

Métodos conservacionistas: Impactos sobre la calidad de suelo degradado al Norte de Camagüey, Cuba.

Autores: Lisbet Font Vila¹, Ramón Lamadrid Mandado², Luisa Mendoza Rodríguez³, Roberto Cabeza Andrade³, Bernardo Calero Martín³.

Unidad de medio Ambiente Delegación del CITMA, Camagüey. Cuba email: lisbet@delnet.cu

Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Cuba email: ramon.lamadrid@reduc.edu.cu

Instituto de Suelos. MINAG. Cuba. Email. suelos@minag.cu

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del tipo de labranza y el uso de coberturas naturales para evitar o reducir la pérdida de la humedad y con ello, incrementar la calidad y productividad de un Vertisol en el enfrentamiento de los efectos de la sequía agrícola al Norte de la provincia de Camagüey, Cuba. Se seleccionó un campo sembrado de plátano donde se evaluaron el uso de coberturas viva (vegetación espontánea) y muertas (*mulch*) en dos tipos de labranzas: Labranza Cero y Mínima. Los *mulches* se elaboraron con plantas de millo (*Sorghum vulgare*) u hojas de plátano (*Musa* sp.) y la vegetación espontánea la constituyó el arrocillo (*Echinochloa crusgalli*). Se registraron las precipitaciones, la dinámica de la humedad, se calcularon índices de calidad inicial y final del suelo (ICS) y los rendimientos. En ambos tipos de labranza, el *mulch* obtuvo los valores más altos de la humedad natural y mantuvo las reservas de agua por más tiempo que el resto de las variantes; contribuyeron a nutrir las plantas y a mantener el contenido inicial de potasio del suelo. El contenido de materia orgánica se elevó en todas las variantes respecto al testigo. Los tratamientos con coberturas, presentaron mejor actividad microbiológica e ICS, lo cual se tradujo en mayores rendimientos en el cultivo. Se concluyó que el *mulch* es excelente para mantener la humedad, elevar los rendimientos, la calidad y productividad del suelo en condiciones de sequía.

Palabras claves: indicadores de calidad, métodos conservacionistas, mitigación al cambio climático.

Métodos conservacionistas: Impactos sobre la calidad de suelo degradado al Norte de Camagüey, Cuba.

Autores: Lisbet Font Vila¹, Ramón Lamadrid Mandado², Luisa Mendoza Rodríguez³, Roberto Cabeza Andrade³, Bernardo Calero Martín³.

Unidad de medio Ambiente Delegación del CITMA, Camagüey. Cuba email: lisbet@delnet.cu

Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Cuba email: ramon.lamadrid@reduc.edu.cu

Instituto de Suelos. MINAG. Cuba. Email. suelos@minag.cu

Introducción

Muchos países incluyendo Cuba se encuentran sometidos a la influencia de severos eventos de sequía que han causado trastornos en la vida social e impactos altamente negativos sobre los ecosistemas naturales y de cultivos, con la consecuente degradación de los suelos, conducente a la desertificación en zonas frágiles que generan cuantiosas pérdidas económicas. En Cuba, la región más afectada por la sequía agrícola es la oriental con una afectación normal del 66% de su territorio. La provincia de Camagüey, también soporta períodos de intensa sequía destacándose como la más afectada la zona noreste con un índice de aridez aproximado de 0,62; en esta zona la ruptura de la función del ecosistema como resultado de la degradación de la tierra ha reducido el potencial de adaptación a los procesos del cambio climático (Rivero, 2013).

Estas zonas frágiles desde el punto de vista ambiental en gran parte del territorio se ubican en áreas de la agricultura familiar donde la actividad agraria puede ser afectada, si el proceso de identificación, evaluación e implementación de medidas y estrategias de adaptación al cambio climático se enfoca a resolver los problemas futuros, cuando las señales del clima unido a la acción antropogénica sean más evidentes.

La comunidad científica, debe enfocar la situación hacia el manejo sostenible en las tierras de agricultura de secano que garanticen la producción de alimentos y disminuyan el impacto ambiental ocasionado por la explotación irracional y la sequía agrícola (Bruzón *et al.*, 2012).

Dentro de las posibles medidas a implementar se encuentra el uso de las coberturas naturales, vivas o muertas de forma permanente (Mendoza *et al.*, 2003) donde se incrementa el contenido de materia orgánica del suelo y reduce la pérdida de humedad a través de la escorrentía y la evaporación

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el impacto del tipo de labranza, el uso y manejo de coberturas naturales sobre la calidad del suelo y respuesta del cultivo en el enfrentamiento de los efectos de la sequía.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó durante tres años sobre un suelo Vertisol eútrico de la zona norte de la provincia de Camagüey, Cuba. Se sembró de plátano (*Musa*, sp) clón Pelipita, bajo dos sistemas de labranza: cero y mínimo. El diseño utilizado fue completamente aleatorizado con cuatro tratamientos, tomando como repeticiones 14 de las 20 plantas que conformaron cada variante. Algunas de las propiedades del suelo se muestran en la tabla 1.

Tabla1: Características agroquímicas, texturales y biológicas del suelo Vertisol eútrico.

| Tipo de labranza | pH (KCl) | P2O5 | K ₂ O | Ca/Mg | Arena Gruesa | Arena fina | Limo | Arcilla | M.O | RB | RIC | NR |
|------------------|----------|-------------------------|------------------|-------|--------------|------------|-------|---------|------|-----------------------|-------|------|
| | | mg.(100g) ⁻¹ | | | % | | | | % | mmol.kg ⁻¹ | | |
| Laboreo Cero | 5.70 | 7.83 | 17.49 | 2.50 | 1.26 | 15.54 | 23.43 | 59.77 | 3.44 | 18.20 | 73.29 | 9.44 |
| Laboreo Mínimo | 5.56 | 13.94 | 27.73 | 2.38 | 1.26 | 15.54 | 23.43 | 59.77 | 3.98 | 21.59 | 78.32 | 9.38 |

Las variables climáticas se corresponden con la media anual promedio de 26 años y son las siguientes: precipitaciones: 1323 mm; T: 24.5°C; HR: 85 % (Rivero *et al.*, 1998).

Los tratamientos empleados fueron:

- 1.- Testigo sin cobertura
- 2.- *Mulch* con plantas de millo (*Sorghum vulgare*) en camadas de 10 – 15 cm de altura
- 3.- *Mulch* con hojas de plátano (*Musa* sp.) en camadas de 10 – 15 cm de altura
- 4.- Vegetación espontánea de arrocillo (*Echinochloa crusgalli*) recortada entre 10 y 15 cm de altura.

Tanto la altura de las capas como de la vegetación espontánea se mantuvieron en el rango de altura descrito durante el período evaluativo. Las capas se ubicaron cubriendo el surco y hacia las calles. Se observó en el quinto mes la descomposición de la cubierta de millo, no así en la compuesta por hojas de plátano que comenzó a descomponerse a partir del mes 10, cuando las plantas ya estaban crecidas y el follaje desarrollado.

Se calculó el índice de calidad inicial y final del suelo, según metodología de Font *et al.*, (2012) y los rendimientos del plátano fueron medidos en la primera cosecha. Debe tenerse en consideración que los resultados obtenidos son totalmente en condiciones de secano.

os resultados del rendimiento y análisis de suelo se evaluaron por análisis de varianza según el paquete estadístico SPSS versión 11.5 y la Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados y Discusión

Laboreo Cero.

Análisis de las propiedades y el índice de la calidad del suelo (ICS) bajo laboreo cero.

La tabla 2 muestra que el pH no sufrió variaciones con ninguna de las variantes de cobertura, sin embargo la parcela que se mantuvo limpia acusó el valor más bajo, pasando de la categoría ligeramente ácido del muestreo inicial, pH 5.7 a medianamente ácido (pH 5.45), similar comportamiento fue encontrado por Mendoza *et al.* (2004) en suelos desprovisto de vegetación.

Tabla 2: Propiedades finales e índice de calidad del suelo. Laboreo Cero

| Variantes | pH (KCl) | P ₂ O ₅ | K ₂ O | M.O. | RB | RIC | NR | ICS | |
|------------------------|----------|-------------------------------|------------------|---------|--|---------|--|---------|-------|
| | | mg.(100g) ⁻¹ | | % | mmol CO ₂ .kg ⁻¹ | | mmol NO ₃ .kg ⁻¹ | Inicial | Final |
| Testigo | 5.45 | 4.65 c | 11.94 | 3.84 b | 18.38 | 72.16 a | 9.95 b | 0.65 | 0.63 |
| Mulch de millo | 5.55 | 26.93 a | 17.04 | 4.72 a | 19.36 | 56.07 b | 13.82 a | | 0.67 |
| Mulch hojas de plátano | 5.65 | 12.55 b | 17.39 | 4.35 ab | 22.88 | 58.37 b | 13.83 a | | 0.68 |
| Vegetación espontánea | 5.55 | 7.35 bc | 11.66 | 4.03 ab | 18.65 | 56.32 b | 12.60 ab | | 0.67 |
| ES media | 0.064ns | 1.269* | 2.346ns | 0.179* | 3.132ns | 2.405* | 0.852* | | |

a, b, c...letras no comunes difieren entre sí para $p \leq 0.05$ según Prueba de Tukey.

Leyenda:

P₂O₅, K₂O: Formas lábiles del fósforo y potasio en el suelo

M.O.: Contenido de materia orgánica

RB, RIC: Respiración basal y respiración inducida con carbono, expresión de la actividad microbiana.

NR: Nitrificación real

ICS: Índice de calidad del suelo

Los valores de P₂O₅ se incrementaron ampliamente en la parcela cubierta con *mulch* de millo comparado con el contenido inicial (Tabla 1) debido a la propia descomposición, seguido por el acolchado con hojas de plátano, de descomposición más lenta, siendo los tratamientos que muestran los mayores valores.

Por otro lado el contenido de K₂O no presentó diferencias significativas entre variantes, pero si se aprecia que el testigo y la parcela con cobertura viva redujeron sus tenores con respecto al inicial, manifestándose la extracción realizada por el cultivo y la vegetación sin aporte alguno de nutrientes. Las parcelas con *mulch* contribuyeron a nutrir las plantas y a mantener el contenido inicial de potasio del suelo; al respecto, Turney y Menge (1994) observaron que al descomponerse la materia orgánica de los *mulches* se formaban compuestos cementantes que forman agregados más estables, que permite el movimiento de CO₂ y O₂ y aumenta la fertilidad del suelo.

El contenido de materia orgánica se elevó con la cubierta de millo aunque sin diferencia con el resto de las variantes, excepto con el testigo. En general, todas las variantes superaron al muestreo inicial (3.44 %). Ceccanti *et al.* citado por Zribi, Fraci y Aragües (2011) observó que la aplicación de paja en la superficie del suelo aumentaba el contenido de materia orgánica caracterizada por un alto índice de humificación.

Por su parte Juárez *et al.* (2008), plantean que cuando hay suficiente M.O. se forman cadenas alimenticias con efectos de liberación masiva de nutrientes que las plantas absorben con facilidad; no obstante, la calidad de la misma es la que decide el comportamiento de la actividad microbiana; lo anterior pudiera justificar que, a pesar de la respiración basal no presentar diferencias estadísticas entre tratamientos, cuando se introdujo una fuente de carbono fácilmente degradable, el testigo manifestó la mayor respuesta (RIC), también se observó en él la menor nitrificación, indicativos de que la materia orgánica del suelo no es una fuente lábil de C y N para los microorganismos.

De forma general, las variantes con coberturas presentaron el mejor comportamiento microbiano, aunque algunas no difieran estadísticamente del testigo, lo que se refleja en los índices de calidad determinados si se tiene en cuenta que mientras el valor se acerca más a 1 mejor es la calidad del suelo (Font, 2008). El testigo sin cobertura alguna, por el contrario, colocó al suelo en vías de deterioro al mostrar un índice de calidad menor que el inicial.

Análisis del rendimiento del plátano.

El rendimiento en las dos variantes de *mulch* fue significativamente mayor que en el resto (Figura 1), lo que concuerda con el criterio de Turney y Menge (1994) de que el suelo con cobertura vegetal muerta favorece el buen desarrollo del sistema radical, la retención de humedad y el uso eficaz de los nutrientes, lo que pudo contribuir a elevar los rendimientos del cultivo. Aumento de los rendimientos con los mulches obtuvieron Benítez y Castellanos (2003) con el cultivo del ajo porro y cebolla.

Obsérvese que la cobertura viva y el testigo tuvieron similar comportamiento entre sí, a pesar de que la primera mantuvo más bajo el contenido de humedad en el suelo durante el desarrollo del cultivo.

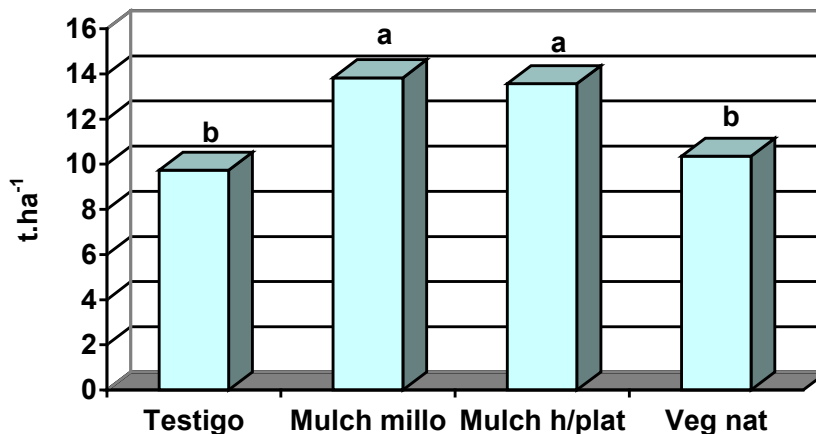


Fig. 1: Rendimiento del cultivo con las diferentes coberturas. Laboreo cero. (ES = 0.482*).

Laboreo mínimo.

Análisis de las propiedades y la calidad del suelo con labranza mínima.

En cuanto a las propiedades del suelo después de 2 años y medio de estudio con labranza mínima (Tabla 3), se aprecia que no hubo variaciones en el pH entre las variantes, no así con el P₂O₅, K₂O y M.O donde el suelo cubierto con *mulch* presentó los valores más altos entre los tratamientos, aunque, en el caso del fósforo y la materia orgánica, sin diferencias con la cobertura viva.

Tabla 3: Propiedades finales e índice de calidad del suelo. Laboreo Mínimo.

| Variantes | pH (KCl) | P ₂ O ₅ | K ₂ O | M.O. | RB | RIC | NR | ICS | |
|------------------------|----------|-------------------------------|------------------|---------|--|----------|--|---------|-------|
| | | mg.(100g) ⁻¹ | | % | mmol CO ₂ .kg ⁻¹ | | mmol NO ₃ .kg ⁻¹ | Inicial | Final |
| Testigo | 5.40 | 4.88 b | 10.28 b | 3.53 b | 17.39 b | 81.31 a | 7.68 b | 0.66 | 0.64 |
| Mulch de millo | 5.40 | 13.73 a | 22.78 a | 4.58 a | 28.87 b | 69.52 b | 14.51 ab | | 0.67 |
| Mulch hojas de plátano | 5.60 | 12.27 a | 23.50 a | 4.31 ab | 22.96 a | 56.56 b | 15.83 a | | 0.68 |
| Vegetación espontánea | 5.40 | 12.25 a | 15.95 b | 4.23 ab | 18.12 b | 67.17 ab | 7.62 b | | 0.67 |
| ES media | 5.40 | 4.88 b | 10.28 b | 3.53 b | 17.39 b | 81.31 a | 7.68 b | | |

El potasio, elemento de alta movilidad y facilidad de lavado, en los tratamientos mencionados no varió mucho con respecto al inicial (Tabla 1), corroborando el criterio de Kolsman y Vásquez, (1995) quienes plantean que la técnica de crear coberturas con suficiente mulch fomentan y conservan la fertilidad del suelo. La vegetación natural presentó el menor contenido de K₂O sin presentar diferencias estadísticas con el testigo, similar al comportamiento mostrado en el área donde no se laboró el suelo.

El mejor comportamiento microbiológico es presentado por las cubiertas de *mulch* y entre ellas la de hojas de plátano, con la mayor actividad respiratoria y nitrificante y, en correspondencia, mayor índice de calidad. La variante con

vegetación espontánea, a pesar de poseer altos contenidos de M.O. no varió en mucho su comportamiento biológico del testigo, mostrando baja respiración basal y nitrificación, no obstante a ello, la respuesta al C fácilmente degradable (RIC) fue menor lo que indica mejores cualidades de la materia orgánica depositada. El testigo sin cubierta muestra el más bajo índice de calidad del suelo de los reportados; esto está en correspondencia con las pérdidas de suelo y nutrientes que se producen con las lluvias, cuando no hay una cubierta vegetal que lo impida y ese indicador es una alerta para evitar la degradación.

Análisis del rendimiento del plátano clon Pelipita.

El rendimiento del cultivo ubicado en la parcela cubierta con hojas de plátano es superior al resto de las variantes (Figura 2), le sigue en orden el de la parcela con millo, lo que se corresponde con el comportamiento de las humedades del suelo. La vegetación espontánea y el testigo tuvieron rendimientos estadísticamente similares por lo que no se puede hablar de decrecimiento, sino de un mantenimiento del mismo con la cobertura viva, a pesar del estrés hídrico al que estuvo sometido el cultivo.

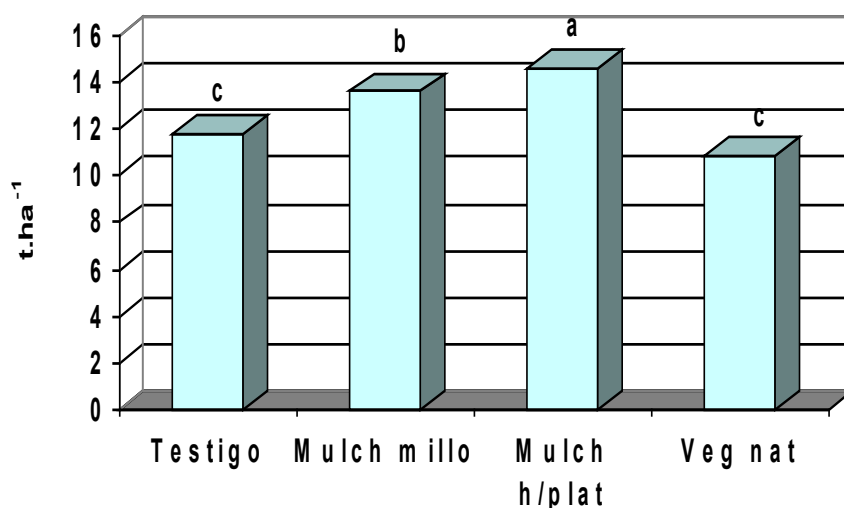


Fig.2: Rendimiento del plátano con las diferentes coberturas. Laboreo mínimo. (ES = 0.239*)

Se debe recordar que en estos dos tratamientos el agua decreció por debajo del coeficiente de marchitez en cuatro ocasiones durante el primer año, situación que repercutió directamente sobre el rendimiento.

Conclusiones.

La cobertura muerta o *mulch* es una excelente opción para mantener la humedad del suelo, mejorar la fertilidad y por tanto su calidad y capacidad productiva, mientras que la vegetación espontánea no se considera eficiente para reducir la pérdida de humedad del suelo por evaporación en estas condiciones edafoclimáticas.

Bibliografía

- Benítez, J. y Castellanos, A. 2003. Mejorando la humedad del suelo con agricultura de conservación. *Revista de Agroecología Leisa*. 19 (2): 5 – 6.
- Bruzón N., G. Herrero, R. Salazar, K, Batista. 2012. Rehabilitación de áreas devastadas por la minería en la región nororiental de Cuba. *Rev Agricultura Orgánica*, Año 18, No 1. 12- 15p.
- Font, L. 2008. Estimación de la calidad del suelo: Criterios químicos, físicos y biológicos. [Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Ciudad de La Habana. 154 p
- Font, L.; Calero, B.; Muñiz, O.; Chaveli, P.; Lamadrid, R.; Del Castillo, A.; Mendoza, L.; Montero, R. 2012. Guía para la evaluación y monitoreo de la calidad de los suelos. *Agricultura Orgánica*, 18 (1): 16 -18.
- Juares, D, Fragoso G, C; Turrent F, A; Ocampo, J. y Coll, M. 2008. Mejoramiento del suelo en la milpa intercalada con árboles frutales. *Revista de Agroecología Leisa*. 4 (2): 30-31
- Kolsman, E y Vázquez, D. 1995. Manual de Agricultura Ecológica. Programa Agroecológico Campesino a Campesino. ANAP. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños. La Habana. 150 pp.
- Mendoza, L; Pacheco, O; Vento, M; Barroso, R. y Sánchez, M. 2003. La cubierta vegetal como amortiguadora de los procesos erosivos en suelos con relieve llano a ondulado. I- Efectividad de algunos cultivos como protectores del suelo. *Revista Centro Agrícola* 4: 76 – 79.
- Mendoza, L; Pacheco, O; Vento, M; Barroso, R. y Sánchez, M. 2004. La cubierta vegetal como amortiguadora de los procesos erosivos en suelos con relieve llano a ondulado. II-Efecto sobre el pH del suelo. *Revista Centro agrícola* 1: 5 - 8.
- Rivero, R., Martínez. I. C., Pérez, I., Morejón, J. Y Francis, D. 1998. Determinación de los factores climáticos que influyen sobre la intensidad de la erosión de Altigracia, Camagüey. Informe parcial del proyecto PN-00200023 “Producción de alimentos en un agroecosistema potencialmente erosionable de la provincia de Camagüey”. Instituto de Suelos. Dirección Provincial Camagüey. 9p
- Rivero Jr., R. 2013. Actualización del estudio de la evolución espacio – temporal de los índices de aridez en la provincia durante el siglo XXI. Memorias del III Congreso sobre Cambio Climático, IX Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Palacio de las Convenciones de la Habana, 8 al 12 de julio del 2013. ISBN 978-959-300-034-5.

- Turney, J. y Menge, J. 1994. Root heat: mulching to control root disease in avocado and citrus. Riverside, California Avocado ComissionSociety, Inc. California Avocado Comission and Citrus Research Board. 8p
- Zribi, W., Fraci, J. M. y Aragues. 2011. Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. ITEA. Información Técnica Económica Agraria. 107(2): 148 – 159.