

# **El vetiver como componente del manejo sostenible de los suelos en ecosistemas frágiles de Cuba**

**Autores: Claro A. Alfonso, Eduardo A. Cabrera y Pedro Porras**



**Instituto de Suelos de Cuba**



Arrastres de sedimentos por el escurrimiento aguas abajo.



Labranza a favor de la pendiente



Desarrollo y formación de cárcavas



Manifestaciones de la erosión

De las diez especies de gramíneas ordinarias y perennes que se encuentran en las regiones tropicales pertenecientes a la familia Andropogoneae, la *Vetiveria zizanoides* ha demostrado ser ideal para la conservación del suelo y la humedad.

No tiene rizomas ni estolones y se propaga mediante divisiones radiculares o haces enraizados. La planta crece en grandes macollas a partir de una masa radicular muy ramificada y "esponjosa" y sus tallos erguidos alcanzan una altura de entre 0,5 y 1,5 metros.



La formación de las barreras vivas de vetiver tienen un carácter permanente debido a la posibilidad de esta planta de resistir la sequía y reverdecir periódicamente como un muro vivo de gran efecto antierosiva. Se le atribuyen otras bondades, como su carácter alelopático y ser una planta no invasora.



Labranza mínima en curvas de nivel siguiendo el trazado de las barreras vivas de vetiver establecidas



Creación y atención de un banco de semillas agámicas para la multiplicación del vetiver



Plantas de vetiver (cepas) listas para extraerles los hijuelos.



Establecimiento de barreras de vetiver en suelos Inceptisoles con pendientes de 12 % en la cuenca del Hanabanilla en el Escambray (provincia de Villaclara)



Vistas de áreas con barreras de vetiver ya establecidas en la cuenca del Río San Juan en La provincia de Pinar del Río.





Vista de un área de formación de terrazas creadas a partir de bordos de desagüe protegidos con vetiver en la cuenca del Río San Juan en la provincia de Pinar del Río



Vista general de las barreras vivas de vetiver implementadas en la subcuenca Consolación del Sur



Barreras vivas de vetiver en  
plantación de yuca



Barreras vivas de vetiver en  
sembrados de porotos



Barreras vivas de vetiver en sembrados de tabaco.



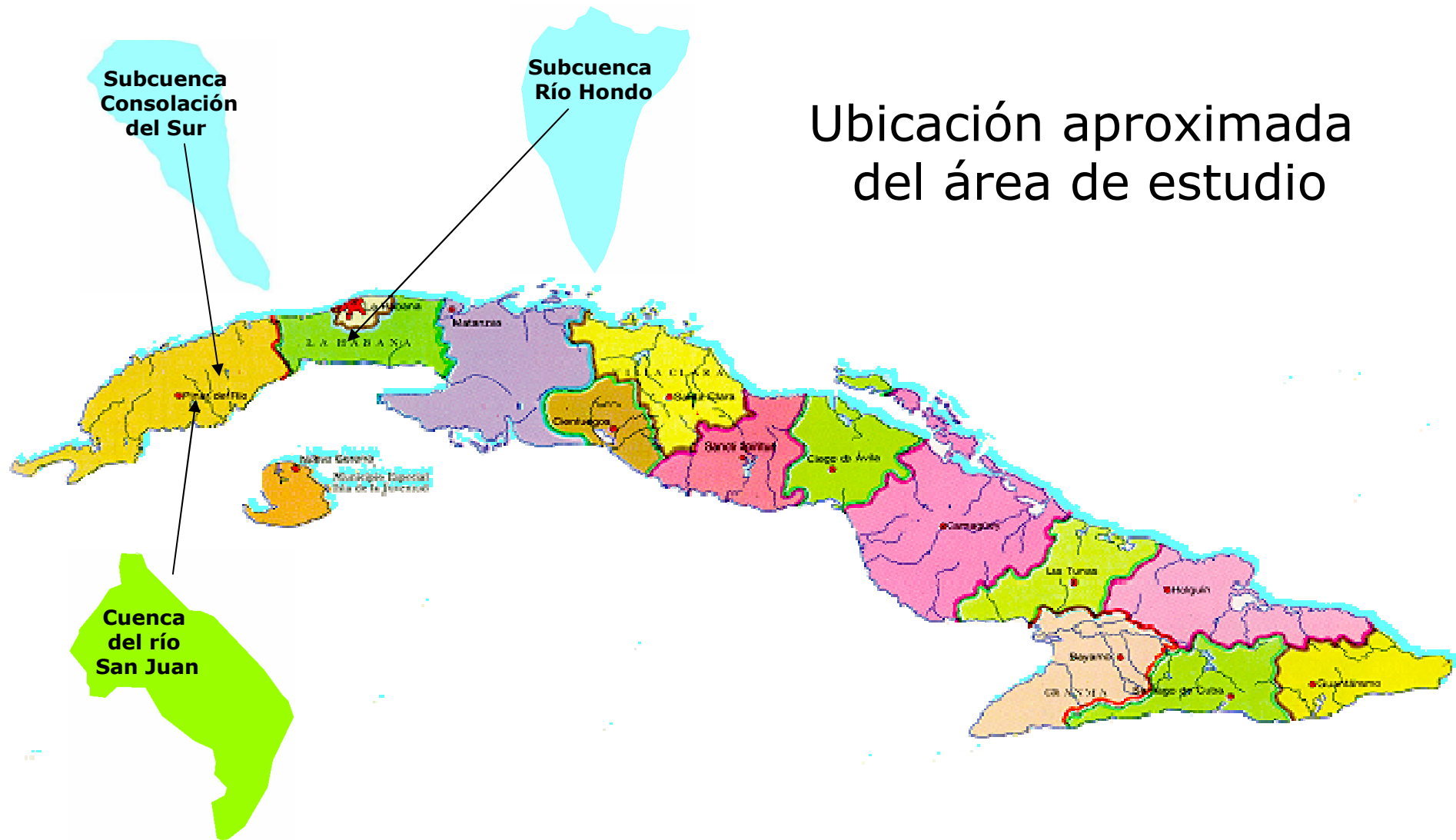
Barreras vivas de vetiver en sembrados de maíz





La capacitación de productores y técnicos para implementar las diferentes medidas de conservación.

# Estudios de casos



# Cuenca del Río San Juan

## Objetivos planteados en el proyecto:

- a) Incrementar el rendimiento y calidad de los cultivos alternantes y/o en rotación con el tabaco.
- b) Reducir en un 25% el uso de los fertilizantes y/o pesticidas de naturaleza química (agroquímicos) que tradicionalmente se aplican.
- c) Lograr la capacitación técnica de los productores en el uso de las nuevas tecnologías propuestas.

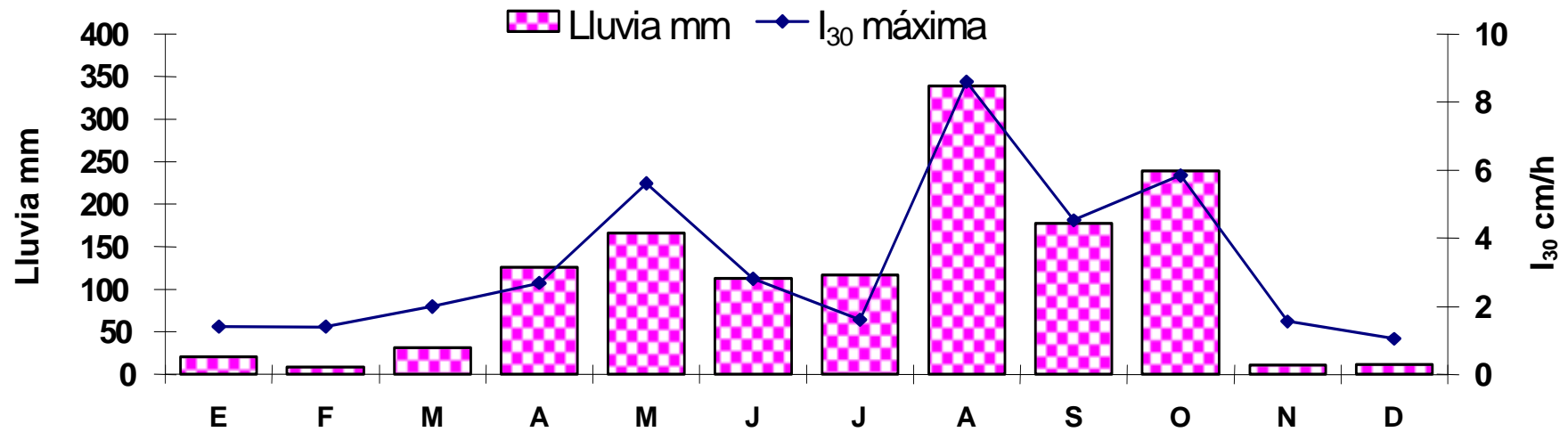
## Características del ensayo y medidas implementadas.

| <b>Finca</b>  | <b>Suelo</b> | <b>Practica establecida</b>   |
|---|--------------|---|
| CPA (Cooperativa de producción agropecuaria) Niceto Pérez   | Ultisol      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bordos de desagüe protegidos con barreras vivas de vetiver.</li> <li>-Aportes de materia orgánica.,</li> <li>-Corrección de cárcavas.</li> <li>-Labranza mínima en contornos.</li> <li>-Plantas de cobertura en primavera.</li> </ul> |
| CCS (Cooperativa de créditos y servicios) Rigoberto Fuentes | Ultisol      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Establecimiento de barreras vivas de vetiver.</li> <li>-Aportes de materia orgánica,</li> <li>-Corrección de cárcavas.</li> <li>-Labranza mínima en contornos.</li> <li>-Abonos verdes de cobertura en primavera.</li> </ul>          |
| Tecnología tradicional (10 años)                            | Ultisol      | Labranza convencional sin medidas antierosivas  |

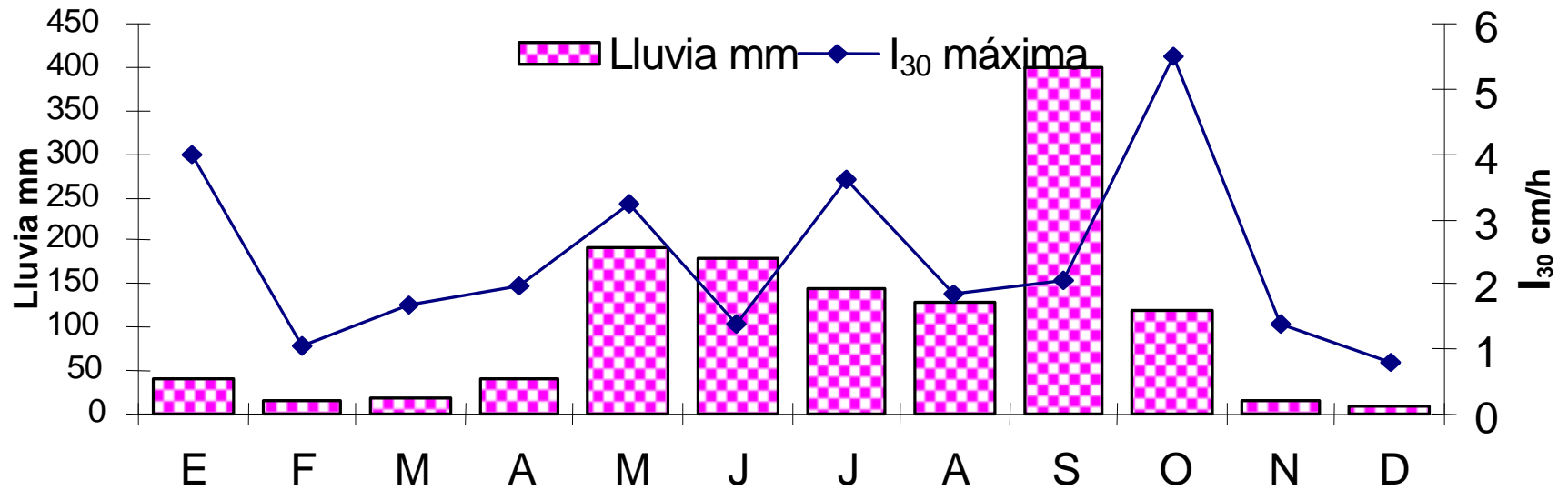
La pendiente promedio es de 10 %



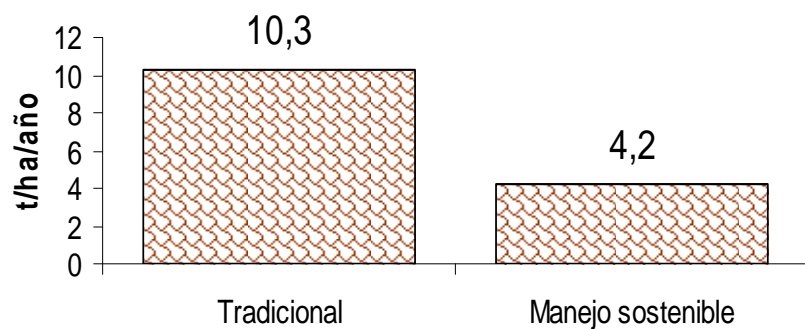
-Lluvias e intensidad máxima en 30 minutos 1995 - 1999



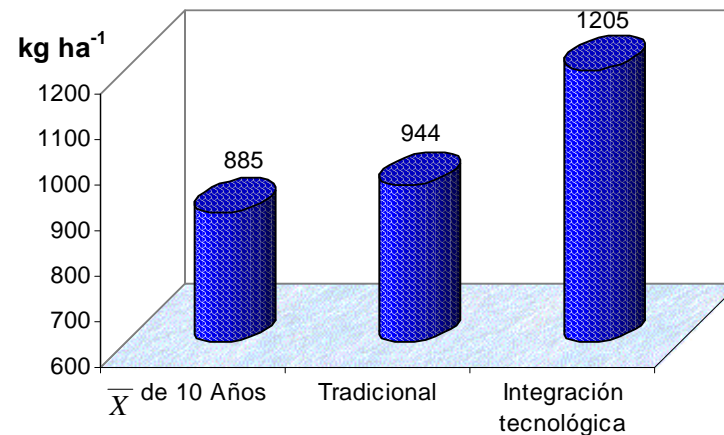
Lluvias e intensidad máxima en 30 minutos 2000 - 2002



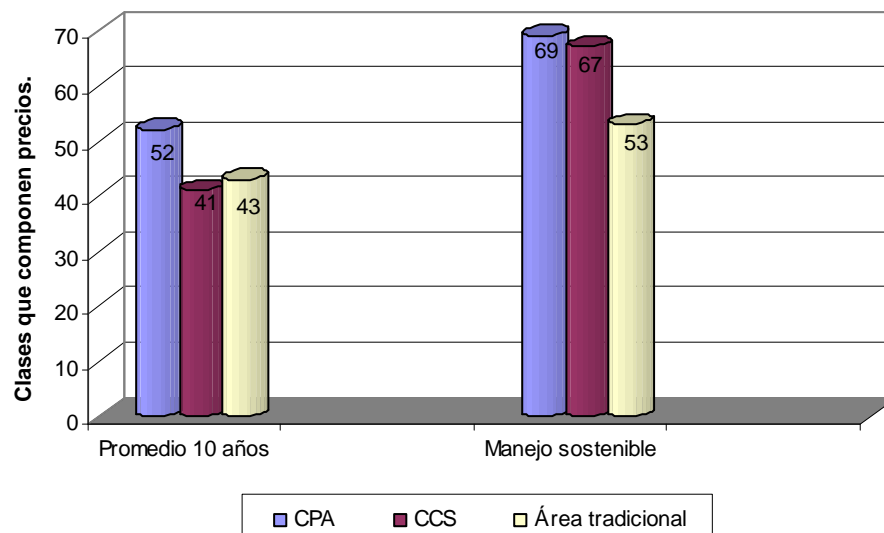
Erosión media producida en áreas con manejo tradicional y donde se implementó el manejo sostenible

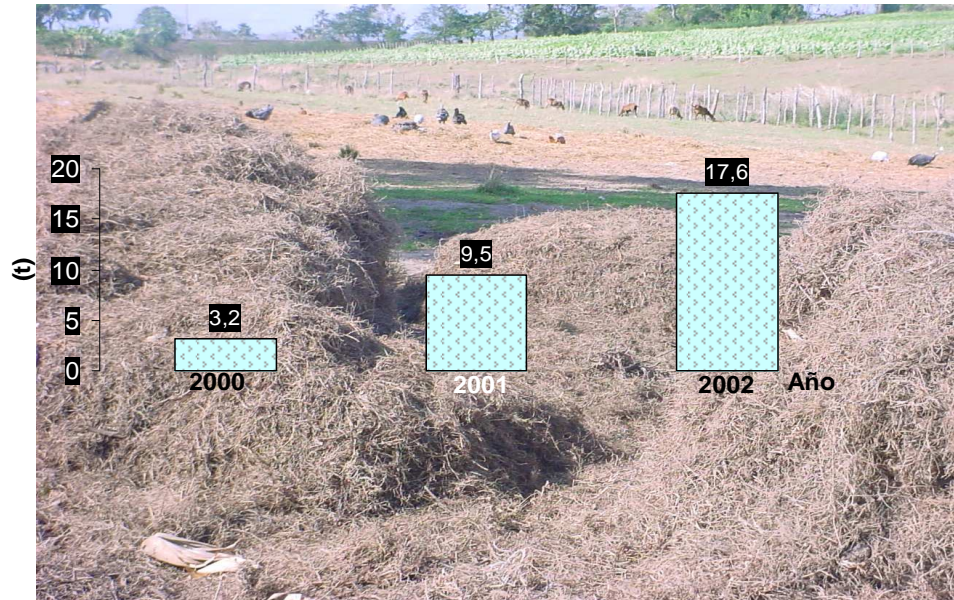


Comparación entre el rendimiento medio del tabaco durante los 10 últimos años, con la tecnología tradicional y el manejo sostenible en el área de referencia.



Calidad del tabaco antes y durante el proyecto en La CCS Rigoberto Fuentes y La CPA Niceto Pérez





Producción anual de compost en el área de referencia (t)

Producción y aportes de humus de lombriz



# Subcuenca Consolación del Sur

Características del ensayo y medidas implementadas.

| Finca                | Localidad         | ASNM (m) | Suelo     | Tipo de instalación                                     |
|----------------------|-------------------|----------|-----------|---|
| Consolación del Sur. | Comunidad La Leña | 50 - 60  | (Ultisol) | Segmentos de microcuencas sin instalación, 2 segmentos. |

## Prácticas agronómicas realizadas:

| Localidad | Tratamientos | Pend. (%) | Área (ha) | Práctica  | Rotación                 |
|-----------|--------------|-----------|-----------|---|--------------------------|
| La Leña   | S/Mc - 1     | 10        | 1.5       | Bordos protegidos con barreras vivas de Vetiver | Maíz + Mucuna d.- Fríjol |
|           | S/Mc - 2     | 9         | 1.6       | Sin medidas                                     | Maíz - Fríjol            |

Itinerario y rotación de cultivos seguida en cada segmento de microcuenca.

| Tratamientos                | Feb.   | Marzo                 | Abril                 | Mayo          | Junio         | Julio         | Agosto        | Sept.    | Oct.                  | Nov.   | Dic.   | Ene    |
|-----------------------------|--------|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|-----------------------|--------|--------|--------|
| S/Mc 1 ( <i>Vetiveria</i> ) | Fríjol | Preparación de suelos | Preparación de suelos | Maíz + Mucuna | Maíz + Mucuna | Maíz + Mucuna | Maíz + Mucuna | Barbecho | Preparación de suelos | Fríjol | Fríjol | Fríjol |
| S/Mc 2 (testigo)            | Fríjol | Preparación de suelos | Preparación de suelos | Maíz          | Maíz          | Maíz          | Maíz          | Barbecho | Preparación de suelos | Fríjol | Fríjol | Fríjol |

Fríjol
  Barbecho
  Preparación de suelos
  Maíz + Mucuna
  Maíz



Protección de embalses con barreras vivas de vetiver, los que impiden el asorve de los mismos con los sedimentos movilizados con el escurrimiento aguas abajo.

## Espesor máximo de los sedimentos (EMS) en las terrazas de vetiver. La Leña, (10 años).



Año 1994



Año 2004

| Año de establecimiento de las barreras (Mayo de 1994) | Disminución pendiente (%) |               |    | EMS (cm) | Lluvias promedio 10 años (mm) |
|---|---------------------------|---------------|----|----------|-------------------------------|
|   | Inicial (1994)            | Actual (2004) | %  |          |                               |
| Segmento 1 <i>Vetiver</i>                             | 10                        | 8.5           | 15 | 45       | 932                           |
| Segmento 2 Testigo                                    | 9                         | 9             | 0  | 0        | 932                           |

## Modificaciones de algunas propiedades del suelo. La Leña.

| Trat.              | Suelos  | Textura        | Prof (cm) | pH  | M.O (%) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Poros (%) | Filtración (mm/h) |       | Compact. (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|---------|----------------|-----------|-----|---------|-------------------------------|------------------|-----------|-------------------|-------|--------------------------------|
|                    |         |                |           |     |         | Mg/100g de suelo              |                  |           | PE                | Surco | Calle                          |
| Febrero de 2004    |         |                |           |     |         |                               |                  |           |                   |       |                                |
| (Barreras vetiver) | Ultisol | Franco Arenoso | 0-10      | 4.3 | 0.9     | 12                            | 10               | 15        | -                 | -     | -                              |
|                    |         |                | 11-20     | 4.6 | 0.6     | 8                             | 6                | 7         | 105               | 75    | 2.50                           |
|                    |         |                | 21-30     | 4.7 | 0.4     | 2                             | 3                | 5         | -                 | -     | -                              |
| Febrero de 1994    |         |                |           |     |         |                               |                  |           |                   |       |                                |
| (Barreras vetiver) | Ultisol | Franco Arenoso | 0-10      | 4.3 | 0.8     | 8                             | 5                | 10        | -                 | -     | -                              |
|                    |         |                | 11-20     | 4.5 | 0.5     | 5                             | 4                | 5         | 80                | 60    | 3.00                           |
|                    |         |                | 21-30     | 4.6 | 0.4     | 1                             | 3                | -         | -                 | -     | -                              |

PE (Porosidad estructural), PG (Porosidad global) PT (porosidad textural) (PG - PT = PE)  
 Permeabilidad se realizó con infiltrómetro de laboratorio  
 Compactación medido con Penetrómetro de Bolsillo.



## Impacto de las medidas sobre los rendimientos de maíz y frijol expresados en t/ha de granos.

| Tratamientos                      | Maíz (T 66) | Frijol (Tomeguín 93) |
|-----------------------------------|-------------|----------------------|
| Maíz + <i>Mucuna deeringianum</i> | 1.59        | 1.35                 |
| Testigo                           | 1.86        | 1.15                 |

Estos rendimientos están en concordancia con la mejora de la fertilidad general del suelo, expresadas en el incremento de la porosidad estructural, la permeabilidad y la humedad residual en la sección receptora, donde se acumulan los sedimentos con una mayor disponibilidad de nutrientes influyendo en el mayor desarrollo de las plantas que ocupan los 2 a 3 metros próximos a las barreras en la sección receptora.

# Subcuenca Río Hondo

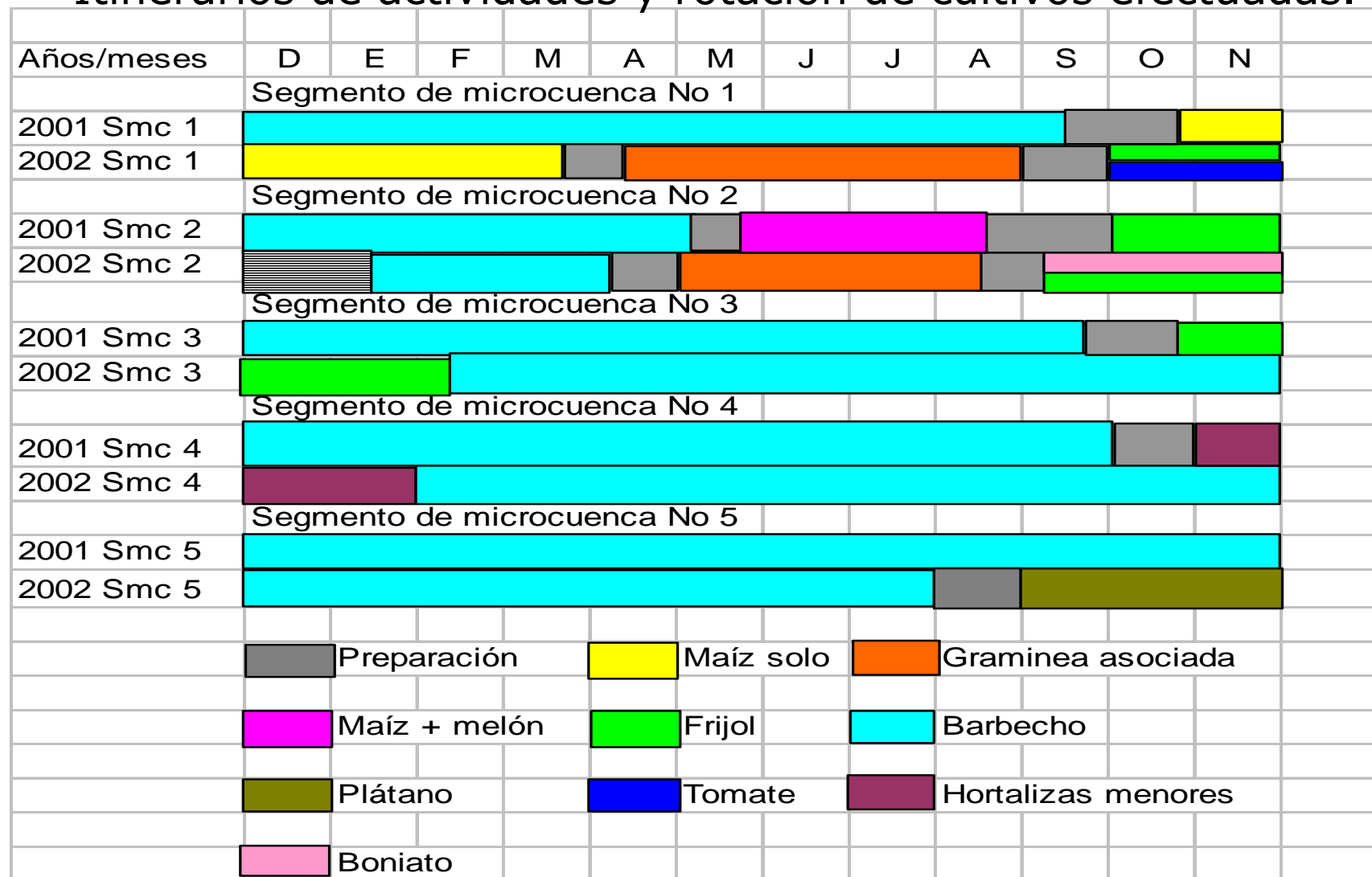
Características del ensayo y tratamientos ejecutados.

| Finca                             | Localidad           | ASNM (m) | Suelo                             | Tipo de instalación                          |
|-----------------------------------|---------------------|----------|-----------------------------------|--|
| Finca Integral Loreto de Bejucal. | Comunidad Río Hondo | 140 -150 | Mollisol Muy Pedregoso (Cambisol) | 5 Segmentos de microcuencas sin instalación. |

## Prácticas agronómicas realizadas:

| Localidad         | Trat.    | Pend. (%) | Área (ha) | Práctica  | Rotación  |
|-------------------|----------|-----------|-----------|---|---|
| Río Hondo Bejucal | S/Mc - 1 | 10        | 1         | Bordos protegidos con barreras vivas de <i>Vetiver</i>        | Maíz - gramínea + vigna - Frijol (Delicias)         |
|                   | S/Mc -2  | 10        | 1         | Barreras de piedras   | Frijo- Barbecho - maíz +leguminosa-Frijol (Bat 304) |
|                   | S/Mc 3   | 7         | 1         | Siembra en contornos  | Frijol - Barbecho                                   |
|                   | S/Mc 4   | 9         | 1,5       | Barreras de piedras protegidas con <i>Vetiveria zizanoide</i> | habichuela + quimbombó - maíz + Vigna - frijol      |
|                   | S/Mc 5   | 11        | 3         | Siembra directa en contornos                                  | Plátano   |

## Itinerarios de actividades y rotación de cultivos efectuadas.



**Área del segmento mc 1, 1 ha. la pendiente = 10%. Distancia entre barreras 16 - 20 m.**  
**Área del segmento mc 2, 1 ha. la pendiente = 10%. Distancia entre barreras 16 - 20 m.**  
**Área del segmento mc 3, 1 ha. la pendiente = 7%. Distancia entre barreras 20 m.**  
**Área del segmento mc 4, 1,5 ha. la pendiente = 9%. Distancia entre barreras 18 m.**  
**Área del segmento mc 5, 3 ha. la pendiente = 11%. Distancia entre barreras 16 m.**



Barreras o muros de piedras protegidos con vetiver en suelos Mollisol con pendientes de 10 % .

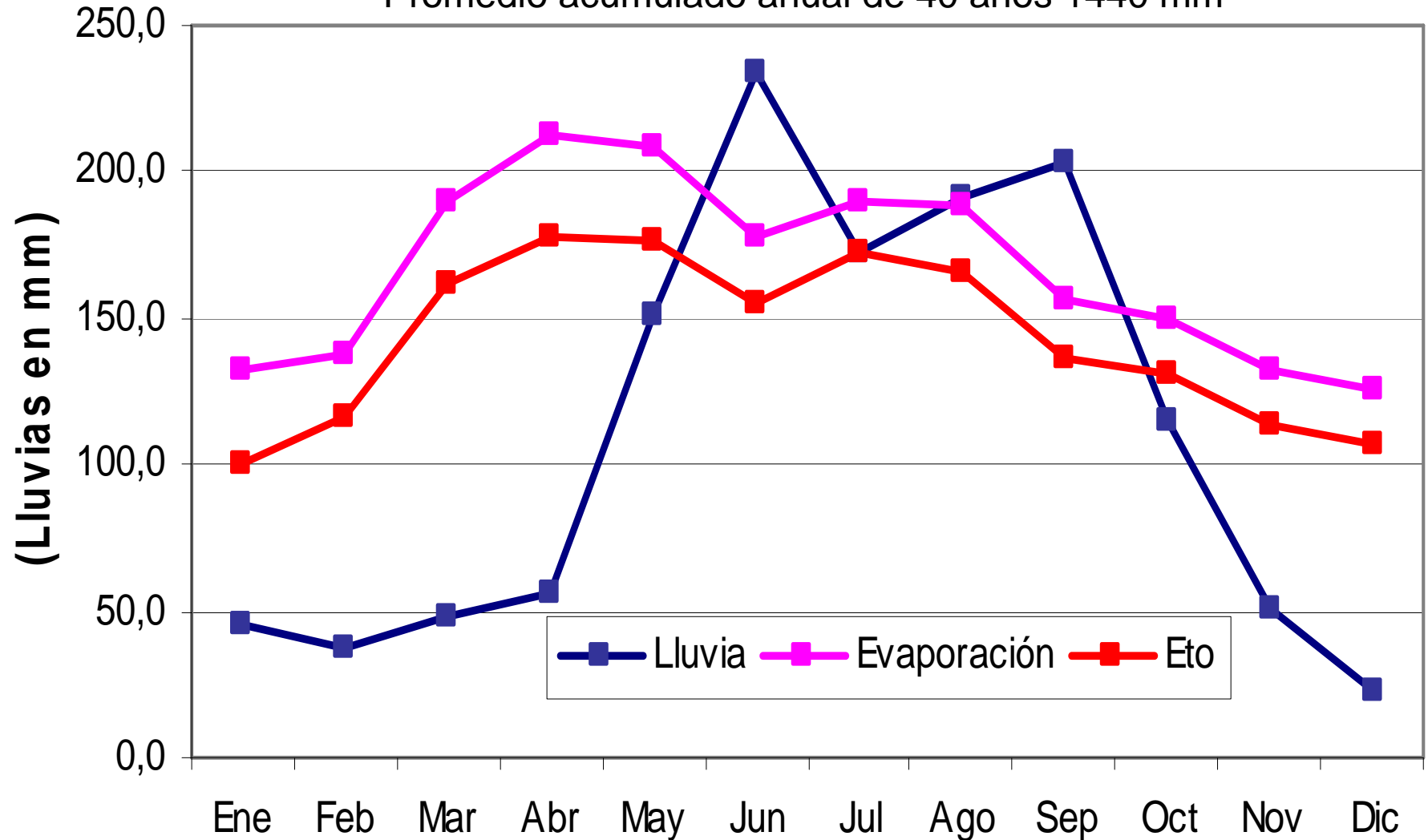
# Característica del suelo Pardo Mullido Carbonatado (Mollisol).

| Segmento de micro cuenca | pH               |     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | K <sub>2</sub> O | M.O. | CCC                         | CCB  | V   |
|--------------------------|------------------|-----|---------------------------------|------------------|------|-----------------------------|------|-----|
|                          | H <sub>2</sub> O | KCl | (mg.100 <sup>-1</sup> g. de s.) |                  | (%)  | (cmol(+).kg <sup>-1</sup> ) |      | (%) |
| Smc 1                    | 7,1              | 7,8 | 1,47                            | 14,0             | 5,62 | 47,5                        | 47,5 | 100 |
| Smc 2                    | 7,1              | 7,8 | 2,02                            | 14,5             | 6,00 | 48,6                        | 48,6 | 100 |
| Smc 3                    | 7,0              | 7,6 | 1,58                            | 16,2             | 4,58 | 49,5                        | 49,5 | 100 |
| Smc 4                    | 7,0              | 7,9 | 1,90                            | 18,0             | 3,90 | 50,2                        | 50,2 | 100 |
| Smc 5                    | 7,1              | 7,7 | 2,01                            | 21,2             | 5,45 | 48,8                        | 48,8 | 100 |
| Arrastres                | 7,2              | 7,9 | 1,44                            | 21,5             | 3,97 | 46,9                        | 46,9 | 100 |

| Segmento de micro cuenca | Textura en % |      |         | Dr                   | Da   | Porosidad | Agb | Vel. Inf. |
|--------------------------|--------------|------|---------|----------------------|------|-----------|-----|-----------|
|                          | Arena        | Limo | Arcilla | (g/cm <sup>3</sup> ) |      | (%)       | (%) | (mm/h)    |
| Smc 1                    | 3            | 46   | 51      | 2,75                 | 1,02 | 63        | 48  | 51        |
| Smc 2                    | 6            | 46   | 48      | 2,76                 | 1,00 | 64        | 52  | 47        |
| Smc 3                    | 5            | 43   | 52      | 2,74                 | 0,95 | 65        | 45  | 46        |
| Smc 4                    | 6            | 48   | 46      | 2,73                 | 1,03 | 62        | 40  | 48        |
| Smc 5                    | 4            | 46   | 50      | 2,75                 | 1,06 | 61        | 47  | 45        |
| Arrastres                | 2            | 42   | 56      | -                    | -    | -         | -   | -         |

Agb = Agregados estables al benceno según la técnica de Henin, (1975)

Promedio acumulado anual de 40 años 1440 mm



Comportamiento de las variables hídricas de la subcuenca Río Hondo

## Pérdidas de suelos estimadas por método directo..

| Segmento | Medidas establecidas  | Pendiente (%) | Perdidas de suelos (t/ha/año)                             |
|----------|---|---------------|---|
| Sección  | Sin medidas sembrado de maíz a favor de la pendiente.   | 9             | 7,6   |
| Smc 4    | Barreras de piedras protegidas con <i>Vetiveria zizanoides</i> , preparada y sembrada en contornos con varios cultivos hortícolas y frijol. | 10            | Sedimentos retenidos y acumulados en los muros de piedras |

## Impacto de las medidas sobre los rendimientos de maíz y frijol expresados en kg/ha de granos.

| Segmento<br>s | Medidas implantadas                                | Rdto en kg/ha de granos |       |      |        |      |      |
|---------------|--|-------------------------|-------|------|--------|------|------|
|               |  | Maíz                    |       |      | Frijol |      |      |
|               |  | P.A.                    | P.M.  | P.B. | P.A.   | P.M. | P.B. |
| S/mc 1        | Bordos protegidos con vegetación espontánea.       | 1,654                   | 1,124 | 525  | 500    | 300  | 105  |
| S/mc 2        | Barreras de piedras y siembra en contornos         | 2,030                   | 1,200 | 621  | 560    | 330  | 145  |
| S/mc 3        | Siembra en contornos                               | 2,420                   | 1,720 | 956  | -      | -    | -    |
| S/mc 4        | Barreras de piedras y Vetiveria z. y maíz + Vigna. | 2,252                   | 1,458 | 875  | 660    | 430  | 206  |
| Sección       | Sembrado a favor de la pendiente                   | 580                     | 250   | 100  | -      | -    | -    |

P.A. = Parte alta de la ladera presenta apenas erosión.

P.M. = Parte media de la ladera presenta erosión media.

P.B. = Parte baja de la ladera presenta mayor erosión, no se refiere a la zona de acumulación de sedimentos.

Sección = Sección existente entre los Smc 3 y Smc 4 sin medidas de control.



# Conclusiones

- ✓ Con la aplicación práctica del manejo sostenible se mejoró el equilibrio nutrimental del suelo y se disminuyó la degradación por erosión e incrementó su fertilidad.
- ✓ El uso y manejo integrado de suelo, agua, cultivos y sanidad, incrementó el rendimiento y calidad del tabaco de sol ensartado.
- ✓ El balance económico fue positivo, logrando reducir los costos/\$ invertido para el cultivo tabaco en 17 centavos e incrementar la rentabilidad en un 16%.
- ✓ Es posible dirigir los flujos y sinergismos naturales necesarios para sustentar la productividad del sistema con bajos insumos externos.
- ✓ Aunque la producción de maíz y frijoles no se diferenció mucho entre las medidas implementadas entre sí, se observó, que estos son mayores que en las áreas de referencia (secciones) sin medidas.
- ✓ El sistema en general transcurre progresivamente hacia su estabilidad ecológica.