

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de
Ingeniería Agrícola

TRABAJO DE DIPLOMA

**Propuesta de medidas para la conservación de suelos en el cultivo del
tabaco**

Autor: Yusmany Rodríguez Cubillas

Tutor: Dr. C. Elvis López Bravo

MSc. Ismaray Gatos Martínez

Julio, 2019

Santa Clara
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

DIPLOMA THESIS

Proposal of measures for the conservation of floors in the cultivation of the tobacco

Author: Yusmany Rodríguez Cubillas

Tutor: Dr. C. Elvis López Bravo

MSc. Ismaray Gatos Martínez

July, 2019

Santa Clara
Copyright©UCLV

Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Resumen

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la UEB (Unidad Empresarial de Base) Estación Experimental Cabaiguán la cual está ubicada en Carretera de Santa Lucía Km 2, municipio de Cabaiguán, Sancti Spíritus. En áreas de la Empresa ABT (Acopio y Beneficio de Tabaco) los productores han observado un descenso en los rendimientos del tabaco. Entre los factores que influyen en este problema se encuentra el deterioro que presentan los suelos. Teniendo en cuenta esta situación el presente trabajo tuvo como objetivo elaborar una propuesta de medidas de conservación y mejoramiento de los suelos, a partir de la caracterización. Se muestrearon las UEB de Taguasco, Cabaiguán, Fomento y el polígono de conservación y mejoramiento de los suelos ubicado en la CPA Roberto Carvajal perteneciente a la Empresa Agropecuaria Florencia. Los resultados obtenidos mostraron problemas con la materia orgánica. En cuanto al pH en KCl, la que mayores problemas presentó fue la UEB de Cabaiguán y a excepción del polígono de la Empresa Agropecuaria Florencia, las demás áreas presentaron problemas con los altos contenidos de P_2O_5 y de K_2O asimilable. Por su parte la resistencia de los suelos se realizó mediante la medición del índice de cono, la cual resultó con mayores valores en la empresa de Cabaiguán.

ABSTRACT

ABSTRACT

Cabaiguán located in Carretera de Santa Lucía Km 2, municipality of Cabaiguán, Sancti Spíritus. In areas of the ABT Company (Tobacco Collection and Benefit), producers have observed a decrease in tobacco yields. Among the factors that influence this problem is the deterioration of the soils. Taking into account this situation, the present work had the goal to elaborate a proposal of conservation measures and improvement the soils, starting from its characterization. The UEB of Taguasco, Cabaiguán, Fomento and the polygon of conservation and improvement of the soils located in the CPA Roberto Carvajal, belonging to the Agricultural Company Florencia were tested. The results obtained showed problems with organic matter. Regarding the pH in KCl, the greatest problems was the UEB of Cabaiguán and with the exception of the polygon of the Agricultural Company Florencia, the other areas presented problems with the high contents of P_2O_5 and assimilable K_2O . On the other hand, the resistance of the soils was made by measuring the cone index, which resulted in higher values in the Cabaiguán production unit.

Dedicatoria

DEDICATORIA

- *A toda mi familia, amigos y profesores que han estado siempre a mi lado ayudándome para que este momento se hiciera realidad.*

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

- *A Ismaray Gatos Martínez por darme la oportunidad de colaborar junto a ella para la realización de este trabajo*
- *Especialmente al Doctor en Ciencias Elvís López Bravo tanto por su labor de tutor como por su papel de educador. Por haber estado dispuesto a atender cualquier duda en el momento más difícil.*
- *A mi familia que tanto me ha apoyado.*
- *A todos muchas Gracias.*

ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Principales características de los suelos agrícolas	3
1.2 Efectos de la materia orgánica en la estructura del suelo	5
1.3 Particularidades agrotécnicas del cultivo del Tabaco.....	6
CAPÍTULO II	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
2.1 Metodología para la descripción del área de estudio	19
2.2 Metodología para el análisis químico del suelo	20
2.3 Metodología para la determinación de la densidad aparente y porosidad del suelo.....	20
2.4 Metodología para la determinación de la resistencia del suelo	21
2.5 Metodología para el análisis estadístico y correlación entre las variables.....	22
CAPÍTULO III	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1 Descripción del área de estudio	23
3.2 Tecnologías mecanizadas empleadas.....	26
3.3 Determinación del pH, Materia Orgánica, Fósforo y Potasio	27
3.3.1 Resultados de los suelos de la UEB Taguasco	27
3.3.2 Resultados de los suelos de la UEB Cabaiguán.....	28
3.3.3 Resultados de los suelos de la Empresa ABT Fomento.....	29
3.3.4 Resultados de los suelos de la CPA Roberto Carvajal	29
3.3.5 Comparación entre los resultados de los cuatro suelos	30
3.4 Determinación de la densidad aparente y de la porosidad de los suelos	32
3.5 Determinación de la resistencia de los suelos.....	33

3.6 Propuesta de medidas para la conservación de suelos.....	34
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXOS.....	40

Introducción

INTRODUCCIÓN

Antes de 1492, Cuba estaba cubierta de bosques, los suelos eran vírgenes y las comunidades indígenas vivían en equilibrio con la naturaleza. Posteriormente hubo un largo período donde se comienza a desarrollar la agricultura, se inicia la tala de los bosques y la quema de los residuos acelerando los procesos de degradación (Treto y García, 2001). El 56% del fondo de suelo del territorio nacional está clasificado como potencialmente erosionable (Riverol, 1996). El 40% de los suelos cultivables de Cuba están erosionados en mayor o menor grado (Pérez Jiménez, 1990).

Entre las causas principales de la degradación de los suelos en América Latina es, sin dudas, la aplicación de técnicas de labranzas inadecuadas, con el consiguiente deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, la disminución de los rendimientos agrícolas y el deterioro del medio ambiente. Por otra parte, la demanda de alimentos para la población, cada vez mayor, ha conducido a la explotación intensiva de los suelos agrícolas generalmente basada en la mecanización con tractores y arados inadecuados. Esto que ha generado un agudo proceso de degradación, que se manifiesta en las pérdidas de nutrientes y de suelo, debido al efecto de las gotas de lluvia y la escorrentía (Hueso-González *et al.*, 2018).

En la actualidad la producción de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) representa uno de los renglones más importante de la economía de nuestro país. De ahí la necesidad de proteger y conservar los suelos que son dedicados a dicho cultivo. Muchos han sido los factores que han influido en el deterioro de estas áreas por el transcurso de los años, sin que se tomaran medidas para contrarrestar el efecto de la erosión.

En áreas de la empresa de acopio de beneficio del tabaco de Sancti Spíritus los productores han venido observando un descenso en los rendimientos de sus cultivos, incluido el tabaco. Entre los factores que influyen en esta situación se encuentra el gran deterioro que poseen sus suelos, ya sea por la pendiente que presentan o por no aplicar prácticas de mejoramiento y conservación.

- **Problema científico:** ¿Cómo reducir el deterioro de los suelos y qué medidas tomar para su saneamiento y conservación?
- **Objeto de estudio:** Propiedades agrícolas de los suelos.
- **Hipótesis:** Si se determinan los contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio, así como las tecnologías del cultivo, es posible establecer un grupo de medidas para lograr la conservación de los suelos destinados al cultivo de tabaco en Sancti Spíritus.
- **Objetivo general:** Elaborar una propuesta de medidas de mejoramiento y conservación de los suelos a partir de su caracterización en las UEB de Sancti Spíritus.
- **Objetivos específicos:**
 1. Describir las principales características del sistema productivo de la empresa.
 2. Determinar los contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio en los suelos destinados al cultivo del tabaco en Sancti Spíritus.
 3. Determinar las principales propiedades físicas de los suelos después de su preparación.
 4. Proponer un grupo de medidas para el mejoramiento y conservación de los suelos.

Capítulo I
Revisión Bibliográfica

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Principales características de los suelos agrícolas

Los suelos cambian mucho de un lugar a otro. La composición química y la estructura física del suelo en un lugar dado, están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas (Kulhawy y Mayne, 1990; Enríquez y Grevenson, 2000; Betancourt, 2013; Agrawal *et al.*, 2018).

Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Sin embargo, el cultivo de la tierra priva al suelo de su cubierta vegetal y de mucha de su protección contra la erosión del agua y del viento, por lo que estos cambios pueden ser más rápidos. Los agricultores han tenido que desarrollar métodos para prevenir la alteración perjudicial del suelo debida al cultivo excesivo y para reconstruir suelos que ya han sido alterados con graves daños (Cairo y Herrera, 2005).

Las causas de la degradación o destrucción de los suelos agrícola en Cuba son:

Meteorización: consiste en la alteración que experimentan las rocas en contacto con el agua, el aire y los seres vivos.

Meteorización física o mecánica: es aquella que se produce cuando, al bajar las temperaturas que se encuentran en las grietas de las rocas, se congelan con ella, aumenta su volumen y provoca la fractura de las rocas.

Meteorización química: es aquella que se produce cuando los materiales rocosos reaccionan con el agua o con las sustancias disueltas en ella.

Erosión: consiste en el desgaste y fragmentación de los materiales de la superficie terrestre por acción del agua, el viento, etc. Los fragmentos que se desprenden reciben el nombre de detritos.

Transporte: consiste en el traslado de los detritos de un lugar a otro.

Sedimentación: consiste en el depósito de los materiales transportados, reciben el nombre de sedimentos, y cuando estos sedimentos se cementan originan las rocas sedimentarias. Los suelos se pueden destruir por las lluvias. Estas van lavando el suelo, quitándole todos los nutrientes que necesita para poder ser fértil, los árboles no pueden crecer ahí y se produce una deforestación que conlleva como consecuencia la desertificación.

El suelo puede formarse y evolucionar según, a partir de la mayor parte de los materiales rocosos, siempre que permanezcan en una determinada posición el tiempo suficiente para permitir las anteriores etapas. Se pueden diferenciar:

Suelos autóctonos: formados a partir de la alteración de la roca que tienen debajo.

Suelos alóctonos: formados con materiales provenientes de lugares separados. Son principalmente suelos de fondos de valle cuya matriz mineral procede de la erosión de las laderas.

El suelo posee cierta capacidad para permitir el paso de la maquinaria agrícola causando la menor compactación según (González *et al.* (2011); Cánepa Ramos *et al.*, 2015).(García Ruiz *et al.*, 2010) Para conocer esta capacidad se hace necesario hacer un estudio del comportamiento de su resistencia mecánica *in situ*, lo cual se determina estudiando el comportamiento de sus propiedades físico–mecánicas, caracterizadas por:

- El índice de cono para los diferentes estados estructurales y de humedad.
- Coeficiente Volumétrico de Resistencia a Compresión o el aplastamiento para los diferentes estados estructurales y de humedad.
- Estado estructural del suelo, caracterizado por su densidad aparente.
- El contenido de agua o humedad en los poros del suelo.
- La cohesión y el ángulo de fricción interna del suelo, en las condiciones de alta humedad.
- La capacidad de compactación ante diferentes esfuerzos (energías) y condiciones de humedad.

1.2 Efectos de la materia orgánica en la estructura del suelo

La velocidad de las transformaciones de los residuos orgánicos depende de la naturaleza y composición de los mismos: rápida en residuos vegetales verdes, jóvenes y ricos en nitrógeno, azúcares solubles y sales minerales, y lenta en residuos viejos, secos, ricos en celulosa y lignina y pobres en azúcares solubles y en nitrógeno. En cualquiera de los casos, no obstante, el proceso requiere disponer de tiempo suficiente antes de la siembra o plantación del siguiente cultivo. De lo contrario se puede presentar un efecto depresivo en el cultivo posterior como resultado de la baja disponibilidad de nitrógeno (hambre de nitrógeno) debida a su inmovilización por los microorganismos y de la reducción del crecimiento radicular debida al efecto inhibitor de la microflora de descomposición. Los anteriores inconvenientes pueden ser obviados incorporando nitrógeno orgánico o mineral al residuo, siempre y cuando se disponga de tiempo suficiente entre cultivos (Alfonso y Monedero, 2004; Ramos Carbajal *et al.*, 2014; Cánepa Ramos *et al.*, 2015; Martínez *et al.*, 2015).

Cuando los factores restrictivos son muy evidentes (período intercultivo demasiado corto, baja disponibilidad de agua, incidencia de patógenos y/o parásitos de riesgo, riesgo evidente de fototoxicidad, alta dificultad para el condicionamiento físico del material, etc.) la mejor alternativa consiste en retirar del campo los residuos y someterlos a un proceso de compostaje, después de aplicar los tratamientos de acondicionamiento previo. El compost de calidad así obtenido podrá ser incorporado al suelo posteriormente (Martínez, 2002) (Arrigoni *et al.*, 2018; Waqas *et al.*, 2018; Yuan *et al.*, 2018).

La materia orgánica juega una importante función en el comportamiento físico de los suelos. Contribuye a la formación y estabilidad de los agregados más que ningún otro factor. Dicha agregación aumenta la porosidad, aireación, infiltración y percolación del agua, disminuye la escorrentía y el riesgo a la erosión. Además mejora la capacidad de retención de humedad, disminuyendo la densidad aparente del suelo, lo que permite un mayor desarrollo y penetración de las raíces según Magdoff (1997), lo que mejora la porosidad en los suelos compactados según Kolmans y Vázquez (1996) citado por León (2003).

La materia orgánica tiene un papel importante en la mejora de la disponibilidad de nutrientes e incremento de la capacidad de intercambio catiónico. Contiene un número elevado de grupos funcionales (carboxilos, hidroxilos, aminoácidos, aminocetonas y aldehídos) que son los que proporcionan capacidad de intercambio catiónico contribuyendo por tanto a aumentarla en los suelos con bajo contenido de arcillas según Cairo y Fundora (1995) citado por León (2003).

La materia orgánica ayuda a retener los nutrientes, mejora la nutrición en fósforo, posiblemente a través de favorecer el desarrollo de microorganismos que actúan sobre fosfatos y también juega un importante papel en la mejora de la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) así como la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres como el aluminio y por supuesto sobre la disponibilidad de nitrógeno y una notable influencia en la concepción del pH del suelo (Altieri, 1996) (Cotching, 2018; Hueso-González *et al.*, 2018; Santoiemma, 2018).

1.3 Particularidades agrotécnicas del cultivo del Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).

El tabaco de Virginia, petén o hierba santa (*Nicotiana tabacum*) es una planta herbácea perenne, de la familia de las solanáceas, oriunda de América tropical y de cuyas hojas se produce la mayor parte del tabaco consumido hoy en el mundo (Carreras Solís *et al.*, 2009; Vaillant Flores y Gómez Izaquirre, 2009; TABACO, 2012).

Descripción

N. tabacum es una hierba anual, bienal o perenne, pubescente-glandulosa, robusta, de 50 cm hasta 3 m de altura. La raíz es larga y fibrosa. El tallo es erecto, de sección circular, piloso y viscoso al tacto. Se ramifica cerca de su extremo superior, produciendo hojas densas, grandes (30-40 cm de largo por 10 a 20 de ancho), alternas, sésiles, ovado a lanceoladas, apuntadas, de color verde pálido; al tacto comparten la viscosidad del tallo. Son frágiles, y despiden un olor ligeramente acre y narcótico, debido a la nicotina, un alcaloide volátil de sabor agresivo y olor intenso.



Figura 1.1. Ilustración de la flor y planta de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).

Las flores, actinomorfas, hermafroditas, bracteadas y pediceladas son verde-amarillentas o rosadas según la variedad, con un pequeño cáliz de 1 a 2 cm y una corola pubescente, de cinco lóbulos aovados, de hasta 5 cm. El ovario es glabro. La polinización es entomófila, siendo himenópteros y lepidópteros los principales polinizadores. Aparecen a comienzos del verano, y hacia octubre dan un fruto cápsular ovoide y coriáceo de 1,5 - 2,5 cm de largo, con simientes infra-milimétricas pardas con mucrón en el hilo.

N. tabacum parece haber sido el resultado de un cruce espontáneo entre *Nicotiana sylvestris* y *Nicotiana tomentosa*. Es tetraploide.

Distribución

El centro de origen del tabaco se sitúa en la zona andina entre Perú y Ecuador, donde los primeros cultivos debieron de tener lugar entre cinco mil y tres mil años a.C. Cuando

se coloniza América, el consumo estaba extendido por todo el continente. Las primeras semillas se llevaron a Europa en 1559 y fueron plantadas en tierras situadas alrededor de Toledo (España). Desde allí se extendió su cultivo por el mundo entero.

Composición Química

- Glúcidos (40%), sales minerales (15 -20%) y ácidos fenoles (cafeico, clorogénico).
- Principios activos: Alcaloides piridínicos (2 -15%). El principal es la nicotina, líquido oleoso, volátil, soluble en agua y solventes orgánicos.

Época de plantación

La plantación en las áreas de secano debe comenzar en la segunda quincena de octubre, y en los suelos con riego en la primera decena de noviembre y se seguirá escalonadamente hasta el 31 de diciembre. En suelos con orobanche se debe plantar del 25 de octubre al 10 de noviembre

Trasplante o plantación

Para el trasplante se debe realizar una estricta selección de la postura a utilizar, tener en cuenta el buen estado fitosanitario, su tamaño y, sobre todo, la necesaria uniformidad que deben presentar. Esta labor es de gran importancia para logra un buen sellaje del campo. Si se utiliza el método manual donde siempre el suelo debe estar bien preparado y con humedad óptima para plantar. Se puede realizar el método “a la mano” o al “dedo”.

Marco de plantación

Se utilizará el marco de plantación tradicional o el marco de plantación a doble hilera.

- Marco de plantación tradicional

A la mano o al dedo: Una vez que el suelo esté bien preparado, se procede a surcar de acuerdo a la distancia seleccionada. El marco de plantación será de 0,90 m entre hileras (camellón) y entre plantas (narigón) 0,30 m.

Si fuera necesario la siembra al dedo, que consiste en plantar las posturas con el surco anegado en agua, este se emplearía con un marcador (chiva) para garantizar la distancia

entre plantas recomendada. La distancia entre surcos se garantizará en el momento del surcado. Las plántulas recién trasplantadas poseen poca capacidad para tomar nutrientes y agua. Por eso necesitan una óptima humedad del suelo para la supervivencia.

- Marco de plantación a doble hilera

Si se utiliza el sistema de plantación a doble hilera será de 30 cm entre plantas, con un camellón estrecho de 45 cm y otro ancho de 90 cm. En áreas de secano se puede utilizar el marco de plantación de 30 cm entre plantas, alternando un camellón de 40 cm, con otro de 80 cm.

Con esta tecnología se han obtenido excelentes resultados en productores que la han utilizado. Se obtiene una densidad de plantación por hectárea superior al tradicional, considerando un 90% de aprovechamiento del área con respecto al tradicional, con un aumento superior al 30% de plantas sembradas. Adicionalmente hay que señalar como otra ventaja de este sistema es que se facilita el corte, pues el hombre entra a cortar por el surco estrecho y como las plantas les quedan más cerca, su productividad aumenta alrededor de un 15%.

Replante

A los 6 o 7 días después del trasplante, al momento del primer vivo de agua, se debe hacer un replante con posturas directas del semillero tradicional o de cepellón, según el utilizado en la zona. Se realizará el replante con plántulas de tamaño adecuado y libres de insectos y patógenos.

Retrasplante

Para garantizar un segundo replante correcto, es necesario haber plantado un surco doble por cada doce sencillos en las plantaciones establecidas originales. En los espacios vacíos e inmediatamente después de un pase de agua se colocará el retrasplante procedente del surco doble más próximo, auxiliándose de una cavadora o pala preparada a tales efectos. Esta labor se realiza entre los 8 y 10 días del trasplante, garantizando el sellaje y mayor uniformidad en la plantación que cuando se utiliza el

replante directo con posturas del semillero. En caso de utilizar posturas de cepellón no se justifica la plantación de surcos dobles para retrasplante.

Labores de cultivos

Labor de gran importancia para el futuro desarrollo de la plantación. El cultivo se realiza con el objetivo de desmenuzar el camellón, eliminar las malezas y conservar el suelo suelto y poroso para ayudar al desarrollo del sistema radical. Se realizarán tantas veces como sean necesarias, pero no pueden faltar: tape de palito o tumba de surco, primer aporque, segundo aporque, quitar patica, desbotone y deshije.

- **Tape de palito o tumba de surco**

Consiste en echar la tierra de los bordes (orejas) del surco alrededor de los tallitos. El tape de palito debe realizarse entre los 12 días y 15 días después del trasplante. Tiene por objetivo calzar el tallo de las plantas con suelo mullido, eliminar las plantas indeseables, mantener la humedad, airear el suelo para facilitar el desarrollo de las raíces y contribuir a una mejor asimilación de los nutrientes. En caso de emplear posturas con cepellón, esta labor se hará de 4 días a 6 días después del trasplante. Esta actividad se debe ejecutar con guataca. Puede eliminarse la vegetación de la calle utilizando cultivadora de tracción animal o mecanizada.

- **Primer aporque**

Consiste en remover la tierra entre surcos y colocarla al pie de la planta. Se realiza entre los 18 días y 20 días posteriores al trasplante, con un cultivador de rejas finas, de tracción animal o mecanizada. Se puede hacer también con guataca y ayudar con la mano. Con esta labor se cubre el surco con suelo para eliminar los brotes de plantas indeseables que hayan surgido hasta el momento, y facilitar el arrime de tierra al tallo.

En caso de emplear posturas con cepellón esta labor se adelanta de 3 días a 5 días. El aporque no se debe descuidar. Con esta labor se da aireación al suelo y al mismo tiempo promueve el desarrollo de raíces adventicias hacia el cuello de la planta, lo que ayuda a la absorción de los nutrientes y la planta adquiere mayor robustez.

- **Segundo aporque**

Realizarlo entre los 25 y 30 días después de la plantación. En caso que se produzcan lluvias después del primer aporque se debe dar un pase ligero de cultivadora. Esta labor se puede realizar con tracción animal o mecanizada y se debe tener en cuenta que, en este momento, el sistema radical comienza a tener cierto desarrollo por lo que el implemento que se utilice no puede provocar poda de las raíces. En las capaduras se debe dar un pase de cultivadora junto con la fertilización (dos o tres días después del corte del principal) y un segundo pase a los tres o cuatro días después del primer corte de capadura.

- **Quitar paticas**

Consiste en eliminar en las axilas de las hojas inferiores los pequeños hijos que surjan (brotes de yemas, paticas). Estos no deben pasar de 5cm de longitud y esta labor se realizará entre los 25 días y 30 días después de plantado.

- **Desbotone**

Consiste en suprimir la yema terminal o botón floral de las plantas con el objeto de permitir el desarrollo foliar y dejar un número determinado de hojas. Se efectúa a mano y de acuerdo al tamaño de la planta en que se realiza puede ser bajo o alto tomando en consideración la calidad para lo cual la industria lo requiere. Esta actividad se realizará a la caja entre 35 días y 42 días después de la plantación, en dos o tres pases. La altura del desbotone debe ser de 12 a 16 hojas por planta en dependencia de la variedad, y según el desarrollo alcanzado por la plantación y la oportuna fitotecnia aplicada. Para el caso de la variedad Habana 92 de 14 a 16 hojas, para Sancti Spiritus 96 de 12 a 14 hojas y para Corojo 2006 de 14 a 16 hojas.

De forma excepcional, si estas variedades se cosecharán a hojas, el desbotonado se realizará de la siguiente forma Habana 92 de 16 a 18 hojas, para Sancti Spiritus 96 de 14 a 16 hojas y para Corojo 2006 de 16 a 18 hojas. En la capadura, se desbotonará de 10-12 hojas, en dependencia si es de secano o de riego y de las cualidades del suelo.

- **Deshije**

Luego de realizado el desbotone, las yemas axilares empiezan a brotar y desarrollan rápidamente los hijos, aprovechándose de los nutrientes de las hojas formadas impidiéndoles de esta manera su buen crecimiento y pérdida de calidad.

El deshije es beneficioso cuando se le efectúa a tiempo, es decir, cuando el desarrollo de los hijos no llega a los 10 cm, pero en algunas ocasiones se puede efectuar en cuanto aparece el brote. Esta actividad de deshije se realizará tantas veces como sea necesario.

- **Fertilización**

Producto de la degradación de los suelos tabacaleros y de su baja fertilidad, es necesario realizar aplicaciones de fertilizantes que satisfagan estas necesidades. Por otra parte, la generalización en todo el país del marco de plantación a doble hilera, también ha generado la necesidad de aplicar un nuevo sistema de fertilización para el tabaco negro al sol que se cultivan en el centro de Cuba, que satisfagan la demanda que provoca una mayor densidad de plantación por área. Es necesario diferenciar que la plantación de tabaco negro al sol, comprende la fertilización en la planta principal y en capaduras. A continuación, se explica de forma separada la fertilización basada en el marco tradicional y para el marco de doble hilera.

Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) al sol en palo plantado con el marco de plantación tradicional

Planta principal

Aplicar 5,39 t/cab de la fórmula de fertilizante 11 - 11 - 11 - 5 en el momento de la plantación y 4,35 t/cab de la fórmula de fertilizante 18 - 0 - 23 entre los 25 - 30 días de plantado el tabaco. Si se incorpora adicionalmente fertilizante nitrogenado, puede disminuirse la aplicación de la fórmula completa, en los suelos Pardos sialíticos carbonatados, no así para otros suelos tabacaleros del territorio. Si se aplica Nitrato de Amonio utilizar en dosis de 1,7 t/cab. Los productores que tengan bajo contenido de materia orgánica en sus terrenos, pueden aplicar cachaza descompuesta en el surco y

taparla en la última labor de partir el camellón (calle), en dosis de 62 t/cab, es decir, 138 kg/ 1000 plantas.

Capaduras

Utilizar 2,0 t/cab de la fórmula de Nitrato de Amonio 34/0/0 dos o tres días después del corte del principal.

Tabaco al sol en palo plantado a doble hilera

Planta principal

Aplicar 7,00 t/cab de la fórmula de fertilizante 11 – 11 – 11 – 5 en el momento de la plantación y 5,65 t/cab de la fórmula de fertilizante 18 – 0 -23 entre los 25 – 30 días de plantado el tabaco.

Capaduras

Utilizar 2,2 t/cab de la fórmula de Nitrato de Amonio 34 - 0 - 0 dos o tres días después del corte del principal.

Riego en plantación

El cultivo del tabaco no demanda grandes volúmenes de agua, pero cuando hay un déficit o exceso de la misma en el suelo, el rendimiento y calidad de la hoja se ven afectados por lo que se debe suministrar agua según sus necesidades en el momento preciso que la planta hace su mejor utilización. El agua a utilizar en el riego debe analizarse sistemáticamente para conocer el contenido de sales que puede afectar la calidad y rendimiento del tabaco.

El régimen de riego juega un papel importante en la actividad, pues define cuándo y cuánto regar en cada caso. El número de riegos que se ha de aplicar en cada caso depende de muchos factores, tales como: año climático, variedad, tipo de suelo, forma de cosecha, época, técnica de riego utilizada, etc. Y oscila normalmente entre cinco y ocho riegos en las diferentes zonas tabacaleras del país.

La determinación del momento de riego dentro del período vegetativo en cuestión (régimen de riego de explotación), se recomienda se haga por el método de pronóstico del riego, ya sea por muestreo directo de la humedad del suelo (gravimétrico) o a través de la curva de desarrollo del tabaco (coeficientes biológicos).

Demolición de restos de cosecha

El productor se debe destruir e incorporar al suelo todos los residuos de cosecha en un período de 3-5 días, después de terminada la última recolección, porque así reduce las plagas potenciales para otros campos vecinos y mejora la fertilidad del suelo. Los restos de cosecha tienen que ser demolidos antes de los 5 días posteriores a la terminación de la cosecha.

Control fitosanitario

El control fitosanitario se efectuará siguiendo estrictamente la estrategia fitosanitaria que cada año emite la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal. Es importante que cada productor aplique a conciencia la FITOTECNIA recomendada para cada etapa del cultivo y para cada variedad en particular (Rivas Diéguez, 2012).

El cultivo del tabaco (*N. tabacum* L.) en Cuba se ve afectado por la incidencia de plagas de diferentes tipos (insectos, nematodos, bacterias, hongos, virus y plantas parásitas) en las diferentes etapas del desarrollo de las plantas, las cuales en mayor o menor medida afectan la fisiología de la planta y, por tanto, los rendimientos y la calidad del producto agrícola de interés en este cultivo, la hoja. En pos de alcanzar este objetivo, el productor tabacalero es prolijo en la aplicación de pesticidas químicos que aseguran, aunque no siempre, un control más eficaz de las plagas y enfermedades que afectan su tabacal. Esto causa perjuicios económicos y ecológicos serios pues los bajos rendimientos obtenidos son contrarrestados con aplicaciones crecientes de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) creando un círculo vicioso en el que los más afectados son el medio ambiente y la economía del productor.

El uso de agroquímicos para la obtención de tabaco de calidad en Cuba, puede afectar también la aceptación de este excelente producto en el mercado internacional que, en

las condiciones actuales, comienza a exigir la reducción de los niveles de algunos compuestos químicos en el producto final. Por esta y otras razones, urge aplicar tecnologías de corte agroecológico a la producción tabacalera con las cuáles se pueda eliminar y/o al menos optimizar el empleo de aquellos productos contaminantes que desmeritan la excelencia del tabaco cubano, mejorando a su vez el entorno ecológico de las áreas tabacaleras sin afectaciones importantes de los rendimientos y la calidad del mismo.

Algunos elementos a considerar para el diagnóstico de las plagas y enfermedades. El primer paso para darle solución a un problema es determinar las causas que lo generan o reducir el número posible de causales. Los problemas en el cultivo del tabaco pueden resultar muy complejos y estar dados por más de un agente causal, a ello se añade que síntomas similares pueden ser ocasionados por diferentes agentes. Un seguro diagnóstico y solución de un problema dependen de la cuidadosa observación de la planta, condiciones ambientales imperantes, prácticas culturales y otros elementos inherentes al proceso de producción. Ante la duda acerca de la causa de un problema dado se impone la necesidad de la búsqueda de mayor información; especímenes de plantas, muestras de suelo, de tejido y elementos del historial de campo del cultivo.

Curación y fermentación

Recolección del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) sol palo

El momento en que se realiza el corte del tabaco, depende de las condiciones climáticas que hayan prevalecido durante el desarrollo de la planta, las atenciones culturales que se le hayan dado a la plantación y de la variedad que se trate. De por si un tema muy polémico que se inicia de los 45 a 50 días posteriores al trasplante con las dos o tres hojas inferiores de la planta, lo cual contribuye a evitar pérdidas en el rendimiento y la calidad, así como la presencia de enfermedades que afectan el cultivo.

Es muy importante en este tipo de tabaco, que el número de mallas o mancuernas por cujes no sobrepase las 180, ya que se puede afectar la curación por la aparición de pudriciones. En condiciones normales de tiempo los cujes cosechados no deben

permanecer a la intemperie más de dos o tres días y nunca se deben introducir húmedos a la casa de curación.

Tabla 1.1. Momento de cosecha más común por variedad.

Variedad	Corte de principal	Días después del corte de principal	
		1 ^{er} corte	2 ^{do} corte
H-2000	65-70	38-40	60-63
H-92	58-62	38-43	60-63
SS-96	65-70	36-38	60-63
Criollo 98	65-70	36-38	60-63
Corojo 99	65-70	38-40	60-63
IT-2004	70-76	40-45	63-65

Curación natural del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) sol palo

Para garantizar el buen manejo de la curación del tabaco durante el secado y curado del tabaco. Se debe tener una casa de cura en buen estado, con al menos dos ventanas por aposento y puertas que se puedan abrir a voluntad según las condiciones climáticas así lo requieran.

Indicaciones para manejar adecuadamente la curación natural del tabaco.

- Abrir las ventanas de la casa de curar en las primeras horas de la mañana y cerrarlas avanzada la tarde
- En días de neblina no se debe abrir las puertas y ventanas hasta que ésta no se disipe.
- En días fríos (menos de 20 °C), no se debe abrir la casa de tabaco.
- En días lluviosos se debe mantener cerrada la casa de curar tabaco y si estos se prolongan y la humedad dentro de la casa es elevada (más del 80%), dar calor con hogueras de carbón o leña para bajar la humedad a un mínimo de 70%.

- No se debe colocar tabaco verde junto a tabaco seco en el mismo aposento
- Se deben mantener los pisos limpios, así como dentro de la casa de curar no debe haber fertilizante
- La casa de curar tabaco debe estar rodeada por una zanja para evacuar el agua y así evitar que penetre agua al interior de la casa de cura.

Retoques que se le debe dar al tabaco en las fases de secado y curado

- Primer: se debe realizar a los 12 días de haber metido el tabaco en la casa de curar tabaco. Los cujes se colocan a una distancia de 30 cm entre ellos.
- Segundo: se debe efectuar a los 8 días del primero y colocar los cujes a 20 cm uno de otro
- Tercer: se efectúa a los 5 días del segundo, colocando los cujes a una distancia de 15 cm entre los mismos.
- Cuarto: se hará a los 45 días o 50 días después de introducido el tabaco en la casa uniendo los cujes.

El número de retoques se puede incrementar si se presentan pudriciones dentro de la casa de cura, moviéndose los cujes todos los días y controlando la humedad dentro de la casa de cura hasta que esta perdure. En condiciones normales los retoques que no deben faltar son el segundo y el cuarto, este último con la entrada de la primavera y las primeras lluvias se debe realizar siempre. Cuando el tabaco lo permita se debe agrupar para la parte más alta de la casa de cura para evitar la aparición de hongos y pudriciones.

Fermentación natural del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) sol palo

Una vez concluido el secado se procede al amarre para poder fermentar el tabaco. Esta primera fermentación es muy importante, pues con ella se acentúan las características organolépticas del tabaco ya que alcanzan la calidad que le permiten al productor fijar el precio para su venta al estado.

Medidas para que este proceso transcurra adecuadamente

No se debe amarrar tabaco con palos verdes o medios secos ya que los contenidos de agua del mismo afectan la fermentación.

- El amarre o zafadura se realiza cuando el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) tiene la humedad necesaria, aprovechando las blanduras mañaneras. Nunca se debe mojar el mismo con agua, ya que se pudre en los pilones afectando su calidad final.
- Se coloca los matules en los pilones forrados con guano y yaguas, encima de una estiva de cujes procurando que queden cola con cola unidos uno con otros.
- Los pilones no deben tener alturas que excedan los 2.5 metros y deben quedar cubiertos con algún material que los protejan como guano, yaguas o hojas de plátano seca.
- En días en que la humedad relativa dentro de la casa de cura está por encima del 80 % durante muchas horas no se debe zafar o amarrar tabaco debido a que el tabaco se encuentra muy blando y se pudre en el pilón.
- Los pilones deben ser revisados frecuentemente para evitar que las temperaturas sobrepasen los 45 °C. Cuando esto suceda se procede de inmediato a mover el pilón.
- El tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) debe permanecer en los pilones unos 30 días y no más de 45 días.

Los porcentajes de palo en el momento del acopio de las variedades comerciales de tabaco están alrededor del 40% en el principal y el 36% en las capaduras. Al retrasar la recolección, desfasar el desbotonado, y plantar en áreas afectadas por *Orobanche*, los porcentajes de palo se incrementan en más de un tres por ciento en el principal y un dos por ciento en las capaduras. Cuando interactúan desbotonados alto con recolección tardía estos porcentajes de palo pueden llegar al 45% en el principal y el 39 % en las capaduras.

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Metodología para la descripción del área de estudio

Para caracterizar el área de estudio se realizaron visitas dirigidas a observar los diferentes aspectos de la actividad productiva con los diferentes productores de la empresa ABT 'Sancti Spíritus' y el polígono de mejoramiento y conservación de suelos de la CPA Roberto Carvajal perteneciente a la Empresa Agropecuaria Florencia (Tabla 1). Para la descripción de las tecnologías de labranza empleadas en cada una de las Empresas se revisaron las cartas tecnológicas empleadas así como las regulaciones de TABACUBA para labranza de suelos y atenciones culturales. De igual modo se entrevistaron a dirigentes de la entidad y técnicos de campo.

Tabla 2.1 Áreas tabacaleras muestreadas.

Áreas muestreadas	Número de áreas muestreadas	Total de muestras
UEB de Taguasco	4 áreas y las 4 áreas de la finca de semilla	8
UEB Cabaiguán	6 áreas	6
UEB Fomento	3 áreas	3
CPA Roberto Carvajal (Agropecuaria Florencia)	6 áreas	6

2.2 Metodología para el análisis químico del suelo

Para la toma de muestras se utilizó la metodología de las diagonales en el área para plantar el tabaco y se tomaron 6 muestras en cada una de las áreas, a una profundidad de 20 cm, las cuales primeramente se secaron y se molieron para su homogenización. En las áreas muestreadas el tipo de suelo era Pardo Sialítico Carbonatado (Hernández *et al.*, 1999) por ser el más representativo en toda la zona de estudio. Los análisis químicos de los suelos se realizaron en el laboratorio del Instituto de Investigaciones del Tabaco.

Determinación del pH (KCl)

Mediante el potenciómetro. Relación de suelo: solución 1: 2.5.

Determinación de los óxidos de Fósforo y Potasio: Por el método de Oniani. El P_2O_5 se determinó colorimétricamente y el K_2O por fotometría de llama, para lo cual se emplearon 4 g de suelo previamente molido y tamizado a 0,5 mm y sometido a una solución extractiva de ácido sulfúrico (0.1 N).

Determinación de la Materia Orgánica: La materia orgánica (MO) se determinó mediante el método colorimétrico de Walkey y Black a partir de 1 g de suelo, previamente molido y tamizado a 0.5 mm y sometido a una reacción de oxidación con dicromato de potasio Cr_2K y ácido sulfúrico concentrado

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los análisis de suelo realizados a las diferentes muestras tomadas, se elaboró una propuesta de medidas de mejoramiento y conservación de estos suelos. En el presente trabajo se exponen las medidas que son comunes para todas.

2.3 Metodología para la determinación de la densidad aparente y porosidad del suelo

Se utilizó el método del cilindro biselado descrito en las NC 3447-2003. Se tomaron 3 muestras de suelo en cada punto de referencia, a una profundidad de 30 cm, utilizando para ello un cilindro de 5 cm de altura y 5 cm de diámetro.

Se procedió al secado de las muestras mediante una estufa a una temperatura constante de 105 °C, determinándose su masa con la utilización de una balanza con valor de división no mayor que 0,0001 g hasta obtener valores constantes de las masas de suelo. La densidad aparente del suelo se calculó a través de la expresión:

$$Da = Gn / Vc \quad (1)$$

Dónde:

Da: Densidad aparente del suelo, (g/cm³)

Gn: Masa de la muestra del suelo después de secada, (g)

Vc: Volumen del cilindro para la toma de muestra, (cm³)

Por su parte, la porosidad se calculó a partir del valor de la densidad aparente y la densidad real del suelo (Dr = 2.65) empleando la siguiente ecuación:

$$P = (1 - (Da / Dr) \cdot 100 \quad (2)$$

2.4 Metodología para la determinación de la resistencia del suelo

La resistencia del suelo se determinó a través del índice de cono. En cada punto del cultivo del tabaco se tomaron cuatro mediciones a 3 profundidades de 0 a 30 cm para lo cual se construyó de forma progresiva calicatas en cada uno de los puntos seleccionados. Para ello los suelos seleccionados estuvieron en valores promedio de humedad del 25% lo cual fue controlado mediante una sonda de resistencia del suelo (TDR) *Time-domain reflectometry*.

El penetrómetro utilizado cuenta de una punta con área de 1,3 cm², posee además un dinamómetro con una escala graduada en milímetros que indica la deformación permitiendo determinar la fuerza de penetración obteniéndose una lectura directa la cual se calcula mediante la ecuación 3.

$$Ic = \frac{F}{Ac} = \frac{K \Delta X}{1000 \times Ac} \quad (3)$$

Donde:

I_c , índice de cono en el intervalo y-z (Pa);

F , Esfuerzo con que se realiza la penetración (N);

K , Constante elástica del muelle del penetrómetro = 4.83 (N/m);

ΔX , Lectura de la deformación del muelle (mm);

A_c , Área frontal de la punta del cono (m^2). $1,3 \text{ cm}^2 = 0,00013 \text{ m}^2$

2.5 Metodología para el análisis estadístico y correlación entre las variables

Se realizó el análisis de los principales estadígrafos de las mediciones realizadas a cada una de las variables estudiados donde se tomaron los valores promedios para realizar los análisis, para ello se empleó el programa StatGraphics Centurium V3.0 y para el procesamiento de datos y elaboración de gráficos se empleó el programa EXCEL de Microsoft.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y
DISCUSIÓN

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Descripción del área de estudio

La UEB Estación Experimental Cabaiguán (Figura 3.1) la cual está ubicada en Carretera de Santa Lucía Km 1/2, municipio de Cabaiguán, Sancti Spíritus. La misma pertenece al Consejo Popular Cabaiguán 1, tiene una extensión superficial de 60,09 ha, con los linderos siguientes: Norte: UBPC Cabaiguán, Sur: Genético Porcino, Este: Cementerio municipal, Oeste: Productor Reimundo Sánchez los cuales están fichados en la Figura 3.2, la cual se muestra a continuación.



Figura 3.1. Estación Experimental Cabaiguán.



Figura 3.2. Ubicación de la Estación Experimental.

La empresa tiene como objeto principal dar respuesta a la demanda científico técnicas de la producción tabacalera de provincias centrales del país, mediante resultados obtenidos en la investigación, garantizar la semilla original y básica de las variedades comerciales, así como asesorar la introducción de las nuevas tecnologías en la producción, para obtener con eficiencia y sostenibilidad, tabaco con alto rendimiento y máxima calidad.

El centro cuenta con un total de 21 proyecto de investigación los cuales dan respuestas a las demandas del grupo TABACUBA, de ellos 2 son de innovación en las empresas del territorio central del país. Estos abarcan las siguientes líneas de investigación:

- Conservar y mejorar los recursos genéticos del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).
- Mejorar la resistencia de las variedades manteniendo la calidad organoléptica.

- Identificar los riesgos y perfeccionar los procesos productivos del agro negocio.
- Hacer uso racional de los suelos, aplicar producciones más limpias y disminuir los residuales de pesticidas.
- Diversificar los productos y subproductos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).
- Garantizar la producción de semilla.
- Mejorar la calidad de todos los productos y procesos.

En esta entidad se produce las semillas original y básica de la variedad Sancti Spíritus 2006 sol en palo y el híbrido Criollo 2010 tapado.

En la Tabla 3.1 y la Tabla 3.2 se muestra la maquinaria existente en la composición de la empresa según su fuerza laboral y la maquinaria existente correspondientemente.

Tabla 3.1. Cantidad de trabajadores de la Estación Experimental de Cabaiguán.

No.	Grupo de Trabajo	Cantidad de Trabajadores
1	Dirección	3
2	Investigación	6
3	Desarrollo	20
4	Servicios generales	8
5	Económico - Laboral	13
6	Seguridad y Protección	12
7	Experimentación agrícola	23
TOTAL		85

Tabla 3.2. Cantidad de tractores e implementos de la Estación Experimental de Cabaiguán.

Maquinaria	Cantidad	Maquinaria	Cantidad
MTZ-80	2	Carreta cubana	1
Surcador-3	1	Arado Saca A-10 000	1
Surcador-4	1	Carreta tiro de tabaco	1
ADI-3	2	Pipa de agua	1
Tiller	1	Pipa de combustible	1
Grada	1	Otra carreta	1
Acanterador	2	Chapeadora	1
Subsolador	2		

3.2 Tecnologías mecanizadas empleadas

La preparación de los suelos en las cuatro empresas estudiadas se hace de forma similar ya que sus suelos se clasifican como pardos con carbonato y presentan similares propiedades agrofísicas en cuanto a pendiente, predregosidad, porosidad etc. Se considera además que su cultivo principal es el tabaco, el cual requiere ciertas especificidades a la hora de preparar el suelo.

Las operaciones tecnológicas que se realizan para la siembra, el cultivo y fertilización son las siguientes:

1. Aradura a 25- 30 cm
2. Cruce 1
3. Cruce 2
4. Grada 1
5. Grada 2
6. Surque 1 altura de camellón 20 cm
7. Surque 2 para la siembra partir camellón

En la UEB Taguasco la aradura y los cruces de los terrenos se realizan con tractores YUMZ-6K y arados ADI-3, el primer cruce lo realizan invirtiendo el sentido de la aradura mientras que el segundo lo realizan en el mismo sentido de la aradura con el objetivo de desmenuzar más los terrones y así afinar más el suelo. El gradeo de los suelos se realiza con tractores MTZ-80 y gradas ligeras de 24 discos, los dos pases de gradas se realizan en el mismo sentido con un tiempo mínimo de 3 días entre ambos pases. Los suelos se montan en surcos la primera vez con tractores T-40 y surcadores de tres órganos, mientras que la segunda vez se realiza partiendo el camellón del surco, pero con tiro animal utilizando yuntas de bueyes y arados de vertederas esto se realiza a la hora de sembrar la postura, esta última operación se realiza de igual manera en todas las empresas en cuestión, solo cambian los tractores.

En la UEB Cabaiguán al tener solo dos MTZ-80 esta tiene contrato con otras empresas para fortalecer esta debilidad, la operación de la aradura la realizan tractores YTO con arados ADI-3, los cruces son dados en el mismo sentido que la aradura. El gradeo del

suelo se realiza con uno de los dos MTZ-80 y la grada existente en dicha unidad la cual es ligera de 24 discos.

En la Empresa ABT Fomento la aradura se realiza con tractores YUMZ-6M y arados ADI-3, el primer cruce se realiza de igual manera que la aradura mientras que el segundo lo realizan de forma invertida. El gradeo del suelo se realiza con tractores New Holland con gradas ligeras.

Por último, en la CPA Roberto Carvajal la aradura y los cruces la realizan con tractores Belarus con arados ADI-3 los cruces se realizan los dos de forma invertida a la aradura. El gradeo de los suelos se realiza con tractores New Holland con sus respectivas gradas ligeras.

La fertilización, el riego y la cosecha se realizan de igual manera en todas estas empresas, de forma manual, la cual es realizada por obreros con años de experiencia y conocimiento sobre el cultivo del tabaco, el tabaco se fertiliza con abonos granulados como urea y nitrato de amonio el cual se le incorpora una pequeña dosis en el tronco de cada mata, el riego se realiza con aspersores hasta los 35 primeros días después se realiza a niego en caso de llevarlo el cultivo esto depende de las condiciones climáticas.

3.3 Determinación del pH, Materia Orgánica, Fósforo y Potasio

3.3.1 Resultados de los suelos de la UEB Taguasco

En la **Tabla 3.3** se muestran los resultados de los análisis realizados a áreas de la UEB de Taguasco y a las 4 de la finca de semilla ubicadas en esa empresa. En el caso del pH en KCl, los suelos se encuentran en las categorías de moderadamente ácido a neutro. Estos valores están en el rango requerido para el desarrollo del cultivo, aunque es bueno aclarar que no se deben descuidar las labores para mantener esta propiedad en esos rangos. Sin embargo, la materia orgánica, en todos los casos se encuentra en la categoría de bajo. Esta propiedad del suelo resulta de gran importancia por la influencia en el desarrollo y en el rendimiento de los cultivos. El P_2O_5 y el K_2O asimilables se encuentran en las categorías de medio a muy altos a pesar de que no se espera una

marcada respuesta de la planta de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) a los altos contenidos de estos nutrientes, están muy por encima de los requerimientos del cultivo.

Tabla 3.3. Resultados de los análisis de suelo perteneciente a la finca de semilla y áreas de la UEB Taguasco.

UEB Taguasco	pH en KCL	M.O %	mg P ₂ O ₅ 100 gr	mg K ₂ O 100 gr
P- 1	6,53	1,92	41,98	32,01
P- 2	6,45	2,29	7,37	22,07
P- 3	6,68	2,38	27,92	11,97
P-4	5,39	1,85	21,57	28,57
FS-1	5,60	1,86	15,21	29,76
FS-2	5,73	2,35	8,34	21,10
FS-3	5,69	2,49	13,35	32,49
FS-4	5,72	2,03	20,14	32,06
Promedio	5.97	2.15	19.49	26.25
V. Máximo	6.68	2.49	41.98	32.49
V. Mínimo	5.39	1.85	7.37	11.97

Leyenda: FS- Finca de semilla, P- Productores.

3.3.2 Resultados de los suelos de la UEB Cabaiguán

En cuanto a los resultados de los análisis realizados a las diferentes muestras de suelos tomadas en áreas de la UEB Cabaiguán los cuales se muestran en la **Tabla 3.4**, se pueden observar problemas con el pH en KCl. Las áreas de los productores 4 y 5 están en la categoría de moderadamente ácidos. Este dato demuestra la necesidad de comenzar con la aplicación de medidas para mejorar estos valores, debido a que se encuentran por debajo de los requeridos para el buen desarrollo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Los demás se encuentran de ligeramente ácido a neutro que no representan problemas, pero se debe estar alerta. En cuanto a la materia orgánica todas se encuentran en la categoría de bajos a muy bajos. Este factor también requiere especial atención por la influencia directa que posee el mismo en la fertilidad del suelo y en el rendimiento de los cultivos. Para la mejora de este indicador se recomienda la aplicación de 4 Kg/ha⁻¹ de materia orgánica y la plantación de cultivos que puedan ser utilizados como abonos verdes como la *Crotalaria juncea*, frijol de terciopelo entre otras leguminosas que favorecen de forma directa el aumento del contenido de materia

orgánica en el suelo. El P_2O_5 y el K_2O asimilables se encuentran en la misma situación que los discutidos anteriormente.

Tabla 3.4. Resultados de los análisis de suelo perteneciente a la UEB Cabaiguán

	pH en KCl	% M.O.	mg P_2O_5 /100g	mg K_2O /100g
P- 1	6,80	1,73	34,70	29,78
P- 2	6,72	1,72	40,81	37,57
P- 3	5,78	1,71	14,83	31,15
P- 4	4,86	1,70	12,23	35,59
P- 5	5,42	2,25	14,98	39,23
P- 6	6,80	1,92	36,69	18,60
Promedio	6.06	1.84	25.71	31.67
V. Máximo	6.80	2.25	40.81	39.23
V. Mínimo	4.80	1.70	12.23	18.60

3.3.3 Resultados de los suelos de la Empresa ABT Fomento

Las áreas muestreadas en los productores de la UEB Fomento (**Tabla 3.5**), no tienen problemas con el pH en KCL, pues en todos los casos se califican como neutro.

Por otra parte, la materia orgánica está en la misma situación que los discutidos anteriormente, pues su contenido se mantiene en la categoría de bajo y el P_2O_5 y el K_2O asimilables se encuentran en niveles superiores a los requeridos por el cultivo.

Tabla 3.5. Resultados de los análisis de suelo de la Empresa ABT Fomento.

	pH en KCl	M.O %	mg P_2O_5 /100 g	mg K_2O /100 g
P- 1	6,73	1,83	39,59	28,03
P- 2	6,39	2,75	21,43	21,56
P- 3	6,85	2,68	37,92	12,57
Promedio	6.66	2.42	32.98	20.72
V. Máximo	6.85	2.75	39.59	28.03
V. Mínimo	6.39	1.83	21.43	12.57

3.3.4 Resultados de los suelos de la CPA Roberto Carvajal

En los resultados que se muestran en la **Tabla 3.6**, pertenecientes al polígono de suelo de Tamarindo, podemos ver que el pH está en la misma situación que todas las demás

áreas, de moderada a ligeramente ácido. En cuanto al % materia orgánica ya muestra los valores una mejoría, como es el caso de las áreas 2 y 3 que se encuentran en la categoría de medio. El P_2O_5 y el K_2O asimilables difieren de todas las áreas anteriormente discutidas ya que ambos se encuentran en la categoría de medio, estos valores se complementan con las aplicaciones de fertilizantes tanto minerales, como orgánicos y ello se revierte en un mejoramiento de las condiciones del suelo y el aumento en el rendimiento de los cultivos.

Tabla 3.6. Resultados de los análisis de suelo en la CPA Roberto Carvajal.

			mg P_2O_5 /	mg K_2O /
	pH en KCl	M.O %	100 g	100 g
P-1	5,40	2,81	10,75	10,23
P- 2	5,23	4,33	4,94	9,11
P- 3	5,35	3,74	6,62	8,85
P- 4	5,33	2,41	12,71	5,58
P-5	5,36	2,42	17,22	7,40
P- 6	5,83	2,29	14,83	11,40
Promedio	5.42	3.00	11.18	8.76
V. Máximo	5.83	4.33	17.22	11.40
V. Mínimo	5.23	2.29	4.94	5.58

De forma general se observa en todas las áreas estudiadas una evolución desfavorable en el pH y el % de materia orgánica. Ambos factores son de vital importancia para el buen desarrollo y rendimiento de los cultivos. Estos problemas son resultado del cultivo intensivo y sistemático de los suelos, por lo que proponemos el siguiente paquete de medidas de conservación y mejoramiento de los suelos para cada área en estudio.

3.3.5 Comparación entre los resultados de los cuatro suelos

Como se puede apreciar en la Figura 3.3, los suelos de la UEB de Taguasco y la finca de semilla perteneciente a esta su **pH en KCl** sus valores promedian un índice de 5.97

con valores máximos de 6.68 y valores mínimos de 5.39; en la UEB Cabaiguán los valores de **pH en KCl** promedian un 6.06 con valores máximos de 6.80 y valores mínimos de 4.80; en la Empresa ABT Fomento el **pH en KCl** promedia 6.66 con valores máximos de 6.85 y valores mínimos de 6.39; en la Empresa ABT Tamarindo en la CPA Roberto Carvajal el suelo tiene un **pH en KCl** que promedia 5.42 con valores máximos de 5.83 y valores mínimos de 5.23, para el caso del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) el valor adecuado sería de 5.5 a 6.7.

Para la UEB de Taguasco el contenido de materia orgánica que promedia 2.15% con valores máximos de 2.49% y valores mínimos de 1.85%; para la UEB Cabaiguán, el % de MO en estos suelos promedian 1.84% con valores máximos de 2.25% y valores mínimos de 1.70%; en Empresa ABT Fomento el % de MO promedia 2.42% con valores máximos de 2.75% y valores mínimos de 1.83% y en la Empresa ABT Tamarindo en la CPA Roberto Carvajal promedia para un 3% con valores máximos de 4.33% y valores mínimos de 2.29%, en el caso de la materia orgánica el por ciento requerido sería de 2.5% a 3.5%.

El contenido de **P₂O₅** en la UEB de Taguasco promedia un 19.49 mg/100g de suelo con valores máximos de 41.98 y valores mínimos de 7.37; en la UEB Cabaiguán estos valores promedian 25.71, con valores máximos de 40.81 y valores mínimos de 12.23; en la ABT Fomento promedia para un 32.98 con valores máximos de 39.59 y valores mínimos de 21.43 y por último la Empresa ABT Tamarindo en la CPA Roberto Carvajal la cual su promedio es de 11.18 con valores máximos de 17.22 y valores mínimos de 4.94 para un suelo que se va a cultivar con tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) el valor de **P₂O₅** debería estar entre 38,65 mg 100 g⁻¹ de suelo y 95,41 mg 100 g⁻¹ de suelo.

Por último, el **K₂O** en la UEB de Taguasco promedió para un 26.25 con valores máximos de 32.49 y valores mínimos de 11.97; en la UEB Cabaiguán estos valores promedian 31.67 con valores máximos de 39.23 y valores mínimos de 18.60; en la ABT Fomento promedia para un 20.72 con valores máximos de 28.03 y valores mínimos de 12.57 y en la Empresa ABT Tamarindo en la CPA Roberto Carvajal la cual su promedio es de 8.76 con valores máximos de 11.40 y valores mínimos de 5.58. Para el cultivo del tabaco

(*Nicotiana tabacum* L.) el contenido de K_2O debería de ser mayor de 11.32 mg 100 g⁻¹ de suelo.

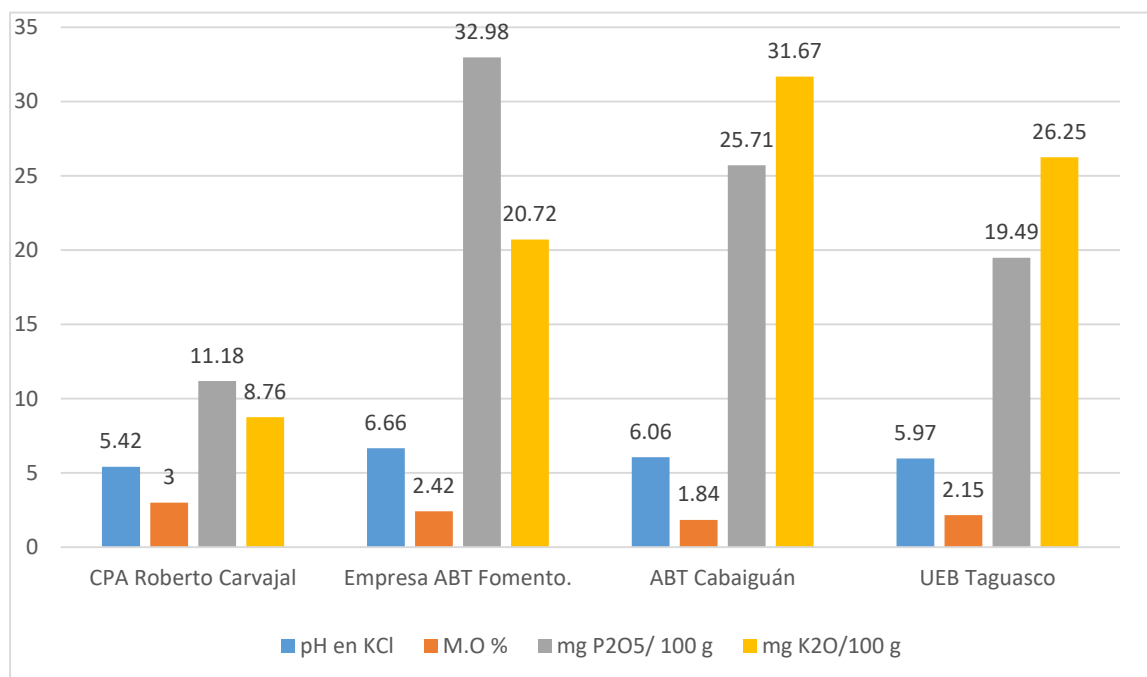


Figura 3.3. Resumen de las propiedades de los suelos.

3.4 Determinación de la densidad aparente y de la porosidad de los suelos

Para determinar la densidad aparente y la porosidad de estos suelos objeto de investigación se utilizó el método de los cilindros biselados descritos en la NC 3447-2003. Primeramente, se tomaron las muestras en cada uno de estos, se procedió al secado de las muestras y se determinó la masa de cada muestra para así poder calcular la densidad aparente, una vez obtenida se calcula la porosidad del suelo, estos resultados se muestran en la **Tabla 3.8** la cual aparece a continuación.

Tabla 3.7. Determinación de la densidad aparente (Da) y de la porosidad (P) de los suelos.

Empresas	Da (g/cm ³)	P (%)
UEB Taguasco	1.27	52
UEB Cabaiguán	1.19	55
ABT Fomento	1.10	58

CPA Roberto Carvajal	1.05	60
----------------------	------	----

3.5 Determinación de la resistencia de los suelos

La resistencia del suelo después de la preparación se determinó mediante el índice de cono según se explicó en la metodología donde se aprecia que para diferentes valores de profundidad se obtuvieron valores de índice de cono los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.8. Índice de cono en los suelos de las unidades de producción.

Profundidad, cm	Índice de cono, Pa			
	UEB Taguasco	UEB Cabaiguán	ABT Fomento	CPA R. Carvajal
0-10	817,4	1226,1	780,2	817,4
10-20	928,8	1114,6	966	1386,1
20-30	1114,6	1226,1	1077,5	1114,6
Promedio	953.6	1188.93	941.233	1106.03
Desv. Estándar	150.144	64.3746	150.189	284.447
Coef. de Variac	15.745%	5.41448%	15.9567%	25.7177%

Desde el punto de vista de los valores obtenidos en las unidades estudiadas (Figura 3.4) se denota que los mayores valores promedios de **Ic** fueron obtenidos en los suelos de Cabaiguán y los de menores **Ic** los suelos de Fomento donde incide de manera directa la calidad de la preparación, así como los tiempos entre operaciones de rotura y grada.

El perfil de suelo con mayor resistencia resultó ser el de la profundidad de 20 a 30 de forma general, a pesar de esto se obtuvieron similares valores en los perfiles 1 y 2 en los suelos de Cabaiguán y R, Carvajal respectivamente. Como muestra el gráfico existe una tendencia de crecimiento lineal del índice de cono respecto a la profundidad del suelo lo que puede estar asociado al efecto de los medios de labranza y en particular el empleo del arado de disco el cual corta el suelo a profundidades entre 25 y 30 cm durante las operaciones y forma una superficie más endurecidas conocidas como piso de aradura. Resultados similares han sido obtenidos en estudios a diferentes suelos de forma experimental donde fueron tomadas muestras del índice de cono para humedad de 30% y densidad aparente de 1.1, obteniéndose valores medios de 843,84 Pa. (Ramos Carbajal *et al.*, 2014)

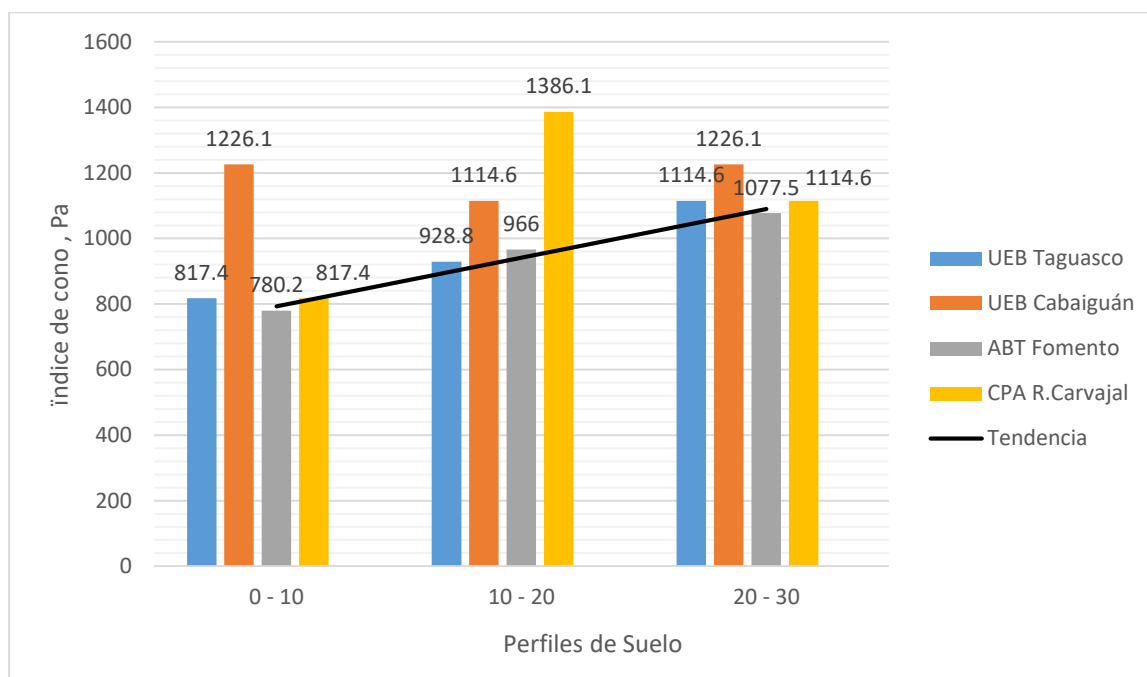


Figura 3.4. Resistencia de los suelos a diferente profundidad.

3.6 Propuesta de medidas para la conservación de suelos

Con el resultado del diagnóstico se elaboró un plan de manejo para mitigar las limitantes determinadas, para ello se tuvieron en cuenta los Principios del Manejo Sostenible de Tierra y los manuales de Conservación y Mejoramiento de Suelo.

Para la implementación de las acciones se propone la capacitación en talleres, clases prácticas y asistencia directa en el campo. Las acciones se ejecutaron según la Norma Cubana 881, 2012 "Medidas sencillas de Conservación de suelos, especificaciones". Se emplearon equipos para determinar pendiente y trazar las curvas a nivel como; el Teodolito y el caballete de tijera y la T para medir distancia entre plantas y se contrataron equipos especializados para la actividad de Subsolado.

A continuación se enumeran las acciones en la estrategia para el mejoramiento de los suelos.

1. Preparación del suelo: Sustituir el sistema convencional por el sistema conservacionista (laboreo mínimo 4-6 labores): Labores a realizar en áreas con cultivo inter cosecha: rotura– septiembre-octubre, tiller o grada– octubre, cruce– octubre, tiller o grada- noviembre y surcado– noviembre. Labores a realizar en áreas en barbacho: rotura– agosto, tiller o grada– septiembre, cruce– septiembre, tiller o grada- septiembre—octubre, surcar– octubre, partir– octubre y partir– noviembre.
2. Evitar el uso de equipos pesados
3. Reducir el uso de arados de discos y gradas que invierten el prisma del suelo, entierra los restos orgánicos. Fomentar el uso del tiller como apero de mullido que deja a su vez mayor número de restos orgánicos en superficie y posibilita la infiltración del agua, evitando el desarrollo de procesos erosivos.
4. Reducir el tiempo que el suelo permanece descubierto.
5. Utilizar la rotación y alternancia de cultivos en los sistemas de producción intensivos: Cultivos propuestos para plantar en la época de primavera: maní, ajonjolí, maíz para cosechar tierno. Cultivos de ciclo largo adecuados para la rotación: yuca, plátano, y malanga
6. Si no puede rotar el área debe aplicar localizado 4-6 t/ha de estiércol vacuno, compost, gallinaza o humus de lombriz.
7. Incorporar abonos verdes. Que contribuyen al enriquecimiento de la fertilidad del suelo. Los más aconsejables son: especies de vigna, frijol de terciopelo, canavalia, crotalaria y sorgo.
8. Franjas buffer o barreras vivas. Se realizará además del contorno en aquellos campos en que la pendiente sea superior al 5%. Son hileras de plantas sembradas transversalmente a la pendiente y pudiendo ser de vegetación natural o de algún cultivo en específico.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Las entidades objeto de estudio destinadas al cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en Sancti Spíritus cuentan con las tecnologías necesarias y cumplen con las regulaciones de la empresa TABACUBA. Para ello se dispone de un centro experimental para el estudio y desarrollo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) así como los bancos de semilla.
2. En la UEB de Cabaiguán se encontraron valores de pH de 4.80, los que están fuera del rango de la acidez recomendada (5.5 a 6.7), lo que puede estar afectando el desarrollo de las plantaciones.
3. Las UEB de Cabaiguán y Taguasco presentaron valores bajos de MO los que estuvieron entre 1.84% y 2.15% para requerimientos de 2.5% a 3.5%.
4. Todas las áreas mostraron bajos contenidos de P_2O_5 destacando la CPA R. Carvajal con 11.18 mg 100 g⁻¹, para valores requeridos entre 38,65 y 95,41 mg 100 g⁻¹ de suelo.
5. El contenido de K_2O fue inferior al indicado (11.32) en la CPA R. Carvajal con valores promedios de 8.76 y superiores en las restantes.
6. La resistencia del suelo a diferentes profundidades después de la preparación, mostró valores promedios entre 0.9 y 1.1 kPa, aumentando esta respecto a la profundidad en todos los casos de estudio. Tanto la densidad como la porosidad mostraron los menores valores en los suelos de la CPA R. Carvajal (1.05 g/cm³ y 60%).
7. En correspondencia con los resultados obtenidos en cada área de estudio se propone un grupo de medidas encaminadas a la conservación de los suelos.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Realizar las acciones previstas en el plan de acciones propuestas.
2. Continuar con la realización de diagnósticos sobre la situación de los suelos dedicados al cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en todo el país.

REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, K. K.; G. D. AGRAWAL; R. MISRA; M. BHARDWAJ y D. K. JAMUWA: "A review on effect of geometrical, flow and soil properties on the performance of Earth air tunnel heat exchanger", *Energy and Buildings*, vol. 176 120-138, 2018. ISSN:0378-7788.
- ALFONSO, C., A. y M. MONEDERO: *Uso, Manejo y conservación de los suelos*, La Habana, Isbn: 2004.
- ALTIERI, M. A.: "Agroecología: Creando sinergia para una agricultura sostenible. Grupo interamericano para el desarrollo sostenible de la agricultura y los recursos natural", *Revista Agroecología*, vol. 1996.
- ARRIGONI, J. P.; G. PALADINO; L. A. GARIBALDI y F. LAOS: "Inside the small-scale composting of kitchen and garden wastes: Thermal performance and stratification effect in vertical compost bins", *Waste Management*, vol. 76 284-293, 2018. ISSN:0956-053X.
- BETANCOURT, Y.: "Las propiedades físicas del suelo para definir la zona de aplicación del laboreo localizado en los suelos arcillosos pesados en el norte de Villa Clara", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 2013.
- CAIRO, P. y O. FUNDORA: *Edafología*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Isbn: 1995.
- CAIRO, P. y F. HERRERA: *Edafología*, Ed. Félix Varela Segunda parte ed, La Habana, Isbn: 2005.
- CÁNEPA RAMOS, Y.; A. J. TRÉMOLS GONZÁLEZ; A. GONZÁLEZ MEDEROS y A. HERNÁNDEZ JIMÉNEZ: "Situación actual de los suelos tabacaleros de la empresa Lázaro Peña de la provincia Artemisa", *Cultivos Tropicales*, vol. 36 80-85, 2015. ISSN:0258-5936.
- CARRERAS SOLÍS, B.; D. RODRÍGUEZ BATISTA y F. PIEDRA DÍAZ: "Evaluación de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* Berliner para el control de *Heliothis virescens* Fabricius en el cultivo del tabaco en Cuba", *Fitosanidad*, vol. 13 277-280, 2009. ISSN:1562-3009.
- COTCHING, W. E.: "Organic matter in the agricultural soils of Tasmania, Australia – A review", *Geoderma*, vol. 312 170-182, 2018. ISSN:0016-7061.
- ENRÍQUEZ, E. y W. GREVENSON: *Simposio Internacional de Fertirrigación*, Yucatán, 2000.
- GARCÍA RUIZ, I.; M. SÁNCHEZ ORTIZ; M. L. VIDAL DÍAZ; Y. BETANCOURT RODRÍGUEZ y J. ROSA LLANO: "Efecto de la compactación sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento de la caña de azúcar", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 19 51-56, 2010. ISSN:2071-0054.
- GONZÁLEZ, C. O.; C. E. I. CORONEL; M. H. SUÁREZ; G. U. SOSA y L. H. H. GÓMEZ: "Análisis de investigaciones realizadas para modelar la compactación del suelo agrícola", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 2 2011.
- HERNÁNDEZ, A.; M. O. ASCANIO; M. MORALES y A. LEÓN: *La historia de la clasificación de los suelos en Cuba*, Ed. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, Isbn: 959-07-0145-0, 2006.
- HERNÁNDEZ, A.; J. M. PÉREZ; D. BOSH y R. L.: " Nueva clasificación genética de suelos de Cuba. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura. La Habana, 64 p, " vol. 1999.
- HUESO-GONZÁLEZ, P.; M. MUÑOZ-ROJAS y J. F. MARTÍNEZ-MURILLO: "The role of organic amendments in drylands restoration", *Current Opinion in Environmental Science & Health*, vol. 5 1-6, 2018. ISSN:2468-5844.
- KOLMANS, E. y D. VÁZQUEZ: *Manual de Agricultura Ecológica MAELA-SIMAS*, Isbn: 1996.
- KULHAWY, F. H. y P. W. MAYNE: *Manual on estimating soil properties for foundation design*; Electric Power Research Inst., Palo Alto, CA (USA); Cornell Univ., Ithaca, NY (USA).

- Geotechnical Engineering Group, EPRI-EL-6800 United States Research Reports Center, Box 50490, Palo Alto, CA 94303 TIC English, Medium: X; Size: Pages: (298 p)pp. 1990.
- LEÓN, G. J.: *Manejo ecológico de un suelo Pardo Grisáceo (Inseptisol) degradado*, 70pp., **Tesis presentada en opción al título de Master en Agricultura Sostenible**, Universidad central de las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2003.
- MAGDOFF, F.: *Calidad y manejo del suelo en Agro ecología*. , La Habana, Cuba Isbn: 1997.
- MARTÍNEZ, R.; Y. BETANCOURT; M. RODRÍGUEZ; L. VIDAL y S. GUILLÉN: Evaluación Agrotécnica de la Combinada Cosechadora de Caña de Azúcar CASE IH 8800 y del Semirremolque Autobasculante de Fabricación Cubana en Suelos Arcillosos Pesados con Superficies Acanterada. En, pp. 2015.
- MARTÍNEZ, X.: *Universidad Politécnica de Catalunya. Gestión y tratamientos de residuos agrícolas. [en línea] Disponible en:*
<http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos/residuosagricolas.htm> . [Consulta].
- PÉREZ JIMÉNEZ, J. M. Y. C. D. A.: " Mapa de erosión actual de los suelos de Cuba a escala 1:250000. Instituto de Suelos. MINAG. 19 p," vol. 1990.
- RAMOS CARBAJAL, E.; A. MARTÍNEZ RODRÍGUEZ y A. GARCÍA DE LA FIGAL COSTALES: "Modelo para el cálculo de la resistencia del suelo a la penetración de sondas. Parte I: sondas cónicas", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 23 5-9, 2014. ISSN:2071-0054.
- RIVAS DIÉGUEZ, A.: "Lepidópteros en cultivares de tabaco: elementos ecológicos y alternativas biológicas para su manejo en Las Tunas", *Revista de Protección Vegetal*, vol. 27 216-216, 2012. ISSN:1010-2752.
- RIVEROL, M., E. CABRERA, J. M. LLANES, J. M. HERNÁNDEZ, A. OTERO, N. CASTRO Y F. PEÑA: " IV Jornada Científica del Instituto de Suelos y II Taller Nacional sobre Desertificación. Resúmenes. p. 129.", vol. 1996.
- SANTOIMMA, G.: "Recent methodologies for studying the soil organic matter", *Applied Soil Ecology*, vol. 123 546-550, 2018. ISSN:0929-1393.
- TABACO, I. D. I. D.: *MANUAL TÉCNICO PARA EL CULTIVO DEL TABACO NEGRO AL SOL*, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA CUBA, Isbn: 2012.
- TRETO, E. y M. GARCÍA: " Avances en el manejo de los suelos y la nutrición orgánica. "En" Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible (Funes, F. et al, eds), La Habana Cuba, pp. 147, .", vol. 2001.
- VAILLANT FLORES, D. I. y G. GÓMEZ IZAQUIRRE: "Incidencia de *Phytophthora nicotianae* y *Phytophthora infestans* en Cuba", *Agricultura técnica en México*, vol. 35 219-223, 2009. ISSN:0568-2517.
- WAQAS, M.; A. S. NIZAMI; A. S. ABURIAZAIZA; M. A. BARAKAT; I. M. I. ISMAIL y M. I. RASHID: "Optimization of food waste compost with the use of biochar", *Journal of Environmental Management*, vol. 216 70-81, 2018. ISSN:0301-4797.
- YUAN, J.; Y. LI; S. CHEN; D. LI; H. TANG; D. CHADWICK, et al. G. LI: "Effects of phosphogypsum, superphosphate, and dicyandiamide on gaseous emission and compost quality during sewage sludge composting", *Bioresource Technology*, vol. 270 368-376, 2018. ISSN:0960-8524.

ANEXOS

ANEXOS



Figura 6. Determinación de fósforo y potasio.



Figura 7. Determinación de materia orgánica