

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

SEDE UNIVERSITARIA CRUCES



Titulo: Estudio de la aptitud agroproductiva y propuesta de manejo de los suelos en la UBPC

” La Palma”.

Por

Autora: Marla Díaz Ávalos

Tutores: Ing Rodolfo Alba Casorla

Ing Marilus Águila Suárez

Cienfuegos, 2009

“AÑO DEL 50 ANIVERSARIO DEL TRIUNFO DE LA REVOLUCIÓN”

AGRADECIMIENTOS

La gratitud es el más legítimo pago al esfuerzo ajeno, es reconocer que todo lo que somos, es la suma del sudor de los demás, es tener conciencia de que un hombre solo no vale nada y que de la dependencia humana además de obligada es hermosa; por lo tanto agradezco:

- A todas las personas que han contribuido a la realización de este trabajo.
- A mis tutores por el esfuerzo y dedicación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi familia y al que de una forma u otra ha contribuido a la realización de este sueño y especialmente al compañero Fidel Castro Ruz por ser el propulsor de la Tarea Álvaro Reinoso.

SINTESIS

Este trabajo se realizó en la UBPC "La Palma", Empresa azucarera "Ciudad Caracas" en el periodo entre enero y agosto de 2008, ofrece un estudio de la aptitud agroproductiva y una propuesta de manejo de los suelos, basadas en las recomendaciones de N_2 , P_2O_5 y K_2O que ofrece el SERFE 2008, las dosis de P_2O_5 en kg/ha fluctúan entre 30 y 60 de K_2O las categorías están entre medio y bajo y los kg según los rendimientos esperados entre 75 y 150 para la primera y 40y 135 para al segunda, el N_2 se evalúa según tres factores: tipos de cepa, rendimientos esperados, y características del suelo y los kg/ha van de 30 a 70, no se planifica N_2 para las cañas plantas. Los factores limitantes y la intensidad con que afectan a los diferentes cultivos proponiéndose un manejo según la correspondencia de las características agroproductivas y condiciones edaficlimaticas con las especies de cultivos que mejor se desarrollan en esa área, que se inicia un trabajo de descompactación mediante un cultivo profundo, no realizar labores ni plantar en estos suelos cuando las condiciones de exceso de humedad no lo permitan, instrumentar un plan de recogida de piedras y obstáculos para mejorar la agrotecnia y el sistema radicular se haga más saludable, dedicar a cultivos permanentes aquellas áreas que no alcancen los 25cm para salvarlos de la erosión, realizar los estimados y los rendimientos esperados de forma objetiva, tal que cada plantación reciba los fertilizantes necesarios, para mejorar los suelos.

Palabras clave: agroproductiva, manejo de los suelos , erosión, fertilizantes.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

<i>Introducción.</i>	1
Justificación del estudio.	3
Problema de la Investigación.	3
Objetivo General.	3
Objetivos específicos.	3
Hipótesis de la Investigación.	3
Beneficios esperados.	3
<i>Capítulo 1: Revisión Bibliográfica.</i>	4
1.1 Situación actual y perspectiva de la Agroindustria Azucareara.	4
1.1.1 Origen de la caña de azúcar.	5
1.1.2 Toxonomía de la Caña de Azúcar.	5
1.1. 3 Caña de Azúcar, paradigma de sostenibilidad.	5
1.1. 4 Diversificación de la Agroindustria Azucarera.	7
1.1. 5 Mecanización de la cosecha.	10
1.2 Los factores biológicos en la formación de los suelos.	11
1.2.1 Proceso de Gleyzación .	12
1.3 Situación actual de los pesticidas en el mundo.	13
1.4 Principales características morfológicas de los suelos.	15
1.5 Los procesos de degradación de los suelos en los orígenes tropicales.	18
1.5.1 Erosión.	19
1.5.2 Contaminación de los suelos.	20
1.5.3 Destrucción Agrotécnica y compactación de los suelos.	21
1.5.4 Disminución de la fertilidad del suelo.	22
<i>Capítulo 2: Materiales y métodos.</i>	25
<i>2.1 Caracterización de la Unidad.</i>	25

<i>2.2 Determinación del Índice Agroproductivo .</i>	<i>26</i>
<i>2.3 Metodología.</i>	<i>27</i>
<i>2.4 Levantamiento de la Información.</i>	<i>28</i>
<i>Capitulo 3:Resultados y discusión.</i>	<i>29</i>
<i>Conclusiones</i>	<i>40</i>
<i>Recomendaciones</i>	<i>41</i>
<i>Referencias bibliográficas</i>	<i>42</i>
<i>Anexos</i>	

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Con el continuo deterioro que esta ocurriendo en nuestro planeta, el ser humano ha comenzado, desde hace algún tiempo, a darse cuenta de que la causa de muchos de los cambios climáticos y las consecuencias derivadas de los mismos está influida por la actividad del hombre. Prácticas agrícolas inadecuadas que han afectado nuestros ecosistemas, trayendo asociado pérdidas de fertilidad en los suelos, desertificación, salinización, cambios en la intensidad y distribución de las lluvias así como la contaminación de las aguas y alimentos. La población Mundial aumenta a pasos agigantados mientras que las áreas cultivables disminuyen. (Arellano, 2002).

Si bien son conocidos los reportes que señalan las ventajas de los trabajos de mejoramiento, con la finalidad de incrementar la resistencia a los estrés abióticos en los cultivos (Estévez, Ana y col., 1994; Cruz, R., 2000) hasta la fecha no se dispone de suficientes casos que permitan dilucidar los mecanismos genéticos que regulan la respuesta del cultivo, por lo cual se impone continuar los esfuerzos para lograr mayores progresos en el entendimiento de estos procesos, más en la agricultura cañera que no es un cultivo protegido y está sometida de una u otra forma a estrés y la habilidad de resistirlo tiene gran importancia económica (De Armas y col., 1988) y de hecho muchos problemas agrícolas se debe a que tierras buenas existen en áreas que poseen condiciones climáticas desfavorables. (Altieri, 1994).

La respuesta del gobierno a los problemas que se presentan actualmente, ha estado matizada por profundas transformaciones que han requerido cambios esenciales. La antes mencionada transformación en el sector, requiere del paso del concepto abstracto de la sostenibilidad que se tiene, al criterio para la toma de decisiones que se requiere, desde la perspectiva de una visión local de la sostenibilidad a que se aspira, producto de un proceso participativo y del uso de métodos científicos (Socorro, 2002).

Introducción

El suelo es un sustento de la vida vegetal, un complejo ecosistema lleno de vida y gobernado por leyes naturales que tienen que ver con miles de interacciones químicas, físicas y biológicas entre sus constituyentes (Rathgb, 1999). Es por ello que debemos estudiarlo para que con la aplicación de técnicas agroecológicas, poder enriquecer la vida en el mismo.

Se ha comprobado que el uso excesivo de fertilizantes químicos puede provocar graves problemas en el medio ambiente (Addiscott, 1990). En el suelo las aplicaciones de fertilizantes provocan modificaciones en el PH, en la estructura y por tanto, en su ecosistema (Vilarino, 1996). Por todo esto es que se recurre a otros materiales, tanto minerales como orgánicos para fertilizar los suelos agrícolas sin agredir al medio.

Una de las vías para mejorar estos suelos lo constituye la fertilización racional, utilizando minerales naturales y abonos orgánicos que mantengan la fertilidad del suelo, no contamine y detenga el deterioro del medio ambiente y en especial de los suelos, las aguas, el entorno agrícola y la biodiversidad, así como producir alimentos suficientes sanos y al alcance de todos, tanto desde el punto de vista económico como social

La fertilidad del suelo se refiere a la riqueza de nutrientes abundantes que posee el suelo según la roca madre que la forma y los minerales que posee y que son tomados por la planta por la solución del suelo a través de su sistema radical, partiendo de los estudios de esta fertilidad y teniendo en cuenta las pérdidas de la misma por las cosechas se hace necesario fertilizar que no es más que la aplicación de determinados elementos químicos preparados convenientemente y en dosis adecuadas que regularmente se depositan en el suelo y vienen a suplir las necesidades de los cultivos por lo que existe una fertilidad natural y una inducida por el hombre.

Con la intensificación de la agricultura, consecuentemente con el desarrollo económico es necesario establecer la agroproductividad de los suelos de acuerdo con el cultivo que se quiera desarrollar en un a región determinada. Debiéndose estudiar las propiedades del suelo según el rendimiento de los cultivos a largo plazo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y las labores agrotecnicas tales como el riego, la fertilización, el cultivo etc, así como los factores que limitan y saber con que intensidad estoas afectan cada cultivo (Según Cairo y Fundora, 2005)

Justificación del estudio

La base de este trabajo radica en conocer la influencia que ejercen las condiciones edafoclimáticas en los bajos rendimientos cañeros que van en descenso en esta unidad productora.

Problema de Investigación

¿Qué efecto tendrán las condiciones edafoclimáticas sobre el descenso de los rendimientos cañeros en la UBPC “La Palma”?

Objetivo General

Determinar los factores limitantes edafoclimáticos que influyen en el descenso de los rendimientos cañeros en la UBPC La Palma.

Objetivos específicos

- Realizar la clasificación agroproductiva de los suelos de la UBPC “La Palma”
- Determinar la aptitud de las tierras en correspondencia con las características agroproductivas.

Hipótesis de la Investigación

Sí se ubican los cultivos teniendo en cuenta los factores limitantes edafoclimáticos de cada suelo entonces se incrementan los rendimientos agrícolas.

Beneficios esperados

- Aumentados los rendimientos cañeros a más de 54 t/ha.
- Reubicadas en las áreas no aptas para caña otros cultivos en dependencia de sus características edafoclimáticas.

CAPITULO I

CAPITULO 1: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Situación actual y perspectiva de la Agroindustria Azucarera.

En Brasil el sector azucarero atraviesa una profunda crisis como consecuencia de las políticas proteccionistas de algunos países y bloques comerciales, lo que se intensifica por la aparición de nuevos productos de laboratorios, capaces de sustituir el azúcar (edulcorantes). Este hecho se refleja claramente en la sostenida caída de los precios de venta de azúcar. Todo esto indica que existe la necesidad de diversificar la gama de productos del sector mediante la implementación de sistemas alternativos para la producción de energía y combustibles, la producción de alimento animal y de otros derivados. Por una parte, el bagazo se valoriza cuando se utilizan tecnologías para incrementar la generación de energía a un costo ambiental bajo. Ejemplo de ello es la implementación de tecnologías avanzadas de generación de electricidad en el sector azucarero, con la consiguiente importancia económica, en centrales azucareros como Monte Alegre (Anónimo, 2001).

En los últimos años la industria azucarera cubana ha disminuido considerablemente sus volúmenes de producción de azúcar, lo que ha llevado en muchos casos a detener completamente sistemas de molienda para que la materia sea asumida por otras fábricas. Así el MINAZ, trabaja en la actualidad con intensidad en el establecimiento de programas de diversificación; esto permite pensar que la idea de desarrollar nuevas estrategias para el desarrollo de las zafra, en las cuales, aunque se produzcan afectaciones de los niveles de producción de azúcar se logren ganancias para las fábricas, y sobre todo para el país, puede estar dentro de los puntos a considerar en estas nuevas estrategias (Merlos *et al.*, 2002).

El mundo actual enfrenta una alarmante crisis energética dada por el agotamiento de los combustibles fósiles como el petróleo, que es a la vez fuentes de materias primas sobre la cual descansa mayormente la industria química; sin embargo, como se conoce 1 t de caña de azúcar produce 431 200 kcal como azúcar, 91 800 kcal como mieles, 456 000 kcal como bagazo y 149 000 kcal como paja y cogollo, lo que ratifica su valor como fuente energética (según L, Rodríguez citando a Reyes *et al.*, 1997)

Capítulo I: Revisión bibliográfica

La caña de azúcar crece en la mayoría de los países que se consideran subdesarrollados, donde se producen alrededor de 100 millones de toneladas de bagazo anualmente. Si este bagazo fuera convertido en electricidad con tecnología existente en las fábricas más eficientes, alrededor de 60 twh podrían ser aportadas por la industria azucarera mundial; a lo que si añadimos los residuos de la cosecha, esta cifra podría duplicarse, dejándose de quemar considerables toneladas de petróleo y se podría garantizar la electricidad a muchos países donde la caña se cultiva; con gran incidencia, fundamentalmente en países de América Latina y Asia (Kinosbita,1991), (Bower,1991).

1.1.1 Origen de la Caña de Azúcar

La caña de azúcar original (***Saccharum officinarum*** L., 2n=80) es el producto de una larga evolución a partir de especies silvestres de ***S. spontaneum***. Como planta cultivada (***Saccharum spp.***) se originó en Nueva Guinea y en su proceso evolutivo presentó un papel importante la introgresión entre ***Ripidium***, ***Sclerostachya*** y ***Miscanthus***, con un alto nivel de variación de ploidía, lo que dio como resultado un grupo de especies que componen el género ***Saccharum spp.*** híbrido (Dookun, 1998).

1.1.2 Taxonomía de la Caña de Azúcar.

Según el sistema de clasificación sugerido por Cronquist, (1988), la taxonomía de la caña de azúcar es la siguiente:

División: *Magnoliophyta*.

Clase: *Liliopsida*.

Subclase: *Commelinidae*.

Orden: *Cyperales*.

Familia: *Poaceae*.

1.1.3 Caña de Azúcar, paradigma de sostenibilidad.

Los problemas de erosión y compactación originados por las técnicas de agricultura tradicional han afectado en Europa 157 millones de hectáreas, que equivalen al 16 por ciento del área del subcontinente. Anualmente se erosionan 17 toneladas de suelo en cada hectárea. En América

Capítulo I: Revisión bibliográfica

del Sur la superficie cultivable afectada por pérdidas de nutrientes en el período entre 1945 y 1990 ha sido de 28 por ciento –70 millones de hectáreas en 45 años de laboreo-.

Según Rosset, (1999), en Estados Unidos:

- En 1950 por una tonelada de fertilizantes empleada se cosechaban 45 toneladas de cereales, con una pérdida de 7 por ciento de la producción por las plagas. En 1990 por una tonelada de fertilizantes se produjo 3 veces menos cereales con dos veces más pérdidas por plagas.
- Si en 1950 se producían 6 kilocalorías por una empleada; en 1985 la relación era de 2.2 por una.
- En 1950 la capa arable media era de 21 pulgadas y en 1990 de 7.

En Australia, según Hogarth y Allospp, (2000), las pérdidas económicas anuales que ocurren en la caña de azúcar por el incremento de plagas, enfermedades y degradación de condiciones físicas y químicas de los suelos, se estiman aproximadamente en 180 millones de dólares australianos por enfermedades, 15 millones por insectos, 15 millones por disminución de fertilidad y 110 millones por compactación.

Se asegura que las causas principales son el monocultivo y el uso intensivo de las maquinarias. Cuando se comparan áreas dedicadas por mucho tiempo a caña de azúcar con áreas recientes, los suelos de estas últimas tienen menos acidez, capacidad de intercambio catiónico más alta, menos aluminio y magnesio, niveles más altos de microelementos, mayor población microbiana, mayor infiltración y una capacidad de almacenamiento de agua superior. Para mejorar la salud del suelo se estima necesario, como medidas más importantes, romper el monocultivo, diversificar las variedades, minimizar el uso de productos químicos, mejorar el contenido de materia orgánica, reducir el cultivo y disminuir la compactación.

En Cuba a lo largo de los años, se ha sobreestimado el uso de maquinarias e implementos agrícolas pesados, asociado al movimiento excesivo de los suelos, el consumo de altas dosis de fertilizantes sintéticos, herbicidas y el cultivo mecánico intensivo para el control de malezas, como únicas alternativas para resolver los problemas de la baja productividad de la caña.

Paralelamente, en el país se han desarrollados suficientes técnicas conservacionistas y sostenibles para los aspectos principales del cultivo, tales como mejoramiento genético de variedades, control de plagas y enfermedades, cultivos de rotación y de intercalamiento, uso de abonos verdes, mantenimiento de los residuos de la cosecha de la caña en combinación con la aplicación de los fertilizantes en el centro o a los lados de la cepa de caña y el uso reducido de

Capítulo I: Revisión bibliográfica

herbicida, aplicación racional de fertilizantes minerales, uso de los residuos de la industria azucarera o el compost obtenido de estos, variantes de sistemas conservacionistas de preparación de suelos y cosecha en verde, entre otros. Pero realmente ha faltado el mecanismo para la aplicación masiva por los productores de estas prácticas y también ha habido diferencia conceptuales de especialistas, extensionistas y productores en materia de agricultura conservacionista y sostenible, por lo que la capacitación sobre esta temática y el extensionismo pueden ser dos herramientas importantes para la asimilación y el establecimiento de una agricultura moderna.

La agricultura sostenible consiste en un sistema de producción agropecuaria que permite obtener producciones estables de forma económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente y sin comprometer las potencialidades presentes futuras del suelo.

Existen varias definiciones de agricultura sostenible. Esta procede del **Diccionario de términos ambientales** (Camacho y Ariosa, 2000), y a pesar de su brevedad, refleja los aspectos fundamentales de la sostenibilidad: reproducción ampliada de la actividad agrícola; relación apropiada beneficio-costos, incluyendo en la valoración los daños al ecosistema; conservación de los recursos naturales, protección del medio ambiente, garantías de salud, seguridad de las satisfacciones de las generaciones presentes o futuras. Pero se podía emplear una definición muy escueta: agricultura que usa los recursos eficientemente.

1.1.4 Diversificación de la Agroindustria Azucarera.

La agroindustria de la caña de azúcar enfrenta el riesgo de su desaparición, sino es capaz de diversificarse, cambiando drásticamente y rápidamente sus producciones finales. Un aspecto de la diversificación es la producción agrícola, pecuaria y forestal en las áreas no aptas para el cultivo de la caña de azúcar, otro es la producción de diferentes azúcares o la diversificación industrial a partir de derivados de distintas generaciones. Pero estos procesos de diversificación, en la mayoría de los casos, directa o indirectamente se sostienen en la producción de la caña de azúcar y se llevan a cabo si se disponen de variedades de caña adecuada para los diferentes propósitos, y adaptables a las diferentes condiciones de suelo, clima y manejo (según L, Rodríguez citando a Cuéllar, 2003).

Capítulo I: Revisión bibliográfica

Si analizamos que en la actualidad el mundo consume diariamente más de 190 millones de barriles de petróleo equivalente y sólo el 12.5 % de ésta energía es renovable (Cruz, 1995), podemos valorar el grado de contaminación a que se encuentra sometido el planeta.

En Cuba esto adquiere un significado mucho mayor, pues nuestro país no dispone de grandes reservas de combustibles fósiles y para cubrir sus necesidades tiene que importarlo a los precios que hoy tiene el mercado mundial, a pesar de disponer de una gran fuente de energía renovable como son el bagazo y los residuales de la cosecha cañera (según L, Rodríguez citando a Torralba, 1982).

Con el agravamiento de la actual crisis energética mundial, y, por ende, los elevados precios del petróleo, y, ante la caída progresivas de los elevados precios del azúcar sin que se vislumbre la elevación de estos, hay que prestar mayor atención a la diversificación del cultivo y extraer de la caña, no solo el jugo, sino todo lo que sea capaz de producir, ya que esta, por sus características botánicas, es tan eficiente en la producción de azúcar, como en la de grandes cantidades de materiales lignocelulósicos, lo que haría más versátil, económica e independiente la industria azucarera cubana, ya que podría afrontar las necesidades de otras producciones de interés que abrirían nuevos mercados (según L, Rodríguez citando a Campo *et al.*, 1998).

El desarrollo de los derivados ofrece un gran número de alternativas, entre las que se puede seleccionar las más convenientes, de acuerdo con las posibilidades tecnológicas, las condiciones locales, el mercado, y las facilidades financieras. El concepto de diversificación de la industria de la caña de azúcar ha ido evolucionando, desde producciones con tecnologías simples, hasta las más recientes, basadas en la química sintética, la biotecnología y en los procesos de obtención de nuevos materiales (González *et al.*, 2001).

En la última década se ha venido abordando, con mayor énfasis, esta problemática en algunos países cañeros, en esta filosofía se destacan los trabajos de Alex Alexander en Puerto Rico y otros investigadores en EE.UU. (Alexander, 1979, 1986; Irvine y Benda, 1979), que aunque han obtenido valiosos resultados y han hecho surgir nuevos conceptos dirigidos a una mayor explotación de la caña de azúcar, en la práctica han sido poco aplicados por falta de apoyo financiero, y, en otros casos, por la tradición de los agricultores de ver la caña solamente como productora de azúcar.

No obstante estas posibilidades, el desarrollo de las producciones de derivados, inducen un incremento en el nivel de contaminación, que requiere de adecuadas soluciones tecnológicas para ser eliminado o atenuado mediante uso y reuso de flujos del proceso y la aplicación de los

Capítulo I: Revisión bibliográfica

diferentes tratamientos que protejan el medio ambiente (según L, Rodríguez citando a González *et al.*, 2001).

Por lo anterior la diversificación azucarera debe responder a una estrategia que garantice la asimilación acelerada, no solo de los resultados de las investigaciones de instituciones cubanas, sino también los resultados de investigaciones y tecnologías reportadas en el mundo científico-técnico; por ello deben considerarse los aspectos siguientes:

- Impacto de la ciencia en el desarrollo competitivo de las empresas.
- Acciones de Cuba para crear una capacidad adecuada de asimilación, transferencia y creación tecnológicas (González *et al.*, 2001).

En este contexto el Ministerio del Azúcar (MINAZ) realiza un reajuste de su política energética teniendo como principales objetivos aumentar la generación de electricidad y elevar la eficiencia energética, aspectos que forman parte de un verdadero proceso de reconversión energética en esta industria, lo que es un elemento clave entre los imprescindibles reajustes que es necesario introducir en la política energética nacional (según L, Rodríguez citando a Gutiérrez *et al.*, 2001).

En el caso de la relación entre precios de azúcar y gas natural, combustible que hoy ocupa el 81% del consumo de adicionales en las fábricas azucareras locales, se encuentra su mayor nivel en 1985, pudiendo actualmente comprarse con el valor de 1 kg. de azúcar 74.3% de gas que se podía adquirir en 1970 y el 41% del que se compraba en 1981-1982 (según L, Rodríguez citando a Cárdenas *et al.*, 1989).

Todo esto evidencia que las relaciones de precios entre combustible y el azúcar han ido evolucionando en los últimos años en forma desfavorable a esta última, razón de más para buscar minimizar el consumo de gas o fuel oil durante la zafra y de la energía eléctrica comprada durante el año (según L, Rodríguez citando a Cárdenas *et al.*, 1989).

Es necesario por todo lo expuesto, poner urgentemente en marcha programas de Uso Racional de la Energía en todas las fabricas locales como manera no solo de ahorrar energía de procedencia renovable, sino como forma de mejorar la relación entre consumo de energía y valor de la producción, procurando fundamentalmente por esta vía bajar los costos de fabricación para lograr una industria competitiva y rentable, capaz de exportar a países con relaciones Consumo-energético/Producción física y Gasto en energía/Vapor de la producción tales como los logrados por las naciones desarrolladas que pusieron en marcha este tipo de programas en la década del 70 (según L, Rodríguez citando a Cárdenas *et al.*, 1989).

1.1.5 Mecanización de la cosecha.

Nadie puede hoy negar que el más notable acontecimiento de la cosecha cañera en la década del 70 fue, sin dudas, el impresionante surgimiento en Cuba como líder mundial en la producción y utilización de las cosechadoras mecánicas (según R, Jiménez citando a Almazán del Olmo, 2002).

En la cosecha mecanizada de la caña, Cuba dispone de su propia tecnología, capacidad de desarrollo e instalaciones para la producción de equipos y componentes (según R, Jiménez citando a Almazán del Olmo, 2002

El término de Génesis de los Suelos tuvo una aceptación muy destacada en la Pedología mundial a partir de los trabajos de Dokuchaev, a finales del siglo XIX, y en particular en Cuba a partir del año 1965, cuando se iniciaron estos estudios en forma sistemática, Ante todo hay que interpretar qué quiere decir la palabra Génesis de los suelos, en sentido general se admite como el origen de los suelos. Es decir, la génesis de los suelos tiene que ver con aquellas causas que dieron lugar a la formación de los suelos, lo que fue magistralmente determinado por el científico ruso V.V. Dokuchaev (1883).

Con el surgimiento de los problemas actuales de degradación del suelo inducida por el hombre en los últimos 20 años se viene discutiendo sobre los métodos y medidas para contrarrestar este proceso negativo, surgiendo el concepto de agricultura sostenible o agricultura sustentable.

Los problemas provocados por la actividad del hombre en la naturaleza pueden enmarcarse de diferentes formas:

- Calentamiento global por intensificación del efecto invernadero.
- Aumento de la población humana y ganadera.
- Mayores demandas en la producción agrícola y pecuaria.
- Agricultura de altos insumos.
- Cambios de uso de la tierra.

Estos problemas se manifiestan en los suelos, por lo que Ingram (1996), identifica como cambios globales en los suelos (CGS), que son:

- Cambios en las propiedades de los suelos por influencia del cambio climático.
- Cambios en las propiedades de los suelos por influencia de la concentración de gases invernadero.

Capítulo I: Revisión bibliográfica

- Cambios en la propiedades de los suelos por influencia del cambio de uso de la tierra y la agricultura intensiva.

En nuestro criterio para lograr una agricultura sostenible en una región determinada, teniendo en cuenta todos estos problemas, es necesario ante todo encaminar el estudio genético del suelo determinar sus propiedades, incluyendo la fertilidad natural y sus cambios por el hombre, las causas de la distribución de los suelos, su regionalización geográfica y mejorativa y sus características agroproductivas. Solamente por el estudio constante del medio natural, las condiciones del clima y relieve, el carácter de las rocas madres y la vegetación en relación con las propiedades de los suelos, obtendremos información necesaria para pronosticar los cambios por el hombre, las causas de la distribución de los suelos, su regionalización geográfica y mejorativa y sus condiciones del clima y relieve, el carácter de las rocas madres y la vegetación en relación con las propiedades de los suelos, obtendremos información necesaria para pronosticar los cambios que han ocurrido o pueden ocurrir por influencia del hombre.

Para establecer las medidas necesarias para mantener o recuperar la fertilidad del suelo bajo un sistema de explotación agrícola o pecuaria hay que recurrir a la tecnología de los Sectores de Referencia (Favrot y Bouziques, 1981; Favrot, 1989, 1992) y estos Sectores se seleccionan a partir de una “pequeña región natural”, que en cierta forma coincide con las regiones geográficas de los suelos, que se establecen sobre la base de su génesis, en los trabajos de regionalización geográfica de los suelos (Hernández et al., 1985, 1990). Entonces, ya sea para un manejo actual apropiado de los suelos, ya sea para los trabajos de rehabilitación y mejoramiento de los mismos, siempre hay que estudiar la génesis de los suelos, ya que solamente conociendo las propiedades naturales de los mismos se puede dilucidar hasta qué punto se mantiene y conservan sus propiedades agroproductivas o se están degradando y en el segundo caso a pesar de obtener resultados financieros favorables, no se esta practicando una agricultura sostenible, esto es, obtener rendimientos agrícolas o pecuarios que sean favorables desde el punto de vista económico, sin degradación del medio.

1.2 LOS FACTORES BIOLÓGICOS EN LA FORMACIÓN DE LOS SUELOS

En la naturaleza ocurre el denominado ciclo biológico de las sustancias que suele denominarse también rotación biológica de las sustancias. Este ciclo transcurre como resultado de la actividad vital de las plantas superiores y de los microorganismos, con el suelo: esquematizándose de la forma siguiente: “Suelo-Plantas-Microorganismos-Suelo”.

Capítulo I: Revisión bibliográfica

Este ciclo biológico de las sustancias se produce en forma constante e interrumidamente por intermedio de las plantas y los microorganismos. Las primeras se apoyan en la nutrición mineral, que conjuntamente con la toma del CO₂ de la atmósfera y del agua utilizan la energía solar y crean la parte orgánica de los vegetales, como son: proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y otros. Los segundos, descomponen la materia orgánica de los residuos vegetales y desperdicios de los animales, regresando al suelo los elementos minerales, creando así una constante de las sustancias.

De esta forma revisaremos rápidamente el papel de los microorganismos en la formación del suelo

1.2.1 Proceso de Gleyzación

Los conceptos sobre este proceso se están presentando sobre la base de los trabajos de Guerasimov y Glazovskaya (1960), Zonn (1974) y Blume (1990).

Durante el proceso de gleyzación se produce un cambio muy fuerte en la composición y en las propiedades de la parte orgánica y mineral de suelo. En las sustancias orgánicas se acumulan las fracciones más activas y móviles de naturaleza fulvática de bajo peso molecular. La parte mineral durante el proceso es afectada por diferentes transformaciones complejas, se realiza la destrucción de los minerales primarios y aún de los secundarios y al mismo tiempo la síntesis de minerales secundarios de neoformación (arcilla). Es decir que durante la gleyzación hay a la vez formación de arcilla y también tiene lugar la transformación de elementos con valencia variable (Fe, Mn, S, N).

El proceso de destrucción de los minerales silicatados de aluminio y de hierro se produce bajo la influencia de los compuestos orgánicos activos con propiedades ácidas que se acumulan. Además, por la influencia de los aceptores activos de oxígeno, tales gases como metano, sulfuro de hidrógeno, que se forman durante la fermentación de algunos microorganismos anaeróbicos, dan lugar a la reducción de los elementos, con el posible desprendimiento de los oxígenos externos de las redes cristalinas de los silicatos de aluminio y de hierro, que producen la alteración de la red cristalina y su destrucción ulterior, pasando los iones de hierro, aluminio, etc. a la solución del suelo.

De las soluciones coloidales e iónicas que tienen hierro, ácido silícico, hidróxido de aluminio y otros compuestos, al variar las condiciones de oxidación y durante la reacción de deshidratación es posible la neosíntesis de los minerales secundarios. Esta neosíntesis es posible cuando el lavado de hierro es débil y no tiene lugar cuando los flujos descendentes están bien

expresados. En la mayoría de los casos el horizonte gleyzado tiene una composición mecánica más arcillosa que los que no lo son.

Una de las propiedades más características de la gleyzación es la reducción del hierro. Los compuestos de Fe_2O_3 óxido férrico, al reducirse se transforman en los compuestos de óxido ferroso (bivalente). Este óxido ferroso entrando en reacción con la sílice y la alúmina, forman los aluminosilicatos de hierro. Tales minerales cuando tienen óxido ferroso presentan manchas que comúnmente son de color grisáceo, azuloso y verdoso. Los horizontes del suelo en que se acumulan estos minerales se llaman horizontes de gley. Si la humedad excesiva no es prolongada, entonces no hay una manifestación completa de la gleyzación.

Por el porcentaje de las manchas se puede determinar la intensidad de la gleyzación, para esto resulta muy conveniente los patrones estándar que presenta la tabla de colores Munsell, para el porcentaje de las manchas.

El color específico de los horizontes de gley está relacionado también con la pérdida de películas de óxido ferroso desde la superficie de los minerales del suelo, en este caso puede haber deferrificación y por tanto decoloración de la masa del suelo dando lugar a la formación de horizontes emblanquecidos denominados álbicos. También en la gleyzación el hierro al reducirse se redistribuye y pueden existir agregados en el horizonte gley con manchas de color gris claro hasta el blanco, conjuntamente con manchas azulosas y amarillentas que son diferentes en el contenido en hierro. Este mecanismo es aún más complejo en condiciones de alternancia de sobrehumedecimiento y de desecación principalmente en climas tropicales subhúmedos, ya que hay alternancia de períodos de reducción y de oxidación.

1.3 Situación actual de los pesticidas en el mundo.

El avance del hombre sobre la naturaleza fue rompiendo el equilibrio que el planeta tardó milenios en construir. La degradación o destrucción de los recursos naturales se han convertido en uno de los fenómenos de nuestra civilización. Es necesario un gran esfuerzo, medir la gravedad de la contaminación, ver las consecuencias y provocar los cambios necesarios para no seguir alterando nuestra esfera de vida. La contaminación es un proceso de cambio indeseable que puede producirse tanto en el aire, en el suelo como en el agua. Afecta la vida del hombre y del resto de los seres vivos, poniendo en peligro el delicado equilibrio biológico. Entre los contaminantes ambientales se encuentran los pesticidas que son sustancias químicas que se usan para prevenir y destruir plagas agrícolas, principalmente. Aunque su uso brinde

Capítulo I: Revisión bibliográfica

beneficios como el control de la infestación de insectos y el incremento de la producción agrícola, al ser diseñados para afectar organismos vivos, también crean riesgos para la salud humana y animal. Estos pueden persistir en el ambiente mucho tiempo después de su aplicación y puede llegar a incrementarse su concentración (Papale, 2003).

En el Foro Latinoamericano del 2003 se señala que en gran parte de los casos, el porcentaje de la cantidad de los plaguicidas aplicados que alcanzan las plagas es, inclusive, hasta menor al 0,1% de las cantidades utilizadas. Esto quiere decir que la mayor parte de los plaguicidas aplicados se distribuyen en el ambiente circundante, extendiéndose de este modo sus efectos tóxicos inherentes (Anónimo, 2003).

En la actualidad se calcula que el 80% de las ventas globales de estos productos se consume en los países desarrollados; estudios presentados por las Naciones Unidas, revela que unos cinco millones de personas se envenenan al año por pesticidas en los países desarrollados (López, 2000), mientras que en los países subdesarrollados se consume el 20% restante. Lo curioso es que dentro de estos últimos se registra el 75% de muertes por contaminación de agroquímicos (Papale, 2003). Esto demuestra las deficientes condiciones de higiene y seguridad bajo las cuales son usados estos productos en países desarrollados. Además de los efectos agudos, la exposición a bajos niveles de plaguicidas durante periodos prolongados también puede tener efectos crónicos tales como daños en el sistema nervioso central, malformaciones congénitas, efectos mutagénicos y cáncer, daños en la piel, pulmones, ojos, sistema inmunológico y esterilidad masculina, entre otros.

En países centroamericanos como Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, entre otros, se ha producido un incremento constante en el empleo de plaguicidas, alcanzando en los últimos años aproximadamente 54 millones de kilogramos anuales de ingredientes activo, importados y formulados de 42 plantas. Según los registros, se notifican 7.000 casos anuales de intoxicaciones agudas por plaguicidas. En tal razón, en septiembre del 2000 se aprobó el acuerdo sobre restricción y prohibición de plaguicidas de mayor morbilidad de intoxicaciones agudas entre los que se encuentran Paratión metílico, Terbufos, Aldicarb, Metomil, Monocrofos, Carbofurán y Forfuros de aluminio (Anónimo, 2000).

Los plaguicidas también pueden desarrollar resistencia en insectos, bacterias, malezas y hongos, lo que conlleva a la aplicación de dosis cada vez más altas, con un mayor riesgo de intoxicación y contaminación, por esto, es necesario experimentar una transformación de una agricultura convencional con altos insumos a una de bajos insumos y menos contaminantes,

donde los bioplaguicidas contribuyan a ese fin (según R, Jiménez citando a Estrada y López, 1996).

Por las razones anteriormente señaladas, la búsqueda de alternativas viables y seguras respecto a los plaguicidas convencionales, ha contribuido a que se incremente el interés por la producción y empleo de los medios biológicos, obtenidos a partir de hongos entomopatógenos y antagonistas, bacterias, nemátodos entomógenos, entomófagos y extractos naturales de plantas presentes en la flora nacional (según R, Jiménez citando a Estrada y López, 1996).

1.4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS SUELOS.

Entre las características más importantes de los suelos, que determinan las diferencias genéticas de algunos horizontes son:

Color, textura, estado de la superficie del suelo, estructura, consistencia, nuevas formaciones, raíces, inclusiones y la transición de un horizonte a otro. Todo esto es para descripciones breves.

A) COLOR:

El Color del perfil del suelo depende de la composición de la parte mineral y del contenido de humus. Por eso, por el color como primera aproximación se puede juzgar sobre la composición de los horizontes y de todo el suelo. El color ha sido un índice tan claro de diferenciación de los suelos que por él fueron adjudicados los nombres genéticos de muchos suelos: Chernozem (tierra negra), suelo castaño, gris, rojo, amarillo, etc; en las condiciones tropicales y subtropicales los colores más extendidos son el rojo, amarillo, negro, gris, blanco, verdoso y azuloso.

El color rojo en sus diversas tonalidades está ocasionado por el predominio en la composición de los suelos del hierro en forma de óxidos (Fe_2O_3). El color amarillo también está relacionado con el hierro, pero se encuentra en forma hidratada.

El color verdoso o el azuloso se determina por el contenido de hierro en forma reducida (FeO), lo que señala la aeración insuficiente del suelo.

El color negro y el gris están enlazados con diversos contenidos de sustancias húmicas y a veces con el color de la roca formadora; en este caso cenizas volcánicas o depósitos de arcillas montmorilloníticas, enriquecidas con sustancias carbonatadas y/o orgánicas.

Capítulo I: Revisión bibliográfica

El color blanco está relacionado con el predominio en los suelos de cuarzo o caolín; con el predominio de cuarzo o de la sílice los suelos toman un color blanquecino; el exceso de caolín también determina el color blanco de la masa del suelo.

En la actualidad se utilizan ampliamente las tablas de colores y especialmente la Munsell representados por cifras y letras, que sirven como índice para determinar el color del suelo. Por ejemplo: el negro tiene la siguiente numeración: 7,05R1/0, y el rojo 7,5R4/8.

La utilización de estas tablas lleva al mínimo la subjetividad en la determinación del color y satisface la composición de las determinaciones realizadas por distintas personas.

B) TEXTURA:

El predominio de partículas de un tamaño dado en la parte mineral del suelo, determina considerablemente las propiedades físicas del suelo, la relación entre el contenido y proporción de partículas de diferentes tamaños es conocido como textura del suelo ó composición mecánica.

Para determinar la textura del suelo se realiza el análisis de la composición mecánica en el laboratorio, y en dependencia de los porcentajes de los grupos texturales se clasifica la textura del suelo. El sistema de clasificación de los grupos texturales según el tamaño de las partículas no es fijo.

En 1912 Alterbeg clasificó las partículas por su tamaño, por primera vez en la forma siguiente:

Arena gruesa	2, 0-0, 2mm
Arena fina	0, 2-0, 02mm
Limo	0, 02-0, 002mm
Arcilla	<0, 002mm

También en los EE.UU existe una escala de clasificación de las partículas y en Rusia se utilizan los resultados de Kachinski, que representa 3 escalas en dependencia del grado de detalle que se desee precisar con la composición mecánica del suelo (Guerasimov y Glazovskaya, 1965).

Independientemente que la textura del suelo puede ser determinada con precisión mediante el análisis mecánico en el laboratorio, esta característica constituye un índice morfológico importante del diagnóstico de campo. El pedólogo no debe dejar este diagnóstico para el

Capítulo I: Revisión bibliográfica

análisis de laboratorio, siempre es muy conveniente detectar las variaciones de la textura por el perfil, o de un perfil a otro y relacionarlos con los otros índices morfológicos. En nuestra opinión una de las características morfológicas más importantes en el diagnóstico de campo es la textura. Según las variaciones texturales por el perfil, se puede hacer un pronóstico de la profundidad que deben alcanzar las raíces de los cultivos, la infiltración del agua, de la erosión y aún de la fertilidad y productividad del suelo. Indiscutiblemente en este caso la experiencia del pedólogo es fundamental, sobre todo en los suelos tropicales donde las formas y el contenido de hierro libre influye en la formación de “seudo-arenas” y tiende a enmascarar la textura del suelo. Debe poseerse además conocimientos sobre las arcillas.

En las investigaciones realizadas por nosotros ha dado buen resultado en la determinación de la textura de campo, el llamado método del “tabaquito”, empleado por Shishov y Agafonov en las investigaciones de suelos cañeros de Cuba y otros países tropicales principalmente. Este método, rudimentario, de campo, se basa en la clasificación textural según la escala corta de Kachinskii; en dependencia del contenido de arcilla física

Clasificación textural del suelo (según la escala corta de Kachinskii).

Contenido de arcilla física (partículas < 0.01mm) en %.	Designación del suelo según su textura
0 - 5	arena suelta
5 - 10	arena cohesiva
10 - 20	franco arenoso
20 - 30	franco ligero
30 - 40	franco medio
40 - 50	franco pesado
50 - 70	arcilla ligera
70 - 80	arcilla media

C) ESTADO DE LA SUPERFICIE DEL SUELO

El carácter de la superficie del suelo a menudo, desafortunadamente, no se le presta la atención debida por parte de los edafólogos. No se le otorga la atención que se debe a esta característica morfológica del suelo y a la dirección sustancial de los métodos de investigación en el campo.

Al mismo tiempo, el carácter de la superficie del suelo, permanentemente está sometido a la acción de la atmósfera y esencialmente se destaca por su situación y propiedades de las demás capas del suelo; tiene determinado significado genético y puede servir como uno de los índices de diagnóstico de los suelos.

La situación más característica de la superficie del suelo, el cual tienen significado de diagnóstico, puede ser su determinación por las investigaciones en el campo en el período seco. . Después de una humedad muy fuerte en el suelo, ya sea por la lluvia o por la nieve, o por el riego, generalmente está muy poco manifiesta la superficie del suelo, sobre todo en suelos arcillosos pues ocurre la dilatación de la masa del suelo. Por esto, es necesario dejar pasar unos días cuando el suelo está húmedo, después de la lluvia, de la caída de la nieve o del riego, de forma que al secarse se manifieste la superficie del suelo. Cuando el suelo se seca, entonces su superficie adquiere determinada forma, específica para tal o cual tipo de formación de suelo. Por esto en este período el análisis de la superficie del suelo adquiere su particularidad más esencial.

Por otra parte por el cultivamiento intensivo, en el período de sequía todos los suelos de nuevo comienzan a diferenciarse entre sí, resquebrajamientos poligonales surgen, lo que tiene lugar aún en los casos de suelos forestales húmedos y pantanosos en climas subhúmedos durante varios meses del verano seco, y ocasionalmente durante algunas decenas de años.

1.5 LOS PROCESOS DE DEGRADACION DE LOS SUELOS EN LAS REGIONES TROPICALES.

Desde hace tiempo las regiones tropicales del planeta se estimaron como las grandes reservas para la producción de alimentos y de materias primas agrícolas para el consumo mundial, incluso para la demanda de alimentación de una población que alcanza los 6 000 millones de habitantes al final del milenio.

Capítulo I: Revisión bibliográfica

Sin embargo, estas reservas han ido disminuyendo poco a poco por la explotación indiscriminada de los ecosistemas tropicales. En los países más desarrollados, la actividad humana en el aumento de la producción agropecuaria ha conllevado a la asimilación de tierras vírgenes y terrenos baldíos, con la aplicación intensiva de recursos técnicos en la agricultura como son la mecanización, el riego y la quimización principalmente. Por otra parte en los países menos desarrollados, con mayores índices de pobreza, el desconocimiento y la necesidad social conlleva a la utilización inadecuada de las tierras la mayoría de las veces, con el desarrollo de una agricultura migratoria en las regiones más recónditas como son las regiones montañosas.

Para Hernández et al (1995, 1998), los procesos de degradación de los suelos es provocado por el desconocimiento de las condiciones edafológicas y de mejoramiento, cuando se va a poner en explotación agrícola una región determinada, ya sea de bosques, ya sea de sabana secundaria. Hacen énfasis estos autores en que el suelo es el espejo de la naturaleza, por lo que constituye un bloque de memoria, que registra y manifiesta todos los cambios que han ocurrido durante su formación a través de sus propiedades morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e hidrofísicas (Targulían, 1990). Por esto, es necesario conocer cómo se formaron los suelos y cómo van a evolucionar sus propiedades edafológicas, ante los cambios que pueda provocar el hombre en la práctica agrícola, para de esta forma poder pronosticar las variaciones que puedan producirse cuando se pone explotación una región determinada, sobre todo cuando se van a aplicar tecnologías como el riego, la mecanización, la quimización, etc.

Hernández y Morales (1998), plantean que los cambios globales en los suelos inducidos por el hombre conllevan en muchos casos a procesos de degradación; enumerando para las regiones tropicales los siguientes: Sabanización, empobrecimiento, erosión, acidificación, empantanamiento, salinización secundaria, contaminación, destrucción agrotécnica y mecánica y disminución de la fertilidad.

1.5.1 EROSION.

La erosión es un proceso natural lento que se conoce también como denudación geológica natural. Sin embargo, el hombre ha acelerado su ritmo y se calcula que con el paso de los siglos ha destruido unas 2 000 millones de hectáreas de tierras. Existen pruebas bien manifiestas de que la destrucción de civilizaciones pasadas en el Mediterráneo y América Central se debió a la erosión del suelo causada por la tala de bosques en zonas escarpadas y otras prácticas destructivas.

Capítulo I: Revisión bibliográfica

En Cuba un 40 % de los suelos presentan en la actualidad algún grado de erosión (Pérez et al; 1990), y si hablamos de erosión potencial, ese porcentaje se eleva a 52 % (Riverol, 1985), (Tabla 4) lo cual es alarmante para un país con gran presión demográfica, dado que el primer síntoma de la reacción en cadena desatada por la erosión es la disminución del rendimiento agrícola. Luego, a medida que el suelo se pierde y se forman cárcavas, la tierra se destina a otros usos hasta que la misma se vuelve improductiva y pierde su capacidad de carga demográfica incidiendo directamente en los procesos migratorios hacia las zonas urbanas.

Uno de los procesos de degradación de los suelos mas difundidos y que mas daños ocasionan en el mundo es el de la erosión. la supresión de la cobertura vegetal ya sea de bosques o de sabana, con el fin de poner bajo cultivo una región determinada, conlleva a cambios que se traducen en pérdidas de suelo y elementos nutritivos. si el agroecosistema que se implanta no se maneja adecuadamente, en dependencia de las características del suelo, el tipo de relieve y del clima, serán mas o menos intensas las pérdidas ocasionadas por el hombre con los procesos erosivos.

En la actualidad los suelos siguen siendo afectados por los procesos erosivos, con una tendencia fuerte a que dicho problema se agudice. muchas veces la experiencia de los agricultores los induce a tomar medidas que han podido poner en práctica con buenos resultados en la conservación de los suelos; otras veces, algunas investigaciones llevadas a cabo han dado buenos resultados. sin embargo, en los países mas pobres y menos desarrollados, con alto nivel de desempleo, como ocurre en la mayoría de los países subdesarrollados tropicales, los campesinos en su afán por la producción de alimentos han ocasionado fuertes pérdidas del recurso suelo por erosión (Pla Sentis, 1994).

Es precisamente en las regiones tropicales, donde por las características del suelo y del clima, existen condiciones apropiadas para el desarrollo de los procesos erosivos. muchas veces la deforestación y roturación de las tierras conlleva a su empobrecimiento y después que pierden productividad, son abandonadas, implantandose una vegetación secundaria herbácea que detiene el proceso erosivo. un ejemplo lo plantea segalen, 1970; obtenido por investigaciones realizadas en Costa de Marfil (Africa), en terrenos de 12% de pendiente y 2000 mm de lluvia anual:

1.5.2 CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS.

Esta forma de degradación puede ocurrir por la acción antropogénica en diferentes formas:

1. Aplicación de residuos de desechos (basura), con el fin de mejorar el contenido en materia orgánica del suelo

2. Uso intensivo de los fertilizantes
3. Utilización de residuales de la industria en el mejoramiento del suelo

En el primer caso hay que tener sumo cuidado, ya que en este tipo de “enmienda orgánica” puede ir incluido materiales que depositan en el suelo elementos pesados, que pueden quedar en forma residual y posteriormente ser transmitido a la alimentación humana a través de la planta. En todos los casos estos residuales deben tener su tratamiento previo (planta de tratamiento de residuales) y ser aplicados en una forma diferente; por ejemplo en forma de compost o ya convertido en humus por la lombricultura.

El segundo caso puede ocurrir por la aplicación intensa de fertilizantes y pesticidas. esto conlleva a la disminución de la actividad biológica del suelo y pérdida de su potencial agroproductivo.

El punto 3 es relativo a los residuales de la industria, y en muchas regiones tropicales es usual para residuales de la industria azucarera. en investigaciones realizadas se ha determinado el efecto sobre el suelo del residual azucarero. en cuba, se pudo constatar (Inclán Urgellés, 1986) que la aplicación de residuales azucareros crudo en el suelo conlleva a diferentes formas de degradación como:

- Ocasiona serios problemas como es la esterilización del suelo, afectando la actividad biológica, ocasionando la oclusión de poros del suelo
- La variación de la permeabilidad del suelo al aplicar fluidos ricos en sodio, calcio y magnesio, depende de diferentes procesos físicos y químicos que ocurren en el suelo.
- La adsorción del sodio en el complejo absorbente del suelo aumenta cuando la solución aplicada posee una alta salinidad.

En todos los casos de utilización de residuales de desechos o de la industria, deben realizarse estudios previos, caracterizando el material a emplear, los diferentes tipos de suelos y la interacción de los materiales con el suelo.

1.5.3 DESTRUCCIÓN AGROTÉCNICA Y COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS.

Otro de los grandes problemas de degradación de los suelos de las regiones tropicales es el de la destrucción de la estructura del suelo y su compactación. el uso intensivo de las máquinas, la quimización y otras medidas en la agricultura, sin tener en cuenta las características de los suelos y sus propiedades agroproductivas, da lugar a este proceso negativo. Esto ocurre

Capítulo I: Revisión bibliográfica

principalmente en suelos tropicales evolucionados como ferralsoles, acrisoles y nitisoles; ya que en suelos con presencia de minerales arcillosos del tipo 2:1, la compactación puede ser pedológica y no antropogénica, como ocurre en suelos pardos sialíticos arcillosos, vertisoles y gleyes vérticos.

En Cuba el ejemplo típico lo tenemos en la compactación de los suelos ferralíticos rojos de la llanura Habana-Matanzas, donde los resultados presentados por Alfonso Linares (1997), Hernández et al. (2005) describen perfectamente este problema; que conlleva a la disminución del contenido de materia orgánica del suelo, destrucción de la estructura y surgimiento de la compactación.

El grado de compactación del suelo se mide por el penetrómetro y también por el peso volumétrico. En estos suelos para el cultivo de la caña de azúcar, Roldós (1986), determinó el valor de la densidad crítica por la compactación, estableciendo el valor de 1,25 Mg.m³. A partir de este valor, las raíces de la caña de azúcar no se desarrollan más profundamente, a no ser que se rompa esta compactación por aplicación del subsolador.

Para estos ferralsoles se recomiendan varias medidas para evitar o contrarrestar la compactación en ellos:

- Roturación del suelo con el multirado
- Rotación adecuada de cosechas, manteniendo un nivel adecuado de materia orgánica en el suelo y conservando su estructura
- Aplicación de materia orgánica cuando el suelo lo requiera
- Destrucción de la compactación por el subsolador.

1.5.4 DISMINUCION DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.

Este proceso se manifiesta desde que el hombre comienza a utilizar los suelos en la agricultura; entonces cuando surge cualquier proceso de degradación en los suelos, se afecta grandemente su fertilidad, pasando el suelo a tener una capacidad agroproductiva menor. Se puede decir que la forma más típica de disminución de la fertilidad de los suelos es por las pérdidas por erosión. según segalen (1970) las pérdidas de 120 t/ha de suelo, registradas en Costa de Marfil, en pendiente de 12% dan lugar a pérdidas de :

440 kg de carbono orgánico

53 kg de nitrógeno

23 kg de p₂o₅

71 kg de cao

23 kg de mgo

35 kg de k₂o

103 kg de na₂o

Que a su vez representa en fertilizantes o enmiendas :

3,6 t de estiércol

24 kg de dolomita

250 kg de SO₄(NH)₂

130 kg de Superfosfato a 18%

Las medidas de conservación de suelo atenuan estas pérdidas como fue planteado anteriormente en el ejemplo de Cuba.

Uno de los grandes problemas en los trópicos hoy día es la pérdida de la materia orgánica en los ecosistemas; tanto por los problemas de emisión de c en forma de CO₂ a la atmósfera, como por las pérdidas en el suelo, que influye no solo en el contenido de nutrientes, sino también en la degradación de la estructura del suelo, que favorece el surgimiento de la erosión y la compactación y perjudica además el régimen hídrico y aéreo del suelo.

Para las condiciones de Cuba se viene trabajando en el problema del carbono de los ecosistemas y de la materia orgánica del suelo. Recientemente se presentaron algunos trabajos al respecto; sobre el cambio del contenido en materia orgánica de los suelos de cuba por los cambios globales (Hernández y Morales, 1999), sobre las reservas de materia orgánica en los suelos de Cuba (Ponce de León, 2005) y del contenido de C en los ecosistemas de la Sierra del Rosario (Suárez, 1999).

Algunos resultados sobre el cambio de las reservas de C en diferentes tipos de suelos y la cobertura vegetal actual, se presenta en la Tabla 9 (Hernández y Morales, 1990); por la cual se observa una relación estrecha entre el tipo actual de utilización del suelo y las reservas de este elemento. No obstante, para poder establecer una dinámica de la evolución del C en el suelo es necesario conocer la historia antropogénica que ha tenido el terreno. A medida que ha sido mas intensamente utilizado, menos contenido en materia orgánica y nutrientes tendrá la capa arable

Capítulo I: Revisión bibliográfica

del suelo y por tanto se hace necesario adicionar materia orgánica en forma de abonos verdes, compost, humus de lombriz, etc.

Finalmente, debemos señalar que la mayoría de las veces los procesos de degradación se conjugan. por ejemplo, la erosión y disminución de la fertilidad del suelo ocurren al mismo tiempo, pudiendo estar presente a veces la acidificación y la compactación; el empantanamiento y la salinización secundaria han ocurrido al mismo tiempo en las llanuras orientales de cuba. de esta forma, estos procesos conllevan a la disminución de la fertilidad del suelo y de su capacidad agroproductiva, pudiendo pasar de un grupo agroproductivo Clase 1 a Clase 3 ó 4.

El actor directo de estos problemas es el hombre, ya sea por su afán productivo o por cubrir sus necesidades. Cada día se impone más la explotación racional de este recurso que es el suelo, en forma sostenible, para preservarlo en las condiciones actuales, y para las futuras generaciones.

Eizenstat, 1998).

CAPITULO II

CAPITULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Caracterización de La Unidad.

La UBPC “La Palma” pertenece a la Empresa azucarera Ciudad Caracas del municipio Lajas está ubicada en el Km. 8 ½ de carretera de Cruces a Potrerillo, por el norte limita con el municipio Ranchuelo, por el sur con el escambray en su zona ganadera, por el este con la CPA Mártires del Moncada y por el oeste con la UBPC Chicharrones.

El trabajo se realizó en la UBPC en el periodo comprendido entre enero y agosto de 2008, realizando las evaluaciones y recomendaciones teniendo en cuenta la aptitud agroproductiva se propone el manejo de cada bloque.

La unidad tiene una extensión de 689,32 ha, de ellas 608.80 dedicadas al cultivo de la caña de azúcar (88%) y 80,52 destinadas al autoconsumo (12%). Repartidas en diez bloques dedicados al cultivo de la caña de azúcar y dos al autoconsumo.

Posee una oficina central y un taller de maquinaria agrícola. Administrativamente cuenta con un jefe de la UBPC, un jefe de producción, un económico, un estadístico, dos jefes de fincas, un jefe de autoconsumo, 63 obreros agrícolas de ellos 15 se dedican a la actividad de autoconsumo.

En este caso nos encontramos en presencia de un suelos que a lo largo de 38 años ha sido laborado intensivamente y se encuentra degradados tanto física como químicamente. Presenta problemas de degradación estructural, procesos de acidificación por el uso inadecuado de fertilizantes, y problemas de compactación por el uso continuo de la mecanización en las cosechas de caña de azúcar, estos suelos son extremadamente plásticos y de mal drenaje con una alta capacidad de absorción de agua y una mala distribución del agua-aire; predominando el agua sobre el aire quedando este en una reducida porción en el suelo. A medida que profundizamos en el sustrato el aire es menor por lo que las raíces de la caña solo se desarrollan hasta una profundidad de 25cm. Esto trae como consecuencia que la planta no pueda tomar los nutrientes necesarios que se encuentran disponibles en el suelo y por tanto un menor crecimiento y rendimiento en las cosechas.

Para el desarrollo de este trabajo se tomaron los datos del mapa de suelo de escala: 1:250 000 superponiendo sobre el mapa 1: 25 000 de la UBPC “La Palma”. Lo que sirvió para determinar la formula de suelo de cada bloque. Obteniendo la información de los factores limitantes de los

Capítulo II: Materiales y métodos.

mismos, con estos datos se determinó la aptitud de los suelos, además se tuvo en cuenta el criterio especializado de los expertos en la materia de Empresa y la Unidad.

Para su desarrollo se basó en la utilización del cartograma agroquímico del mapa de suelo de 1:25 000, la primera, segunda y tercera clasificación genética de suelo, las consideraciones sobre la formación de los suelos en Cuba, se utilizó la clasificación agroecológica para conocer los factores limitantes además la clasificación agroproductiva para determinar la aptitud de las tierras.

Con toda la información recopilada se remite al Agro-24 el que nos brinda la aptitud de los suelos para los diferentes cultivos, procediéndose a la realización de la propuesta de especies de cultivo a plantar o sembrar en cada bloque.

2.2 Determinación del Índice Agroproductivo.

Con esos datos se aplicó la metodología de Pérez León (2000) para hallar el Índice Agroproductivo, para ello se aplicó la siguiente ecuación:

$$IA = \text{Factor A} + \text{Factor B} + \text{factor e} + \text{Factor K.}$$

Se tomaron los datos de las fórmulas de suelo en el mapa 1: 25 000 de la finca.

Factor A: Se considera el perfil del suelo (tipo y subtipo de suelo) Valor total 30 puntos.

Factor B: Se considera la profundidad efectiva. Aparece siempre en la fórmula, en un mismo lugar expresado por un número. Valor total 30 puntos.

Factor e: La pendiente del suelo (t). Valor total 20 puntos.

Factor K: El resto de la fórmula en el numerador y denominador, multiplicados numéricamente de acuerdo a los valores de las tablas. Valor total 20 puntos.

De acuerdo al índice obtenido se clasifica el suelo en grados de acuerdo al siguiente criterio:

- Grado 1: Índice de 80-102. Son suelos profundos con buena capacidad de retención de humedad, buena fertilidad química, física y biológica, buen drenaje, fáciles de laborar, fértiles, buenas condiciones físicas, adecuado para la generalidad de los cultivos y que no requieren de grandes enmiendas físicas ni químicas con buenas respuestas al riego.
- Grado 2: Índice de 60-78. Suelos de mediano a profundas, buena retención de la humedad con factores limitantes factibles de corregir sin necesidad de grandes inversiones, responde

Capítulo II: Materiales y métodos.

al riego y a la fertilización y es apto para la casi totalidad de los cultivos. Puede requerir labores especiales en determinadas circunstancias.

- Grado 3: Índice 40-59. Suelos con mayores restricciones para cultivos más exigentes, poco a medianamente profundos, aparecen factores limitantes de difícil y costosa solución, el riego es selectivo, requieren labores especiales.
- Grado 4: Índice 20-39. Suelos malos, aptos para muy pocos cultivos, aparecen factores limitantes que obstaculizan las labores por mucho tiempo, pueden obtener elementos tóxicos para el cultivo. El riego es selectivo.
- Grado 5: Índice 10-19. Suelos muy malos, de usos extremadamente limitados, excepto para pastos y forestales, no se justifican el riego.
- Grado 6: Índice menor de 10. Suelos no aptos para la agricultura, incluye zonas costeras bajas, zonas salinizadas, ciénagas, sábanas o montañosos.

2.3 Metodología

El sistema automatizado agro-24 utiliza 11 variables de suelo y clima para determinar las categorías de aptitud de las tierras. La fuente de datos principal para este proyecto fue el mapa nacional de suelos escala 1:25 000 y los perfiles asociados al mismo, las precipitaciones son tomadas de los pluviómetros instalados en la unidad.

Tabla No1: Variables esperadas en la evaluación con agro-24

Variables	Fuentes
<ol style="list-style-type: none">1. Tipo y subtipo de suelo2. Pendiente3. Pedregosidad4. Rocosidad5. Salinidad6. Profundidad efectiva	Formula de suelo
<ol style="list-style-type: none">1. Acidez del suelo (Ph KCl)	Perfil del suelo siempre que sea posible deben utilizarse datos del SERFE

Capítulo II: Materiales y métodos.

1. Aluminio cambiabile 2. Capacidad de intercambio cationico 3. Drenaje	Perfil del suelo
1. Compactación 2. Precipitaciones (medias anuales)	Pluviómetro del área

2.4 Levantamiento de la información

El programa de evaluación de las tierras se ejecuta de manera participativa, teniendo como premisa la calidad de la información extraída del mapa nacional de suelos y sus perfiles asociados.

los rendimientos básicos por tipo de suelo para los diferentes cultivos a evaluar, estos rendimientos representan los máximos a obtener para condiciones medias de manejo, por otra parte la segunda base de datos relacionan las variables de la tabla No1 que se utilizan con los cultivos de manera que cada una de ellas es dividida por categorías, expresando la afectación que arrojan los resultados cuando toma determinado valor. Con la utilización del Agro-24 se obtiene la aptitud de los suelos, los rendimientos básicos para cada tipo de suelo al nivel de subtipo, estos se emplean multiplicando por el factor limitante, los resultados en este caso arrojan que la mayor afectación es la erosión.

El valor obtenido posteriormente es afectado por el coeficiente de las precipitaciones, obteniendo se esta forma los rendimientos mínimos potenciales (RMP) del cultivo para esas condiciones edafoclimáticas.

Ejemplo

Tipo y subtipo de Suelo Rendimientos básico X erosión = valor ----- se afecta por

Las precipitaciones ----- RMP para el cultivo.

CAPITULO III

CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para la realización del presente trabajo se tuvo en cuenta la uniformidad de los bloques por lo que para las recomendaciones se trabaja por bloque y división, en las tablas siguientes se recoge la información de las categorías de fósforo y potasio asimilables en el suelo, consideradas para recomendar los fertilizantes fosforicos y las de potasio considerando los agrupamientos de suelo y los rendimientos esperados. Las recomendaciones de Nitrógeno se planifican en dependencia de los rendimientos esperados

Fósforo asimilable

Tabla No 2: Categorías de P₂O₅ asimilables en el suelo en la UBPC "La Palma" durante la campaña 2008.

Bloque	División	Intervalo de P ₂ O ₅ asimilable mg/ 100g	Dosis P ₂ O ₅ Kg/ha
106	1	>1.8 a < 2.4	50
	2	>3.0 a < 3.6	30
112	1	>3.0 a < 3.6	30
113	1	>1.8 a < 2.4	50
	2	>1.2 a < 1.8	60
	3	>1.2 a < 1.8	60
114	1	>1.2 a < 1.8	60
	2	>1.2 a < 1.8	60
115	1	>1.8 a < 2.4	50
	2	>3.0 a < 3.6	30
	3	>3.0 a < 3.6	30
116	1	>1.2 a < 1.8	60
	2	>3.0 a < 3.6	30
	3	>1.2 a < 1.8	60
117	1	> 3.0a < 3.6	30

Capítulo III: Resultados y discusión.

	2	>1.8 a < 2.4	50
118	1	>1.8 a < 2.4	50
122	1	>2.4 a < 3.0	40
	2	>2.4 a < 3.0	40
124	1	>2.4 a < 3.0	40
148	1	>2.4 a < 3.0	40

El fertilizante fosfórico que se emplea es el portador independiente superfosfato triple con un 46% de P_2O_5 . Según la tabla anterior estas áreas están en las categorías de medio y sus dosis se reflejan en la tabla No 3

Tabla No. 3

Bloque	División	Dosis kg/ha	Dosis t/ 13.42ha	Dosis t/ha
106	1	50	0.67	0.05
	2	30	0.40	0.03
112	1	30	0.40	0.03
113	1	50	0.67	0.05
	2	60	0.80	0.06
	3	60	0.80	0.060
114	1	60	0.80	0.06
	2	60	0.80	0.06
115	1	50	0.67	0.05
	2	30	0.40	0.03
	3	30	0.40	0.03
116	1	60	0.80	0.06
	2	30	0.40	0.03

Capítulo III: Resultados y discusión.

	3	60	0.67	0.06
117	1	30	0.40	0.03
	2	50	0.67	0.05
118	1	50	0.67	0.05
122	1	40	0.53	0.04
	2	40	0.53	0.04
124	1	40	0.53	0.04
148	1	40	0.53	0.04

Como se refleja en la tabla anterior después de analizar las formas asimilables de este nutrimento en el suelo las dosis recomendadas van desde 0.04 a 0.08 t/ha.

Potasio asimilable

Categorías de potasio asimilable en el suelo considerado para recomendar los fertilizantes potásicos. Si se tiene en cuenta que el potasio es el elemento que en mayores cantidades extrae la caña de azúcar, la demanda de este nutrimento puede alcanzar valores superiores a los 2kg/t de caña aunque debe encontrarse en el entorno de 1.8 un exceso en las aplicaciones de K_2O daría lugar al denominado “Consumo de lujo” lo que constituye un mecanismo propio de la caña de azúcar por lo cual en presencia de K_2O se extrae este elemento en demasía aunque fisiológicamente no lo necesite.

Nitrógeno

Recomendaciones de N_2 en las cepas de plantas (P/08 y F/08) en estos suelos que no cubren los gastos realizados en aplicaciones y fertilizantes a estas no se les planifica N_2 .

Capítulo III: Resultados y discusión.

Tabla No.4 Recomendaciones de nitrógeno en dependencia de los resultados esperados.

Bloque	División	Cepa	Rendimientos esperados. t/ha	N ₂ Kg/ha
106	1	P/08	102.0	-
	2	P/08	102.0	-
112	1	R-2	30.0	40
113	1	F/08	68.0	-
	2	F/08	68.0	-
	3	F/08	68.0	-
114	1	R-5	14.0	40
	2	R-5	12.0	40
115	1	R-4	30.0	60
	2	R-4	20.0	40
	3	No apto		
116	1	No apto		
	2	R-4	30.0	60
	3	Soca	45.0	60
117	1	R-5	30.0	40
	2	R-5	18.5	40
118	1	R-3	35.0	70
122	1	R-6	20.0	40
	2	Soca	38.5	50
124	1	R-2	40.0	50
148	1	R-3	30.0	30

Capítulo III: Resultados y discusión.

Para la realización de las recomendaciones de N₂ para la zafra 2008/2009 se tuvo en cuenta tres factores:

- Tipo de cepa.
- Rendimientos esperados.
- Características del suelo.

Según el tipo de cepa no se planificó ni a las P/08 ni a los F/08 ya que los resultados de estudios en campañas anteriores la fertilización nitrogenada no paga los costos de los fertilizantes empleados en los tres primeros retoños, por lo que se planificó pero en menores cantidades para rendimientos similares en el resto de las cepas.

En la tabla No5 (ver anexos) se recogen los suelos predominantes y su distribución por cada bloque en la unidad de estudio, como se puede observar el 16% son de tipo oscuro plástico gley gris amarillo con un rendimiento promedio de 40.2t/ha, pendiente ondulada no pedregoso, no rocoso, no afectación por aluminio, no salinos, con PH neutro, A.C de retención, medianamente drenaje, compactados con Profundidad especifica promedio de 33cm, con evaluación promedio de A3. El 5% son de tipo aluvial diferenciado, de mucha fertilidad pero de mal drenaje, utilizados para siembra de arroz en diques, el 0.07 son de tipo fersialítico pardo rojizo típico, evaluado según Agro-24 y la clasificación agrológica y agroproductiva se los suelos como no apto para caña, debido a una fuerte erosión al tener una pendiente ondulada pronunciada, a pesar de en los años 80 declararlos para sembrarse en curvas de nivel o en contorno y nunca se habilitaron para esta técnica. El 79% son de tipo pardo sin carbonatos típicos de pendiente ondulada, muy pedregosos, no rocosos, no salinos, con PH ácidos no invalidantes para el cultivo de la caña, otros neutros ideales para caña. De forma general su principal factor limitante que los evalúa de A3 es la erosión provocada por el hombre en más de 38 años por la aplicación de técnicas inadecuadas.

La fórmula de cada bloque que aparece en el mapa 1:25 000 se describe en la tabla No6 según la evaluación agroproductiva para el cultivo de la caña.

Los tipos de suelos de esta UBPC de forma general están entre suelos poco favorables, muy poco favorables e inadecuados para el cultivo de la caña, afectados en primer lugar por la erosión, la compactación, la graviliosidad, pedregosidad, algunos que podrían ser buenos presentan mal drenaje acompañados de compactación, todos estos factores actuando de conjunto disminuyen la profundidad efectiva.

Capítulo III: Resultados y discusión.

En la tabla N°7 se recogen las fórmulas de cada bloque con sus divisiones según mapa de 1:25 000 de suelos, se reflejan todos los factores limitantes, así como las enmiendas de mejoramiento de suelos para mejorar los mismos.

La tabla N° 8 recoge de forma pormenorizada el comportamiento de los factores edáficos por bloques y sus divisiones, la pendiente promedio igual a T5; ondulado, la pedregosidad promedio igual a W4; moderadamente pedregoso, la rocosidad promedio igual a Z5"; no rocoso, salinidad promedio igual a S5; no salinos, acidez (PH, KCl) entre H2 ácido y H3 neutro, datos actuales arrojan un valor de acidez de 3.8 en el rango de 3.5-6.0 no ha afectado el cultivo de la caña y no ha sido necesario enmiendas calcáreas, no son afectados por el aluminio cambiante, con una alta capacidad de intercambio catiónico, alta capacidad de retención, rango(%) mayores de 40.0, clave C5, el drenaje como promedio alto entre 10.0y 50.0,su compactación promedio k3, compactado rango entre 1.4y1.5, la profundidad efectiva de la mayoría de estos suelos al comenzar a explotarse era idónea pero el empleo de técnicas inadecuadas han hecho que la erosión sea cada vez más pronunciada y se pierda con ella la riqueza de los suelos.

La tabla No9 muestra la relación de rendimientos mínimos potenciales comparándolos con los reales de la zafra 2007/2008 como se observa en la misma los rendimientos mínimos potenciales son de 39.3 t/ha de un mínimo para un suelo cañero medio de 54.0t/ha para una diferencia de 14.7 t/ha, el rendimiento real fue de 23.2 t/ha con una diferencia de (-16.1t/ha) con un 59% de los rendimientos mínimos potenciales.

Principales factores limitantes por unidad de manejo.

1. Bloque 106 Primera división: pendiente ondulada, drenaje mediano (moderado), compactado debido a la elevada mecanización durante más de 38 años.
2. Bloque 106 Segunda división: pendiente casi llana, con un mal drenaje y ligeramente compactado.
3. Bloque 112 Primera división: pendiente ondulada, moderadamente pedregoso y compactada.
4. Bloque 113 Primera división: pendiente ondulado, moderadamente pedregoso y compactado.
5. Bloque 113 Segunda división: pendiente ondulada, moderadamente pedregoso.
6. Bloque 113 Tercera división: pendiente ondulada, moderadamente pedregoso y con una profundidad efectiva de 16cm.
7. Bloque 114 Primera división: pendiente ondulada, PH ácido (no apto para caña), profundidad efectiva de 16cm.

Capítulo III: Resultados y discusión.

8. Bloque 114 Segunda división: pendiente ondulada, PH ácido (no apto para caña), profundidad efectiva de 16cm.
9. Bloque 115 Primera división: pendiente ondulada, ligeramente compactado, profundidad efectiva de 16cm.
10. Bloque 115 Segunda división: pendiente ondulada, PH ácido.
11. Bloque 115 Tercera división: pendiente ondulada, drenaje mediano y compactado.
12. Bloque 116 Primera división: pendiente fuertemente ondulada, PH ácido y muy erosionado con una profundidad efectiva de 11cm (no apto para caña).
13. Bloque 116 Segunda división: pendiente ondulada, pedregoso, ligeramente compactado.
14. Bloque 116 Tercera división: pendiente ondulada, moderadamente pedregoso, PH ácido, ligeramente compactado.
15. Bloque 117 Primera división: pendiente ondulada, muy compactado, moderadamente pedregoso.
16. Bloque 117 Segunda división: pendiente ligeramente ondulada, moderadamente pedregoso, PH ácido, ligeramente compactado, profundidad efectiva de 20cm.
17. Bloque 118 Primera división: pendiente ligeramente ondulada, moderadamente pedregoso, ligeramente compactado, profundidad efectiva de 20cm.
18. Bloque 122 Primera división: pendiente casi llana, moderadamente pedregoso, mal drenaje, ligeramente compactado.
19. Bloque 122 Segunda división: pendiente ondulada, medianamente drenaje, compactado
20. Bloque 124 Primera división: pendiente ondulada, medianamente drenaje, compactado.
21. Bloque 148 Primera división: pendiente ondulada, medianamente drenaje, compactado.

Manejo agronómico o sea medidas de mejoramiento y conservación para corregir los factores limitantes en cada bloque y división:

1. Bloque 106 Primera división: Posee el 87 % de su área con pendiente ondulada, debe sembrarse en el sentido de la menor pendiente, mejorar el drenaje de unas 18.0 ha que tienden a inundarse, la compactación es su principal factor limitante ocasionado por la mecanización incontrolada, por lo que se le recomienda rotarlo con multiarado a profundidad efectiva, no operar dentro de él con el suelo húmedo, aplicar abonos orgánicos, detrás de cada cultivo romper la costra superficial.
2. Bloque 106 Segunda división: El 13% restante es un suelo casi llano con mal drenaje, se le recomienda continuar sembrando arroz en diques, aplicando enmiendas calcáreas y rotarlo detrás de cada campaña arroceras para controlar los procesos anaeróbicos.

Capítulo III: Resultados y discusión.

3. Bloque 112 Primera división: Sembrarlo en sentido de la menor pendiente, para controlar la compactación con cultivo profundo de 110-120cm y aplicar abonos orgánicos, no sembrarlo ni labrarlo con el suelo húmedo.
4. Bloque 113 En sus tres divisiones: presenta una pendiente ondulada, para mitigar la erosión debe sembrarse en sentido de la menor pendiente, roturarlo con laboreo mínimo no utilizar discos para no pulverizar su superficie, hacer uso de abonos orgánicos para mitigar si acidez, no laborarlo ni sembrarlo con el suelo húmedo.
5. Bloque 114 en sus dos divisiones: ha perdido su capa arable y su profundidad efectiva no supera los 16cm, no está apto para caña por lo que se considera debe ser plantado de una vegetación permanente con especies forestales o frutales.
6. Bloque 115 Primera división: Con la plantación en sentido de la menor pendiente se mitiga la erosión, mientras su compactación lleva cultivar entre 110y 120cm y 160cm profunda, aplicación de abonos orgánicos, romper la costra superficial, no roturarlo, cultivarlo ni cosecharlo húmedo.
7. Bloque 115 Segunda división: La siembra en el sentido de la menor pendiente mitiga la erosión, empleo de cobertura verde más barreras de contención en su parte sur, por su PH ácido no ha afectado económicamente ele cultivo de la caña, pero para mejorar su acidez no se recomienda utilizar fertilizantes químicos y si orgánicos.
8. Bloque 115 Tercera división: La compactación es el principal factor limitante necesita cultivo de 1.10-1.20 y 1.60m profundo, no roturarlo, cosecharlo, ni laborarlo húmedo, realizarle drenaje elemental y su verificación sistemática.
9. Bloque 116 Primera división: No apto para caña, se recomienda dedicarlo a vegetación permanente, forestales, frutales, pastos manteniendo el área con plantas de cobertura y abonos verdes.
10. Bloque 116 Segunda división: Plantar en el sentido de la menor pendiente, hacer recogidas de piedras después de cada labor de cultivos, no laborarlo húmedo y aplicarle cultivo profundo de 1.10-1.20y 1.60m para eliminar su compactación además aplicar gradas múltiples con rejas de corazón para romper su costra superficial.
11. Bloque 116 Tercera división: La erosión no controlada lo ha llevado a una profundidad efectiva de 16cm la cual va disminuyendo por lo que se recomienda sembrarlo de vegetación permanente forestal, frutal o pastos como única forma de detener la erosión y conservar sus propiedades mecánicas.

Capítulo III: Resultados y discusión.

12. Bloque 117 Primera división: sembrar en sentido de la menor pendiente recoger las piedras detrás de cada cultivo, no laborarlo con el suelo húmedo para evitar la erosión, aplicar cultivo profundo 1.10-1.20 y 1.60m roturar con multiarado.
13. Bloque 117 Segunda división: Sembrar en sentido de la menor pendiente, aplicarle abonos orgánicos o sembrarlo de vegetaciones permanentes frutales, forestales o pastos para mitigar la erosión.
14. Bloque 118 Primera división: Se le recomienda sembrarlo de cultivos varios con sistemas radiculares poco profundos frijoles, maíz, maní etc. de vegetaciones permanentes frutales, forestales o pastos en sentido de la menor pendiente, rotar los cultivos aplicar abonos orgánicos para, mitigar la erosión que ha llevado la profundidad efectiva a 20cm y la pérdida de la capa arable.
15. Bloque 122 Primera Y segunda división: Se han dedicado al cultivo de arroz por su mal drenaje son suelos llanos que se inundan.
16. Bloque 124 Primera división: Aplicar medidas de descompactación como cultivo profundo 1.10-1.20 y 1.60m, no roturar húmedo y aplicar materia orgánica.

17. Bloque 148 Primera división: Aplicar medidas de descompactación como cultivo profundo 1.10-1.20 y 1.60m, no roturar húmedo y aplicar materia orgánica y rotación de cultivos.

A continuación comentamos la aptitud de los suelos de la UBPC “La Palma” teniendo en cuenta en la aplicación del Agro-24:

Al aplicar el Agro-24 se pudo comprobar que al multiplicar los suelos y los rendimientos básicos por cada tipo de suelo por el factor limitante el que mayor afectación produce es la erosión, luego el valor obtenido lo afectamos por el coeficiente de las precipitaciones obteniéndose el rendimiento medio potencial del cultivo para estas condiciones edafoclimáticas, pero comparándolos con los rendimientos reales se evidencia que el índice de aprovechamiento del rendimiento medio potencial es muy bajo en un grupo de bloques por la pérdida de su capa arable, perdiendo sus potencialidades para el cultivo de la caña de azúcar y otros cultivos, en otro grupo la pésima agrotecnia hace que se aproveche en un bajo por ciento los rendimientos medios potenciales .

Propuestas de adaptabilidad a otros cultivos.

1. Bloque 106 Primera división: caña de azúcar.
2. Bloque 106 Segunda división: caña de azúcar.

Capítulo III: Resultados y discusión.

3. Bloque 112 Primera división: caña de azúcar.
4. Bloque 113 Primera división: caña de azúcar.
5. Bloque 113 Segunda división: cultivos varios, maíz, calabaza, yuca, fabáceas.
6. Bloque 113 Tercera división: vegetación permanente, frutales, forestales, ganadería (pastos).
7. Bloque 114 Primera y segunda división: vegetación permanente, frutales, forestales, ganadería (pastos) o cultivos varios como fabáceas, maíz etc.
8. Bloque 115 Primera división: vegetación viva o ganadería.
9. Bloque 115 Segunda división: caña de azúcar.
10. Bloque 115 Tercera división: arroz en diques.
11. Bloque 116 Primera división: no apto para caña de azúcar se recomienda vegetación permanente, frutales, forestales, ganadería (pastos).
12. Bloque 116 Segunda división: caña de azúcar.
13. Bloque 116 Tercera división: vegetación permanente, frutales, forestales, ganadería (pastos).
14. Bloque 117 Primera división: caña de azúcar.
15. Bloque 117 Segunda división: cultivos varios, habichuelas, frijoles, calabaza, yuca, boniato, etc.
16. Bloque 118 Primera división: cultivos varios, yuca malanga, boniato, calabaza, fabáceas etc.
17. Bloque 122 Primera y segunda división: arroz en diques.
18. Bloque 124 Primera división: cultivos varios, malanga, plátano y arroz en diques.
19. Bloque 148 Primera división: caña de azúcar con variedades que toleren la humedad.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuestos los cultivos se deben agrupar de la siguiente forma según la evaluación se sus suelos:

A1: mantenerlos sembrados de caña.

A2: mantenerlos sembrados de caña, plantando variedades que se adapten a los factores limitantes.

A3: cultivos varios, ganadería o vegetación permanente, frutales, forestales o pastos (ganadería)

A4 No aptos: cultivos permanentes o cultivos varios.

Capítulo III: Resultados y discusión.

Factores edáficos

En el caso de esta unidad los principales factores edáficos limitativos que afectan con mayor incidencia son: compactación, pedregosidad, y profundidad efectiva.

Compactación: esta relacionada con la disminución de la porosidad y puede ser natural cuando se por el relleno de los poros por elementos finos como la arcilla, humus, etc. Y mecánica cuando ocurre a expensa de la presión externa y está relacionada con la mecanización de las labores agrícolas y el paso de los equipos de transporte por el mismo surco.

La influencia de la compactación en la eficiencia de la fertilización está relacionada con el daño que provoca en el sistema radical de las plantas, tanto por su deformación como por los impedimentos a la deformación de la raíces ya que se concentran en la superficie y tienden a explorar las zonas laterales lo que limita la capacidad de las mismas en la absorción de los elementos nutritivos.

Pedregosidad: Se refiere a la acumulación de gravas, piedras y fragmentos de rocas en la superficie del suelo (bloques 112, 113, 114, 115, 116,117 y 118) o en el horizonte arable estas acumulaciones en la superficie como sucede en esta unidad limitan en el volumen del suelo que explotan las voluminosas y poderosas raíces de la caña y al vez constituyen un freno para su penetración y expansión lateral como sucede en el sistema radical de la caña de azúcar estas piedras, gravas y rocas dificultan la mecanización y atentan contra el buen funcionamiento de equipos e implementos de cultivar y fertilizar.

Profundidad efectiva: Es el área en que las raíces de la caña pueden crecer y desarrollarse sin limitaciones se expresa en cm o pulgadas es una de las propiedades que más influye en el desarrollo radical. En esta UBPC son afectados los bloques 114, 115,116 y 117 que no sobrepasan los 25cm, la cual es provocada por la erosión eólica e hídrica debido a la topografía ondulada que poseen y las erradas políticas y de siembra en el mayor sentido de la pendiente han provocado que estos bloques hayan perdido 10-12cm de la capa arable hace que el suelo fértil donde están los nutrientes que sean absorbidos por las raíces desaparezca dejando un suelo empobrecido, esta disminución de la profundidad efectiva se combina con la compactación constituyendo una limitante de consideración para el desarrollo del cultivo.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Después de realizar el estudio de aptitud agroproductiva y propuesta de manejo de la UBPC “La Palma”

- Los factores limitativos que más influyen en la obtención de los nutrientes y en su efectividad son la compactación, la pedregosidad y la profundidad efectiva.
- La fertilización nitrogenada se realiza teniendo en cuenta los rendimientos esperados y el tipo de cepa.
- No se aplica la fertilización orgánica, tan necesaria para la restauración de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- La erosión constituye el principal factor limitante en los suelos de la UBPC, provocada por la aplicación de prácticas erróneas en la explotación de los suelos.
- Después de conocer la aptitud agroproductiva de los suelos se hace corresponder esta con los cultivos afines a sus características, según AGRO-24.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las conclusiones se recomienda:

- Iniciar un trabajo de descompactación mediante un cultivo profundo, no realizar labores ni plantar en estos suelos cuando las condiciones de exceso de humedad no lo permitan.
- Instrumentar un plan de recogida de piedras y obstáculos para mejorar la agrotecnia y el sistema radicular se haga más saludable.
- Dedicar a cultivos permanentes aquellas áreas que no alcancen los 25cm para salvarlos de la erosión.
- Realizar los estimados y los rendimientos esperados de forma objetiva de forma tal que cada plantación reciba los fertilizantes que necesita.
- Producir y aplicar abonos orgánicos a las plantaciones, para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Agete, F. *“La caña de azúcar en Cuba”* / F. Agete.—La Habana:Ministerio de la Agricultura. Estación Experimental de Caña, 1946.-- T1
- “Principales resultados obtenidos en el desarrollo de la papa en condiciones de estrés de calor y humedad en Cuba” Cultivos Tropicales (La Habana)15(2): 93-98, 1994
- Altieri, M.A. 1994. Conversión orgánica de la agricultura cubana. MAELA (Asunción) 4(6):15-17,1994.
- Balmaceda, C. Evaluación de la aptitud de las tierras dedicadas al cultivo de la caña de azúcar. Manual de Procedimientos/ C Balmaceda, D Ponce de León. —La Habana: INICA. MINAZ, 2000.-- 55 p.
- Buckman, H. O. Naturaleza y propiedades de los suelos./ H. O. Buckman, N.C. Brady .—La Habana: Edición Revolucionaria, 1967.-- 590 p.
- Cruz, R. Obtención de variedades de caña de azúcar tolerantes a diferentes condiciones de estrés ambiental. Proyecto de investigación/ R. Cruz.—La Habana: CITMA – INICA, 2000.— 87 p.
- Cuellar, L.,. El contenido de potasio en los suelos y la respuesta de la caña de azúcar a la fertilización potásica. / L. Cuellar.--. Sancti Spíritus: CMICT , 1980.-- 6. p.
- De Armas, U.R.. Fisiología Vegetal./ U. R. De Armas, E. Ortega, Rosa Rodés.-- C. de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.,1988 .—350 p.
- Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de suelos de la FAO (La Habana) (32): 66, 1976.
- Fonseca, J. Necesidades de agua de la caña de azúcar para diferentes épocas de plantación y corte en el occidente de Cuba. / J. Fonseca, S. GARCÍA – La Habana: Producción en la agricultura cañera.INICA, 1987.-- 221 p.
- García, A. Jardín de Variedades, objetivos y alcanc. Revista Cañaveral (La Habana) 4 (1):37, Enero – Marzo 1998.
- Menéndez, A. 1995. La respuesta de la caña de azúcar a la fertilización potásica en Cuba. / A. Menéndez.-- Ciudad de la Habana: INICA, 1995.-- 21 p.
- Millar, G. E. Fertilidad del suelo. Instituto del Libro/ G. E. Millar.-- La Habana: Ed. Rev., 1967.-- 427 p.

Referencias Bibliográficas

- Naranjo Rangel, O. Manejo y Explotación de Variedades de Caña de Azúcar en la Empresa Azucarera "5 de Septiembre", en función de su potencial agroecológico/ O. Naranjo Ranjel.—Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2003.—110 p.
- Pérez, H. 1985. Uso del nitrógeno en la caña de azúcar. (La Habana) (1):15 -17, 1985.
- Reynoso, A. Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar./ A. Reynoso.—París: [s.n.], 1878.-- 372. p.
- Rubio, R. 1982. Fertilización pótasica de la caña de azúcar sobre la base del diagnóstico de la fertilidad pótasica del suelo./ R. Rubio.-- La Habana: INICA. ACC., 1982.--112. p..
- Shishov, L. L. Factores del suelo que limitan el crecimiento y la productividad de la caña de azúcar/ L. L. Shishov.--[s.l._ s.n.], 1985.--16 p.
- Socorro, A.R. 2003. El desarrollo de los programas para mejorar el nivel y la calidad de vida en el Municipio de Cienfuegos, Cuba./ A. Socorro.—Quito- Habana: IULA-FLACMA, 2003.-- 172 p.
- Socorro, A.R. Actualidad y perspectiva de la agricultura en Cuba. Evento: "Aniversario 40 de la Ley de Reforma Agraria"/ A. R. Socorro, E. March.—Cienfuegos: MINAGRI., 1999.--25 p.
- Socorro, AR. Proyecto "Optimización del uso de suelos para la agricultura urbana". Resumen informativo. / A. R. Socorro.—Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.-- 12p.
- Suárez de Castro, F. Conservación de los suelos./ F. Suárez de Castro.—La Habana: Edición Revolucionaria, 1965.--319 p.
- Sulroca, D. La evaluación de los factores limitantes en el cultivo de la caña de azúcar./ D. Sulroca.—La Habana:Dpto. de Nutrición y Suelos, MINAZ, 1982.--26 p.
- Villegas, R. Calibración del análisis de fósforico y potásico para recomendaciones de fertilizante en el cultivo de la caña de azúcar./ R. Villegas, R. Rubio, M. López.—La Habana: III Forum Científico de la ACC, 1983.-- 49 p.

ANEXOS.

ANEXOS.

Tabla No5 Suelos predominantes y su distribución

Bloq.	Tipo de suelo	Rendi m. (t/ ha)	Área de caña (ha)	Pendiente	Pedegro sidad	Ro co- sid ad	Sal i- nid ad	PH	Al	CIC	Drena- je	Com pac- tació n	Prec	Pr Fe	Evalua -cion
106	Oscuro plástico gley gris amarillo	52.0	66.0	Ondulado	No	No	No	Neutro	No	Alta	Malo	Com p	1312	42	A2
106	Aluvial diferenciado	56.0	9.9	Casi llano	No	No	No	Acido	No	Alta	Malo	Liger o	1312	45	A1
112	Pardo sin carbonato típico	66.0	47.2	Ondulado	Moderam pendient e	No	No	Acido	No	Alta	Alto	Com p	1312	37	A1
113	Pardo sin	61.0	60.1	Ondulado	Moderam			Acido	No	Alta	Alto	Com	1312	37	A2

Anexos

	carbonato típico				pendiente	No	No					p			
113	Pardo sin carbonato típico	36.0	9.0	Ondulado	Moderadamente	No	No	Acido	No	Alta	Alto	No	1312	34	A3
113	Pardo sin carbonato típico	36.0	6.0	Ondulado	Moderadamente	No	No	Neutro	No	Alta	Alto	Ligero	1312	16	A3
114	Pardo sin carbonato típico	27.0	41.1	Ondulado	Moderadamente	No	No	Neutro	No	Alta	Alto	No	1312	16	A3
114	Pardo sin carbonato típico	36.0	7.0	Ondulado	Moderadamente	No	No	Acido	No	Alta	Alto	No	1312	16	A3
115	Pardo sin carbonato típico	61.1	44.0	Ondulado	Moderadamente	No	No	Neutro	No	Alta	Alto	Ligero	1312	16	A3

Anexos

115	Pardo sin carbonato típico	52.0	4.0	Ondulado	Moderam pendiente	No	No	Acido	No	Alta	Alto	No	1312	34	A2
115	Oscuro plástico gley gris amarillo	17.7	4.2	Ondulado	Moderam pendiente	No	No	Neutro	No	Alta	mediano	Comp	1312	42	A2
116	Fersialítico pardo rojizo típico	60.0	50.5	Fuertemente Ondulado	No	No	No	Acido	No	Alta	Alto	No	1376	11	N
116	Fersialítico pardo rojizo típico	36.0	40.0	Ondulado	Pedregoso	No	No	Neutro	No	Alta	Alto	Ligero	1376	45	A1
116	Pardo sin carbonato típico	66.0	10.1	Ondulado	Mdo pedregoso	No	No	Acido	No	Alta	Alto	Ligero	1376	16	A3
117	Pardo sin carbonato	46.6	32.1	Ondulado	Mdo			Neutro	No	Alta	Alto	Comp	1376	32	A1

Anexos

	típico				pedregos	No	No								
117	Pardo sin carbonato típico	46.6	32.1	Ligeramente Ondulado	Mdo pedregos	No	No	Acido	No	Alta	Alto	Liger o	1376	20	A2
118	Pardo sin carbonato típico	666.0	60.1	Ligeramente Ondulado	Mdo pedregos	No	No	Neutro	No	Alta	Alto	Liger o	1376	20	A2
122	Aluvial diferenciado	52.0	23.4	Casi llano	Mdo pedregos	No	No	Neutro	No	Alta	Malo	Liger o	1376	45	A2
122	Oscuro plástico gley gris amarillo	52.0	25.4	Ondulado	No	No	No	Acido	No	Alta	mediano	Com p	1376	42	A2
124	Oscuro plástico gley gris amarillo	61.0	4.6	Ondulado	No	No	No	Neutro	No	Alta	mediano	Com p	1376	42	A2

Anexos

148	Oscuro plástico gley gris amarillo	60.0	32.0	Ondulado	No	No	No	Neutro	No	Alta	mediano	Com p	1376	42	A2
-----	--	------	------	----------	----	----	----	--------	----	------	---------	----------	------	----	----

Anexos Tabla No. 6 Descripción de las formulas mapa 1:25 000.

Id Bloque	Div.	Tipo	Sub tipo	Gene ro	Satu ración	Prof	Hum	Eros	Sali nidad	Gley Sal.	Lava do	Tex- tura	Gra- va	Pie dras	Ro cas	P.E	Pend pedr	Aptitud
403040106	1	XVI	M	12	5	3	3	0	0	3	1	C	0	0	0	42	5	4
403040106	2	XXVI	T	12	3	3	3	0	0	0	0	C	0	0	0	45	3	4
403040112	1	IX	A	3	3	2	4	0	0	0	0	D	0	4	0	37	5	4
403040113	1	IX	A	3	3	2	4	0	0	0	0	D	0	4	0	37	5	4
403040113	2	IX	A	3	3	3	3	4	0	0	0	C	4	4	0	37	5	4
403040113	3	X	A	7	3	3	4	4	0	0	4	C	4	4	0	34	5	4
403040114	1	X	A	7	3	3	4	4	0	0	4	C	4	4	0	16	5	4
403040114	2	IX	A	3	3	3	3	4	0	0	0	C	4	4	0	16	5	4
403040115	1	X	A	7	3	3	4	4	0	0	4	C	4	4	0	34	5	4
403040115	2	IV	AM	3	3	3	3	4	0	0	0	C	4	4	0	16	5	4
403040115	3	XVI	A	12	3	3	3	0	0	0	1	C	0	0	0	34	5	4
403040116	1	VIII	A	6+7	4	4	3	3	0	3	0	C	3	3	0	42	6	4
403040116	2	VIII	A	6+7	3	3	3	4	0	0	0	C	4	4	0	11	5	4

Anexos

403040116	3	X	A	7	3	3	3	4	0	0	4	C	4	4	0	45	5	4
403040117	1	IX	A	3	2	2	4	0	0	0	0	D	0	4	0	16	5	4
403040117	2	X	A	7	3	3	3	4	0	0	4	C	4	4	0	37	4	4
403040118	1	X	A	7	3	3	3	4	0	0	4	C	4	4	0	20	4	4
403040122	1	XXVI	T	18	3	3	3	0	0	0	0	C	0	0	0	20	3	4
403040122	2	XVI	M	12	3	3	3	0	0	0	1	C	0	0	0	45	5	4
403040124	1	XVI	A	12	3	3	3	4	0	3	0	C	0	0	0	42	5	4
403040148	1	XVI	M	12	33	30	3	4	0	3	4	D	0	0	0	42	3	4

Anexos Tabla No 7 Formulas de suelos según divisiones de la UBPC" La Palma"

1 ^{ra} Div. 106-XVI M12 ₅ P3h3L1/ Cx42T5	1 ^{RA} Div. 116-VIII A6+7 ₃ P4h3 e3/CX4W4x42T6
2 ^{DA} Div. 106-XXVI T12 ₃ P3h3/C x 45T3	2 ^{DA} Div. 116 VIII A6+7 ₃ P3h3e4/CX4W4x45T5
112 – IX A3 ₃ P2h4/Dw4x37t5	3 ^{RA} Div. 116-X A7 ₃ P3h3e4/CX4W4 x 45T5
1 ^{ra} Div. 113-IX A3 ₃ P2h4/DW4x37T5	1 ^{RA} Div. 117 -IX A3 ₃ P3h4/dW4 x 16T5
2 ^{DA} Div. 113-IX A3 ₃ P3h3/CX4W4 x3 7T5	2 ^{DA} Div. 117-X A7 ₄ P3h3e4L4/CX4W4 x 37T4
3 ^{RA} Div. 113-X A7 ₃ P3h4e4I4/Cx4W4x 34T5	118-X A7 ₄ P3h3e4L4/CX4W4 X20T4
1 ^{RA} Div. 114-X A7 ₃ P3h4E4L4/CX4W4 x 6T5	1 ^{RA} Div. 122-XXVI T18 ₃ P3h3/C x 20T3
2 ^{DA} Div. 114-IX A3 ₃ P3h3e4/CX 4W4x16T5	2 ^{DA} Div. 122-XVI A12 ₅ P3h3/C x 45T5

Anexos

1 ^{RA} Div. 115-X A7 ₃ P3h4e4L4/CX4W4x34T5	124-XVI A12 ₅ P3h3e4L1/C x 42T5
2 ^{DA} Div. 115-IX A3 ₃ P3h3e4/C x 16 T5	148-XVI M12 ₅ P3h3e4L4/D x 42T5
3 ^{RA} Div. 115-XVI M12 ₅ P3h3l1/C 34T5	

Tabla No 8 Comportamiento de los factores edáficos por bloques.

Bloque	División	Pendiente	Rocosisdad	Salinidad	Acidez	AI	CIC	Drenaje	Compact.
106	1	W5	Z5	S5	H3	AI	C5	V3	K3
	2	W5	Z5	S5	H2	AI	C5	V2	K2
112	1	W	Z5	S5	H2	AI	C5	V5	K3
113	1	W4	Z5	S5	H2	AI	C5	V5	K3
	2	W4	Z5	S5	H2	AI	C5	V5	K1
	3	W4	Z5	S5	H3	AI	C5	V5	K2
114	1	W4	Z5	S5	H3	AI	C5	V5	K2

Anexos

	2	W4	Z5	S5	H2	AI	C5	V5	K1
115	1	W4	Z5	S5	H3	AI	C5	V5	K2
	2	W4	Z5	S5	H2	AI	C5	V5	K1
	3	W4	Z5	S5	H3	AI	C5	V3	K3
116	1	W3	Z5	S5	H2	AI	C5	V5	K1
	2	W4	Z5	S5	H3	AI	C5	V5	K2
	3	W4	Z5	S5	H2	AI	C5	V5	K2
117	1	W4	Z5	S5	H3	AI	C5	V5	K3
	2	W4	Z5	S5	H2	AI	C5	V5	K2
118	1	W4	Z5	S5	H3	AI	C5	V5	K2
122	1	W4	Z5	S5	H3	AI	C5	V2	K2
	2	W5	Z5	S5	H2	AI	C5	V3	K2
124	1	W5	Z5	S5	H3	AI	C5	V3	K2
148	1	W5	Z5	S5	H3	AI	C5	V3	K2

Tabla No 8 Comportamiento de los factores edáficos por bloques (continuación).

Bloque	División	P. Efectiva	Prop. pend	Humif.	Erosión	Concre- ciones	Gleysación	Lavado	Textura	Gravas
106	1	42	3	3	0	0	3	1	C	0
	2	45	3	3	0	0	0	0	C	0

Anexos

112	1	37	2	4	0	0	0	0	D	0
113	1	37	2	4	0	0	0	0	D	0
	2	34	3	3	4	0	0	0	C	4
	3	16	3	4	4	0	0	4	C	4
114	1	16	3	4	4	0	0	4	C	4
	2	16	3	3	4	0	0	0	C	4
115	1	16	3	4	4	0	0	4	C	4
	2	34	3	3	4	0	0	0	C	4
	3	42	3	3	0	0	0	1	C	0
116	1	41	4	3	3	0	3	0	C	3
	2	45	3	3	4	0	0	0	C	4
	3	16	3	3	4	0	0	4	C	4
117	1	32	2	4	0	0	0	0	D	4
	2	20	3	3	4	0	0	4	C	4

Anexos

118	1	20	3	3	4	0	0	4	C	4
122	1	45	3	3	0	0	0	0	C	0
	2	42	3	3	0	0	0	0	C	0
124	1	42	3	3	4	0	3	0	C	0
148	1	42	3	3	4	0	3	0	D	0

Tabla No9 Relación de los rendimientos mínimos potenciales comparados con los reales de la zafra 2007/ 2008.

Bloques	División	Rendimientos mínimos potenciales	Rendimientos reales Zafra 2007/2008
106	1	52.0	25.0
	2	56.0	32.0
112	1	66.0	35.0
113	1	61.0	12.0
	2	36.0	16.5
	3	36.0	17.2
114	1	27.0	14.5
	2	36.0	13.5
115	1	61.0	27.0
	2	52.0	25.0

Anexos

	3	16.7	-
116	1	60.0	-
	2	36.0	28.5
	3	66.0	42.0
117	1	46.6	28.5
	2	46.6	20.6
118	1	66.0	32.0
122	1	52.0	18.0
	2	52.0	35.7
124	1	61.0	37.0
148	1	60.0	28.0
Rendimiento promedio		39.3	23.2
