems with petrocalcic phases.

The study was carried out in the Emiliano Zapata sugar mill's supply area, known as zone B of the municipality of Tlaquiltenango, which is about 800 ha in area.

### **Methodology**

The procedure used to conduct the study includes the following four points: 1) Conducting the

condición edáfica de un área en particular, sino que también sirve para crear un puente de comunicación entre productores y técnicos, que permite establecer un conocimiento preciso sobre el manejo de diferentes cultivos, los problemas que presentan y las recomendaciones para resolverlos en las diferentes clases de tierras (Ortíz & Gutiérrez, 2001).

Uno de los estudios etnoedafológicos más significativos en suelos cañeros fue el elaborado por Sánchez *et al.* (2002) en el estado de Veracruz, cubriendo un área de más de 48,000 ha.

El área donde se realizó la presente investigación corresponde al municipio de Tlaquiltenango, que no cuenta con un estudio detallado de suelos que permita conocer las características de este recurso, ni tampoco tiene información sobre el manejo del cultivo aplicado por los productores.

En la realización de este trabajo se plantearon los siguientes objetivos: elaborar un mapa de clases de tierras a partir del conocimiento local, que sirviera como marco de referencia geográfico, para recopilar la información que los productores poseen sobre el manejo de la caña de azúcar y, además, comparar sus datos con la información de las instituciones oficiales y establecer sus rendimientos por clase de tierra, usando la base de datos para la zafra 2013-2014, del ingenio Emiliano Zapata.

## **Materiales y métodos**

### *Ubicación del Área de estudio*

El municipio de Tlaquiltenango se localiza en el centro sur del estado de Morelos, a una altitud de 911 m, con un clima Aw<sub>(w)</sub>, cálido, de baja humedad, con lluvias en verano, una precipitación total anual de 910 mm y temperatura media anual de 22 °C (García, 1987). El área municipal es de 58,167.8 ha, que corresponde a 11 % de la superficie estatal. Las cartas edafológicas reportan tres unidades de suelos que se clasifican como: Vertisoles pélicos, Kastañozems cálcicos y Feozems cálcicos (INEGI, 2009), mientras que el PRONAC (2009) indica, que predominan las Rendzinas con fases líticas con un lecho rocoso entre los 10 y 50 cm de profundidad y también se encuentran los Feozems calcáricos con fases petrocálcicas.

ethnopedological study; 2) Scientific classification of area soils; 3) Organization of the 2013-2014 harvest information, and; 4) Comparison of producer data with those of institutions.

### **Ethnopedological Study**

The ethnopedological study was carried out according to the methodology proposed by Ortiz, Pájaro, and Ordaz, (1990), with which a map of land classes is produced and local information is generated on both the soil resource (lands) and sugarcane management.

For mapping the land classes, a SPOT 8 satellite image from the year 2000 was selected as the base map, on which the boundaries of the land classes were drawn, based on information provided by the Emiliano Zapata sugar mill's field inspector and farmers who knew the entire area, during field trips made on a plot by plot basis.

Crop management information for each land class was obtained through interviews held with farmers on their plots. The interviews were conducted on a free, spontaneous and unpaid basis. Their number, as established by Williams and Ortiz (1981), depended on the contribution of new knowledge, that is, when the information becomes repetitive, the process is ended.

### **Soil Classification**

The most precise way to technically identify the soils that make up the land classes is by means of their scientific classification. For this purpose, a pedological well is dug in each land class, with the purpose of describing its soil profile using the manual proposed by Cuanalo (1990), and then samples are collected by horizons for laboratory analysis, applying the procedures recommended by the ISRIC (Van Reeuwijk, 1999). With the field and laboratory results, the soils are scientifically classified using the keys designed for this purpose, in accordance with the WRB version 2014 (IUSS Working Group WRB, 2015) and Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014) systems.

### **Organization of the 2013 – 2014 Harvest Information**

In addition to the producers' information, the 2013-2014 Emiliano Zapata sugar mill harvest records were also used. This database includes the varieties planted, farm size, crop cycle, production destination

El estudio se desarrolló en el área de abastecimiento del ingenio Emiliano Zapata, conocida como la zona B del municipio de Tlaquiltenango, con una superficie aproximada de 800 ha.

### **Metodología**

El procedimiento empleado para la elaboración del estudio considera los siguientes cuatro puntos: 1) Realización del estudio etnoedafológico; 2) Clasificación científica de los suelos de la zona; 3) Organización de la información de la zafra 2013-2014, y; 4) Comparación de datos del productor con los de instituciones.

### **Estudio Etnoedafológico**

El estudio etnoedafológico se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Ortiz, Pájaro, y Ordaz, (1990), con la que se elabora un mapa de clases de tierras y se genera información local tanto del recurso suelo (tierras) como del manejo de la caña de azúcar.

Para la cartografía de las clases de tierras se seleccionó como mapa base a una imagen satelital Spot 8, del año 2000, sobre la cual se trazaron los linderos de las clases de tierras, a partir de la información proporcionada por el inspector de campo del ingenio Emiliano Zapata y productores que conocían toda el área, durante la realización de recorridos de campo parcela por parcela.

La información del manejo del cultivo para cada clase de tierra se obtuvo a través de entrevistas a productores que se localizaron directamente en sus parcelas. Las entrevistas tienen las características de ser libres, espontáneas y no remuneradas. Su número como lo establecieron Williams y Ortiz (1981) dependió del aporte de conocimiento nuevo, es decir, cuando la información se vuelve repetitiva se termina el proceso.

### **Clasificación de Suelos**

La forma más precisa para identificar técnicamente los suelos que integran las clases de tierras, es por medio de su clasificación científica. Para ello, en cada clase de tierra se excava un pozo pedológico, con la finalidad de describir su perfil de suelos, empleando el manual propuesto por Cuanalo (1990), posteriormente se colectan muestras por

(seed or mill) and field yields obtained in each plot of 416 producers.

### Data Comparison

In order to establish the similarities and differences of opinions of the producers, their testimonies were compared against the official data published by the different institutions that operate or have generated information in the area, either in the past or during this research. In particular, the *Colegio de Postgraduados*, INEGI, PRONAC (*siazúcar-siap*) and INIFAP - *Fundación Produce de Morelos* were considered. It is important to note that data comparisons are made for all results.

### Results and discussion

#### *Land Mapping*

Farmers identify three land classes, which are called Black Clay with Caliche, Black Clay and Brown Clay, whose areas are reported in Table 1 and their distribution shown in Figure 1.

The land class named Black Clay with Caliche (BCC) is dominant in the area and occupies 89 % of the total area. Its parent material is constituted by sedimentary limestone rocks, locally called "caliche." In general they are deep soils; however, as was mentioned by some producers, they sometimes refer to this land as having thin soil because it can have depths of 30 cm or less and is considered as shallow. This condition is characterized by the presence of white stones, both on the surface and in the subsoil.

horizontes para su análisis en laboratorio, aplicando los procedimientos recomendados por el ISRIC (Van Reeuwijk, 1999). Con los resultados de campo y laboratorio, se efectúa la clasificación científica de los suelos empleando las claves diseñadas para este fin, de acuerdo con los sistemas WRB versión 2014 (IUSS Working Group WRB, 2015) y la Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 2014).

### Organización de la Información de la Zafra

#### 2013 – 2014

Además, de los datos de los productores, se contó con información que corresponde a los registros de la Zafra 2013-2014 proporcionados por el ingenio Emiliano Zapata. En esta base de datos se reportan las variedades sembradas, tamaño del predio, ciclo del cultivo, destino de la producción (semilla o ingenio) y rendimientos de campo obtenidos en cada parcela de 416 productores.

### Comparación de Datos

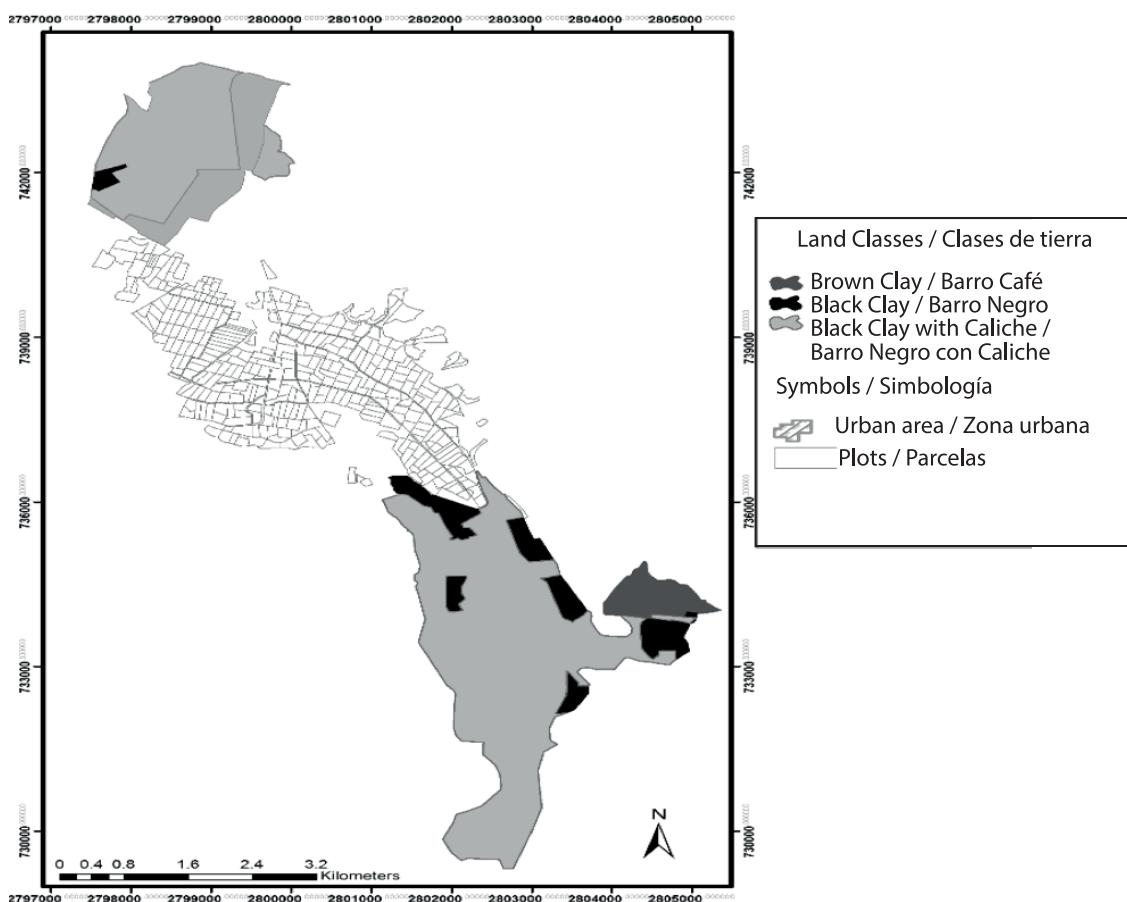
Con la finalidad de establecer las semejanzas y diferencias de opiniones de los productores, se compararon sus testimonios contra los datos oficiales publicados por las distintas instituciones que operan o han generado información en el área, ya sea en el pasado o durante la realización de la presente investigación. En particular, se consideró al Colegio de Postgraduados, INEGI, PRONAC (*siazúcar-siap*) e INIFAP – Fundación Produce de Morelos. Es importante indicar que las comparaciones de datos se efectúan para todos los resultados.

**Table 1. Areas (ha) and extent (%) of the land classes of Zone B of the municipality of Tlaquiltenango, Morelos.**

**Cuadro 1. Superficies (ha) y extensiones (%) de las clases de tierras de la Zona B del municipio de Tlaquiltenango, Morelos.**

Land class / Clase de Tierra	Area (ha) / Superficie (ha)	Extent (%) / Extensión (%)
Black Clay with Caliche / Barro Negro con Caliche	695.9	88.6
Black Clay / Barro Negro	73.4	9.3
Brown Clay / Barro Café	16.2	2.1
Total:	785.5	100.0

**Figure 1. Map showing Land Classes of Zone B of Tlaquiltenango, Morelos**  
**Figura 1. Mapa de Clases de Tierras de la Zona B de Tlaquiltenango, Morelos**



The superficial stoniness does not represent a limitation for its tillage due to the fragility of these materials. Barbosa and Corrales (1997) recommend not mixing the soil with the caliche. In relation to irrigation, these soils retain little moisture and crack within 10 days after application. Although this land presents variants related to the effective depth of the soil, being able to subdivide them into deep and shallow groups, this differentiation is not important for producers.

The second land class by dominance is Black Clay (BC), which covers 9 % of the area. This type of land is mainly found in low-lying areas at the bottom of hills; it is characterized by its very dark brown color and by the accumulation of water, a condition not recommended for sugarcane production (Barbosa & Corrales, 1997). Some farmers call it "*aguajosa*" or "*cieneguda*" and it is deep (more than one meter

## Resultados y discusión

### Cartografía de Tierras

Los productores identifican tres clases de tierras, las cuales son denominadas como Barro Negro con Caliche, Barro Negro y Barro Café, cuyas superficies se reportan en el Cuadro 1 y su distribución se muestra en la Figura 1.

La clase de tierra nombrada como Barro Negro con Caliche (BNC) es la dominante en la zona y ocupa el 89 % de la superficie total. Su material parental está constituido por rocas sedimentarias, calizas, localmente denominadas "caliche". En general son suelos profundos, sin embargo, como fue comentado por algunos productores en ocasiones se refieren a esta tierra como tierra ligera o delgada, porque puede presentar profundidades de 30 cm o menores y se le considera como somera. Esta

thick). As with the Black Clay with Caliche land, it can also be technically subdivided into two variants based on stoniness, *i.e.*, into Black Clay with stones and Black Clay without stones. However, this division is also not significant for the producer. The stoniness was estimated at 16 % and if they are very large stones, farmers usually remove them.

The land identified as Brown Clay (BC) constitutes 2 % of the study area. Farmers call this class "sandy;" it has a light brown surface color, does not retain moisture and has stones in the form of slabs that make it difficult to handle, an aspect indicated in the leaflet published for producers by INIFAP - *Fundación Produce de Morelos* (Barbosa & Corrales, 1997). It was mentioned that one can walk on this land two days after watering and when it is drier cracks form on the soil surface.

In order to have a reference on the land classes, soil samples from the arable layers of each one were analyzed in order to obtain values of their physical and chemical properties, which are reported in Table 2, where it can be seen that the aforementioned soil variants were also included.

The reason the Brown Clay class is called "sandy" soil is attributable to the change in textural class from clay for the two types of Black Clays to silty clay loam and to its lower Cation Exchange Capacity (CEC) value, which would indicate a different type of clay.

When the variant data are included, the texture change in the BCC class becomes relevant because it goes from clay in the deep class to loam in the shallow one, whose sand content is greater than 50 %, giving an idea of the composition of the lower horizons and of the existence of degradation processes that cause the loss of the superficial horizons; in addition, for some reason the highest organic matter (OM) contents occur in these shallow soils. The opposite occurs in the BC class, where the stony variant is the land with the lowest OM content, while when there are no stones, the highest electrical conductivity is reported, without becoming saline soils.

INIFAP technicians (Barbosa & Corrales, 1997; Méndez & Aranda, 2000) recognize the different soils present in the area, both the different types of Clay, Black and Brown, as well as the presence of caliche or stoniness, but they only refer to them for the selection of lands and their preparation for

condición se caracteriza por la presencia de piedras blancas, tanto en la superficie como en el subsuelo. La pedregosidad superficial, no representa una limitante para su laboreo por la fragilidad de estos materiales. Barbosa y Corrales (1997) recomiendan no mezclar el suelo con el caliche. En relación con el riego, estos suelos guardan poca humedad y se agrietan a los 10 días después de su aplicación. A pesar de que esta tierra presenta variantes relacionadas con la profundidad efectiva del suelo, pudiendo subdividirlas en profundas y someras; para los productores no es importante esta diferenciación.

La segunda clase de tierra por dominancia es el Barro Negro (BN), que cubre un 9% del área, este tipo de tierra se encuentra principalmente en zonas bajas, al pie de los cerros; se caracteriza por su color pardo muy oscuro y por la acumulación de agua, condición poco recomendable para la producción de caña (Barbosa & Corrales, 1997). Al igual que con la tierra Barro Negro con Caliche, esta tierra también puede subdividirse técnicamente en dos variantes en función de la pedregosidad, es decir, en Barro Negro con piedras y Barro Negro sin piedras. Sin embargo, esta división tampoco es significativa para el productor. La pedregosidad se estimó en 16 % y si son piedras muy grandes, es común que los agricultores las remuevan.

La tierra identificada como Barro Café (BC), constituye un 2 % de la superficie estudiada. A esta clase los productores la llaman también "arenosa", con un color superficial pardo claro, no retiene humedad y tiene piedras en forma de lajas que dificultan su manejo, aspecto indicado en el folleto para productores del INIFAP – Fundación Produce de Morelos (Barbosa & Corrales, 1997). Se mencionó que sobre esta tierra se puede caminar a los dos días después de regada y cuando está más seca se forman grietas en la superficie del suelo.

Para contar con una referencia sobre las clases de tierras, se analizaron muestras de suelo de las capas arables de cada una ellas con el fin de obtener valores de sus propiedades físicas y químicas, las cuales se reportan en el Cuadro 2, donde podrá notarse que también se incluyeron las variantes de suelos mencionadas.

**Table 2. Physical and chemical properties of the arable layer of the land classes of Tlaquiltenango, Morelos.**  
**Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de la capa arable de las clases de tierras**  
**de Tlaquiltenango, Morelos**

Property* / Propiedad*	Land Class / Clase de Tierra				Brown Clay / Barro Café		
	Black Clay with Caliche / Barro Negro con Caliche	Black Clay / Barro Negro	Without Stones / Sin Piedras	Deep / Profunda	Shallow / Somera	Stony / Pedregosa	
pH (1: 2)	8.0	7.8	8.0	8.0	7.6	8.0	
% O.M. / % M.O.	7.76	9.14	3.79	3.79	7.07	6.03	
EC ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) / CE ( $\text{dS.m}^{-1}$ )	0.6	0.6	0.3	0.3	2.1	1.0	
CEC ( $\text{cmol}(+).\text{kg}^{-1}$ ) / CIC ( $\text{cmol}(+).\text{kg}^{-1}$ )	54	57	50	50	65	26	
BD ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) / Dap ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	1.6	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	
% Sand / % Arena	3.6	50.2	8.9	8.9	2.0	13.4	
% Silt / % Limo	27.1	33.0	27.6	27.6	30.1	50.5	
% Clay / % Arcilla	69.2	16.8	63.4	63.4	68.0	36.1	
Textural Class / Clase	C / R	L / F	C / R	C / R	SCL 7 Frl		

\*pH = Soil Reaction; O.M. = Organic Matter; EC = Electrical Conductivity; CEC = Cation Exchange Capacity; BD = Bulk Density; Textural Class: L = Loam; SCL = Silty Clay Loam and C = Clay.

\*pH = Reacción del Suelo; M.O. = Materia Orgánica; CE = Conductividad Eléctrica; CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico; Dap = Densidad Aparente; Clase Textural: F = Franco; Frl = Franco arcillo limoso y R = Arcilla.

planting sugarcane; they are not considered in other management aspects.

### Soil Classification

The Black Clay with Caliche lands (shallow and deep) and those of Black Clay (stony and non-stony) exhibit a mollic epipedon; in the Black Clay with Stones, vertic properties and friction faces were detected. The Black Clay with Caliche (shallow) and Brown Clay lands are characterized by the presence of limestone rock.

With the WRB system, three reference soil groups were defined: Vertisols, Regosols and Leptosols. In addition, their nomenclature is reported to a second level using the qualifiers of groups I and II. Those of group I consider the characteristics that are typically associated with the reference soil and its intergrades. The specific names are reported in Table 3.

The Soil Taxonomy system, on the other hand, unlike the WRB, also considers soil moisture and temperature regimes within its diagnostic properties.

La razón de llamar a la clase Barro Café como tierra "arenosa" se puede atribuir al cambio de clase textural de arcilla para los dos tipos de Barros Negros a franco arcillo limosa y a su menor valor de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), que estaría indicando un tipo de arcilla diferente.

Cuando se incluyen los datos de las variantes resulta relevante el cambio de textura en la clase BNC, porque pasa de arcilla en la clase profunda a franco en la somera, cuyo contenido de arena es mayor a 50 %, dando idea de la composición de los horizontes inferiores y de la existencia de procesos de degradación que causan la pérdida de los horizontes superficiales, además, por alguna razón en estos suelos someros se presentan los mayores contenidos de Materia Orgánica. Una situación contraria ocurre en la clase BN, donde la variante pedregosa es la tierra con el menor contenido de MO, mientras que cuando no presenta piedras se reporta la mayor conductividad eléctrica, sin llegar a ser suelos salinos.

The soils of this area, based on data from Zacatepec weather station 17042 of the National Meteorological Service (SMN-CNA, n/d) and with the Newhall Simulation Program (Van Wambeke, 2000), show an Ustic moisture regime and an Isohyperthermal temperature regime, and, with the use of the keys, three orders were defined: Vertisols, Mollisols and Entisols. They are subdivided into four subgroups as presented in Table 3.

Pelic Vertisols with the WRB system were the only soils that coincide with the information reported by INEGI (2009) and Rendzines for those reported by PRONAC (2009) when considering the shallow variant of BCC lands, although it is noteworthy that both institutions use old versions of this classification. In the case of Soil Taxonomy, we can indicate that in practice it is only used by educational institutions such as the *Colegio de Postgraduados*.

The consideration of soil variants for two of the land classes defined by the producers is appropriate because their formal classification places them in different groups. However, due to a lack of interest shown by the producers, their areas of influence were not delimited.

Los técnicos del INIFAP (Barbosa & Corrales, 1997; Méndez & Aranda, 2000), reconocen los diferentes suelos presentes en la zona, tanto los distintos tipos de Barros, Negros y Cafés, como a la presencia de caliche o pedregosidad, pero solo se refieren a ellos para la selección de terrenos y su preparación para la siembra de caña de azúcar, en los demás aspectos de manejo no son considerados.

### **Clasificación de Suelos**

Las tierras de Barro Negro con Caliche (somera y profunda) y las de Barro Negro (pedregosa y no pedregosa), presentan un epipedón mólico; en el Barro Negro con Piedras se detectaron propiedades véticas y caras de fricción. Las tierras Barro Negro con Caliche (somera) y Barro Café se caracterizan por la presencia de roca caliza.

Con el sistema WRB se definieron tres grupos de suelos de referencia: Vertisoles, Regosoles y Leptosoles. Además, se reporta su nomenclatura a un segundo nivel utilizando a los calificadores de los grupos I y II. Los del grupo I contemplan las características que están típicamente asociadas con el suelo de referencia y sus inter-grados. Los nombres específicos se reportan en el Cuadro 3.

**Table 3. Classification of Soils in Zone B of the municipality of Tlaquiltenango, Morelos with the WRB System and Soil Taxonomy.**

**Cuadro 3. Clasificación de los Suelos de la Zona B del municipio de Tlaquiltenango, Morelos con el Sistema WRB y la Taxonomía de Suelos**

Land Classes / Clases de Tierras	WRB System / Sistema WRB	Soil Taxonomy / Taxonomía de Suelos
Black Clay (with stones) / Barro Negro (con piedras)	Calcium Vertisols / Vertisoles Cálcicos Humic / Húmicos	Chromic Haplusterts
Black Clay (without stones) / Barro Negro (sin piedras)	Pelic Vertisols / Vertisoles Pélicos Mollic / Mólicos	Typic Haplusterts
Black Clay with Caliche (Deep) / Barro Negro con Caliche (Profundo)	Pelic Vertisols / Vertisoles Pélicos Mollic / Mólicos	Typic Haplusterts
Black Clay with Caliche (Shallow) / Barro Negro con Caliche (Somero)	Rendzic Leptosols / Leptosoles Rendzicos Skeletal / Esqueléticos	Lithic Haplustolls
Brown Clay / Barro Café	Calcaric Regosols / Regosoles Calcáricos Siltic / Límicos	Typic Ustorthents

### Sugarcane Management

In order to generate information on crop management in the land classes, 16 interviews were conducted, with the resulting data being organized in terms of soil preparation for planting, time and manner of planting, fertilization, pest and weed control, irrigation, varieties, crop cycles and yields.

### Soil Preparation for Planting

The way of preparing the soil for planting in the three land classes is similar. It is done with a ploughing, a cross and a harrowing perpendicular to the cross, before planting. All these tasks have the purpose of leaving the soil loose or friable and destroying the clods that form. La forma de preparar el suelo para la siembra en las tres clases de tierra es similar.

For ploughing, in the Black Clay with Caliche and Black Clay lands, farmers use both a yoke of oxen and mechanical traction, whereas in the Brown Clay lands only the yoke of oxen is used, all in the interest of making a deep ploughing of 40 cm.

Once this has been achieved, a deep ploughing and removal of clods, furrows are plotted at distances greater than one meter, in general, at 1.20 m and following the slope of the land.

There is full agreement between technicians and producers with regard to the dimensions of the ploughing depth (40 cm) and the distance between furrows (120 cm).

### Time and Way of Planting

The planting time for producers is in the September–November period in order to take advantage of the rains and the decrease in temperature, which results in late emergence.

Planting is done using pieces (*canutos*) of cane, which are 40 cm long with three or four buds ("seed cane") placed at the bottom of the furrow, an action known as "laying the cane."

The most widespread form of planting is known as "*medio petatillo*" or "*un cuarto de luz*," which consists in placing the pieces of cane in a parallel manner at the bottom of the furrow, leaving about 30 cm between the end of one and the beginning of the other, as if they were dotted lines, and the space between each *canuto* in a line is covered with

El sistema de la Taxonomía de Suelos, por su parte, a diferencia de la WRB, considera, además, dentro de sus propiedades de diagnóstico a los regímenes de humedad y temperatura del suelo. Los suelos de esta zona, a partir de los datos de la estación meteorológica 17042 de Záratepec (Observatorio) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CNA, s/f) y con el Programa de Simulación Newhall (Van Wambeke, 2000), presentan un régimen de humedad Ústico y un régimen de temperatura Isohipertérmico, y; con el uso de las claves se definieron tres órdenes: Vertisoles, Molisoles y Entisoles. Que se subdividen en cuatro subgrupos como se presentan en el Cuadro 3.

Los Vertisoles pélicos con el sistema WRB fueron los únicos suelos que coinciden con la información reportada por INEGI (2009) y las Rendzinas para los reportados por el PRONAC (2009) cuando se considera a la variante somera de las tierras BNC, aunque es notorio que ambas instituciones utilicen versiones antiguas de esta clasificación. En el caso de la Taxonomía de Suelos, podemos indicar que en la práctica solo la usan instituciones educativas como el Colegio de Postgraduados.

La consideración de las variantes de suelos para dos de las clases de tierras definidas por los productores resulta apropiada debido a que su clasificación formal las ubica en diferentes grupos. Sin embargo, por el poco interés mostrado por los productores no fueron delimitadas sus áreas de influencia.

### Manejo de la Caña de Azúcar

Para generar la información sobre el manejo del cultivo en las clases de tierras, se efectuaron 16 entrevistas cuyos datos resultantes se organizaron en términos de la preparación del suelo para la siembra, época y forma de siembra, fertilización, control de plagas y malezas, riego, variedades, ciclos de cultivo y rendimientos.

### Preparación del Suelo para la Siembra

La forma de preparar el suelo para la siembra en las tres clases de tierra es similar. Se realiza con un barbecho, una cruz y un rastreo perpendicular a la cruz, antes de la siembra. Todas estas labores tienen la finalidad de dejar al suelo suelto o friable y destruir los terrones ("terremotos") que se formen.

its parallel line. The farmers believe that this method generates a higher population density.

The producers' comments do not coincide with the planting times mentioned in the technical recommendations (Barbosa & Corrales, 1997; Méndez & Aranda, 2000), but they do coincide with the *medio petatillo* planting method, although a second method called "*cordón doble*" is mentioned in the leaflets for producers.

### Fertilization

The application of fertilizers to the soil is the same in all land classes, *i.e.*, their differences are not considered. The farmers indicated that at the time of planting, "sugarcane fertilizer" is applied at the bottom of the furrow, at a rate of 10 packages·ha<sup>-1</sup>, which has the formula 18 N - 4.5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 3 K<sub>2</sub>O.

Between 60 and 90 days after planting, a second application is made with another 10 packages of sugarcane fertilizer. The latter is done by opening a furrow with the yoke of oxen, an action known as "*afloje*" or loosening, and once integrated the fertilizer is covered, a practice known as "*despacho*," which is done before the plant completely covers the ground.

Foliar applications with FeSO<sub>4</sub> in a 3% solution are also carried out to prevent chlorosis, an action known as "*fumigar con ferroso*," which is repeated up to four times during each cycle and is carried out manually.

In the Black Clay lands, it is common to apply organic materials that can be algae growing in the channels or manure; the latter is given away by producers who have livestock in exchange for the cleaning of their pens. However, this practice has increasingly adherents.

Barbosa and Corrales (1997) indicated that the Zárate Experimental Field generated a fertilization dose of 180-45-30 kilograms of N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O for sugarcane production in its area; later, Méndez and Aranda (2000) mentioned that 1,000 kg of the formula 18-4.5-3 is required, which is equivalent to 20 packages expressed by the producers.

PRONAC (2009), in its diagnosis of soils for sugar mills, considers that all have nutrient problems and reports that a 190-120-0 fertilizer dose is given for the Emiliano Zapata mill, which does not coincide with that of INIFAP. It is also noteworthy that despite knowing that a sugarcane plant lasts several cycles

Para el barbecho, en las tierras de Barro Negro con Caliche y Barro Negro, los productores utilizan tanto yunta de bueyes como tracción mecánica, mientras que en las tierras de Barro Café solo se emplea la yunta de bueyes, todos con el interés de realizar un barbecho profundo, de 40 cm.

Logrado lo anterior, barbecho profundo y eliminación de terrones, se trazan surcos a distancias mayores a un metro, en general, a 1.20 m y, siguiendo la pendiente del terreno.

Existe plena coincidencia entre técnicos y productores en lo que se refiere a las dimensiones de la profundidad del barbecho (40 cm) y la distancia entre surcos (120 cm).

### Época y Forma de Siembra

La fecha de siembra para los productores comprende los meses de septiembre a noviembre debido a que se aprovechan las lluvias y la disminución de la temperatura, provocando que se tenga una emergencia tardía.

La siembra se realiza a través de trozos (canutos) de caña, que son de 40 cm de largo con tres o cuatro yemas ("caña semilla"), colocados en el fondo del surco, a esta acción se le conoce como "tender la caña".

La forma más generalizada de siembra es conocida como "*medio petatillo*" o "*un cuarto de luz*", la cual consiste en colocar los trozos de caña en forma paralela en el fondo del surco, se deja una distancia aproximada de 30 cm entre el término de uno y el inicio del otro, como si fueran líneas punteadas, y el espacio entre canuto y canuto de una línea queda cubierto con su línea paralela. La opinión de los productores es que de esta forma se genera una mayor densidad de población.

Los comentarios de los productores no coinciden con las épocas de siembra de las recomendaciones técnicas (Barbosa & Corrales, 1997; Méndez & Aranda, 2000), pero sí con el método de siembra a medio petatillo, aunque en los folletos para productores se menciona un segundo método llamado "*cordón doble*".

### Fertilización

La aplicación de fertilizantes al suelo es igual en todas las clases de tierra, es decir, no se consideran sus diferencias. Los productores indicaron que al momento de la siembra se aplica en el fondo del

in the same soil and that in each cycle its yields are decreasing, the same fertilizer dose is always applied.

### Pests and Diseases

From the information collected from producers, only one pest was reported, the one related to the borer worm, which is controlled with a granulated insecticide (Furadan or Counter).

In the technical recommendations (Barbosa & Corrales, 1997), they indicated that pests were of no economic importance, although a weevil was also reported.

On diseases, the technicians report sugarcane mosaic, rust and smut; the producers for their part give no indication of them.

### Weeds

When the crop is 1 meter high or more, a "destlasolada" is carried out, which consists of removing the dead leaves from the cane to allow the entry of light and air and performing foliar fertilization and fumigations. Weeds growing next to the crop are removed with a large hoe or with herbicides (Gesapax); this weeding work is called "tlamatecar." It is important to mention that the producers recognize different types of weeds; some species occur in the three land classes, others in two of them and others in just one.

### Irrigation

During the crop cycle, 12 to 14 irrigations were reported. In the *plantilla* (seedling) cycle, 14 are applied and in the subsequent cycles 12, with a duration of 12 and up to 24 hours, with intervals between irrigations of 20 to 30 days. The duration and frequency of irrigation depends on the agreements made with the channel operator. The water source is a spring known as "*Las Estacas*." Irrigation is by gravity and there are no depth calculations. The scheduling of irrigations is supervised by the mill.

Two water management practices were reported by the producers. One, in the Brown Clay land class, the irrigation water is conducted with "sacuales," which are plastic bags placed at the entrance of the furrows. This practice gives direction to the water and prevents soil erosion on plots with slopes. The other is used in land with steep slopes, in which

surco "abono cañero", a razón de 10 bultos·ha<sup>-1</sup>, que tiene la fórmula 18 N - 4.5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 3 K<sub>2</sub>O.

Entre los 60 y 90 días después de la siembra, se realiza una segunda aplicación con otros 10 bultos de abono cañero. Esta última se efectúa abriendo un surco con la yunta, acción que se le conoce como "afloje" y una vez integrado el fertilizante se tapa, esta práctica es conocida como "despacho", la cual se efectúa antes de que la planta cubra totalmente el terreno.

También se ejecutan aplicaciones foliares, con FeSO<sub>4</sub> en solución al 3 % para prevenir clorosis, acción conocida como "fumigar con feroso", que se repite hasta en cuatro ocasiones durante cada ciclo y se realiza en forma manual.

En las tierras de Barro Negro es común aplicar materiales orgánicos que pueden ser algas desarrolladas en los canales o estiércol, este último es regalado por productores que poseen ganado a cambio de la limpia de sus corrales, sin embargo, esta práctica tiene cada vez menos adeptos.

Barbosa y Corrales (1997), indicaron que el Campo Experimental de Záratepec generó la dosis de fertilización de 180-45-30 kilogramos de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O para la producción de caña de azúcar en su zona, posteriormente, Méndez y Aranda (2000) mencionaron que se requieren 1,000 kg de la fórmula 18-4.5-3, lo cual equivale a los 20 bultos expresados por los productores.

El PRONAC (2009) en sus diagnósticos de suelos para ingenios, considera que todos tienen problemas nutricionales y para el ingenio Emiliano Zapata, se da la dosis de fertilizantes 190-120-0, que no coincide con la del INIFAP. También es de llamar la atención que a pesar de conocer que una caña sembrada dura varios ciclos en el mismo terreno y, que en cada ciclo sus rendimientos van disminuyendo, se aplique siempre la misma dosis de fertilizante.

### Plagas y Enfermedades

De la información recabada de los productores, solo se obtuvieron datos de una plaga, la relacionada con el gusano barrenador, cuyo control lo realizan con un insecticida granulado (Furadan o Counter).

En las recomendaciones técnicas (Barbosa & Corrales, 1997), indicaban que las plagas carecían de importancia económica. Aunque también, se reportaba a un picudo.

to prevent the water from quickly going into the middle of the plot, a transverse furrowing is made, taking into account that the furrowing for planting is done in favor of the slope; the set of furrows in this new direction is known as "surcado pesado o macho," literally heavy or male furrowing.

The way producers irrigate does not coincide with the technical specifications described by Barbosa and Corrales (1997).

### **Varieties**

Farmers reported the use of four sugarcane varieties: CP72-2086, ITV92-1424, MEX79-431 and MY55-14, which can be identified by their yield, number of shoots, drought resistance and content of "ahuates" (thorny hairs on the stem and leaves).

It was commented that the varieties are jointly selected, by means of consensus, by the sugar mill, leaders of sugarcane associations, such as the National Union of Sugarcane Growers (CNPR) and the National Peasant Confederation (CNC), and the producers themselves, with the aim of having higher field yields, greater resistance to pests and diseases, and good adaptation to soil conditions.

Of the varieties mentioned by the producers, two are foreign, CP72-2086 and MY55-14, and two are national, ITV92-1424 and MEX79-431. Of the foreign varieties, the second known as "Mayari" was promoted as a new variety for the Emiliano Zapata sugar mill's area of influence at the end of the last century (Barragán, 1997).

Based on the information provided by the Emiliano Zapata sugar mill for the study area, for the 2013-2014 harvest there were five known varieties, one more than those indicated by the producers, the ATEMEX96-40, and in an area of less than 2 ha there were unidentified varieties reported as "other."

The relevant datum of the 2013-2014 harvest on the varieties is the dominance of foreign genotypes over national ones in the three land classes. In Black Clay with Caliche, foreign varieties cover 85 % of its area, followed by CP72-2086 with 67 % and MY55-14 with 18 %, while the most important Mexican variety in this zone covers 9 % of its area. In the Black Clay land class, there are no Mexican genotypes; CP72-2086 constitutes 61 % and MY55-14 39 % of the area, and in the land class with the smallest area of

Sobre enfermedades, los técnicos reportan al mosaico, una roya y al carbón, los productores por su parte no dieron indicación alguna de ellas.

### **Malezas**

Cuando el cultivo tiene 1 metro de altura o más, se realiza una "destlasolada", que consiste en quitar las hojas muertas de la caña, para permitir la entrada de luz, del aire y realizar la fertilización foliar y fumigaciones. Las malas hierbas o maleza que crecen junto al cultivo son eliminadas con azadón o con herbicidas (Gesapax), esta labor de deshierbe la llaman "Tlamatecar". Es importante mencionar que los productores reconocen distintos tipos de malezas, algunas especies se presentan en las tres clases de tierra, otras en dos de ellas y otras más son exclusivas de una clase.

### **Riegos**

Durante el ciclo del cultivo se informó que se realizan de 12 a 14 riegos. En plantilla se aplican 14 y en los posteriores ciclos 12, con una duración de 12 y hasta 24 horas, con intervalos entre riegos de 20 a 30 días. La duración y frecuencia del riego depende de los acuerdos que se realicen con el canalero. La fuente de agua es un manantial que se le conoce como "Las Estacas". El riego es por gravedad y no existen cálculos de láminas. La programación de los riegos es supervisada por el ingenio.

Dos datos reportados por los productores sobre el manejo del agua fueron: Uno en la clase de tierra Barro Café donde conducen el agua de riego con "sacuales", que son bolsas de plástico colocadas en la entrada de los surcos. Esta práctica da dirección al agua y previene la erosión del suelo en parcelas con pendiente. El otro ocurre en terrenos con pendientes fuertes, en las que para evitar que el agua se vaya rápido, a la mitad de la parcela, se efectúa un surcado transversal, recuérdese que el surcado para la siembra se hace en favor de la pendiente, al conjunto de surcos en esta nueva dirección se le conoce como "surcado pesado o macho".

La forma cómo los productores riegan, no coincide con las especificaciones técnicas descritas por Barbosa y Corrales (1997).

### **Variedades**

Los productores reportaron el empleo de cuatro variedades de caña de azúcar: la CP72-2086,

influence, Brown Clay, CP72-2086 again dominates in 65 % of its area with MEX79-431 in the remaining 35 %.

### Crop and harvest cycles

The greatest number of cycles reported in the sugar mill database for the 2013-2014 harvest was eight with resoca 6 (S6) of the CP72-2086 variety, in the Black Clay with Caliche land class. In the Black Clay class the maximum was two cycles and in the Brown Clay class five.

The harvest begins with the burning, followed by the cut; this decision depends on the evaluations and analysis of maturity through plant samplings made by the mill. Burning is usually carried out in the afternoons and depends on prevailing weather conditions, in particular wind speed and direction, in order to avoid fires in neighboring plots. The next day the sugarcane is cut with a machete, by personnel hired by the sugar mill, the sugarcane is gathered and taken to the sugar mill for weighing, and a receipt is given to the growers to record their yield.

After the harvest, a "destronque" is carried out, which consists of hacking off the large sugarcane residues to give a "loosening" followed by irrigation. At 50 days a "despacho" or first fertilizer application is made, without using other agrochemicals; then, during the "aporque" or hoeing, a second sugarcane fertilizer application is made and the same tasks are repeated for the following cycles.

### Sugarcane Yields

For the characterization of sugarcane field yields, the information provided by the sugar mill was used, organizing it by land class, variety and crop cycle (only up to the fifth or S3), reporting in each case the lowest and highest production obtained, as shown in Table 4.

The CP72-2086 variety is the one found in the three land classes and is the most productive in the Brown Clay class, with a maximum yield of 244 t·ha<sup>-1</sup>, followed by the Black Clay with Caliche with 219 t·ha<sup>-1</sup> and lastly the Black Clay with 190 t·ha<sup>-1</sup>, all for the *Plantilla* cycle. The MY55-14 variety is found in two land classes, having its highest yields in the Black Clay with 202 and 149 t·ha<sup>-1</sup> in the *Plantilla* and *Soca* (second cut) cycles, compared to the Black Clay with Caliche where 141 and 139 t·ha<sup>-1</sup> respectively were obtained.

ITV92-1424, MEX79-431 y MY55-14, que se pueden identificar por su rendimiento, número de brotes (amacollamiento), resistencia a la sequía y contenido de "ahuates" (pelos espinosos del tallo y las hojas).

Se comentó que las variedades son seleccionadas por consenso entre el Ingenio, líderes de asociaciones cañeras, como la Unión Nacional de Cañeros (CNPR) y la Confederación Nacional Campesina (CNC), y los propios productores, con el objetivo de tener rendimientos de campo más altos, una mayor resistencia a plagas y enfermedades, y buena adaptación a las condiciones del suelo.

De las variedades mencionadas por los productores dos son extranjeras, la CP72-2086 y la MY55-14 y dos nacionales, la ITV92-1424 y la MEX79-431. De las extranjeras, la segunda conocida como "Mayari" fue promovida como una nueva variedad para la zona de influencia del ingenio Emiliano Zapata a finales del siglo pasado (Barragán, 1997).

A partir de la información proporcionada por el ingenio Emiliano Zapata, para la zona de estudio, se puede indicar que para la zafra 2013-2014 se tuvieron cinco variedades conocidas, una más que las señaladas por los productores, la ATEMEX96-40 y en una superficie menor a 2 ha, se reportaron como "otras" a variedades no identificadas.

El dato relevante de la zafra 2013-2014 sobre las variedades, es la dominancia de genotipos extranjeros sobre los nacionales en las tres clases de tierras. En la Barro Negro con Caliche las variedades extranjeras cubren un 85 % de su superficie; la CP72-2086 en 67 % y la MY55-14 en el 18 %, mientras que la variedad mexicana más importante en esta zona abarca un 9 % de su área. En la clase de tierra Barro Negro no existen genotipos mexicanos, la CP72-2086 constituye un 61 % y la MY55-14 el 39 % del área, y en la clase de tierra con menor área de influencia, la de Barro Café domina nuevamente la CP72-2086 en el 65 % de su área y en el 35 % restante se presenta la MEX79-431.

### Ciclos de cultivo y cosecha

El mayor número de ciclos reportados en la base de datos del ingenio para la zafra 2013-2014 fue de ocho con la resoca 6 (S6) de la variedad CP72-2086, en la clase de tierra Barro Negro con Caliche. En la clase Barro Negro lo máximo fueron dos ciclos y en la de Barro Café cinco.

**Table 4. Sugarcane yields of the 2013-2014 harvest in zone B of the municipality of Tlaquiltenango by land class, variety and cycle.**

**Cuadro 4. Rendimientos de Caña de Azúcar de la Zafra 2013-2014 en la Zona B del municipio de Tlaquiltenango por Clase de Tierra, Variedad y Ciclo.**

<b>Land Class / Clase de Tierra</b>	<b>Variety / Variedad</b>	<b>Cycle / Ciclo</b>				
		<b>P</b>	<b>S</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
Black Clay with Caliche / Barro Negro con Caliche	ATEMEX96-40	152-162	102*			
	CP72-2086	67-217	60-179	52-157	34-122	82*
	ITV92-1424		102-116	56-175	71-79	
	MEX79-431	166*		62*	45-99	93*
	MY55-14	50-141	48-139	43-88	42-102	
Black Clay / Barro Negro	CP72-2086	67-190				
	MY55-14	26-202	67-149			
Brown Clay / Barro Café	CP72-2086	75-244				
	MEX79-431					39-86

\*Information for a single plot.

\*Información correspondiente a una sola parcela.

### Land Classes and Seedling Beds

In the three land classes, plots used for seedling beds were found. The dominant one is the Black Clay with Caliche with 20.6 ha, followed by Black Clay with 2.0 ha and Brown Clay with just 0.2 ha. The sugarcane varieties selected as seed are: CP 72-2086 in the three land classes with 19.2 ha, with 18.1, 0.9 and 0.2 ha respectively. The 0MY55-14 variety is reported in the Black Clay with Caliche class with 2.1 ha and in the Black Clay one with 1.1 ha, and the ATEMEX96-40 variety only in the Black Clay with Caliche class. For the rest of the varieties present, no "seedling beds" were reported.

According to the producers, the selection of plots for seedling beds falls to the mill inspectors, who are responsible for ensuring that they comply with the conditions of being a *plantilla* and having good development and vigor. Its price is the same as that which goes to the mill.

La cosecha o "Zafra" comienza con la quema y le sigue el corte, esta decisión depende de las evaluaciones y análisis de madurez mediante muestreos de plantas realizadas por el ingenio. La quema se efectúa comúnmente por las tardes y depende de las condiciones climáticas, en particular de la velocidad y dirección del viento, para evitar incendios en parcelas vecinas. Al día siguiente se hace el corte con machete, por personal contratado por el ingenio, se junta la caña y se lleva al ingenio para pesarla y se le entrega al productor un recibo donde se anota su rendimiento.

Después de la zafra, se efectúa un "destronque", que consiste en cortar los residuos grandes de la caña para dar un "afloje" seguido de un riego. A los 50 días se realiza un "despacho" o primera aplicación de fertilizante, solamente, sin usar otros agroquímicos, después, durante el "aporque" se hace una segunda aplicación del fertilizante cañero y se repiten las mismas labores para los siguientes ciclos.

## Conclusions

From the results obtained, the following conclusions can be drawn:

Sugarcane field yields are related to the land class where the crop is produced. The Brown Clay land has the highest crop yields with the dominant variety CP72-2086 and in the *plantilla* cycle.

Soil depth in the Black Clay with Caliche land class does not represent a limitation for the producers, since they have no difficulty in ploughing it up to the first 40 cm, which are the most important for them.

By differentiating two soil groups within the Black Clay with Caliche land class (deep and shallow) and within the Black Clay class into the variants with stones and without stones, their formal classification was different, *i.e.*, it can be said that in this area the technicians' soil knowledge is more detailed than that of the local producers.

The different management practices recommended by the technicians do not consider the soils or the different land classes that exist in the area, particularly in relation to fertilization doses, irrigation, varieties and selection of plots as seedling beds.

*End of English version*

## Literature cited / Literatura citada

- Barbosa Barragán, J. J. 1997. "Mayari 55 - 14", Nueva Variedad de Caña de Azúcar para el Área de influencia del Ingenio "Emiliano Zapata" en el Estado de Morelos. Folleto Técnico No. 19. INIFAP – Fundación Produce Morelos A.C.
- Barbosa B., J. J. & Corrales R., A. 1997. Guía para cultivar Caña de Azúcar en el Estado de Morelos. INIFAP – Fundación Produce Morelos A.C.
- Cuanalo de la C., H. 1990. Manual para la descripción de perfiles de suelo en campo (2<sup>da</sup> edición). Centro de Edafología Colegio de Postgraduados, Chapingo. México.
- Fundación Produce de Morelos A. C. 2009. Agenda de innovación del Estado. SAGARPA-SEDAGRO-Fundación Produce Morelos A. C. Consultada el 10 de Febrero de 2017. Disponible en: [producemorelos.org/FPMA%20Agenda%2009%20NET%20OK.pdf](http://producemorelos.org/FPMA%20Agenda%2009%20NET%20OK.pdf).
- García, E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Koppen. 4<sup>a</sup> edición, Corregida y aumentada. Instituto de Geografía – UNAM. México.

## Rendimientos de Caña de Azúcar

Para la caracterización de los rendimientos en campo de la caña, se utilizó la información proporcionada por el ingenio, organizándola por clase de tierra, variedad y ciclo del cultivo (solo hasta el quinto o S3), reportando en cada caso la menor y mayor producción obtenida, como se muestra en el Cuadro 4.

La variedad CP72-2086 es la que se presenta en las tres clases de tierras y le corresponde a la Barro Café como la más productora, con un rendimiento máximo de 244 t·ha<sup>-1</sup>, le sigue la de Barro Negro con Caliche con 219 t·ha<sup>-1</sup> y con menor rendimiento la Barro Negro con 190 t·ha<sup>-1</sup>, todas para el ciclo de Plantilla. La variedad MY55-14 se presenta en dos clases de tierras y donde tiene rendimientos más elevados es en la de Barro Negro con 202 y 149 t·ha<sup>-1</sup> en los ciclos de Plantilla y Soca, en comparación con la de Barro Negro con Caliche donde se obtuvieron 141 y 139 t·ha<sup>-1</sup> respectivamente.

## Clases de Tierra y Semilleros

En las tres clases de tierras se detectaron parcelas que se destinan como semilleros, la dominante es la de Barro Negro con Caliche con 20.6 ha, le sigue la de Barro Negro con 2.0 ha y la de Barro Café con apenas 0.2 ha. Las variedades de caña de azúcar seleccionadas como semilla son: CP 72-2086 en las tres clases de tierra con 19.2 ha, con 18.1, 0.9 y 0.2 ha respectivamente. La variedad MY55-14 se reporta en las clases Barro Negro con Caliche en 2.1 ha y en el Barro Negro con 1.1 ha y, la variedad ATEMEX96-40 solo en la clase Barro Negro con Caliche. Para el resto de las variedades presentes no se reportaron "semilleros".

Según la opinión de los productores, la selección de parcelas que se destinan a semilleros recae en los inspectores del ingenio, quienes se encargan de que cumplan con las condiciones de ser plantilla y, tener un buen desarrollo y vigor. Su precio es el mismo que el que se destina al ingenio.

## Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se generan las siguientes conclusiones:

Los rendimientos de campo de caña de azúcar se relacionan con la clase de tierra donde se produce.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2009. Prontuario de Información geográfica municipal de los Estados Mexicanos 2009. Clave geoestadística 17025. Tlaquilténango Morelos. Consultado el 28 de abril de 2015. Disponible:<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/17/17025.pdf>.
- IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema Internacional de Clasificación de Suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos No. 106. FAO, Roma.
- Melgar M. 2010. Tendencias de la investigación en caña de azúcar a nivel mundial. CENGICAÑA. Presentación de resultados de investigación Zafra 2009 - 2010 Guatemala. 10-17p.
- Méndez Salas, R. & Aranda Fandiño, E. 2000. Paquete Tecnológico para el cultivo de Caña de Azúcar en el Estado de Morelos. Folleto para Productores No. 28. INIFAP – Produce. Campo Experimental "Zacatepec". Zacatepec, Morelos.
- Nogales J., Rey J., Medina G. González, M & Mujica, M. 2012. Evaluación por capacidad de uso de las tierras de predios cañeros en el eje Aragua – Carabobo, Venezuela. INIA Divulga, 21:29-34.
- Ortíz, S., C. A., Pájaro H., D & 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.
- Ortíz-Solorio, C.A. & Gutiérrez – Castorena, C. 2001. La Etnoedafología en México, una visión retrospectiva. Etnobiología 1:44-62.
- Parral Q., L. E. 2014. Las organizaciones de Productores de caña y sus relaciones de poder. El caso de la asociación de cañeros de Casasano, en Cuautla de Morelos, México. Pueblos y Fronteras. 9(18):81-90.
- Perales, A. Loli, O., Alegre, J. & Camarena F. 2009. Indicadores de sustentabilidad del manejo de suelos en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.). Ecología Aplicada, 8(2):47-52.
- PRONAC. 2007. Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar 2007-2012. SAGARPA. Consultado: 22 de julio, 2014. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/2589453/Programa-Nacional-de-la-Agroindustria-de-la-cana-de-azucar-2007-2012>.
- La tierra Barro Café es la que tiene los mayores rendimientos del cultivo con la variedad dominante CP72-2086 y en el ciclo de plantilla.
- La profundidad del suelo en la clase de tierra Barro Negro con Caliche no representa una limitante para los productores, ya que no tienen dificultades para labrarla hasta los primeros 40 cm, que son los más importantes para ellos.
- Al diferenciar dos grupos de suelo dentro de la clase de tierra Barro Negro con Caliche, en profundos y someros y en la clase Barro Negro en las variantes, con piedras y sin piedras, su clasificación formal resultó diferente, es decir, se puede afirmar que en esta zona el conocimiento técnico de suelos resulta más detallado que el local.
- Las diferentes prácticas de manejo recomendadas por los técnicos no consideran a los suelos o las diferentes clases de tierra que existen en la zona, en particular, sobre las dosis de fertilización, riegos, variedades y selección de parcelas como semilleros.

**Fin de la versión en español**

---

- PRONAC. 2009. Diagnóstico de Suelos. SAGARPA. Consultado: 22 de julio de 2015. Disponible: [siazucar.siap.gob.mx/materiales/suelos/20\\_EMILIANO\\_ZAPATA\\_RECOMENDACIONES.pdf](http://siazucar.siap.gob.mx/materiales/suelos/20_EMILIANO_ZAPATA_RECOMENDACIONES.pdf) y en [siazucar.siap.gob.mx/materiales/suelos/20\\_EMILIANO\\_ZAPATA\\_SIAP\\_II.pdf](http://siazucar.siap.gob.mx/materiales/suelos/20_EMILIANO_ZAPATA_SIAP_II.pdf)
- Roldos, J. 1985. Algunos factores edáficos limitantes de la producción de la caña de azúcar en Cuba. Mimeografiado. INICA. La Habana. Cuba. 62 pp.
- Sánchez- Guzmán, P.; Ortíz- Solorio, C. A.; Gutiérrez- Castorena, Ma. del C. & Gómez- Díaz, J. D. 2002. Clasificación campesina de tierras y su relación con la producción de caña de azúcar en el sur de Veracruz. Terra 20:359-369
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).2014. Consultado 12 enero 2015 en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- Servicio Meteorológico Nacional – Comisión Nacional del Agua (SMN CNA), s/f. Estaciones Normales Climatológicas. Consultado: 15 de enero de 2015. Disponible: [smn.cna.gob.mx/es/](http://smn.cna.gob.mx/es/)

- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th ed. USDA-NRCS, Washington, DC. 366 pp.
- Van Reeuwijk, L. P. 1999. Procedimientos para Análisis de suelos, versión 1995. Traducción de: Ma. del Carmen Gutiérrez Castorena, Carlos Arturo Tavares Espinoza y Carlos Alberto Ortiz Solorio. Primera edición en español. Especialidad de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Edo. de México. México.
- Van Wambeke, A. R. 2000. The Newhall Simulation Model for estimating Soil Moisture and Temperature regimes. Department of Crop and Soil Sciences. Cornell University, Ithaca NY. USA. Consultado: 15 de abril de 2015. Disponible: [www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/research/nsm/nsmt.pdf](http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/research/nsm/nsmt.pdf).
- Williams, B. J. & C. A. Ortiz-Solorio. 1981. Middle American folk soil taxonomy. Ann. Assoc. Am. Geographers 71:335–358.