



## PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN DOS SISTEMAS DE LABRANZA EN EL DISTRITO DE CAPITÁN MEZA - ITAPÚA<sup>1</sup>

VENIALGO CHAVEZ, Rosa Nelly<sup>2</sup> VERA LÓPEZ, Wilfrido<sup>3</sup> INSFRÁN, Amado<sup>4</sup>

### SUMMARY

The present work has a fundamental aim to compare the effects of the hydric erosion of the soils cultivated in two systems of plowing: the conventional plowing or Conventional system (CS) and the Direct Plowing (DP).

The conventional plowing consists in the preparation or remotion of the soil before the plow with implements of making the soil ready to be planted; but the Direct Plowing is the practice of Crop of plants without physical preparation of the soil, maintaining the plant or stubble of the previous crop in the surface, it involves no remotion of the soil, it is only making a roturation in the field as a place to through the seed.

The demostratives fields are situated in a region with a soil of basáltic origin corresponding to the classification of Rhodic paleudults very fine clayey.

The type of study was quantitative - comparative using the methods of Correlation and index of Potential of Degradation of Soil (IPD). The plots analysed were of the following dimensions: 40 m of width by 100 m of long each one (4.000 m<sup>2</sup>), the average of earring of the plots is of 8 %. The agricultural crops plowed were wheat and soya; all the plots had been plowed the same day and received the same chemical fertilization.

The results of the IPD for both systems were: CS: 0,688 falls inside the HIGH rank index of potentiality of degradation of the soil, what indicates that in the conventional system observed, launched a result that conform to the method of analysis means an attention to the crop system in similar conditions of topography, weather, type of soil, etc., so much that in DP the level of potentiality is absolutely minor (0,015). This fact refers equally in the comparative of the quantity eroded in the period of study in both systems, having around 98 % of the losses gave in the conventional system of crop having in account the total IPD.

This same fact is refered in the values that gave the porcentual of soil eroded thus the 93, 34 % corresponds to this system of labour. The porcentual for both systems launched the following values: 1, 66 % of soil eroded there was in the DP and 93, 34 % of soil eroded in the CS.

**Key Words:** hydric erosion -systems of plowing-conventional plowing or Conventional system (CS) - Direct Plowing (DP) - eroded soil

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental comparar los efectos de la erosión hídrica de los suelos cultivados en dos sistemas de labranzas, la labranza convencional o sistema Convencional (SC) y la Siembra Directa (SD). Consistiendo la labranza convencional en la preparación o remoción del suelo antes de la siembra con implementos de roturación del suelo como el arado y la rastra niveladora; por su parte la siembra Directa es la práctica de siembra o de cultivo de plantas sin preparación física del suelo, manteniendo la planta o rastrojo del cultivo anterior en la superficie, implica no remoción del suelo, apenas una roturación en la hilera de siembra para depositar la semilla. Las parcelas demostrativas están ubicadas en una región con un suelo de origen basáltico correspondiente a la clasificación de Rhodic paleudults arcillosa muy fina. El tipo de estudio fue comparativo cuantitativo utilizando los métodos de Correlación e índice de Potencial de Degradación de Suelo (IPD). Las parcelas analizadas fueron de las siguientes dimensiones: 40 m de ancho por 100 metros de largo cada una (4.000 m<sup>2</sup>), el promedio de pendiente de las parcelas es de 8 %. Los rubros agrícolas sembrados fueron el trigo y la soja; todas las parcelas habían sido sembradas el mismo día y recibieron la misma fertilización química. Los resultados del IPD para ambos sistemas fueron: **SC**: 0,688 cae dentro del rango ALTO índice de potencialidad de degradación del suelo, lo que indica que en el sistema convencional observado, arrojó un resultado que conforme al método de análisis significa una alerta al sistema de cultivo en condiciones similares de topografía, clima, tipo de suelo, etc., tanto que en **SD** el nivel de potencialidad es absolutamente menor (0,015). Este hecho se sustenta igualmente en la comparativa de la cantidad erosionada en el periodo de estudio en ambos sistemas, teniendo que alrededor de 98 % de las pérdidas se dieron en el sistema convencional de cultivo teniendo en cuenta el IPD total. Este mismo hecho es sustentado en los valores que dieron el porcentual de suelo erosionado pues el 93,34 % corresponde a este sistema de labranza. El porcentual para ambos sistemas arrojó los siguientes valores: 1, 66 % de suelo erosionado hubo en el SD y 93, 34 % de suelo erosionado en el SC.

**Palabras clave:** erosión hídrica - sistema de labranza - labranza convencional o sistema Convencional - siembra directa - suelo erosionado

1 Resumen de la Tesis presentada a la Universidad Nacional de Itapúa para la obtención del título de Master en Gestión Ambiental. Encarnación, 2008.

2 Ingeniera Agrónoma, Egresada de la Maestría en Gestión Ambiental-UNI. Vice Decana de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la UNI

3 Ingeniero Agrónomo, Egresado de la Maestría en Gestión Ambiental-UNI. E-mail: ingveraw@yahoo.com.ar

4 Ing. en Ecología Humana, MSc en Ingeniería Ambiental. Orientador de Tesis - Maestría en Gestión Ambiental-UNI



## INTRODUCCIÓN

La región sudeste del Paraguay, cubierta por suelos rojos derivados del basalto (tierra colorada), constituye el área de mayor desarrollo agrícola del país; siendo el trigo, la soja y el maíz los principales rubros de producción.

El clima de la región es subtropical húmedo, el promedio anual de lluvia de 30 años es de 1.700 mm (CRIA- Capitán Miranda), no hay una época definida entre estación seca y húmeda, pues la variación de la precipitación entre los años y meses es grande, de manera que frecuentemente se producen largos períodos de sequía y periodos con mucha lluvia.

La agricultura de la región se caracterizó en un principio por la adopción e implementación de tecnologías que corresponden a un modelo de agricultura convencional (aradas más rastreadas o rastra pesada más rastra liviana y sistema de monocultivos), desarrollado para condiciones de clima templado, pero que presentan serias limitaciones para lograr una agricultura sostenible en las condiciones de topografía y clima de la región.

En efecto las altas temperaturas y la frecuencia e intensidad de las lluvias, constituyen el principal inconveniente en un sistema de explotación agrícola que implica el laboreo del suelo y la utilización de maquinarias e implementos pesados. Es así que la producción año tras año fue declinando, debido principalmente al problema de la EROSION HIDRICA que produce la pérdida gradual de la capa más fértil del suelo. Por otro lado la práctica de este tipo de agricultura predatoria (utilización intensa de maquinarias e implementos pesados, laboreos continuos, monocultivos y suelo desprotegido) produce la compactación y el deterioro de las características físicas del suelo, lo que conlleva a una disminución de la infiltración del agua de lluvia perdiéndose así un escurrimiento superficial, lo que además de agravar el problema de EROSION, se traduce en una menor cantidad de agua para los cultivos.

Por lo expuesto anteriormente, se comprende la gravedad del problema y la justificación del presente trabajo que tiene como objetivo analizar los mecanismos de la erosión, clarificar los efectos de la siembra directa con cobertura de residuos, para proteger al suelo contra la erosión y para aliviar los efectos adversos de las condiciones climáticas, de tal manera a avanzar hacia una agricultura ecológicamente equilibrada, económicamente rentable y técnicamente viable.

*El objetivo general fue evaluar la pérdida de suelo por erosión hídrica en dos sistemas de labranza, con preparación convencional y siembra directa.*

Las hipótesis del presente documento se basó en que H<sub>0</sub> 1: En la producción agrícola los suelos con preparación convencional tienen una pérdida por erosión hídrica

que supera en más del 30% al sistema de cultivo con siembra directa en condiciones ambientales similares. H<sub>0</sub> 2: El índice de pérdida de suelo respecto de las lluvias registradas en un área de siembra directa es muy bajo.

## METODOLOGÍA

La metodología de investigación es “descriptiva y cuasi-experimental” que consiste básicamente en la compilación de datos referidos a la pérdida de suelo mediante el análisis de sedimento erosionado, relacionado a la preparación de suelo y a la intensidad de lluvia (cantidad de lluvia por tiempo de duración).

Ocupa un lugar intermedio entre el método experimental y correlacional, pues es más flexible y realista que el primero y tiene mayor potencia para establecer relaciones causales que el segundo. Los cuasiexperimentos poseen aparentemente todas las características de los experimentos verdaderos. La principal diferencia con estos estriba, según los casos, en la imposibilidad de manipular la variable independiente y/o asignar aleatoriamente los sujetos a las condiciones experimentales. Podrían calificarse de adaptaciones más o menos ingeniosas de los experimentos verdaderos, con el objetivo de separar los efectos debidos a la intervención de aquellos provocados por las variables no controladas, (Ato, 1995).

La organización de datos permite la estimación de los promedios por tratamiento que serán correlacionados cronológicamente – períodos de seis años - y representados en un sistema de regresión lineal.

### Índice de Potencialidad de Degradación de Suelo:

El factor está dado por la importancia de la lluvia promedio por año en los cultivos sin considerar sus efectos potenciales se suceden con alta intensidad. Así, lo deseado es que se registren lluvias superiores a los 1400 mm anuales en esta zona. La escala tendrá un valor de 0 a 1, siendo 0, la mejor situación deseada para los cultivos (más lluvias) y 1 la situación menos deseada (menos lluvias).

Por lo que la escala estará para ambos casos (SD, SC) por:

mm/año	factor (0-1)
< 1000	1
1001-1200	0,75
1201-1400	50
> 1400	0,25

Fuente: Resultado del proceso de investigación.

$$IPD = \sum_{i=1}^n p \frac{qi}{qt}$$

Siendo: n = número de años considerados en el estudio  
p = factor de la precipitación en un rango de 0 a 1  
qi = cantidad de suelo erosionado en un año en el área de estudio  
qt = cantidad total de suelo erosionado en el periodo de tiempo del estudio.

**IPD = Índice de Potencialidad de Degradación, producto de la erosión**

Escala de IPD	Calificación
0,00 - 0,20	Muy bajo
0,21 - 0,40	Bajo
0,41 - 0,60	Medio
0,61 - 0,80	Alto
0,81 - 1,00	Muy alto

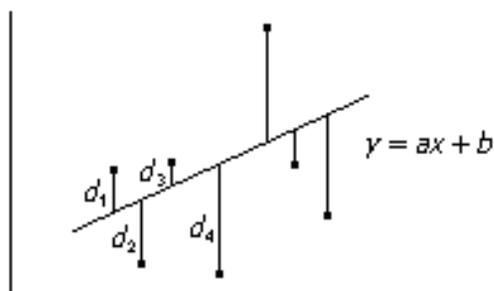
Fuente: Resultado del proceso de investigación.

### Regresión Lineal:

Se llama recta de regresión a una recta que marca la tendencia de la nube de puntos. Si la correlación es fuerte (tanto positiva como negativa) y, por tanto, los puntos de la nube están próximos a una recta, ésta es la recta de regresión.

Matemáticamente hay dos rectas de regresión, la recta de regresión de Y sobre X y la de X sobre Y.

La recta de regresión de Y sobre X es aquella  $y = ax + b$  para la cual la suma de los cuadrados de las desviaciones en el sentido de las ordenadas de cada punto a ella es mínima.



### Correlación:

Entre las dos variables que determinan una distribución bidimensional puede existir una relación más o menos estrecha que se llama correlación, y se puede medir mediante el coeficiente de correlación, que es un número, asociado a los valores de las dos variables. El coeficiente de correlación puede valer entre -1 y 1.

### Localización:

**Macrolocalización:** se halla ubicado en el Departamento de Itapúa, Distrito de Capitán Meza a 5 km. de la ruta número 6 Juan L. Mallorquín, sobre la ruta Proyecto 1418 camino a la ciudad de Capitán Meza, en la latitud  $26^\circ$  Sur y  $55^\circ$  oeste a 80 km al noreste de la ciudad de Encarnación.

**Microlocalización:** las parcelas objeto del estudio están ubicadas en un predio de 5 hectáreas perteneciente al Centro de Mecanización Agrícola de Pirapó del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

### Población:

Las parcelas demostrativas están ubicadas en una región con un suelo de origen basáltico correspondiente a la clasificación de Rhodic paleudults arcillosa muy fina (60 % o más de contenido de arcilla).

El estudio contó con cinco parcelas de 40 metros de ancho por 100 metros de largo cada una (según figura 4), el promedio de pendiente de cada parcela es de 8 % para las parcelas A y D, 7 % en la parcela B, 6 % para las parcelas C y E.

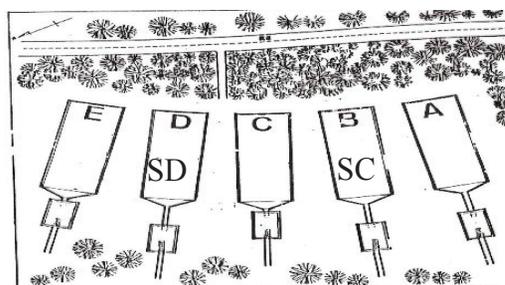
**Los tratamientos son:** siembra directa (parcelas B y D), siembra convencional (parcelas A y E) y el testigo absoluto (parcela C) que consiste en un terreno desnudo o barbecho, libre de malezas y con preparación de suelo convencional coincidente con la misma época de preparación de suelo de las parcelas A y E pero no fueron sembradas.

Los rubros agrícolas sembrados fueron el trigo y la soja; todas las parcelas habían sido sembradas el mismo día y recibieron la misma fertilización química.

Cada parcela de estudio consta de las siguientes estructuras: un triángulo colector con piso de cemento de 120 metros cuadrados (40 metros de ancho y 6 metros de altura). Un tubo colector del agua y suelo erodado de 50 cms de diámetro. Un pozo colector de 113, 4 metros cúbicos (9 metros de largo por 7 metros de ancho y 1,80 metros de profundidad) con paredes de ladrillos, piso de cemento y un canal de drenaje construido con piedra, arena y malla metálica (4,5 metros de largo por 0,6 metros de ancho) ubicado en el centro de cada pozo colector. Todas estas estructuras se pueden observar en la figura 5.

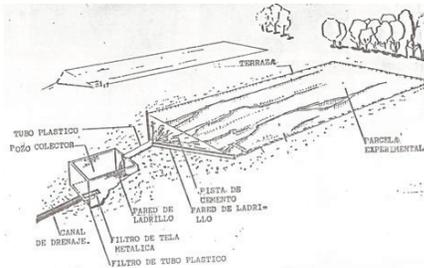
Para evitar la entrada de agua y suelo erodado desde el exterior de las parcelas se levantaron camellones en los bordes superiores y laterales de cada parcela. Los triángulos reciben el agua de escurrimiento con el suelo erodado, el agua así colectado pasan al pozo colector a través del tubo, luego el agua es drenada hacia fuera por el canal de drenaje y quedando en el pozo el suelo sedimentado.

Figura N° 4. Disposición de las parcelas en estudio.





E...SC con 6 % de pendiente  
D... SD con 8 % de pendiente  
C... parcela en barbecho con 6 % de pendiente  
B... SD con 8 % de pendiente  
A... SC con 8 % de pendiente  
Figura N° 5. Estructura de colección de suelo erodado de una parcela



### Muestra:

De las cinco parcelas fueron seleccionadas para el muestreo dos parcelas la A y la D, debido que las mismas tienen 8 % de pendiente; a más del testigo.

### Variables:

#### Variables bajo observación:

**Precipitación (mm/año):** conceptualmente en este estudio, la precipitación es entendida como la cantidad de lluvia registrada en mm y que haya causado evento erosivo. La misma, operacionalmente se obtuvo a través de un pluviógrafo instalados a las adyacencias de las parcelas, con una capacidad de registro de la lluvia cada diez minutos

**Intensidad de lluvia:** se refiere a la cantidad de lluvia caída en un determinado tiempo verificado en la hoja del pluviógrafo.

**Labranza:** en el sistema convencional fueron utilizados arados de tres discos y rastra niveladora liviana con el objetivo de roturar, voltear, desmenuzar y pulverizar el suelo. Y en el sistema de siembra directa las labores de preparación del suelo (labranza) consistieron en la aplicación de herbicidas de desecación y posterior siembra sin un movimiento o roturación general del suelo con una sembradora adaptada al sistema.

**Pendiente:** se refiere al declive natural del terreno

**Rendimientos:** se refiere a la cantidad de granos producidos por área en cada ciclo de cultivo

**Materia Seca:** son los rastrojos, es decir, la cantidad de bagazo que queda en el campo después de la cosecha.

**Peso de 100 granos:** es una medida utilizada para medir el rendimiento de los cultivos a partir de muestras basadas en la cantidad de granos.

**Número de plantas:** nos indica la cantidad de plantas por área y es utilizada para calcular la densidad del cultivo por hectárea

### Variables de resultados:

**Pérdida de suelo en  $kg \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ :** se refiere al total de suelo erosionado y colectado en el pozo de sedimentación expresado en peso seco y llevado en Kg/ha.

**Rendimientos:** en  $kg \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$  después de cada cosecha.

**Materia Seca:** en  $kg \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$  después de cada cosecha.

**Peso de 100 granos:** en gramos

**Número de plantas:** cantidad total de plantas por área.

- **Instrumento de medición:** - kg (pérdida de suelo, Rendimientos y Materia Seca).

- mm (lluvia).

- % (pendiente)

- gramos (100 granos).

- **Repetición según cronología:** el estudio se realizó en un periodo de seis años (1992 – 1997)

### Materiales:

Los materiales básicos necesarios para la planificación, ejecución y procesamiento de datos serán:

**Elementos de gabinete:** como: papeles, bolígrafos, lápices, borradores, procesador de textos. Y elementos de campo como: vehículos, servicios telefónico, de Internet, cinta métrica, plancheta.

### Técnica metodológica:

**Información secundaria:** Los datos fueron colectados en el Centro de Mecanización Agrícola de Pirapó en el periodo comprendido entre los años 1992 a 1997, cuya base de datos se ha puesto a disposición para la presente investigación.

**Parcelas demostrativas:** Las parcelas seleccionadas, A y D, poseen 8 % de pendiente. La parcela A con el sistema de preparación de suelo convencional (una arada más dos rastreadas antes de la siembra); la parcela D con el sistema de siembra directa (desecación con herbicidas antes de la siembra). En ambas parcelas en los dos ciclos de producción (verano e invierno), los tratamientos fueron iguales: la misma variedad sembradas en la misma fecha, la fertilización, los tratamientos fitosanitarios.

**Registro pluviométrico:** Un pluviógrafo fue instalado en las adyacencias de las parcelas y los datos de precipitación diaria y duración de la precipitación después de cada lluvia fueron colectados.

**Pesaje de suelo erosionado:** el suelo sedimentado en el pozo colector con abundante humedad fue colectado y pesado después de cada evento erosivo, luego el peso



seco fue obtenido mediante cálculos a partir de una porción de muestra (100 gramos) secada en estufa (105° C).

**Rendimientos, Materia Seca y Número de plantas:** cada una de estas variables se determinaron por cada parcela de cinco repeticiones de 10 m<sup>2</sup> y el promedio de los resultados se llevaron a hectárea.

**Peso de 100 granos:** se han muestreado y pesado 100 granos de cada muestra de 10 m<sup>2</sup> totalmente al azar.

### Análisis de datos:

**Análisis de datos:** Los datos fueron analizados utilizando los métodos de correlación y el índice de potencialidad de degradación de suelo.

**Coefficiente de correlación de Pearson:** fueron correlacionados los valores de kilogramos de pérdida de suelo y la precipitación anual. La misma, fue realizada con el propósito de buscar la posible relación o asociatividad de estas variables entre sí.

**Índice de potencialidad de degradación (IPD):** es una medida que establece cualitativamente la relación existente entre la pluviosidad registrada en un periodo determinado y la pérdida de suelo en el mismo periodo considerado. La escala de evaluación va de 0 a 1; siendo los valores próximos a 0, los que indican una pérdida menor de suelo en el sistema analizado y por lo tanto la situación más deseada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Resultados descriptivos:

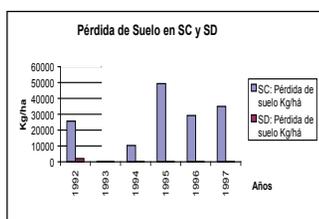
En este apartado, se presentan de manera descriptiva los resultados ordenados por variable de estudio, conforme indican los objetivos específicos del trabajo.

#### Pérdidas de suelo por erosión:

Se observan diferencias muy significativas en la cantidad de suelo erosionado en cada año de estudio donde fueron determinados un mínimo de 63 Kg ha<sup>-1</sup> en el segundo año y un máximo de 2.030 Kg ha<sup>-1</sup> en el sistema de siembra directa en el primer año del estudio, mientras que el mínimo en el sistema de siembra convencional fue de 239 Kg ha<sup>-1</sup> en el segundo año y el máximo fue de 49.295 Kg ha<sup>-1</sup> en el año 1994.

Cuadro N° 12. Pérdidas de suelo por erosión Kg (periodo 1992 a 1996)

Años	SC: Pérdida de suelo Kg/há	SD: Pérdida de suelo Kg/há	Relación SC/SD
1992	25616	2030	13
1993	239	63	4
1994	10330	152	68
1995	49295	286	172
1996	29232	120	244
1997	34929	217	161
<b>Total</b>	<b>149641</b>	<b>2868</b>	<b>661</b>
<b>Media</b>	<b>24940,17</b>	<b>478,00</b>	<b>110</b>

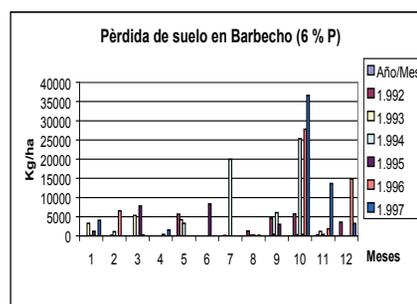


En el cuadro 13 se presentan los datos de la pérdida de suelo en barbecho o testigo (preparado mecánicamente pero sin siembra) permaneciendo todo el año descubierto, donde se indica las pérdidas registradas por año y por mes independientemente de la época de ocurrencia de las mismas. Se observa una mínima pérdida de 67 Kg/ha en el mes de enero del año 1994 con una precipitación de 36 mm, mientras que la máxima pérdida fue de 36.605 Kg/ha en el mes de octubre del año 1997 con una precipitación de 240 mm.

Cuadro N° 13. Pérdida de Suelo en Barbecho Kg/ha (6 % P.)

Año/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1992					5676		104	1272	4641	5733	306	3606
1993	3290	132	5335	4214				163	437	300	1146	
1994	67	1104			3296		19934	239	6066	25326	378	
1995	1200		7799	380	8342							
1996		6522,0	234,0					152		27814	1833	14890
1997	4045			1562						36605	13644	3267

Total: 224.433 Kg/há  
 Promedio: 37.405,5 Kg/há  
 SC Promedio: 24.940,17 Kg/há  
 Diferencia: 12.465,33 Kg/há

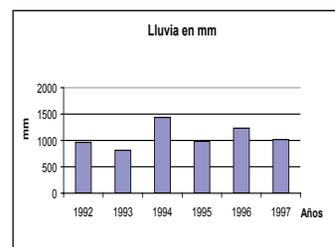


### Lluvia:

Se han registrado lluvias erosivas máximas de 1.436 mm en el año 1994 y mínima de 813 mm en el año 1993 que coincide con el evento de menor pérdida de suelo en los seis años en ambos sistemas. Sin embargo la mayor cantidad de lluvia registrada fue en el año 1994 que no coincide con la máxima cantidad de suelo erosionado que fue en el año 1995 con 983 mm de lluvias registradas.

Cuadro N° 14. Lluvias registradas (periodo 1992 a 1997)

Años	Lluvia (mm)
1992	964
1993	813
1994	1436
1995	983
1996	1233
1997	1016,53

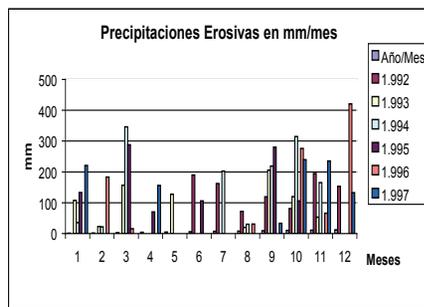


Con relación a las lluvias erosivas registradas por mes y por año se presenta en el cuadro 15 iniciándose el estudio en junio del año 1992; se observa que la mínima cantidad de lluvia erosiva ocurrió en agosto de 1993 con 20 mm y la máxima fue de 420,5 mm en diciembre de 1996. En el mismo cuadro se nota que durante el tiempo de estudio el mes de octubre registró todos los años lluvias que ha causado eventos erosivos, seguido



por los meses de setiembre y noviembre; siendo el mes de mayo con menor registro de lluvias erosivas en el año 1993 y que fue el único año con lluvias erosivas en ese mes, que también fue el año de menor cantidad de pérdida de suelo en barbecho (6260 kg/ha) Cuadro N° 15. Lluvias registradas (periodo 1992 a 1996).

Año/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1992						190	162	72	119	81	195	153
1993	108	23	157		128			20	206	120	53	
1994	36	22	346				203	30	219	315	165	
1995	133		288	70		106			280	106		
1996		183,5	15,5					31		276	66	420,5
1997	221			156					33,5	240	235,35	132,5

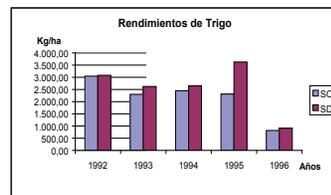


### Rendimiento:

En los cuadros 16 y 17 se presentan los rendimientos de Trigo y soja en ambos sistemas; la mayor diferencia en el rendimiento ocurrió en el año 1995 en el rubro de trigo. En el rubro soja la diferencia en el mismo periodo fue solo de 70 Kg entre los sistemas; sin embargo, la máxima diferencia registrada en este rubro fue en el año 1993 (740 Kg).

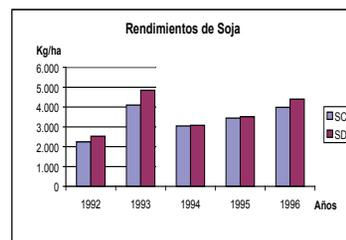
Cuadro N° 16. Rendimientos de Trigo en SC y SD (periodo 1992 a 1996)

Años	SC	SD
1992	3.045,00	3.080,00
1993	2.300,00	2.620,00
1994	2.450,00	2.650,00
1995	2.309,00	3.627,00
1996	814,23	909,95



Cuadro N° 17. Rendimientos de Soja en SC y SD (periodo 1992 a 1996)

Años	SC	SD
1992	2.240	2.530
1993	4.100	4.840
1994	3.045	3.080
1995	3.439	3.509
1996	3.981	4.396

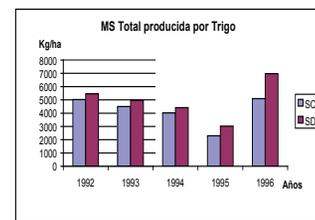


### Materia Seca:

En los cuadros 18 y 19 se presentan la cantidad de MS producida en los dos sistemas y los dos rubros, se observa que en todos los años hay mayor cantidad de MS en el sistema de siembra directa, notándose que la mayor diferencia en trigo se registró en los años 1995 y 1996 con 31,3 % (720 Kg) y 26,83 % (1870 Kg), a favor de la siembra directa. En el caso de la soja las mayores diferencias se registraron en los años 1993 y 1996, con 15,82 % (1025 KG) y 13,18 % (771 kg) a favor de la siembra directa.

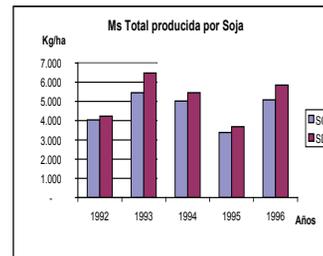
Cuadro N° 18. Total de MS producida por el Trigo en SC y SD (periodo 1992 a 1996)

Años	SC	SD
1992	5022	5453
1993	4500	4970
1994	4020	4420
1995	2300	3020
1996	5100	6970



Cuadro N° 19. Total de MS producida por la Soja en SC y SD (periodo 1992 a 1996)

Años	SC	SD
1992	4.036	4.238
1993	5.453	6.478
1994	5.022	5.453
1995	3.384	3.885
1996	5.080	5.851



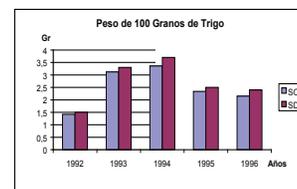
### Peso de 100 granos:

En los cuadros 20 y 21 se registran las diferencias de peso entre ambos sistemas, se observa que en el cultivo de trigo existieron muy poca variación entre las mismas; el mayor valor se registró en el año 1993 con 12 % (0,18 gramos), esto equivale a 320 Kg/ha.

Sin embargo en el cultivo de soja las diferencias son más significativas. La mayor diferencia se registró en el año 1993 de 6 % a favor de la Siembra Directa (0,80 gramos), esta cifra llevada a hectárea equivale a una variación de 740 Kg.

Cuadro N° 20. Peso de 100 granos de Trigo (gramos) en SC y SD (periodo 1992 a 1996)

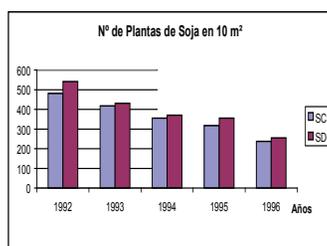
Años	SC	SD
1992	1,42	1,50
1993	3,12	3,30
1994	3,36	3,70
1995	2,34	2,50
1996	2,15	2,40





Cuadro N° 21. Peso de 100 granos de Soja (gramos) en SC y SD (periodo 1992 a 1996).

Años	SC	SD
1992	481	541
1993	418	431
1994	355	370
1995	317	355
1996	237	255

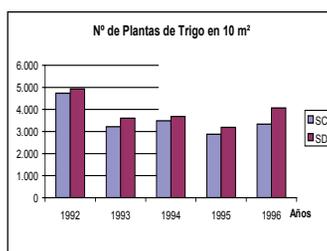


### Número de plantas:

Con relación a esta variable en los cuadros 22 y 23 se presentan los valores, observándose en el cultivo de trigo una mayor densidad en siembra directa en torno a 17 % (730 plantas) en el año 1996, equivale a una diferencia de 73.000 plantas por hectárea. En el rubro soja las diferencias también fueron a favor de la siembra directa siendo en el año 1992 donde se registró el máximo valor que fue de 60 plantas lo que equivale a 60.000 plantas por hectárea.

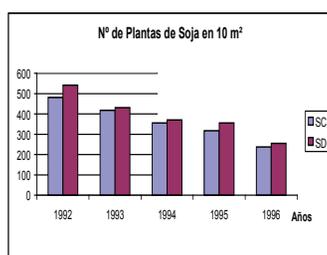
Cuadro N° 22. Números de plantas de Trigo (10 m²) en SC y SD (periodo 1992 a 1996).

Años	SC	SD
1992	4.733	4.933
1993	3.216	3.600
1994	3.487	3.685
1995	2.875	3.187
1996	3.337	4.067



Cuadro N° 23. Número de plantas de Soja (10 m²) en SC y SD (periodo 1992 a 1996).

Años	SC	SD
1992	481	541
1993	418	431
1994	355	370
1995	317	355
1996	237	255



## 2. Resultados analíticos:

### Coefficiente de correlación de Pearson:

El Coeficiente de determinación indica el porcentaje de variabilidad de Y explicada o debida a la recta de regresión, en tanto que puede expresarse que el modelo de regresión lineal explica que solo el 5,82 % de la variabilidad de la erosión en cultivos de SD, como causa de la cantidad de precipitación.

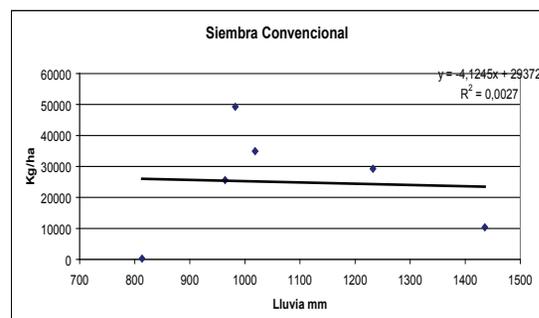
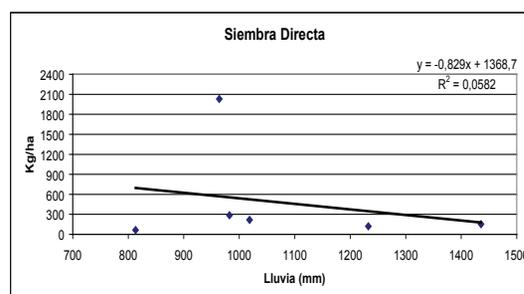
El porcentual para ambos sistemas arrojó lo siguientes valores: 1, 88 % de suelo erosionado hubo en el SD y 98, 12 % de suelo erosionado en el SC.

### Coefficiente de Correlación

-0,052 SC y lluvia  
-0,241 SD y lluvia

### Coefficiente de Determinación

0,27%  
5,82%



### Índice de Potencialidad de degradación (IPD): Producto de la degradación del suelo.

Años	SC	Tn	Factor de ponderación de lluvia	IPD	SD	Tn	IPD	Lluvia (mm)
1992	25616	25.616	1,000	0,168	2030	2,000	0,0133	964
1993	239	0,239	1,000	0,002	63	0,060	0,0004	813
1994	10330	10,330	0,250	0,017	152	0,100	0,0002	1436
1995	49295	49,295	1,000	0,323	286	0,180	0,0019	983
1996	29232	29,232	0,500	0,096	120	0,120	0,0004	1233
1997	34929	34,929	0,750	0,172	217	0,127	0,0011	1019
<b>Total</b>	<b>149641</b>		<b>0,643</b>	<b>0,777</b>	<b>2868</b>		<b>0,017</b>	<b>6446</b>
<b>Medias</b>	<b>21377</b>				<b>410</b>			<b>921</b>
<b>Total de Pérdida</b>				<b>152509</b>				

### Resultados de IPD:

**SC:** 0,777 cae dentro del rango ALTO índice de potencialidad de degradación del suelo, lo que indica que en el sistema convencional observado, arrojó un resultado que conforme al método de análisis significa una alerta al sistema de cultivo en condiciones similares de topografía, clima, tipo de suelo, etc., tanto que en SD el nivel de potencialidad es absolutamente menor (0,015). Este hecho se sustenta igualmente en la comparativa de la cantidad erosionada en el periodo de estudio en ambos sistemas, teniendo que alrededor de 98 % de las pérdidas se dieron en el sistema convencional de cultivo teniendo en cuenta el IPD total.



Este mismo hecho es sustentado en los valores que dieron el porcentual de suelo erosionado pues el 98,12 % corresponde a este sistema de labranza.

**SD:** 0,017 cae dentro del rango MUY BAJO índice de potencialidad de degradación del suelo. Y solo el 2 % en este sistema considerando el IPD total.

En el caso de los valores correspondientes al porcentual de pérdida de suelo para este sistema el resultado fue de 1,88 %, lo cual significa una diferencia de 98,12 % de posibilidades menor de erosión en el sistema comparado al sistema convencional.

*La Hipótesis n° 1 expresa:* En la producción agrícola los suelos con preparación convencional tienen una pérdida por erosión hídrica que supera en más del 30 % al sistema de cultivo con siembra directa en condiciones ambientales similares. Según los resultados del Coeficiente de Determinación y el IPD se confirma plenamente esta hipótesis, pues indica que los suelos con preparación convencional superaron en 98,12 % al sistema de cultivo en siembra directa.

*La Hipótesis n° 2 expresa:* El índice de pérdida de suelo respecto de las lluvias registradas en un área de siembra directa es muy bajo. Del mismo modo esta hipótesis es aceptada debido a que el IPD es de 0,015, el cual se ubica dentro del rango considerado muy bajo.

### **Pérdida de suelo:**

Se observan diferencias muy significativas en la cantidad de suelo erosionado en cada año de estudio donde fueron determinados un mínimo de 63 Kg/ha en el segundo año y un máximo de 2.030 Kg/ha en el sistema de siembra directa en el primer año del estudio, mientras que el mínimo en el sistema de siembra convencional fue de 239 Kg/ha en el segundo año y el máximo fue de 49.295 Kg/ha en el año 1994. Además considerando la relación de pérdida entre los dos sistemas tenemos los resultados en la cuarta columna cuadro n° 8, que nos indica durante el transcurrir de los años la siembra convencional fue: 13, 4, 68, 172, 244 y 161 veces más erosivo que la siembra directa totalizando un valor de 661 y una media de 110.

### **Lluvia:**

Se han registrado lluvias erosivas máximas de 1.436 mm en el año 1993 y mínima de 813 mm en el año 1992 que coincide con el evento de menor pérdida de suelo en los seis años en ambos sistemas. Sin embargo la mayor cantidad de lluvia registrada fue en el año 1993 que no coincide con la máxima cantidad de suelo erosionado que fue en el año 1994 con 983 mm de lluvias registradas; esto nos indica que, la cantidad de suelo erosionado depende de la intensidad, la frecuencia y época de lluvias caídas y no solo de la cantidad por año. Además observar que

en cualquier época del año puede darse precipitaciones erosivas de real magnitud.

### **Rendimiento:**

Los rendimientos de Trigo y soja en ambos sistemas, la mayor diferencia en el rendimiento ocurrió en el año 1995 en el rubro de trigo, que podría atribuirse al hecho de que en el mes de junio antes de la siembra después de la preparación del suelo se registró una intensa lluvia, 104 mm en 58 minutos lo que provocó en un solo evento el 92 % (45.545 Kg) del total de pérdida de suelo del año en el sistema convencional y 34,6 % (99 Kg) el total de pérdida del año en siembra directa. En el rubro soja la diferencia en el mismo periodo fue solo de 70 Kg entre los sistemas pues los rendimientos ya fueron enmascarados por la fertilización química y la preparación del suelo; sin embargo, la máxima diferencia registrada en este rubro fue en el año 1993 (740 Kg), atribuida a la menor cantidad de lluvia caída en el ciclo de la soja que coincide con la menor cantidad de pérdida de suelo debido a la menor cantidad de lluvia erosiva en ese año.

Se estima que en Paraguay y Brasil se pierden 10 toneladas de suelo por cada tonelada de granos producidos a causa de la erosión. Según los resultados obtenidos durante el periodo de tiempo que duró la investigación, se perdieron en el sistema convencional 7,4 Tn de suelo por cada Tn de granos producidos en el cultivo de soja y en el sistema de siembra directa solamente 0,13 Tn.

### **Materia seca y Número de plantas:**

En lo referente a la cantidad de MS producida en los dos sistemas y los dos rubros, se observa que en todos los años hay mayor cantidad de MS en el sistema de siembra directa, siendo que la mayor diferencia en trigo se registró en los años 1995 y 1996 con 31,3 % (720 Kg) y 26,83 % (1870 Kg), a favor de la siembra directa. En el caso de la soja las mayores diferencias se registraron en los años 1993 y 1996, con 15,82 % (1025 KG) y 13,18 % (771 kg) a favor de la siembra directa. Lo que resulta lógico debido a que al haber menor erosión se produce una menor pérdida de semillas por arrastre de suelo en el sistema lo que se traduce en mayor porcentaje de germinación y consecuentemente mayor densidad de plantas lo que a su vez genera mayor cantidad de MS por área.

### **Peso de 100 granos:**

En los cuadros 16 y 17 se observa que en el cultivo de trigo existieron muy poca variación entre los pesos en ambos sistemas; el mayor valor se registró en el año 1993 con 12 % (0,18 gramos), esto equivale a 320 Kg/ha.



Sin embargo en el cultivo de soja las diferencias son más significativas. La mayor diferencia se registró en el año 1993 de 6 % a favor de la Siembra Directa (0,80 gramos), esta cifra llevada a hectárea equivale a una variación de 740 Kg. En ambos rubros la diferencia a favor de la siembra directa se debe a la mejoría de las condiciones físicas del suelo que permite un mejor desarrollo de las plantas.

### CONCLUSIONES

La erosión hídrica, frecuentemente se acepta como un fenómeno inevitable asociado a la agricultura en terrenos con pendiente. Pero la pérdida de suelo no es un fenómeno natural inevitable. El surgimiento de daños causados por la erosión en áreas cultivadas no es nada más que un síntoma de que para tal área y su ecosistema fueron empleados métodos de cultivos inadecuados. No es la naturaleza (relieve del terreno e intensidad de las lluvias), sino más bien los métodos irracionales de explotación utilizadas por el hombre, los responsables por la erosión y las consecuencias nefastas causadas por la misma.

Este proceso puede ser controlado en la mayoría de las regiones de aprovechamiento agrícola y forestal de la América Tropical y subtropical, a través de una agricultura debidamente adaptada y, en especial, por la no remoción y la correcta cobertura del suelo.

De acuerdo a los estudios realizados durante seis años con relación a la comparación de dos sistemas de labranza: convencional y siembra directa en la erosión hídrica de los suelos cultivados nos permite realizar las siguientes conclusiones:

La pérdida de suelo en las parcelas de siembra convencional fue superior que en las parcelas de siembra directa, en todos los años de estudio. Lo que demuestra que la siembra directa es una técnica muy eficiente para el control de la erosión hídrica de los suelos.

En la producción agrícola los suelos con preparación convencional tienen una pérdida de suelo que supera en más del 92 % al sistema de cultivo con siembra directa en condiciones ambientales similares. Esto refleja que la preparación convencional del suelo es un método no adecuado para las condiciones de topografía y clima de la región, pues facilita la erosión de los suelos y consecuentemente la destrucción y degradación de los mismos.

Los resultados de pérdida de suelo coinciden con los divulgados por la FAO (1992) en donde se señala que la degradación de las tierras en el Paraguay en un 49 % se debe a la erosión hídrica, y que un 63% de las causas de la erosión hídrica se debe a la actividad agrícola.

El promedio de pérdida de suelo en el SC de 24,94017 Tn ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> supera en 2,26 veces más a lo determinado por Sarubi (2005) para el Departamento de Itapúa en suelo Rhodic Paleudult arcillosa muy fina con una tolerancia de pérdida de 11 Tn ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

En los años de estudio los meses con mayor evento erosivo fueron: julio, octubre, noviembre, diciembre y febrero. Sin embargo en algunos años, en los meses de marzo y junio han ocurrido lluvias individuales intensas, que causaron eventos erosivos de real magnitud.

En esta región no hay una época definida de ocurrencia de precipitaciones erosivas, de manera que frecuentemente se producen periodos de sequía y periodos con mucha lluvia, en consecuencia, aquellas parcelas manejadas con el sistema de preparación convencional del suelo estarán siempre amenazadas por la erosión hídrica.

Esta erradicidad de la lluvia en la región se refleja con mayor ímpetu en los datos de pérdida de suelo en las parcelas en barbecho (parcela testigo), en el que se han producido eventos erosivos promedios superiores al sistema de siembra convencional con la misma intensidad de lluvias caídas incluso con menor porcentaje de pendiente.

En general la ocurrencia de lluvias con gran poder erosivo coinciden con la época de preparación de suelo, siembra y primeros estadios de desarrollo de los cultivos anuales, o sea en épocas en que el suelo está descubierto o con poca cobertura, lo que agrava la magnitud del problema de la erosión.

La siembra directa es un sistema de producción, que consiste no solamente en la no remoción del suelo, si no que necesariamente debe ir acompañada de otras prácticas, como la utilización de abonos verde (producción de cobertura) y rotación de cultivos, para lograr un mejoramiento efectivo de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

El sistema de siembra directa en todos los años fue superior al sistema convencional en todas las variables de producción. Así en las parcelas de siembra directa tanto el trigo como la soja han arrojado valores superiores en las siguientes variables: rendimientos, materia seca, números de plantas y peso de 100 granos, los cuales conllevan a la mayor productividad general del sistema.

En cuanto a la diferencia de rendimientos de los rubros en ambos sistemas no fueron consecuentes con la magnitud de la pérdida de suelo, debido a que la técnica de producción empleada fue el monocultivo y no el sistema de siembra directa, pues no fueron utilizados la rotación de cultivos con abonos verdes.



### RECOMENDACIONES:

Realizar trabajos de esta naturaleza incluyendo los análisis físicos y químicos del suelo y el agua de escorrentía.

Las parcelas de siembra directa sea encarada como un sistema, o sea, con la inclusión de los tres pilares fundamentales de la labranza conservacionista:

- No remoción,
- Producción de cobertura con el uso abonos verdes y la
- Rotación planificada de los cultivos,

De tal manera a que en las mismas se observe el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que acompañado de la mínima pérdida de suelo redundará en un mayor rendimiento de los cultivos de una forma sostenida, con lo que se puede avanzar y alcanzar la agricultura ecológicamente equilibrada, económicamente rentable y técnicamente viable.

### BIBLIOGRAFÍA

- AAPRESID/ CAAPAS. IV Congreso Nacional Siembra Directa. Una Estrategia para Todos. Villa Giardino, Cordoba, Argentina. 1996.-
- BERTONI, J Y LOMBARDI NETO, F. (1985). Conservacao do Solo. Piracicaba, SP.
- Biscaia, R C.M. (1978). Perdas de solo em diferentes tipos de preparo para a sucessão trigo-soja, sob chuvas naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2, 1978, Passo Fundo, RS. Anais. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 237-246.
- Boletín Informativo da Sociedade Brasileira De Ciência Do Solo. Campinas, SP. 1.994
- BRAGAGNOLO, N et al. (1997). Solo, uma Experiencia em Manejo e Conservacao. Paraná, Brasil.
- Principales Resultados del Censo de Población y Viviendas, Paraguay, 2002.
- CLUBE AMIGOS DA TERRA de Cruz Alta. (1994). IV Encontro Nacional de Plantio Direto Na Palha. Cruz Alta, RS, Brasil.
- COGO, N.P. (1978) Erodabilidade de alguns solos do Rio Grande do Sul avaliada pelo método do nomograma. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, RS. Anais. Passo Fundo: EMBRAPA - CNPT. P 215 -217.
- CURI, N, et al. (1.993). Vocabulário de Ciência Do solo. Sociedade Brasileira de Ciência Do Solo, Campinas, SP.
- DERPSCH, R. FLORENTIN, M. y MORIYA, K., (2000). Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola. Proyecto Conservación de Suelos MAG - GTZ, DEAG, San Lorenzo, Paraguay, 40 pp.-
- DERPSCH, R. (1997). Importancia de la siembra Directa para obtener la Sustentabilidad de la producción Agrícola. V Congreso Nacional de Siembra Directa – AAPRESID. Mar del Plata, Argentina.
- DERPSCH, R., ROTH, C.H., SIDIRAS, N., KOPKE, U. (1981). Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. IAPAR, Londrina, 272.
- EMBRAPA, FECOTRIGO y FUNDACAO ABC. (1993). Plantio Direto no Brasil. Passo Fundo.
- EMBRAPA. (1997). Anais II Seminário Internacional Do Sistema de Plantio Direto. Passo Fundo, RS, Brasil.
- FAO, Agricultura Conservacionista. (1996). Un enfoque para Producir y Conservar. San José de Costa Rica.
- FAO, (1994). Memorias del Taller sobre Planificación Participativa de Conservación de Suelos y Aguas. Brasil y Paraguay. Santiago de Chile.
- FAO. (1992). Suelos y Aguas. Erosión de Suelos en América Latina. Basados en los trabajos presentados en el Taller sobre la Utilización de un Sistema de Información Geográfica en la Evaluación de la Erosión Actual de Suelos y la Predicción del Riesgo de Erosión. Santiago, Chile.
- FAO. (1967). Cuaderno de Fomento Agropecuario. La Erosión del Suelo por el Agua. Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Roma.
- FAO/ONU. (1967), La erosión del suelo por el agua. Roma, Italia. 207.
- FAO/ONU. (1992), Directrices para el control de la degradación de los suelos.
- FOURNIER, F. (1975). Conservación de Suelos. Madrid.
- FUNDAÇÃO ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária. (1993). Curso Intensivo sobre Plantio Direto na Palha. Castro, PR.
- GASSEN, D; GASSEN, F. (1996). Plantio Direto o Camino do Futuro. Passo Fundo, Brasil.



- HERNANI, L.C. EMBRAPA. (1999). Perdida de Nutrientes e Materia orgánica por Erosao. Dez anos de pesquisa. Dourados, MS, Brasil.
- HERNANI, L.C.; FABRICIO, A.C. (1999). Perdas de solo e água por erosão: Des anos de pesquisa. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 12 p.
- IAPAR. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo. Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas. Londrina, Paraná, Brasil. 1996.-
- IICA. PROCISUR. (1994). Dialogo XLIV. Avances en Siembra Directa. Asunción, Paraguay.
- KELLY, H. W. Boletín de Suelos de la FAO. (1983). Mantengamos Viva la Tierra. Causas y Remedios de la Erosión del Suelo. Servicio de Recursos Edáficos y Ordenación de Suelos. Roma,
- LOMBARDI NETO, F., BERTONI, J., BENATTI, JR, R, (1976), Manejo do solo e dos restos culturais do milho e perdas por erosão. In: CONGRESO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 15. Campinas, SP. Anais. Campinas: SBCS, 537 - 540.
- LÓPEZ, G., et al. (1993). Estudio de reconocimiento y capacidad de uso de la Tierra de la Región Oriental del Paraguay (Informe Preliminar), Asunción, PY: MAG/BM. 200 p.
- MAG/ CRIA. (1999). Curso de Siembra Directa em Pequenas Propiedades. Bella Vista, Itapúa, Paraguay.
- MAG/CRIA. (1997). Proyecto Siembra Directa/BID. Curso sobre Siembra Directa. Encarnación, Paraguay.
- MARELLI, H. J. (1989). La Erosión Hídrica. Proyecto Alternativas mejoradas Conservacionistas de Producción Agrícola Ganadera en el Sur de Cordoba. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juarez, INTA. Cordoba, Argentina.
- MERTEN, E.G. (1996). Avaliacao da Erosao em Sistemas de Preparo para trigo e soja na Regiao dos Campos Gerais. IAPAR Ponta Grossa, PR. Revista Plantio Direto.
- ORTIZ MORENO, L M. (1998). Manual de Manejo y Conservación Integrado de Suelo y Agua en Microcuencas Hidrográficas del Area de Influencia de la Represa Hidroeléctrica de la Itaipú Binacional. Hernandarias, Paraguay.
- PAPENDICK, R. (1996). Impacto de la Siembra Directa sobre el Suelo. 20 años de experiencia. In: IV Congreso Nacional sobre Siembra Directa. Una experiencia para todos. Villa Giardino, Cordoba, Argentina.
- PROCISUR/ IICA. (2001). Siembra Directa en el Cono Sur. Montevideo, Uruguay.
- RELACO, (1995). III Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de labranza Conservacionista. San José de Costa Rica.  
Resumen presentado en el curso sobre manejo do solo no sistema de Plantio Directo. Diciembre, 1995. Castro - Paraná I Brasil. P: 9 - 14.
- ROTH, C, H. (1984). Infiltração de água no solo em relação a sua suscetibilidade a erosão. In: Derpsch, R., Sidiras, N., Roth, C, H. : Estudo e desenvolvimento de sistemas de rotação de culturas incluindo espécies de cobertura verde e métodos de preparo do solo. IAPAR, Londrina, 75 - 98.
- RUEDELL, J. (1995). Plantio Direto na Região de Cruz Alta. Convenio FUNDACEP/BASF. Cruz Alta, RS.  
SA, J. (1995). Plantio Direto: Transformações e Benefícios ao Agroecosistema.
- SALTON, J; HERNANI, L Y FONTES, C. EMBRAPA. (1998). Sistema Plantio Direto. Dourados, PR, Brasil.  
SANCHEZ TEREUELO, O. R. (1997). Diccionario enciclopédico paraguayo hispanoamericano y universal. 3ª edic. Buenos Aires. P 1335.
- SAMPAT, A. G. (1972). Física de suelos : principios y aplicación. México.
- SARUBI RIVEROS, M. A. (2005), Riesgo de Erosión Hídrica y Tolerancia de Pérdida de Suelos de la Unidad Geográfica del Sur Oriental Paraguayo. Tesis de Grado, Carrera Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo. 54p.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL, INIFAP, CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN PARA PRODUCCION SOSTENIBLE. (1997). Avances de Investigación en Labranza de Conservación I. Michoacán, México.
- SECRETARIA DE SANTA CATARINA, EPAGRI. (1994). Manual de Uso, Manejo e Conservação do Solo e de Água: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2 ed. Florianópolis, Brasil.
- SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS E.U.A (1.994). Claves para la Taxonomía de Suelos. Traducido por Carlos Ortiz Solorio y Ma del Carmen Gutiérrez.  
Sidiras, N., Roth, C. H., Farias, G. S. De. (1984). Efeito da intensidade da chuva na desagregação pó impacto de gotas em três sistemas de preparo. R. bras. CL Solo, 8. 251 – 254 p.



## Maestría en Gestión Ambiental

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. (1994). Solos Altamente Suscetíveis a Erosão. Facultad de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal. SP.

SUAREZ de C, F. (1979). Conservación de suelos. 3 ed. IICA. San José. 315.

UNA (Universidad Nacional de Asunción. PY). FCA (Facultad de Ciencias Agrarias). CIF (Carrera de Ingeniería Forestal). (1995). Atlas Ambiental de la Región Oriental del Paraguay. San Lorenzo, Paraguay. CIF/FCA/GTZ, 2 v.

VASQUES FILHO, J. (1986). Erosao e seu Controle. Curso de Atualização em Solos. Programa de Teinamento Banespa. Piracicaba, Brasil.

VILLELA, S. MATTOS, A. (1975). Hidrologia Aplicada. Mc Grave Hill. Sao Paulo.

[www. Google.com](http://www.Google.com)

[www.monografias.com/Química/index.shtml](http://www.monografias.com/Química/index.shtml).

[www. Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com)