

# **INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE FACTORES EDAFOLÓGICOS**

## **LIMITANTES PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO CAÑA DE AZÚCAR.**

Emma Pineda Ruiz<sup>1</sup>, Elier Pérez Herrera<sup>1</sup>, Rafael Marín Mazorra<sup>1</sup>, Isaías Machado Contreras<sup>1</sup>, Victor Barrientos<sup>1</sup>, Pedro Romero<sup>1</sup>, Odalis Barquié<sup>1</sup>, Juan de Dios Pérez<sup>1</sup>, Héctor Alvarado<sup>2</sup>, Manuel Utrera<sup>2</sup>, José Quiñones<sup>2</sup>, Patricia Dorante<sup>2</sup> y Sofía Quiñones<sup>2</sup>.

1. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba. ([emma\\_vc@inica.minaz.cu](mailto:emma_vc@inica.minaz.cu)).
2. PDVSA Agrícola. Ciudad Acarigua, Estado Portuguesa. ([utreaed@cantv.net](mailto:utreaed@cantv.net)).

## **INTRODUCCIÓN.**

El nivel de producción de un cultivo agrícola está determinado por el factor de crecimiento menos favorable, efecto que generalmente es de difícil identificación por la acción interactuante de los factores edáficos, climáticos, de manejo y genotipos cultivados. El suelo constituye uno de los principales factores relacionados con el desarrollo de los sistemas agrícolas, de ahí que el conocimiento de los factores edafológicos que inciden en la producción agrícola y la acción que se ejerza para superar el límite por ellos impuesto, es un paso imprescindible para toda aspiración de obtener altos rendimientos de manera sostenida y hacer más rentable la producción. El grado de conocimiento de los factores edafológicos que inciden sobre el rendimiento del cultivo es una premisa que no todos los agricultores dominan, lo que ejerce una influencia negativa en la explotación a largo plazo de sus fincas con criterios sostenibles de producción. Esta información se corresponde con las diferencias en topografía, apariencia de la plantación, costos de producción, niveles de productividad, etc. Es decir, a cada unidad de suelo se le debe evaluar los principales factores edafológicos relacionados con el normal desarrollo del cultivo, hasta lograr conocer, las variaciones que existen en los factores fundamentales que determinan la aplicación de diferentes tecnologías, (INICA, 2010). Constituyendo el principal objetivo de este trabajo la obtención de información a nivel de área total de los productores y sus fincas sobre los factores edáficos que puedan limitar el normal desarrollo del cultivo caña de azúcar, así como su distribución espacial.

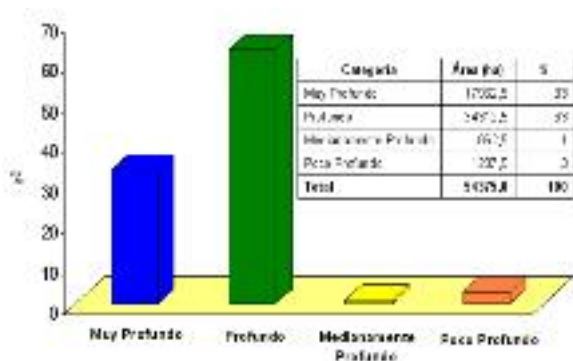
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el desarrollo del trabajo en el Polígono “Ospino – Morador” en el estado Portuguesa, Venezuela, se tomó como concepto el denominado modelo suelo-paisaje con el método de “grid” para la distribución y localización de las diferentes estaciones de muestreo, se siguió la siguiente estrategia de muestreo para esta primera aproximación consistente en la conjugación de los métodos de Survey libre y el aleatorizado, tomando como base fundamental el mapa 1/250 000 y 1/100 000 de suelos nacional y la información brindada por instituciones del estado. Se analizó la adecuación de los trabajos de Webster, lo que permitió la distribución teórica de las estaciones de muestreo, sobre la base de 6 círculos que forman los puntos de muestreo representados por el perfil patrón los puntos primarios y los secundarios, posteriormente se realizó la armonización de las estaciones de muestreo lo que permitió evaluar los factores edafológicos, (profundidad efectiva, textura, drenaje, compactación, rocosidad, pedregosidad, pedregones, intensidad y tipo de erosión) con el empleo de la metodología y procedimientos en el sistema geoespacial de soporte a la toma

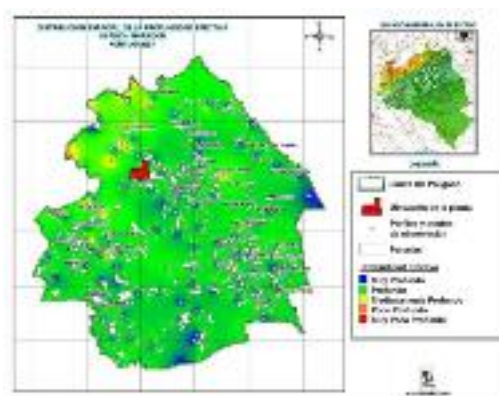
de decisiones (INICA, 2005); en un total de 472 puntos de observación, representando un área bruta de 77 520,50 ha, donde se constato la variabilidad de los factores edáficos que pueden limitar el normal desarrollo del cultivo. Se utilizó el SIG MAPINFO, para conocer la distribución espacial de los factores edafológicos evaluados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Profundidad Efectiva:** Profundidad a la que las raíces pueden penetrar sin encontrar barreras físicas o químicas. Los suelos poco profundos se asocian a condiciones de relieve alomado, por lo general acompañados por procesos erosivos o desarrollados sobre rocas no calcáreas. Esta circunstancia también tiene lugar en suelos profundos, cuando en ellos se desarrollan procesos que limitan el crecimiento normal de las raíces o su penetración, tales como: roca dura continua, arcilla basal muy consistente, presencia de gley, síntomas de reducción, horizonte petro-férrico (plintita), horizonte petrocálcico (coraza de carbonato), o capa con fuerte compactación – cementación. En la zona de estudio es poco frecuente la presencia de suelos medianamente y poco profundos representados en un 4% del área donde para esta última categoría aflora el contacto con capas compactas, pisos de aradura o de sedimentos arenosos prácticamente infértiles. Este factor está limitado principalmente por la presencia de capas subsuperficiales compactas, además de encontrarse en algunos suelos la presencia de hidromorfía manifiesta. En el área evaluada sólo 1237,5 ha presentan categorías de afectación; correspondiendo al 3% de suelos poco profundos, siendo precisamente en esas áreas donde este factor puede limitar el desarrollo de la caña de azúcar. La Figura 1 muestra el comportamiento de este factor evaluado en el área estudiada y la Figura 2 presenta su distribución espacial.



**Figura 1. Comportamiento porcentual de la profundidad efectiva.**



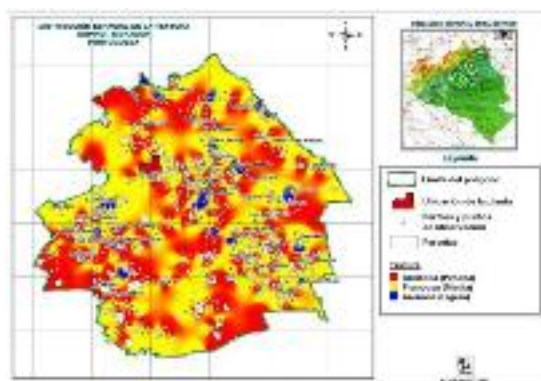
**Figura 2. Distribución espacial de la profundidad efectiva.**

Las medidas para mejorar los suelos con esta limitación se deben dirigir a eliminar o atenuar la causa que ocasiona la poca profundidad del suelo, por ejemplo si es una capa compacta, romper esta con las labores. En caso de no ser posible incrementar la profundidad efectiva las medidas deben consistir en mejorar la fertilidad de esa delgada capa de suelo mediante el empleo de abonos orgánicos y minerales y el suministro adecuado de agua con el riego, (Pineda y col, 2004). Un aspecto que debe estar presente principalmente en aquellos terrenos con pendiente, en los cuales la erosión causa pérdidas de la capa arable, es evitar o atenuar ese proceso, para conservar la profundidad efectiva del suelo.

**Textura:** Es un factor significativo para evaluar los rendimientos reales y potenciales a obtener. En las regiones con alternancia de sequía y humedad, donde el riego casi no se utiliza con eficiencia y presentan texturas medias a finas en su mayoría, es un factor de obligada consulta en el momento de ubicar variedades, definir necesidades de fertilizantes y enmiendas, así como para programar el momento de la cosecha y la técnica de riego. En el área evaluada, la textura presenta gran variabilidad, en correspondencia con los diferentes ordenes de suelos presentes, predominando la texturas franco arcillosas (29%), y arcillosas (22%) las que se pueden considerar como texturas de medias a pesadas y resultan favorables para el desarrollo del cultivo, (INICA, 2008). La Figura 3 muestra el comportamiento de este factor evaluado en el área estudiada y en la Figura 4, se presenta la distribución espacial de este factor.

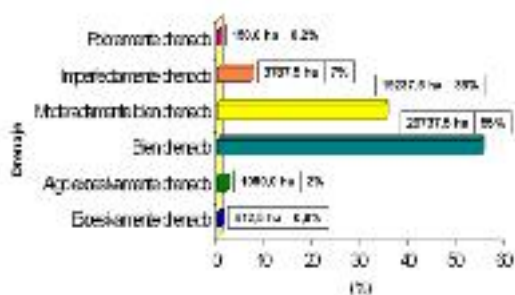


**Figura 3. Categorías texturales y áreas que representan en el polígono.**

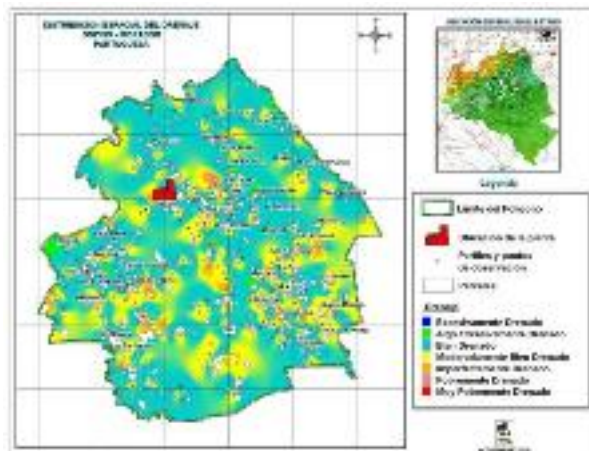


**Figura 4. Distribución espacial de la textura.**

**Drenaje:** Al analizar el comportamiento de este factor se aprecia que está en correspondencia con las categorías de textura que aparecen en el área evaluada, el 7% de los suelos resultan pobremente e imperfectamente drenados, los cuales llevan un manejo diferenciado para su explotación así como los moderadamente bien drenados (35%), que de no ser manejados consecuentemente podría traer a corto plazo efectos no deseados para el cultivo. Fundamentalmente los problemas son de drenaje superficial, por lo que se debe mejorar dicho factor mediante la construcción de zanjas de drenaje superficial y/o bancales pequeños. La Figura 5 muestra el comportamiento del drenaje evaluado en el área estudiada. En la Figura 6, se presenta su distribución espacial.



**Figura 5. Comportamiento de las diferentes categorías de drenaje en el área estudiada.**

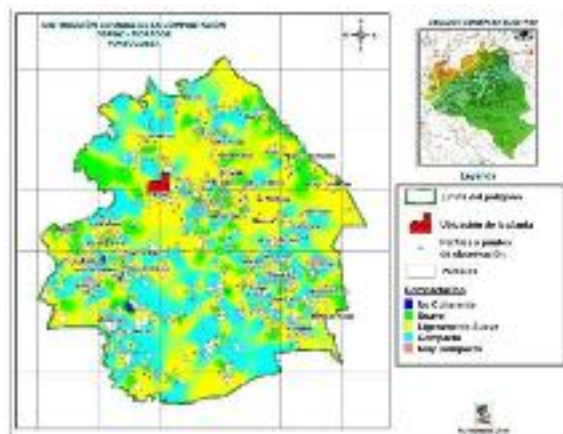
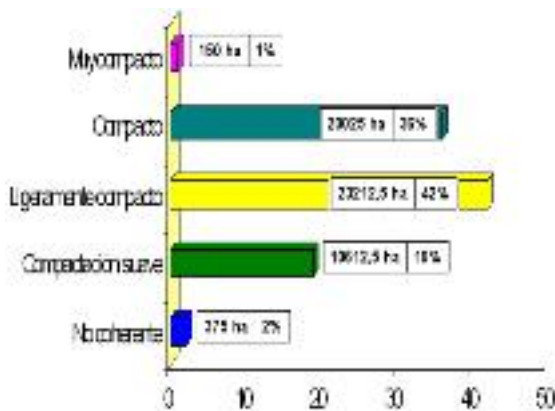


**Figura 6. Distribución espacial del drenaje.**

Los suelos de mal drenaje y los que se plantan al final del invierno deben sembrarse a profundidades entre 10 y 20 cm considerando la necesidad de acamellonar las hileras para facilitar la salida de las aguas y proteger las plantas.

**Compactación:** La compactación de un suelo está relacionada con la disminución de su porosidad y es una de las causas fundamentales de la caída de los rendimientos agrícolas. La susceptibilidad a compactarse varía en los diferentes suelos, así los arcillosos son más afectados por la compactación mecánica. La compactación es un proceso en el que los suelos sufren una disminución de espacio poroso y por ende del oxígeno disponible y el agua aprovechable por las plantas. La compactación inducida por el hombre es uno de los procesos degradativos de los suelos más difundidos en la agricultura.

Cerca del 37% del área presenta problemas actuales con la compactación del suelo (Figura 7), por lo que hay que tener en cuenta labores de descompactación en el proceso de explotación continuada del cultivo de la caña de azúcar. Otras áreas con categorías actuales de ligeramente compactas (42%), son propensas a mediano plazo a presentar problemas en el desarrollo del cultivo en relación al deterioro de las propiedades físicas del suelo. En la Figura 8, se presenta la distribución espacial de este factor.



**Figura 7. Comportamiento de las diferentes categorías de compactación en el área estudiada. Polígono “Ospino – Morador”. Estado Portuguesa.**

**Figura 8. Distribución espacial de la compactación.**

Las recomendaciones principales de manejo ante la compactación son: Laboreo de suelos en condiciones adecuadas de humedad; introducir prácticas de laboreo mínimo; evitar la cosecha mecanizada en suelos con exceso de humedad; cultivo profundo en retoños en caso de compactación; subsoladura en la preparación de tierras o empleo de implementos verticales; aplicar mejoradores orgánicos y rotación de cultivos.

**Rocosidad, Pedregosidad y Pedregones:** Estos factores limitativos reducen el volumen de suelo que exploran las raíces y a su vez constituyen un impedimento físico a su penetración, sobre todo cuando aparecen por separados en grandes cantidades ó combinados entre sí a escasa profundidad. Otro problema que ocasiona es la obstrucción de las labores mecánicas, causa por la cual los equipos sufren roturas y desgastes frecuentemente y en otras ocasiones no se pueden utilizar equipos y las labores hay que hacerlas con tracción animal o manual. En los Cuadros 1, 2 y 3 se muestran las áreas y los porcentajes correspondientes de estos factores, que no ofrecen limitaciones al desarrollo del cultivo en el área evaluada.

**Rocosidad:** Este factor representa los espacios sin suelo donde afloran las rocas que constituyen la base del mismo. Para el área evaluada, este factor no constituye una limitación para el desarrollo del cultivo, pues el 100 % del área no tiene rocas

**Pedregosidad:** Este factor se refiere a la presencia de elementos gruesos en la superficie, cuyos diámetros fluctúan entre 7.5 y 25.0 cm, resultando que en el área evaluada, este factor no constituye una limitación para el desarrollo del cultivo, pues el 96 % del área no tiene piedras, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Comportamiento de la Pedregosidad en las áreas del Polígono “Ospino – Morador”. Estado Portuguesa.**

<b>Piedras</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>%</b>
Sin piedras	51975,0	96
Muy pocas piedras	525,0	1
Pocas piedras	787,5	1
Frecuentes piedras	750,0	1
Muchas piedras	150,0	0,5
Abundantes piedras	187,5	0,5
<b>Total</b>	<b>54375,0</b>	100

**Pedregones:** Este factor se refiere a la presencia de elementos rocosos sueltos cuyo diámetro supere los 25cm. Para su determinación se siguió igual procedimiento que para la

pedregosidad y la rocosidad, siendo también similares las categorías de evaluación. En el área evaluada, este factor tampoco constituye una limitación para el desarrollo del cultivo, pues el 99,8 % del área no tiene pedregones, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Comportamiento de la presencia de pedregones en las áreas del Polígono “Ospino – Morador”. Estado Portuguesa.**

<b>Pedregones</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Sin pedregones	54300,0	99,8
Muy pocos pedregones	75,0	0,2
<b>Total</b>	<b>54375,0</b>	<b>100</b>

**Intensidad de la Erosión:** En el área evaluada, la erosión no es un factor a considerar, pues el 97% de estos suelos no muestran erosión y sólo el 3% de éstos la presentan de poca a moderada, por lo que se sugiere en estas 1350,0 ha afectadas, como se aprecia en la Tabla 3, considerar el principio básico consistente en reducir el impacto directo de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, puesto que el sistema de cultivos anuales, deja una parte del año al suelo desnudo, lo que significa que este sistema está más sujeto a la erosión que prácticamente cualquier otra forma de uso de la tierra. Para tal fin, los sistemas de manejo más adecuados son los que causan una alteración mínima de la superficie del suelo, dirigidos a frenar los procesos erosivos y mejorar en lo posible las condiciones de cultivo por lo tanto, es necesario el uso de la maquinaria agrícola apropiada, utilizar implementos verticales, no invertir el prisma, mantener un estrato de residuos de cosecha o suministrar una cubierta continua a lo largo de toda la estación de lluvia (cultivo comercial y/o abono verde). Las prácticas culturales más exitosas para tales fines son la labranza mínima, el uso constante de residuos de cosecha, los cultivos escalonados o de relevo, la rotación de cultivos, aplicación de mejoradores orgánicos, entre otros.

**Tabla 3. Comportamiento de la intensidad de la erosión en las áreas del Polígono “Ospino – Morador”. Estado Portuguesa.**

<b>Intensidad Erosión</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Sin erosión	53025,0	97
Poco erosionado	862,5	2
Moderadamente erosionado	487,5	1
Total	<b>54375,0</b>	100

**Tipo de Erosión:** En lo referente a este indicador las categorías de evaluación utilizadas en relación a su tipo aparecen en la Tabla 4.

**Tabla 4. Categorías de evaluación para el Tipo de Erosión.**

<b>Código</b>	<b>Tipo de erosión</b>
1	Laminar
2	En surcos
3	En cárcava

En el área evaluada, donde se manifiesta la erosión, resultan afectadas 1237,5 ha (2%) por el tipo laminar, que como se conoce es el tipo menos agresivo en la escala evaluativa, mientras que en 112,5 ha (1%) la erosión existente, resulta más severa por presentarse en dichas áreas la erosión en surcos.

### **CONCLUSIONES**

1-La textura, el drenaje y la compactación fueron los factores que mostraron los porcentajes de incidencia más desfavorables dentro de las categorías evaluadas para este cultivo y por tanto los que requieren una atención priorizada.

2-La presencia de rocas, piedras, pedregones y la erosión no tuvieron aportes sustanciales en detrimento del desarrollo de la caña de azúcar en el área evaluada.

3- El Polígono “Ospino – Morador”, estado Portuguesa, Venezuela, desde el punto de vista edafológico presenta condiciones favorables para el desarrollo de esta gramínea.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- INICA, (2005). Metodología y Procedimientos. Sistema Geoespacial de Soporte a la Toma de Decisiones. 60 p.
- INICA, (2008): Cierre del trabajo de campo SGSTD. Polígono Ospino – Morador. Estado Portuguesa.
- INICA, (2010): Estudio de suelos para el manejo del cultivo caña de azúcar del Polígono Integral “Ospino – Morador”. Estado Portuguesa. Fase de Inversión. 90 p.
- Pineda E., I. Rodríguez, R. Más, H. Pérez, I. García, F. Díaz, F. Barroso, A. Valencia, C. Carballo y J. Quintana. (2004). Estudio de suelos y evaluación de los factores limitantes para el manejo agrícola integral de plantaciones cañeras en Villa Clara. Memorias 40 Aniversario del INICA. 10 p.