



*TALLER SOBRE PRACTICAS DE LABRANZA
EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION
CON MAIZ EN LOS LLANOS OCCIDENTALES*

SVCS

BOLETIN TECNICO No. 46

AGOSTO, 1995

SOCIEDAD VENEZOLANA DE LA CIENCIA DEL SUELO

JUNTA DIRECTIVA PERIODO 1994 - 1995

Presidente
Ildefonso Pla S.
UCV

Tesorero
Deyanira Lobo
UCV

Suplente
Francisco Ovalles
FONAIAP

Suplente
Rodolfo Delgado
FONAIAP

Secretaria
Evelin C. de Bisbal
FONAIAP

Vocales
Zenaida Lozano
UCV

Secretaria Suplente
Sobeida Sánchez
FONAIAP

Carlos Bravo
USR

PRESIDENTES Y VICEPRESIDENTES DE COMISIONES DE TRABAJO

Documentación y Publicaciones
Julia G. de Brito
FONAIAP

Manejo y Conservación
Samuel R. Cabrera P.
FONAIAP

Evelin C. de Bisbal
FONAIAP

**TALLER SOBRE PRACTICAS DE LABRANZA EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION
CON MAIZ EN LOS LLANOS OCCIDENTALES, ARAURE 1.994. MEMORIA.**
Ed. por SAMUEL R. CABRERA P.

**Boletín Técnico No. 46. Sociedad Venezolana de la Ciencia del
Suelo, 1.995. 142 p.**
Fo 7 (0120) CDD
Preparación del Suelo; 633.15-1.51
Maíz

Boletín Técnico SVCS:
Depósito Legal 76-1548

**TALLER SOBRE PRACTICAS DE LABRANZA EN LOS SISTEMAS
DE PRODUCCION CON MAIZ EN LOS LLANOS OCCIDENTALES.
(MEMORIA)**

EDITOR: SAMUEL R. CABRERA P.

ORGANIZADORES:

- ING. SAMUEL R. CABRERA P. - SOCIEDAD VENEZOLANA DE LA CIENCIA
DEL SUELO (SVCS).**
- ING. LORENZO, VELASQUEZ - FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS (FONAIAP-CIAEP).**
- ING. BUSTAVO MORENO - ASOCIACION PRODUCT. RURALES DEL EDO
PORTUGUESA (ASOPORTUGUESA).**

26 - 30 DE SEPTIEMBRE DE 1.994

ARAURE - PORTUGUESA

BOLETIN TECNICO SVCS No. 46. AGOSTO 1.995

PROLOGO

Como fue ya señalado en Boletín Informativo N^o 29 de nuestra Sociedad, tres actividades fundamentales son el soporte de las Sociedades Científicas: La realización sistemática y periódica de Congresos, la edición de Publicaciones y las Reuniones, Talleres de Trabajo, Cursos u otros, organizadas por las Comisiones, durante los lapsos entre Congresos. De éstas, las publicaciones son las de mayor importancia, ya que a través de ellas, es que las Sociedades se encuentran abiertas a todos y lanzan los patrones por los cuales su nivel y vitalidad son juzgados.

Es satisfactorio constatar, que la Sociedad a través de sus Cuarenta años, ha sido capaz de mantener esos tres tipos de actividades, y que para el período 1994-1995, se reactiva la edición de los Boletines Técnicos de la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo, recogiendo en ellos los materiales producto de Talleres de Trabajo, Cursos de actualización de conocimientos y Giras Técnicas organizadas por las Comisiones de Trabajo y/o la Junta Directiva de esa Sociedad.

Complace, pues presentar en este Boletín 46, las Ponencias expuestas y discutidas durante el Taller sobre: "Prácticas de Labranza en los Sistemas de Producción con Maíz en los Llanos Occidentales" realizado en Araure del 26 al 30 de Septiembre de 1994, bajo el patrocinio de la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo; el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Centro de Investigaciones Agropecuarias del Edo. Portuguesa y la Asociación de Productores Rurales del Edo. Portuguesa (ASOPORTUGUESA).

JULIA G. de BRITO

CONTENIDO

	Página
PROGRAMA	1
RESUMEN	5
INTRODUCCION	5
OBJETIVOS	5
PARTICIPANTES. PROCEDENCIA	6
ORGANIZACION DEL TALLER	7
CONFERENCIA Y TRABAJOS PRESENTADOS:	
LOS SUELOS DE LOS LLANOS OCCIDENTALES PARA SISTEMAS DE PRODUCCION CON MAIZ. ELIO CHACON	8
LOS FACTORES CLIMATICOS Y LA PREPARACION DE TIERRAS EN LA REGION DE LOS LLANOS OCCIDENTALES. PEDRO J. RODRIGUEZ	15
LA LABRANZA DEL SUELO Y SUS CARACTERISTICAS FISICAS. FELIPE MARCANO L.	22
LABRANZA, PROPIEDADES FISICAS Y PRODUCCION DE MAIZ EN LOS LLANOS OCCIDENTALES. ILDEFONSO PLA SENTIS	32
INTERACCION PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO - SISTEMAS DE LABRANZA. CARMEN RIVERO T.	43
ESTUDIO DE SISTEMAS AGRICOLAS ALTERNATIVOS PARA EL DESARROLLO DE UNA AGRICULTURA PRODUCTIVA Y DURADERA EN EL ESTADO GUARICO. GERMAN A. PEREZ GREINER	57
RED LATINOAMERICANA DE LABRANZA CONSERVACIONISTA. ACCIONES Y PERSPECTIVAS. FRANCISCO A. OVALLES	61
DIAGNOSTICO DE LIMITACIONES FISICAS DE SUELOS BAJO CULTIVO DE MAIZ EN LOS LLANOS OCCIDENTALES. ZENAIDA LOZANO P.	65

PRODUCCION DE MAIZ Y EFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO EN UN ULTISOL DEL ESTADO GUARICO. CARLOS BRAVO	73
EVALUACION DE DIFERENTES METODOS DE LABRANZA EN EL SISTEMA DE PRODUCCION MAIZ - FRIJOL EN UN SUELO DE OSPINO EN LOS LLANOS OCCIDENTALES. SAMUEL R. CABRERA P.	90
EVALUACION DE UN ARADO DE CINCEL, COMBINADO CON RASTRA PESADA Y LA FERTILIZACION FRACCIONADA DE NITROGENO EN UN ALFISOL DE LA SERIE URIBEQUE, YARITAGUA, ESTADO YARACUY. ORLANDO MORA	93
ALGUNOS ASPECTOS SOBRE EL ESTUDIO DEL NITROGENO DEL SUELO Y SU RELACION CON LA NUTRICION DEL MAIZ. RODOLFO DELGADO	98
AVANCE DE LA SIEMBRA DIRECTA EN TUREN. PORTUGUESA. ANGEL CENTENO	99
RESPUESTA DE TRES CULTIVARES DE MAIZ (<i>Zea mays</i> L.) A CUATRO METODOS DE LABRANZA. THAIDA BERRIO	107
EL SISTEMA DE SIEMBRA SIN LABRANZA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU CONSERVACION Y DE LAS MALEZAS. JOSE R. MEJIA A.	116
ANALISIS DE LA INFORMACION TECNOLOGICA DISPONIBLE. JULIA GILABERT DE BRITO	129
PREMISAS FUNDAMENTALES PARA EL USO AGRICOLA SOSTENIBLE. ANTONIO J. SANCHEZ	130
CONCLUSIONES	135
RECOMENDACIONES	136
AGRADECIMIENTOS	137
ANEXOS	
ANEXO 1. LISTA DE PARTICIPANTES	138
ANEXO 2. EMPRESAS Y ORGANISMOS PATROCINANTES DEL TALLER.	142

INTERACCION PROPIEDADES QUIMICA DEL SUELO SISTEMAS DE LABRANZA

CARMEN RIVERO T.
INSTITUTO DE EDAFOLOGIA FACULTAD DE AGRONOMIA, UCV

RESUMEN

El cultivo intensivo y la producción en monocultivo, usando grandes cantidades de fertilizantes químicos ha provocado la declinación de la productividad de los suelos y la contaminación de éstos y de las aguas lo que ha llevado a la promoción de sistemas que permitan mantener el equilibrio ecológico en los agroecosistemas manteniendo el nivel de productividad que se requiere para satisfacer las necesidades de alimento para la humanidad. En este marco de ideas se ha propuesto la aplicación de sistemas de labranza conservacionista (donde se contempla el uso de labranza reducida y no labranza como alternativa a la labranza convencional), rotación de cultivos y uso de residuos orgánicos. La puesta en marcha de estas prácticas tiene un efecto importante sobre las distintas propiedades del suelo: físicas, químicas y biológicas. En el caso de las propiedades químicas se ha encontrado que estas prácticas son capaces de incrementar el nivel de materia orgánica del suelo, debido a que permiten la permanencia sobre el terreno de mayores cantidades de residuos, además de no producirse la inversión del suelo que expone la materia orgánica a mayores posibilidades de oxidación y mineralización.

De los incrementos de materia orgánica del suelo se derivan una serie de beneficios como consecuencia del efecto positivo de la materia orgánica sobre características tales como: capacidad de intercambio catiónico, capacidad amortiguadora y disponibilidad de nutrimentos, especialmente nitrógeno, fósforo y azufre.

En Venezuela, no disponemos aún de suficiente información acerca de los efectos de la ejecución de estas prácticas sobre los suelos para las condiciones edafoclimáticas imperantes en el país, en virtud de lo cual se impone un foro que permita discutir y fijar posición, por una parte en relación al rumbo que deberá tomar este aspecto de la investigación agrícola y por la otra estandarizar el conjunto de parámetros a evaluar a fin de que sea posible la comparación y extrapolación de la información generada.

INTRODUCCION

El proceso agrícola implica el establecimiento de agroecosistemas cuya productividad viene dada por la conjunción de factores tales como propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que definirán su fertilidad natural, ciclaje de nutrimentos, uso de fertilizantes químicos, clima y manejo.

Ahora bien, en los últimos años se ha generado un enfoque al que gobernó en la época de la llamada "revolución verde" donde se contemplaba básicamente el cultivo intensivo y la producción en monocultivo de cultivos, maíz por ejemplo, usando grandes cantidades de fertilizantes químicos y plaguicidas, que han provocado la contaminación de suelos y aguas. El cambio de enfoque ha implicado que organizaciones como la Comunidad Económica Europea hayan fijado límites muy rígidos: 50 mg/l de NO_3 , 0,1 ug/l de cualquier insecticida o herbicida y un total de 0,5 ug/l de dichos compuestos en agua potable (ADDISCOT Y DEXTER, 1994) lo cual ha llevado a la puesta en marcha de una serie de esquemas cuya conjunción es lo que se conoce como "Agricultura Sustentable" término que según BOHLOOL et al., 1992 es el manejo eficiente de recursos para satisfacer la cambiante humana mientras se mantiene o se mejora la calidad del ambiente y se conservan dichos recursos. La aplicación de este concepto implica prácticas de manejo que permitan la satisfacción de cada uno de los extremos planteados en el mismo.

Dentro de estas prácticas se incluyen una racionalización de la labranza a la cual es sometido el suelo, uso de rotación de cultivos y el uso de residuos orgánicos provenientes del mismo proceso de producción vegetal, de las explotaciones pecuarias y de la actividad humana tanto cotidiana como industrial y por supuesto la disminución o eliminación del uso de plaguicidas, aspecto éste que no será abordado en el marco de esta disertación.

En zonas tropicales muchas de las áreas incorporadas en los últimos años al proceso agrícola son de características marginales lo que obliga aún más a pensar en los agroecosistemas sustentables.

En el caso del manejo de los sistemas de labranza se ha hecho mucho énfasis en el uso de la llamada labranza conservacionista, la cual según la Sociedad Americana de Conservación de Suelos (1982) corresponde a "cualquier sistema que reduzca las pérdidas de suelo y agua en relación a la labranza convencional, a menudo bajo un esquema de no labranza que retorne cantidades suficientes de residuos como "mulch" en superficie.

En virtud de la diversidad de combinaciones posibles en el uso de labranza que pudieran presentarse, es conveniente fijar ciertos extremos para lo cual podría resultar muy apropiado el uso del esquema de clasificación planteado por CHRISTENSEN Y MAGLEBY, 1983:

1.- **Labranza Convencional:** Donde el 100 % de la capa más superficial del suelo es mezclado o invertido por el uso de un implemento agrícola como por ejemplo rejas y discos.

2.- **Labranza Mínima:** Es una labranza limitada pero donde, sin embargo, toda la superficie del terreno es trabajada usando un implemento.

3.- **No Labranza:** Es el caso donde solo es trabajada la zona que alojará la semilla, usualmente solo el 25 % del suelo es trabajado, porcentaje que es aún menor cuando se usa la llamada "siembra directa".

Es evidente, sin embargo, que el uso de uno u otro sistema de labranza debe adecuarse a las condiciones particulares sobre las cuales se aplicará y en todo caso se debe llegar a un compromiso que involucre un balance entre los beneficios y los riesgos derivados de su aplicación, tomando en cuenta que actualmente existe la posibilidad de uso de maquinaria modificada con riesgos mínimos de compactación del suelo.

Ahora bien, la puesta en práctica de un determinado tipo de labranza implica una serie de modificaciones en las distintas características del suelo que resulta necesario evaluar y por ello es que ha sido mucho el tiempo de investigación dedicado a estos aspectos, especialmente en zonas de clima templado, Venezuela no ha escapado a la necesidad de dar respuestas a las interrogantes generadas, pero los esfuerzos se han concentrado en una gran proporción a evaluar los efectos sobre propiedades físicas del suelo, desaprovechándose, en muchos casos, la posibilidad de emprender evaluaciones exhaustivas de los ensayos que se ejecutan. Claro está que para emprender dichas evaluaciones resulta conveniente conocer lo que se ha venido produciendo, aún en condiciones edafoclimáticas diferentes a las nuestras, a fin de tener un punto de partida cuyo basamento sea el conocimiento de los efectos del uso de unos u otros sistemas de labranza sobre las distintas propiedades del suelo.

A continuación se iniciará una revisión acerca del efecto del uso de un determinado tipo de labranza, rotación de cultivos y residuos sobre la modificación de las características químicas más resaltantes del suelo.

I. EFECTO DEL USO DE DISTINTOS TIPOS DE LABRANZA

1.- ACUMULACION DE MATERIA ORGANICA

El uso de labranza convencional ha provocado hasta ahora un violento descenso de los contenidos de materia orgánica (MO) de aquellos suelos sometidos a la misma, por cuanto favorecen su rápida oxidación (DORAN, J.W., 1980; DALAL et al., 1986; HAKANSSON, 1994), por el contrario cuando se aplica labranza conservacionista y especialmente cero labranza se produce mayores niveles de residuos que al quedar en la superficie son degradados lentamente y se obtiene un incremento en la MO del suelo que usualmente se restringe a los primeros 0 A 10 centímetros del perfil (COMIA et al., 1994).

GALLAHER Y FERRER (1937) trabajando con un suelo alfisol señalan que después de 6 años se produjo un incremento de 30 % en la MO, del suelo bajo no labranza en relación al sometido a

labranza convencional. Resultados similares señalan SIDIRAS Y PAVAN (1985), en un oxisol brasilero, además de UNGER (1991), ANGER (1993), RIVAS (1993) Y LEON (1993), estos últimos autores trabajando con suelos venezolanos. Este efecto positivo de los sistemas de labranza conservacionistas sobre la MO resulta de gran importancia debido a la influencia que tiene esta fracción del suelo sobre algunas características químicas del mismo.

1.1. EFECTO SOBRE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC).

La MO del suelo tiene una CIC bastante elevada, asignándosele valores entre 300 - 400 cMoles/Kg de material orgánico aislado, lo cual supera ampliamente los valores señalados para las arcillas, inclusive las del tipo 2:1; de 20 a un 70 % de la CIC de muchos suelos es derivada de los coloides orgánicos del mismo STEVENSON (1982).

KAMPRAT y WELCH (1962), encontraron una relación directa entre el contenido de MO del suelo y su CIC, explicada mediante la siguiente recta de regresión lineal:

$$CIC = 2,86 \% Corg - 1,92 \quad r = 0,89.$$

En este mismo sentido, ORTEGA (1982), obtiene, para suelos, cubanos ricos en sesquióxidos que entre un 56 y 91 % de la CIC se atribuye al humus (CUADRO 1), lo cual demuestra la importancia de la fracción húmica del suelo sobre su CIC.

CUADRO 1: IMPORTANCIA DEL HUMUS EN LA CIC (% DE LA CIC TOTAL) EN SUELOS SESQUIOXIDICOS CUBANOS

SUELO	% debido al Humus	% debido a la arc.
Ferrítico de Camagüey	91	9
Ferralítico cuarcítico de Isla de Pino	76	24
Ferralítico Rojo de Ciego de Avila	56	44

FUENTE: Ortega Sastriques, Fernando, 1982.

1.2. EFECTO SOBRE LA CAPACIDAD AMORTIGUADORA DEL SUELO

La capacidad amortiguadora de un suelo, hace referencia a la resistencia que éste opone a sufrir variaciones importantes de pH, y ese poder amortiguador es medido en función de la cantidad de base necesaria para elevar en 0,25 unidades el pH del suelo, ahora bien, esta capacidad depende básicamente de dos de los componentes del suelo: las arcillas y las sustancias húmicas.

El humus del suelo exhibe una alta capacidad amortiguadora para un amplio rango de pH, capacidad ésta que está ligada al carácter ácido débil de la MO, con una alta acidez total. En tal sentido STEVENSON (1982), le asigna de 300 a 1400 cMoles/Kg. de sustancia húmica, correspondiendo para los ácidos fúlvicos, de 640 a 1420 cMoles/Kg, y para los ácidos húmicos, de 560 a 770 cMoles/Kg.

1.3. EFECTO SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIMENTOS

La forma como la presencia de MO afecta la disponibilidad de nutrimentos, para las plantas, puede ser abordada desde diferentes puntos de vista, quizá el más evidente, es aquel en el que la MO del suelo es fuente directa de N,P y S como consecuencia de los procesos de mineralización, además de suplir muchos otros elementos en proporciones menores.

1.3.1. EFECTOS DIRECTOS

NITROGENO: Se ha determinado que el nitrógeno existente en los suelos, se encuentra en un 90 % o más en formas orgánicas, de las cuales las principales son los aminoácidos y los aminoazúcares. La posibilidad de que este elemento se haga disponible para las plantas, al ser incorporado vía residuos de cultivos, dependerá del balance de los procesos de mineralización e inmovilización. Son varios los factores que determinan la predominancia de la mineralización o inmovilización del nitrógeno; SCHULZY y KLIMANEK (1988), concluyen de sus experimentos, realizados usando materiales marcados con ^{15}N , que la dirección del proceso está gobernada por la relación C/N de la MO nativa del suelo y la del material incorporado.

FOSFORO: el fósforo orgánico (Porg) en el suelo, constituye entre el 15 y el 80 % de este elemento y es un reservorio del mismo para las plantas. STEVENSON (1982), señala que al ser incorporados residuos de cultivos a los suelos pueden producirse dos fenómenos: la inmovilización o la mineralización e indica que el que predomine uno u otro depende de la relación C/Porg. Si esta relación es igual o mayor de 300, se producirá una inmovilización neta, en tanto que si es de 200 o menor ocurrirá una mineralización neta.

AZUFRE: La materia orgánica del suelo constituye, una innegable fuente de azufre, y su disponibilidad para las plantas es debida, en forma exclusiva, a la actividad de los microorganismos del suelo, por lo tanto la suplencia del mismo, vía incorporación de residuos, resulta importante de evaluar.

1.3.2. EFECTOS INDIRECTOS

La MO puede fijar muchos elementos evitando las pérdidas por lixiviación a través del perfil del suelo y los cede a las plantas en el momento que fuere necesario. La presencia de MO

constituye además una fuente de energía muy importante dentro del ecosistema suelo para la realización de procesos que mejoran la disponibilidad de nutrimentos en el mismo, tal es el caso de la fijación de N₂.

Un caso muy particular lo constituye el fósforo, por cuanto, se puede mejorar su disponibilidad como consecuencia del efecto de la materia orgánica nativa debido a que las sustancias húmicas son capaces de recubrir los óxidos de hierro y aluminio, los cuales, como se sabe, son responsables, en gran medida, de la fijación del fósforo.

2.- EFECTO SOBRE LA ACIDEZ DEL SUELO

Mantener un suelo bajo no labranza durante largos períodos de tiempo, podrá eventualmente provocar un descenso en el pH del mismo, especialmente si se usan fuentes amoniacales de nitrógeno, sobre todo en las capas superficiales del perfil, ahora bien esto ha sido observado básicamente para alfisoles, en oxisoles el efecto es contrario y se ha atribuido a la complejación del aluminio por compuestos orgánicos y a la formación de compuestos de baja solubilidad (DICK et. al. 1986 a y b).

3.- EFECTO SOBRE EL CONTENIDO DE NUTRIMENTOS

Cuando se adaptan sistemas de labranza conservacionista y especialmente cero labranza, se provoca un incremento del nivel de algunos nutrimentos ubicado básicamente hacia los primeros centímetros del suelo, especialmente N, P, Ca, Mg, y K. Algunos investigadores como SANCHEZ Y MILLER (1986), mencionan que ello puede resultar conveniente en el caso del P, por cuanto podría disminuir la capacidad de fijación del fertilizante fosfatado a añadir, ya que se estará reduciendo el contacto entre este y el suelo.

SIDIRAS Y PAVAN (1985) señalan incrementos en los contenidos de N-Total y P en un oxisol brasileiro sometido a labranza conservacionista, resultados similares son indicados por HAYNES Y KNIGHT (1989), quienes indican una concentración del P-orgánico en los primeros 5 cm del perfil, cuando se utiliza el sistema de cero labranza.

Respecto al nitrógeno, CAMPBELL et al. (1991) y CAPRIEL et al. (1992), señalan una pérdida sustancial de N del suelo sometido a cultivo convencional, lo cual no sucede bajo labranza conservacionista. Al respecto, DRURY et al. (1993), utilizaron labranza cero, labranza reducida y labranza convencional en un ensayo para evaluar la pérdida de NO₃; del suelo con el agua de escorrentía superficial y de drenaje durante tres años sembrados con maíz (Zea mays L.) y poa de Kentuchy (Poa pratensis L.). Para el tercer año las pérdidas de NO₃; por escorrentía fueron menores en los tratamientos de labranza cero y labranza reducida, además de obtenerse los mayores rendimientos y las mayores concentraciones de nitrógeno en el grano.

VARCO et al. (1993), indican que los residuos que permanecen sobre la superficie del suelo en un sistema de no labranza son degradados más lentamente que bajo labranza convencional, por lo que a 120 días de ensayos se obtuvieron los mayores niveles de N para el sistema de no labranza concentrado en los primeros 10 cm del perfil, resultados similares consigue **UNGER (1991)**, es decir incrementos en el nitrógeno total y en el $N-NO_3$. Por otro lado, tomando en cuenta que la velocidad en la cual se degrada el residuo es muy importante en el ciclaje de nutrimentos **WILSON Y HARGROVE (1986)**, midieron el N, el P y el Corg remanente en el residuo aportado al suelo bajo dos sistemas de labranza: convencional y no labranza y observaron que el remanente siempre era menor en los lotes sometidos a labranza convencional, resultados similares consiguieron **BUCHANAN Y KING (1993)**, obteniendo que el resultado era independiente del tipo de residuo utilizado.

En el caso del nitrógeno bajo sistemas de no labranza se ha detectado que cuando el residuo es dejado en superficie se pueden producir pérdidas importantes de este elemento. Al respecto **COSTA et al. (1990)** indican que luego de 178 días hubo un 45 % del nitrógeno aplicado en el residuo que no fue encontrado ni en el residuo no descompuesto ni como N-mineral, atribuyendo esta pérdida a volatilización de N-amoniacal.

Sin embargo, **SCHULTEN et al. (1990)**, indican que el mantenimiento del N bajo sistemas de labranza conservacionista está más ligado a mecanismos de protección física que a cambios en la recalcitrancia de las estructuras químicas presentes en el suelo.

II.- EFECTO DEL USO DE ROTACION DE CULTIVOS:

Uno de los aspectos más importantes a considerar en un esquema de rotación lo constituye el vinculado al hecho de existir plantas como las leguminosas capaces, gracias al proceso de fijación biológica de nitrógeno, de proporcionar este elemento a cultivos sucesivos, además de actuar como excelentes cultivos de cobertura. En tal sentido las leguminosas de grano son muy importantes en un agroecosistema sostenible de bajos insumos aún cuando los aportes de nitrógeno sean pequeños.

La sostenibilidad del N de leguminosas de grano en escala de campo depende de la del nitrógeno del suelo usado y del total del N del cultivo retornado al suelo en los residuos, claro está, que para optimizar la conservación del N-fijado por las leguminosas de grano estas no deben ser removidas cuando se cosecha el grano y se deben utilizar métodos de manejo que reduzcan las pérdidas por lavado y denitrificación durante y después del cultivo de las mismas.

DALAL et al. (1994), indican que en un vertisol con apenas 0,7 % de MO se probaron tratamientos con rotación de cultivos

usando cereales y leguminosas, tratamientos de no labranza y de labranza convencional y encontraron que para el Corg hubo un incremento lineal en las rotaciones cereales-leguminosas, incrementado en cerca de 650 Kg. C/ha/año, además no se obtuvo efecto importante de la no labranza sobre ninguna de estas variables. Aunque las prácticas renovadoras de fertilidad (rotación con leguminosas y no labranza) incrementaron significativamente la biomasa microbiana y el N-mineralizable, es evidente, sin embargo la necesidad de optimizar dichas prácticas en función del agua disponible.

III.- USO DE RESIDUOS ORGANICOS

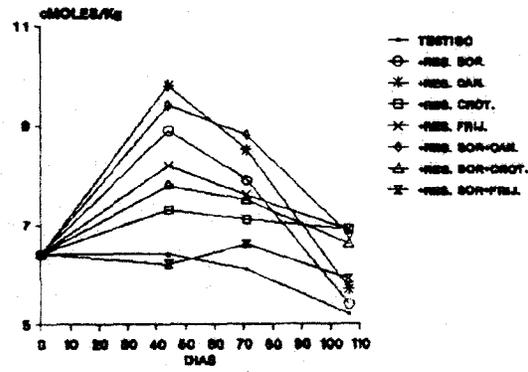
En relación al efecto de la incorporación de residuos sobre la CIC del suelo, se han obtenido resultados probatorios de su efecto positivo. En tal sentido SHAW Y ROBINSON (1960), encontraron que la incorporación de residuos de soya provocaba un incremento de 0,8 cmol/Kg, el cual se corresponde con un incremento de 0,4 % del contenido de MO. Por otra parte, SIVAPALAN (1981), encontró que aplicando residuos orgánicos con alto contenido de polifenoles se provocaba un incremento de la CIC del humus del suelo, y en consecuencia de su CIC total, y en la misma línea de investigación, VITTI et al. (1984), encontraron que el uso de abono verde, a un suelo arenoso, producía un aumento significativo de la CIC del mismo. RIVERO (1993), encontró efectos significativos de la incorporación de residuos vegetales sobre la CIC de tres suelos venezolanos, aún cuando dicho efecto presentó un carácter temporal, FIGURA 1 (a, b y c).

Ahora bien, en lo que a suministro de nitrógeno, por parte de residuos incorporados al suelo, se refiere se han llevado a cabo muchas investigaciones, entre las cuales se pueden destacar los trabajos de SHAW y ROBINSON (1960), quienes señalan un incremento entre 40 y 60 % del nitrógeno del suelo como consecuencia de la incorporación de soya.

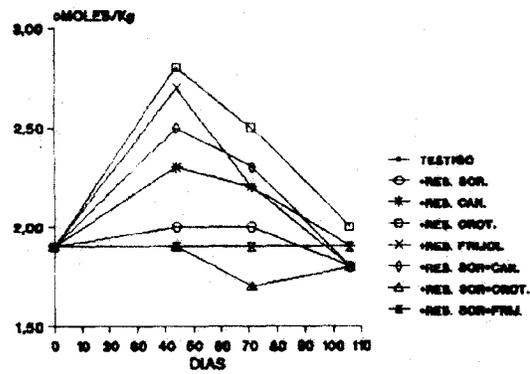
Por su parte, KANG et al. (1981), lograron incrementar significativamente los rendimientos de maíz, incorporando al suelo Leucaena leucocephala, como fuente de nitrógeno, dos semanas antes de la siembra del cultivo, obteniendo rendimientos sobre los 3.000 Kg/ha con aplicaciones de 10 Mg/ha de leucaena.

WADE y SANCHEZ (1983), trabajando con un suelo Ultisol, al cual le fueron incorporados residuos de kudzú y pasto guinea lograron incrementar de manera importante el N disponible para el cultivo, como consecuencia del proceso de degradación de los residuos. AZAM et al. (1985), encontraron que el maíz fue capaz de aprovechar un 20 % del nitrógeno aplicado como residuos de Sesbania aculeata, marcada con ¹⁵N.

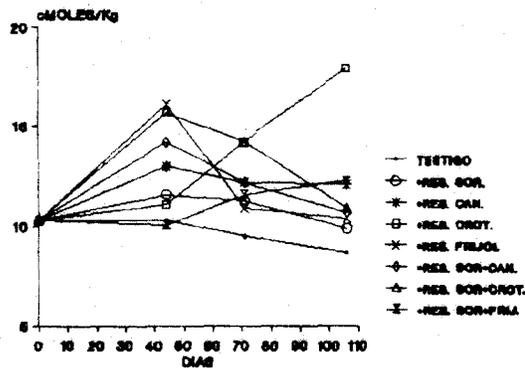
Trabajando en este sentido, algunos autores han tratado de establecer la rapidez con la cual el residuo incorporado al suelo pasa a ser disponible. CABRERA y KISSEL (1980), estudiando las



a: SUELO YARITAGUA



b: SUELO VALLE DE LA PASCUA



c: SUELO TUREN

FIGURA 1: EFECTO DE LA INCORPORACION DE RESIDUOS SOBRE LA CIC DEL SUELO

tasas de mineralización para distintos suelos indican valores de 107 Kg/ha en 104 días y de 75 Kg/ha en 84 días para un suelo Mollisol y un Argiudoll, respectivamente. Ahora bien, en evaluaciones similares, donde el material orgánico mineralizado provenía de malezas presentes en el suelo, **PARMELEE, et al. (1989)**, estimaron que un 35 % de las malezas fueron mineralizadas en 5 meses, produciendo alrededor de 38 Kg de N/ha. **COSTA et al. (1990)**, evaluaron el efecto que sobre la acumulación de N-mineral en un Typic Haplustox producía la incorporación de hojas de Mucuna aterrima y encontraron que, después de 178 días, la incorporación produjo un incremento de 60 % de N-inorgánico del suelo, en relación al control, **RIVERO (1993)** indica incrementos en el N-Total y en el rendimiento del cultivo de maíz como consecuencia del uso de residuos de origen vegetal (gramíneas y leguminosas).

En el caso del P, **WADE Y SANCHEZ (1983)**, lograron un incremento del P disponible, y una mayor disponibilidad a largo plazo de este elemento, como consecuencia de la incorporación de residuos de origen vegetal. Por otra parte, durante el proceso de degradación de residuos orgánicos incorporados al suelo se producen ácidos orgánicos que son capaces de solubilizar compuestos de baja solubilidad, tales como los fosfatos de Ca, Mg, Fe y Al. **RIVERO (1993)**, señala este mecanismo como muy importante para explicar el incremento del P disponible en un suelo inceptisol (Turén).

Para el potasio existen evidencias del aporte del mismo por parte de residuos orgánicos; **SHAW y ROBINSON (1960)**, indican incrementos de 30 y 19 % en el potasio del suelo como consecuencia de la incorporación de soya y paja de trigo respectivamente, **WADE y SANCHEZ (1983)**, señalan que los efectos de la aplicación de kudzú y pasto guinea no fueron de gran significación, sin embargo, los autores concluyen que la incorporación de kudzú permite, no solo, incrementar la suplencia de nutrimentos, sino además suministrar mejores condiciones para el crecimiento y actividad radical del cultivo. **RIVERO (1993)** indica que el potasio contenido en los residuos orgánicos es cedido rápidamente al cultivo y que la magnitud del efecto depende del residuo usado.

En el caso del calcio y magnesio: la incorporación de residuos es capaz, también, de provocar incrementos de estos elementos en los suelos; **SHAW y ROBINSON (1960)**, obtuvieron incrementos de un 30 % para el calcio y un 45 % para el magnesio, luego de tres años de incorporación de residuos de soya al suelo, de igual manera **WADE y SANCHEZ (1983)**, mediante la incorporación de kudzú y pasto guinea lograron incrementar el Ca y el Mg intercambiables, y disminuir el Al intercambiable, así como la saturación con Al.

En relación al azufre, **SHAW y ROBINSON (1960)**, encontraron incrementos de 30 y 60 % de este elemento en el suelo luego de

tres años de incorporación de residuos de soya y paja de trigo respectivamente.

Ahora bien, resulta muy importante que además de conocer los efectos sobre las distintas características del suelo, se discuta acerca de cuales serían los parámetros químicos a evaluar cuando se pretende obtener información acerca del efecto de las prácticas de manejo bosquejadas acá, en tal sentido creemos que es indispensable llevar registros de:

1. Variaciones de contenido de Carbono Orgánico y su distribución en el perfil del suelo.
- 2.- Evaluar la variación de la MO lábil del suelo
- 3.- Variaciones del contenido de N-mineral del suelo
- 4.- Variaciones del P-disponible
- 5.- Evaluación de la calidad de la MO del suelo.

Este último aspecto es de importancia por cuanto se han detectado cambios en la materia orgánica del suelo como consecuencia de ser sometido a cultivo (PRESTON et al., 1994) y pudiera resultar de una alta complejidad, dependiendo del nivel de precisión que se desee lograr en el conocimiento de las distintas estructuras químicas, sin embargo, existen sistemas sencillos como el planteado por KUMADA (1987) que permiten obtener información sobre características de los componentes orgánicos estables del suelo, tal como la señalada por RIVERO (1993).

Por supuesto que el marco planteado apunta a la necesidad de conformar grupos interdisciplinarios donde los ensayos sean aprovechados integralmente, evaluando en forma simultánea los efectos sobre propiedades químicas, físicas y biológicas.

BIBLIOGRAFIA

- ADDISCOTT, T. M. and A.R. DEXTER. 1994. Tillage and crop residue management effects on losses of chemicals from soil. *Soil Tillage Res.* 30:125-168.
- AZAM, F., K.A. MALIK and M.I. SAJJAD. 1985. Transformation in soil and availability to plant of ^{15}N applied as inorganic fertilizer and legume residues. *Plan and Soil* 86:3-13.
- BOHLOOL, B. B., J. K. HADHA, D.L. GARRITY and T. GEORGE. 1992. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. *Plant and Soil.* 141:1-11.

- CABRERA, M. L. and D. E. KISSEL. 1988. Potentially mineralizable nitrogen in disturbed and undisturbed soil samples. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1010-1015.
- CAMPBELL, C. A., K.E. BOWREN, M. SCHNITZER, R.P. ZENTNER and L. TOWNLEY-SMITH. 1991. Effects of crop rotations and fertilization on soil organic matter and some biochemical properties of a thick black chernozem. *Can. J. Soil Sci.* 71:377-387.
- CAPRIEL, P., P. HARTER and D. STEPHENSON. 1992. Influence of management on the organic matter of a mineral soil. *Soil Sci.* 153:122-128
- CHRISTENSEN, L. A. and R. S. MAGLEBY. 1983. conservation tillage use. *J. Soil. Water Conserv.* 38:156-157.
- COIMA, R. A., M. STENBERG, P. NELSON, T. RYDBERG and I. HAKANSSON. 1994. Soil and crop responses to different tillage systems. *soil tillage Res.* 29:105-110.
- COSTA, F., D. BOULDIN AND A. SUHET. 1990. Evaluation of N recovery from mucuna placed on the surface or incorporation in a Brazilian oxisol. *Plant and Soil* 124:91-96.
- DALAL, R. C. and R. J. MAYER. 1986. Long-term trends in fertility of soil under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. *Aust J. Soil Res.* 24:281-292.
- DALAL R. C. W. STRANG, E.J. WESTON, M.J. CAHILL, J.E. COOPER, K.I. LEHANE, A.J. KING and GAFFNEY. 1994. Evaluation of forage and grain legumes, no till and fertilizers to restore fertility degraded soil 15th World Congress of Soil Sci. Proceeding volumen 5a. Mexico. p:62-74.
- DICK, W.A., D.M. VAN DOREN, Jr., G.B. TRIPLETT, Jr., and J.E. HENRY. 1986a. Influence of long-term tillage and rotations combinations on crop yield and selected soil parameters. I. Results obtained for Mollic Ochraqualf soil Research Bulletin 1181. The Ohio State University.
-
- 1986b. Influence of long-term tillage and rotations combinations on crop yield and selected soil parameters. I. Results obtained for a typic Fragiudalf soil Research Bulletin 1181. The Ohio State University.
- GALLAHER, R. N. and M. B. FERRER. 1987. Effect of no tillage vs conventional tillage on soil organic matter and nitrogen contents. *Commun in Soil Sci. Plant Anal.* 189(9):1061-1076.

- HAKANSSON, I. 1984. Soil tillage for crop production and for protection of soil and environmental quality: a Scandinavian viewpoint. *Soil Tillage Res.* 30:109-124.
- HAVLIN, J. L. D. KISSEL, L. MADDUX, M. CLAASSEN and J. LONG. 1990. Crop rotation and tillage effects on Soil organic carbon and nitrogen. *soil Sci. Soc. Am. J.* 54:448-452.
- HAYNES, R. J. and KNIGHT. 1989. Comparison of soil chemical properties enzyme activities, levels of biomass N and aggregate stability in the soil profile under conventional and no tillage in Canterbury, New Zealand. *Soil Tillage Res.* 14:197-208.
- KAMPFRAT, E. J. and C. D. WELCH 1962. Retention and cation-exchange properties of organic matter in coastal plain soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26:263-265.
- KANG, B., L. SIPKENS, G. WILSON and D. NANGJU. 1981. Lucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) prunigs as nitrogen source for maize (*Zea mays* L). *Fertilizer Research* 2:279-287.
- LEON, L. M. 1993. Efecto de sistema de labranza conservacionista con uso de leguminosas en un Alfisol de la zona maicera de Yaracuy. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía. U.C.V. 147 p.
- ORTEGA S., F. 1982. La materia orgánica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba Instituto de Suelo. Editorial Academia. 129 p.
- PRESTON, C. M., R. H. NEWMAN and P. ROTHER. 1994. Using ¹³C CPAS NMR to assess effects of cultivation on the organic matter of pasture size fractions in a grassland soil. *Soil Sci.* 157:26-34.
- PARMELEE, R. W., M. H. BEARE and J. M. BLAIR. 1989. Decomposition and nitrogen dynamics of surface weed residues in no-tillage agroecosystems under drought conditions: influence of resource quality on the decomposer community. *Soil Biol. Biochem.* 21:97-103.
- RIVAS, J. E. 1993. Efecto de la labranza y prácticas agronómicas asociadas sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento de maíz (*Zea mays* L) en los llanos altos del Estado Monagas. Tesis de Maestría. Facultad de agronomía U.C.V. 109 p
- RIVERO, C. 1993. Evaluación de la materia orgánica nativa e incorporada en tres suelos de importancia agrícola en Venezuela. Tesis Doctoral. U.C.V. Facultad de Agronomía 200 p.

- SANCHEZ, P. A. and R. H. MILLER. 1986. Organic matter and soil fertility management in acid soil of the tropics. Transactions 13th Congress of International Society of Soil Science. (Hamburg) 6:609-625.
- SCHULTEN, H. R., R. HEMPFLING, K. HAIDER, F. GROBLINGHOFF, H. D. LUDEMANN and R. FRUND. 1990. Characterization of cultivation effects on soil organic matter, Z. Pflanzenernahr. Bondek. 153:97-105.
- SCHULZ., E. and E. KLIMANEK. 1988. Transformation of organic nitrogen during decomposition of primary organic matter (POM) in soil using ^{15}N -tracer technique in incubation experiment and first results on C/N-transformation during decomposition of POM. Z. Mikrobiol. 143:435-439.
- SHAW, W. M. AND B. ROBINSON. 1960. Organic matter decomposition and plant nutrient release from incorporation soybean hay and wheat straw in a Holston sandy loam in outdoor lysimeters. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24:54-57.
- SIDIRAS, N. and M. A. PAVAN. 1985. Influencia do sistema de manejo do solo no seu nivel de fertilidade. R. Bras. Ci. Solo 9:249-254.
- SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA. 1982. Resource conservation glossary. SCSA. Ankeny, I. A.
- STEVENSON, F. J. 1982. Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions. John Wiley and Sons. New York. 443 p.
- VITTI, G., M. FERREIRA, D. PERECIN & P. SANETTI. 1979. Influencia de cinco leguminosas, como adubacao verde, na fertilidade de um latossol vermelho-amarelo-fase arenosa (LVa) Cientifica. 7:341-435.
- WADE M. K. AND P. A. SANCHEZ. 1983. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the Amazon basin. Agron. J. 75:39-45.
- WILSON D. O. and W.L. HARGROVE. 1986. Release of nitrogen from Crimson clover residue under two tillage systems. Soil Sci. Soc. Am. Proceedings. 50(5):1251-1255.