

# 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

*Vetiver as a component of sustainable soil management in fragile ecosystems of Cuba*

Instituto de Suelos de Cuba



## Manifestaciones de la erosión - *Types of erosion*



Arrastres de sedimentos por el escurrimiento aguas abajo.

*Erosion sediment flows to downstream drainage to down stream drainage*



Labranza a favor de la pendiente

*On farm sheet erosion*

Desarrollo y formación de cárcavas

*Development and formation of gullies*

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 reverdecer periódicamente como un muro vivo de gran efecto antierosiva. Se le atribuyen otras bondades, como su carácter alelopático y ser una planta no invasora.



*Of the ten species of ordinary and perennial grasses found in the tropical regions belonging to the Andropogoneae family, *Vetiveria zizanoides* has proved to be ideal for soil conservation and moisture. It does not have rhizomes or stolons and it spreads through root divisions or rooted beams. The plant grows in large clusters from a very ramified and "spongy" root mass and their upright stems reach a height of between 0.5 and 1.5 meters. The formation of live vetiver stems has a permanent character due to The possibility of resisting the drought and periodically greening it up as a living wall of great anti-erosive effect is attributed to other benefits, such as its allelopathic character and being a non-invasive plant.*



Labranza mínima en curvas de nivel siguiendo el trazado de las barreras vivas de vetiver establecidas.  
*Minimum tillage in contour lines following the layout of the established vetiver live barriers*



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

*Creation and operation of vetiver nursery*



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

*Vetiver plants prior to harvesting slips*



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

*Establishment of vetiver barriers on Inceptisols soils with 12% slopes in the Hanabanilla basin in the Escambray (Province of Villaclara)*



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

*Views of areas with vetiver barriers already established in the basin of the San Juan River in the province of 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

*View of area terraces created from vetiver - province of Pinar del Río San, Juan River Basin*



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

*General view of live barriers of vetiver implemented in the sub-basin Consolación del Sur*



Barreras vivas de vetiver en  
plantación de yuca

*Live vetiver barriers in cassava plantation*



Barreras vivas de vetiver en  
sembrados de porotos

*Live vetiver barriers in bean fields*



Barreras vivas de vetiver en sembrados de tabaco.

*Live vetiver barriers in tobacco fields*



## Barreras vivas de vetiver en sembrados de maíz

*Live vetiver barriers in maize field*





La capacitación de productores y técnicos para implementar las diferentes medidas de conservación  
*The training of producers and technicians to implement the different conservation measures*





**Cuenca del Río San Juan -- Objetivos planteados en el proyecto:**

**San Juan River Basin - Objectives proposed in the project**

**a) Incrementar el rendimiento y calidad de los cultivos alternantes y/o en rotación con el tabaco..**

***a) Increase the yield and quality of alternating and / or rotating crops with tobacco.***

**b) Reducir en un 25% el uso de los fertilizantes y/o pesticidas de naturaleza química (agroquímicos) que tradicionalmente se aplican.**

***b) Reduce by 25% the use of fertilizers and / or pesticides of a chemical nature (agrochemicals) that are traditionally applied***

**c) Lograr la capacitación técnica de los productores en el uso de las nuevas tecnologías propuestas**

***c) Achieve the technical training of producers in the use of the proposed new technologies***

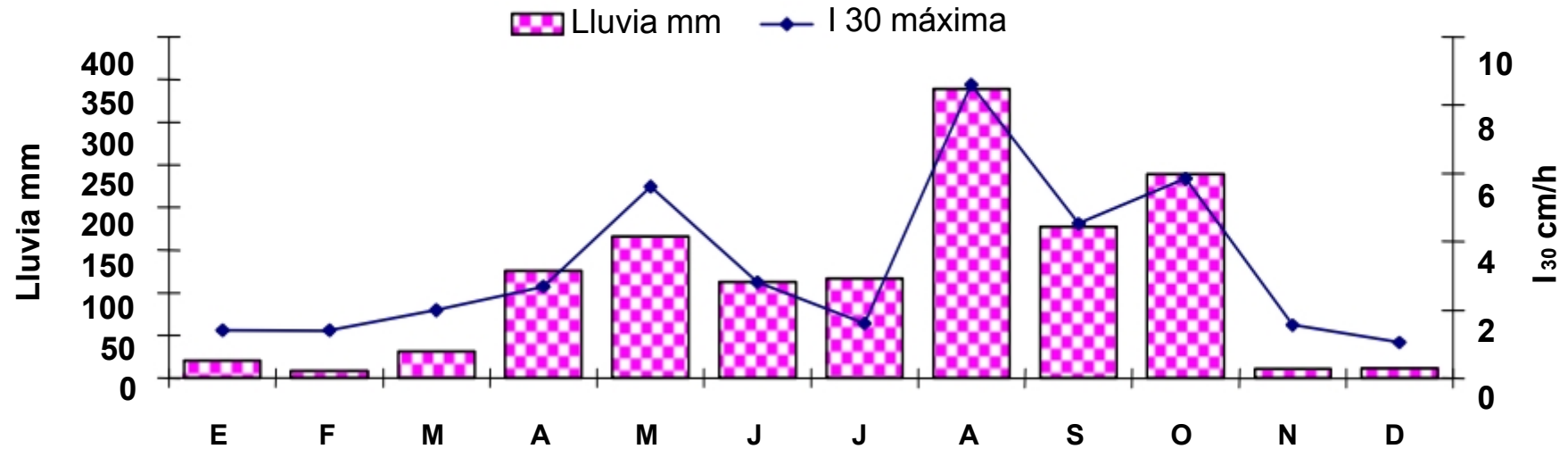
## Características del ensayo y medidas implementadas.

### *Characteristics of the trial and measures implemented.*

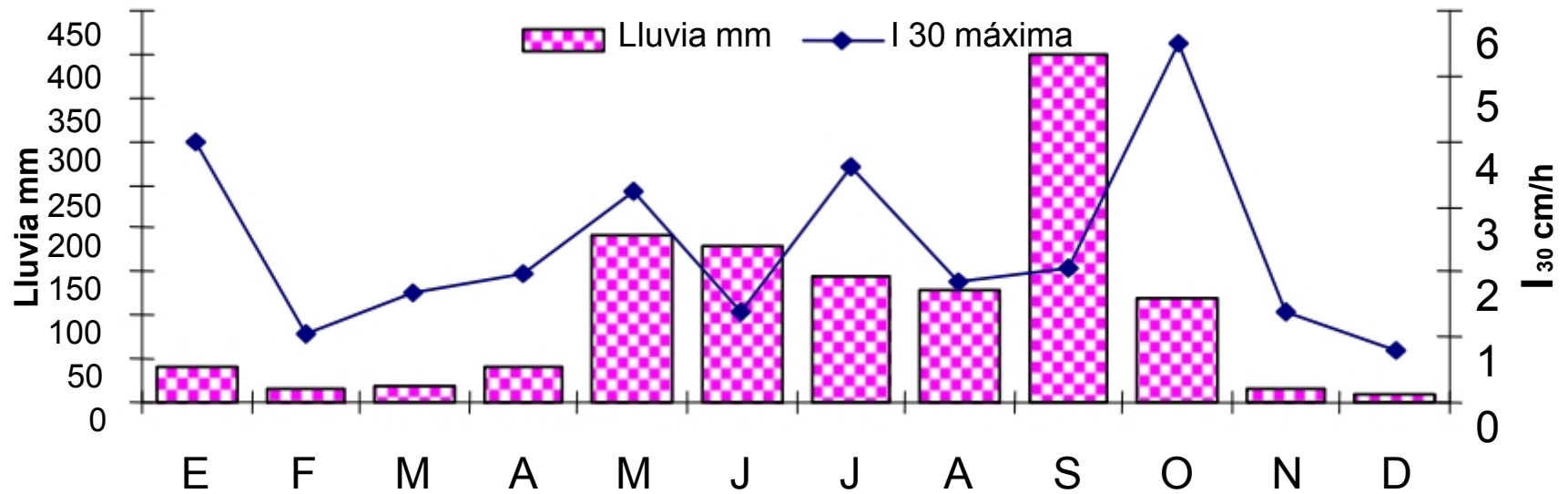
Finca <i>Farm</i>	Suelo <i>Soil</i>	Practica establecida <i>Established practice</i>
CPA (Cooperativa de producción agropecuaria) Niceto Pérez <i>CPA (Cooperative of agricultural production)</i> <i>Niceto Pérez</i>	Ultisol	-Bordos de desagüe protegidos con barreras vivas de vetiver. -Aportes de materia orgánica., -Corrección de cárcavas. -Labranza mínima en contornos. -Plantas de cobertura en primavera  <i>- Drain edges protected with live vetiver barriers.</i> <i>-Supports of organic matter.</i> <i>-Correction of gullies.</i> <i>-Limitation minimum in contours.</i> <i>-Plant vetiver in spring</i>
CCS (Cooperativa de créditos y servicios) Rigoberto Fuentes <i>CCS (Cooperative of Credits and services)</i> <i>Rigoberto Fuentes</i>	Ultisol	-Establecimiento de barreras vivas de vetiver. -Aportes de materia orgánica, -Corrección de cárcavas. -Labranza mínima en contornos. -Abonos verdes de cobertura en primavera.  <i>-Establishment of live vetiver barriers.</i> <i>-Supports of organic matter,</i> <i>-Correction of gullies.</i> <i>-Limitation minimum findings.</i> <i>-Beans green cover in spring.</i>
Tecnología tradicional (10 años) <i>Traditional technology (10 years)</i>	Ultisol	Labranza convencional sin medidas antierosivas  <i>Conventional tillage without anti-erosive measures</i>



-Lluvias e intensidad máxima en 30 minutos 1995 – 1999  
*Rainfall and maximum intensity in 30 minutes 1995 - 1999*

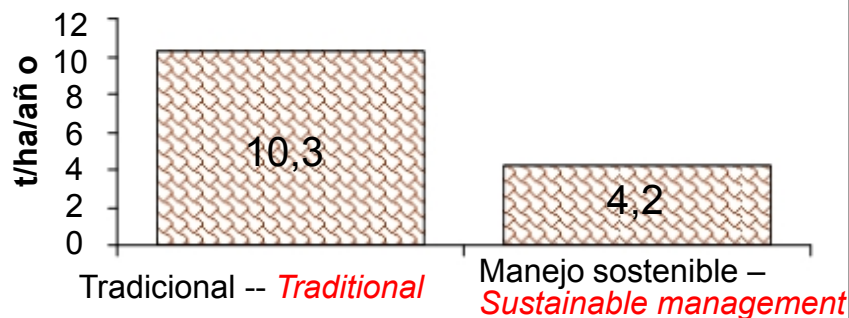


Lluvias e intensidad máxima en 30 minutos 2000 – 2002  
*Rainfall and maximum intensity in 30 minutes 2000 - 2002*

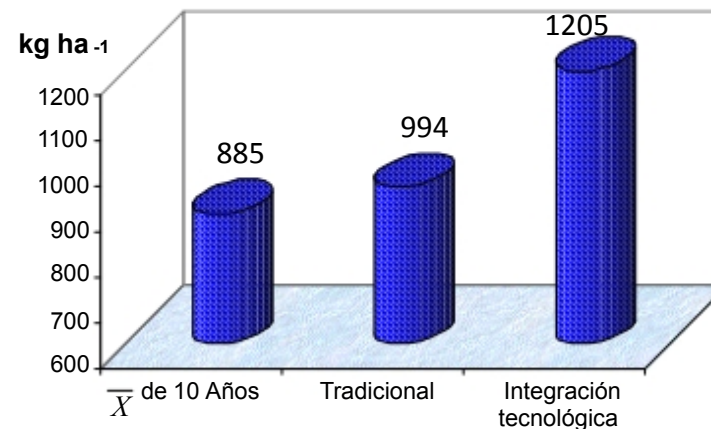


Erosión media producida en áreas con manejo tradicional y donde se implementó el manejo sostenible

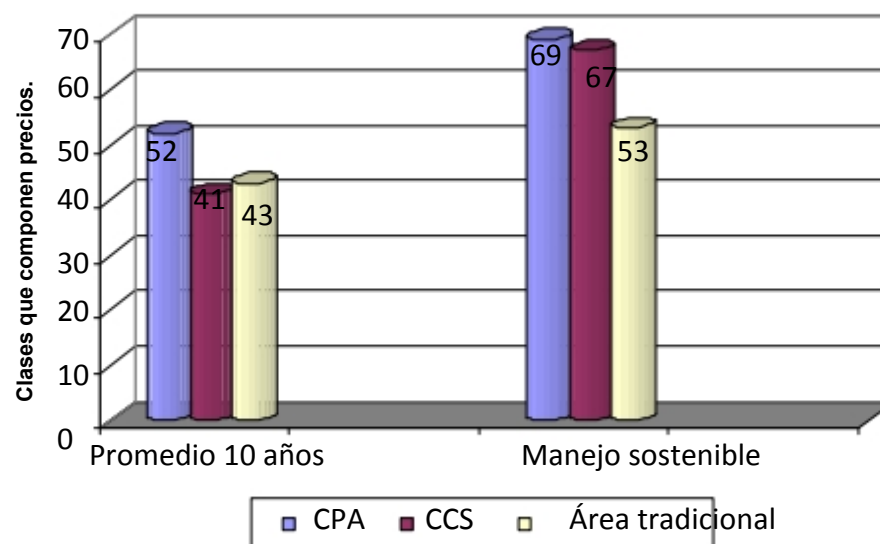
*Average soil loss produced in areas with traditional management and soil loss under sustainable management*



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



*Above: Comparison between the average yield of tobacco over 10 years, with traditional technology and sustainable management in the reference area.*

*Above: Tobacco quality before and during the project in La CCS Rigoberto Fuentes and The CPA Niceto Pérez*



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

*Annual production of compost  
the reference area (t)*

Producción y aportes de  
humus de lombriz

*Production and contributions  
earthworm humus*



# Subcuenca Consolación del Sur

Características del ensayo y medidas implementadas.

*Southern Consolation sub-basin –Characteristics of the trial and measures implemented*

Finca <i>Farm</i>	Localidad <i>Locality</i>	ASNM (m) <i>Elevation</i>	Suelo <i>Soil</i>	Tipo de instalación <i>Installation type</i>
Consolación del Sur.	Comunida d La Leña	50-60	(Ultisol)	Segmentos de Micro cuencas sin instalación, 2 segmentos.

Prácticas agronómicas realizadas: *Agronomic practices*

Localidad	Tratamientos	Pend. <i>Slope</i> (%)	Área (ha)	Práctica <i>Practice</i>	Rotación <i>Rotation</i>
LaLeña	S/Mc-1	10	1.5	Bordos protegidos Con barreras vivas de Vetiver. <i>Protected boards with live barriers of Vetiver</i>	Maíz+Mucunad.- Fríjol
	S/Mc-2	9	1.6	Sin medidas <i>Without measures</i>	Maíz-Fríjol <i>Maize - Beans</i>

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

*Beans*

*Fallow*

*Soil Preparation*

*Maize and Mucuna Maize*



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.

*Protection of reservoirs with vetiver barriers, to prevent siltation of reservoir and down stream sediment flows*

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

*Maximum depth of the sediments (EMS) in vetiver terraces. La Leña, (10 years old)*



Año 1994



Año 2004

Año de establecimiento de las barreras *Establishment year*

(Mayo de 1994)

Disminución pendiente *Decrease slope(%)*

Inicial *Initial* Actual %  
(1994) (2004)

EMS

(cm)

Lluvias promedio *Average rainfall*

10 años  
(mm)

Segmento 1 Vetiver

10

8.5

15

45

932

Segmento 2 Testigo *Control*

9

9

0

0

932

## Modificaciones de algunas propiedades del suelo. La Leña. *Modifications of some soil properties. La Lena*

Trat.	Suelos	Textura	Prof (cm)	pH	M.O <i>OM</i> · (%)	P2O5	K2O	Poros (%)	Filtración (mm/h)		Compact. <sup>2</sup> (Kg/cm)
						Mg/100g de suelo			PE	Surco	
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.

*PE (Structural Porosity), PG (Global Porosity) PT (Textural Porosity) (PG - PT = PE)  
 Permeability was performed with laboratory infiltrometer  
 Compaction measured with Pocket Penetrometer*



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

***Impact of the measures on the yields of corn and beans expressed in t / ha of grains.***

Tratamientos	Maíz(T66)	Fríjol(Tomeguín93)
Maíz+Mucunadeeringianum	1.59	1.35
Testigo ( <i>control</i> )	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.

*These yields are in accordance with the improvement of the general fertility of the soil, expressed in the increase of the structural porosity, the permeability and the residual humidity in the receiving section, where the sediments accumulate with a greater availability of nutrients influencing the greater development of the plants that occupy 2 to 3 meters next to the barriers in the receiving section*

## Subcuenca Río Hondo Características del ensayo y tratamientos ejecutados.

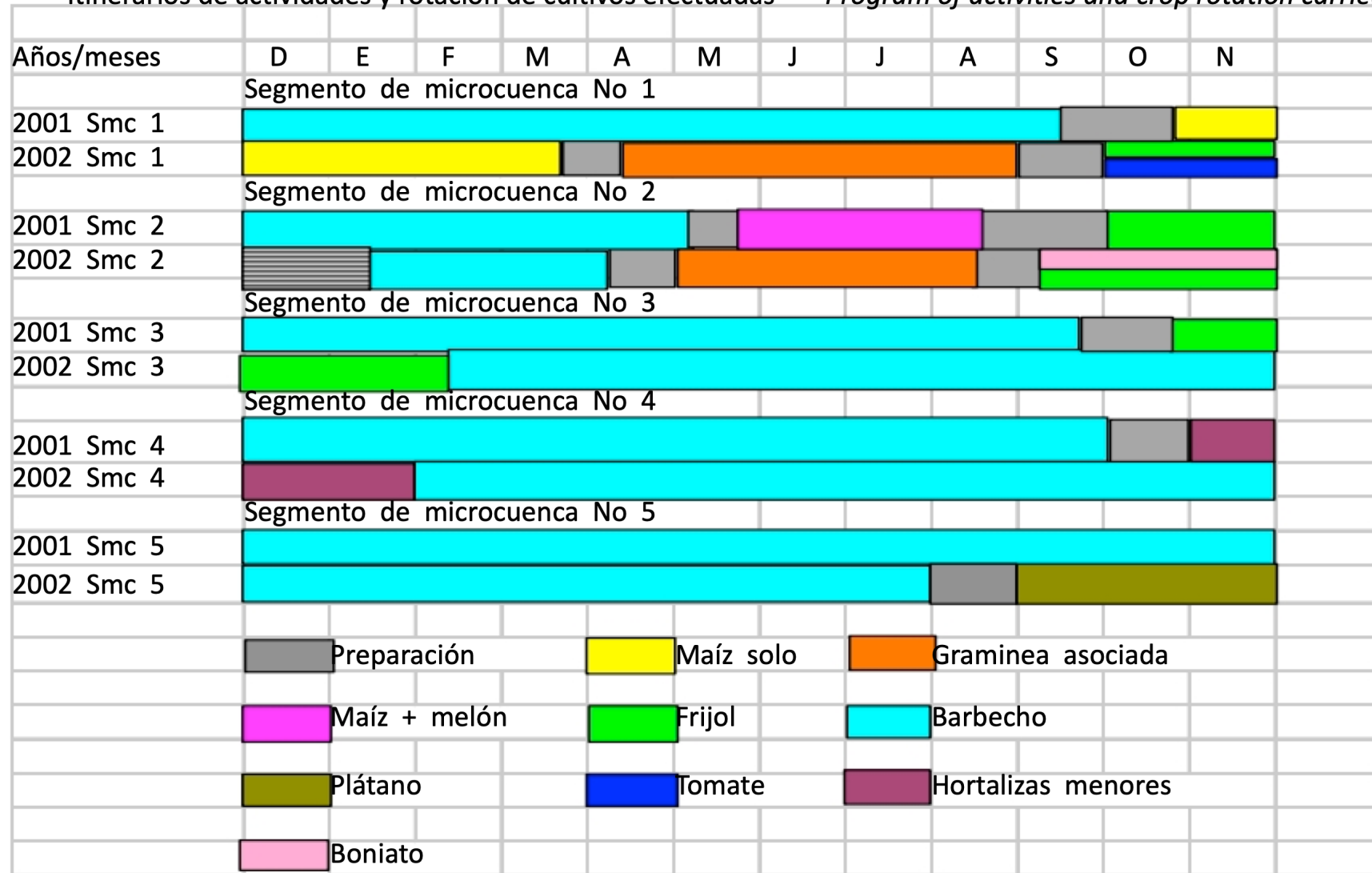
### *Sub-basin Río Hondo Characteristics of the trial and treatments executed*

<i>Finca Farm</i>	<i>Localidad Locality</i>	<i>ASNM Elevation (m)</i>	<i>Suelo Soil</i>	<i>Tipo de instalación Installation Type</i>
FincaIntegral Loretode Bejucal.	Comunidad RíoHondo	140–150	Mollisol MuyPedregoso (Cambisol)	5Segmentosde microcuencassin instalación.

## Prácticas agronómicas realizadas: **Agronomic practices carried out:**

Localidad <i>Locality</i>	Trat.	Pend. <i>Slope (%)</i>	Área (ha)	Práctica <i>Practice</i>	Rotación <i>Crop Rotation</i>
RíoHondo Bejucal	S/Mc-1	10	1	Bordos protegidos con barreras vivas de Vetiver. <i>Protected lands with live barriers of Vetiver</i>	Maíz-gramínea+vigna-Frijol (Delicias) <i>Maize-grass + vigna-Beans (Delights)</i>
	S/Mc-2	10	1	Barreras de piedras <i>Rock Barriers</i>	Frijo-Barbecho-maíz+leguminosa-Frijol (Bat304) <i>Beans-Fallow-corn + legume-Bean (Bat304)</i>
	S/Mc3	7	1	Siembra en contornos <i>Contour crop planting</i>	Frijol-Barbecho <i>Bean and Fallow</i>
	S/Mc4	9	1,5	Barreras de piedras Protegidas con Vetiveria zizanoides <i>Stone barrier reinforced with vetiver</i>	habichuela+quimbombó-maíz+Vigna-frijol <i>snap beans + okra corn + Vigna-bean</i>
	S/Mc5	11	3	Siembra directa En contornos <i>Contour planting</i>	Plátano ( <i>banana</i> )

Itinerarios de actividades y rotación de cultivos efectuadas ---- Program of activities and crop rotation carried out.



Área del segmento mc 1, 1 ha. la pendiente = 10%.  
 Área del segmento mc 2, 1 ha. *slope* = 10%.  
 Área del segmento mc 3, 1 ha. la pendiente = 7%.  
 Área del segmento mc 4, 1,5 ha. la pendiente = 9%.  
 Área del segmento mc 5, 3 ha. la pendiente = 11%.

Distancia entre barreras 16 - 20 m.  
*Distance between barriers* 16 - 20 m.  
 Distancia entre barreras 20 m.  
 Distancia entre barreras 18 m.  
 Distancia entre barreras 16 m.



Área con piedras *Stony area*



Barrera de piedras -- *Stone barrier*



Vista desde arriba -*view from upslope*



Vista desde abajo *view from down slope*

Barreras o muros de piedras protegidos con vetiver en suelos Mollisol con pendientes de 10 %.  
*Barriers or stone walls protected with vetiver in Mollisol soils with 10% slopes*

Característica del suelo Pardo Mullido Carbonatado (Mollisol)

*Characteristic of the Soil Pardo Fluffy Carbonate (Mollisol).*

Segmentode microcuenca	pH		P2O5		K2O	M.O. <i>OM</i>	CCC	CCB	V
	H2O	KCl	-1g.des. (mg.100)			(%)	-1 (cmol(+).kg)		(%)
Smc1	7,1	7,8	1,47	14,0		5,62	47,5	47,5	100
Smc2	7,1	7,8	2,02	14,5		6,00	48,6	48,6	100
Smc3	7,0	7,6	1,58	16,2		4,58	49,5	49,5	100
Smc4	7,0	7,9	1,90	18,0		3,90	50,2	50,2	100
Smc5	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

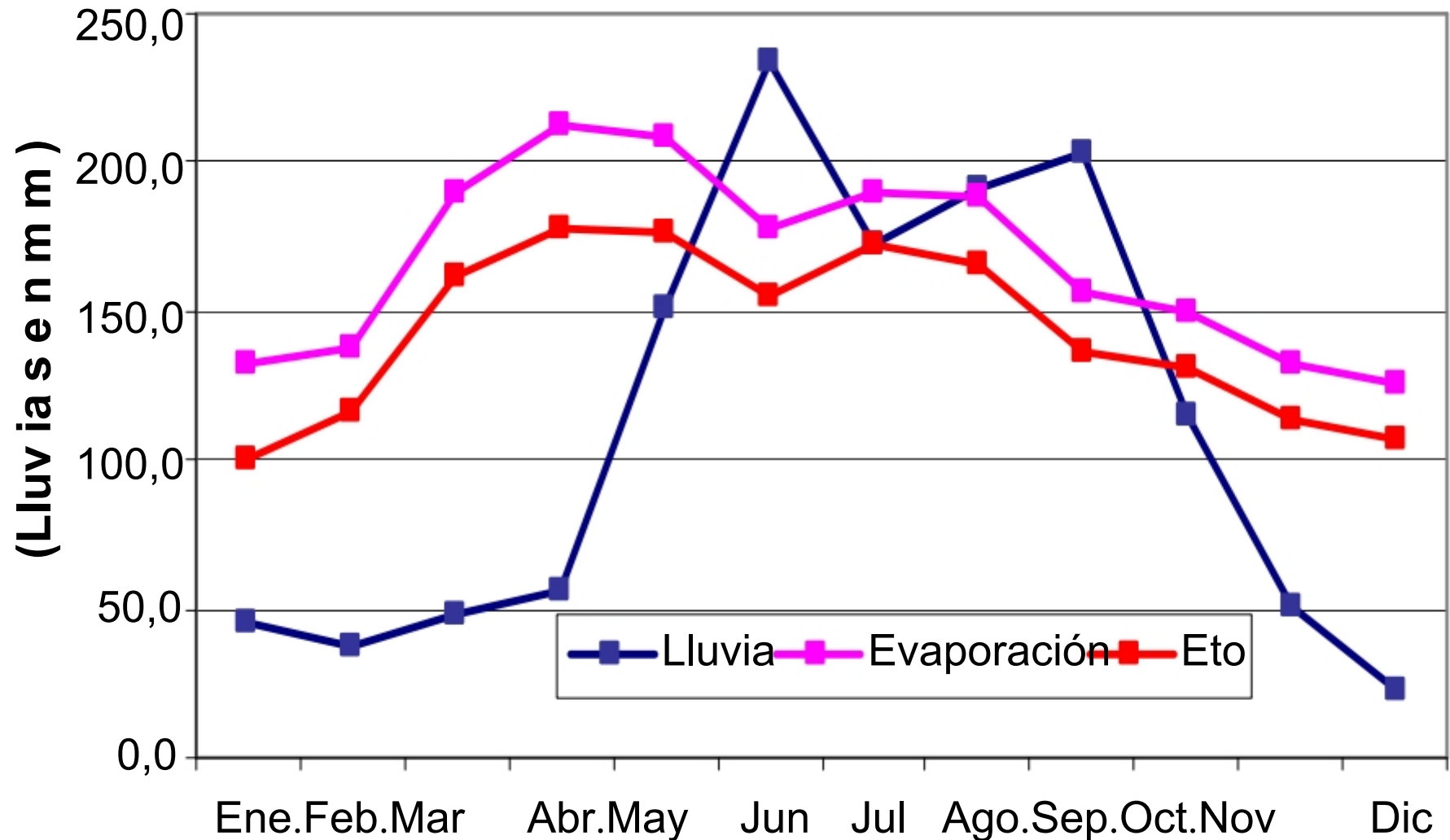
Segmento de micro cuenca	Textura en %			Dr	Da	Porosidad	Agb	Vel. Inf.
	Arena	Limo	Arcilla	(g/cm 3 )		(%)	(%)	(mm/h)
Smc 1	3	46	51	2,75	1,02	63	48	51
Smc 2	6	46	48	2,76	1,00	64	52	47
Smc 3	5	43	52	2,74	0,95	65	45	46
Smc 4	6	48	46	2,73	1,03	62	40	48
Smc 5	4	46	50	2,75	1,06	61	47	45
Arrastres	2	42	56	-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

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

*Agb = Stable aggregates to benzene according to Henin's technique, (1975)*

# Comportamiento de las variables hídricas de la subcuenca Río Hondo

*Behavior of the water variables of the Río Hondo sub-basin*



Promedio acumulado anual de 40 años 1440 mm  
*Cumulative annual average rainfall over 40 years 1440 mm*

## Pérdidas de suelos estimadas por método directo

### *Estimated soil losses by direct method*

Segmento	Medidas establecidas <i>Measures established</i>	Pendiente <i>Slope (%)</i>	Perdidas de suelos <i>Soil</i> (t/ha/año)
Sección	Sin medidas sembrado de maíz a favor de la pendiente. <i>No measures planted corn in favor of the slope</i>	9	7,6
Smc 4	Barreras de piedras protegidas con Vetiveria zizanoides, preparada y sembrada en contornos con varios cultivos hortícolas y frijol. <i>Barriers of stones protected with Vetiveria zizanoides, prepared and planted in contours with various horticultural crops and beans.</i>	10	Sedimentos retenidos y acumulados en los muro de piedras <i>Sediments retained and accumulated in stone walls. Zero soil loss</i>



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

## *Impact of the measures on the yields of corn and beans expressed in kg / ha of grains*

Segmentos	Medidas implantadas <i>Measures applied</i>	Rdto ( <i>yield</i> ) en kg/ha de granos					
		Maíz ( <i>maize</i> )			Frijol ( <i>Beans</i> )		
		P.A	P.M	P.B	P.A	P.M	P.B
S/mc1	Bordos protegidos con vegetación espontánea. <i>Protected borders with native plants</i>	1654	1124	525	500	300	105
S/mc2	Barreras de piedras y siembra en contornos. <i>Stone barriers with sowing on contour</i>	2030	1200	621	560	330	145
S/mc3	Siembra en contornos <i>Contour sowing</i>	2420	1720	956	-	-	-
S/mc4	arreras de piedras y Vetiveria z. y maíz + Vigna. <i>stone barriers and Vetiveria z. and corn + Vigna.</i>	2252	1458	875	660	430	206
Sección	Sembrado a favor de la pendiente <i>Sowing down the slope</i>	580	250	100	-	-	

P.A. = Parte alta de la ladera presenta apenas erosión. *top of the slope has little erosion.*

P.M. = Parte media de la ladera presenta erosión media. *Middle part of the slope presents medium erosion.*

P.B. = Parte baja de la ladera presenta mayor erosión, no se refiere a la zona de acumulación de sedimentos. *Lower part of the slope presents greater erosion, does not refer to the area of sediment accumulation.*

Sección = Sección existente entre los Smc 3 y Smc 4 sin medidas de control. *Existing section located between Smc 3 and Smc 4 without control measures.*

# Conclusiones Conclusions

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 por 17%.

*The use and integrated management of soil, water, crops and health, increased the yield and quality of sun-dried tobacco by 17%.*

El uso y manejo integrado de suelo, agua, cultivos y sanidad, incrementó el rendimiento y calidad del tabaco de sol ensartado.

*The economic balance was positive, managing to reduce costs / \$ invested for tobacco growing by 17 cents and increase profitability by 16%.*

El balance económico fue positivo, logrando reducir los costos/\$ invertido para el cultivo tabaco en 17 centavos e incrementar la rentabilidad en un 16%.

*It is possible to direct the flows and natural synergies necessary to sustain the productivity of the system with low external inputs*

Es posible dirigir los flujos y sinergismos naturales necesarios para sustentar la productividad del sistema con bajos insumos externos.

*It is possible to direct the flows and natural synergies necessary to sustain the productivity of the system with low external inputs.*

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.

*Although the production of corn and beans did not differ much between the conservation measures implemented among themselves, it was observed that they are larger than in the reference areas (sections) without conservation measures.*

El sistema en general transcurre progresivamente hacia su estabilidad ecológica.

*The overall system takes place progressively towards ecological stability.*

## Resumen de otros beneficios añadidos por Richard Grimshaw

### *Summary of other Benefits added by Richard Grimshaw*

- ✓ La pérdida promedio de suelo en 10 años se redujo de 10.3 toneladas / ha a 4.3 toneladas / ha. (ahorro de 60 toneladas / ha en total)
- ✓ *Average soil loss over 10 years was reduced from 10.3 tons /ha to 4.3 tons/ha. (saving of 60tons/ha in total)*
- ✓ La producción de compost durante 3 años aumentó de 3,2 toneladas / ha a 17,6 toneladas / ha.
- ✓ *Production of compost over 3 years increased from 3.2 tons/ha to 17.6 tons/ha*
- ✓ Durante 10 años, la profundidad del suelo en la barrera del vetiver aumentó en 45 cm y la pendiente promedio entre las barreras del vetiver disminuyó en un 15%.
- ✓ *Over 10 years the depth of soil at the vetiver barrier increased by 45 cm and the average slope between vetiver barriers decreased by 15%*
- ✓ El % de materia orgánica del suelo aumentó un 12,5% en 10 años
- ✓ *Soil organic matter % increased by 12.5% over 10 years*
- ✓ El suelo  $P_2O_5$  aumentó en un 33% y  $K_2O$  en un 100% en 10 años
- ✓ *Soil  $P_2O_5$  increased by 33% and  $K_2O$  by 100% over 10 years*
- ✓ La porosidad del suelo mejoró en un 50% y las tasas de filtración en un 50% en 10 años
- ✓ *Soil porosity improved by 50% and filtration rates by 50% over 10 years*
- ✓ La compactación del suelo mejoró en un 20% en 10 años.
- ✓ *Soil compaction improved by 20% over 10 years*