

## **APENDICES**

## **APENDICE A**

## DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE PREDICCIÓN DE SEDIMENTOS ( SWAT).

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) es un modelo desarrollado por Jeff Arnold para el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). SWAT fue desarrollado con el objetivo de predecir el impacto prácticas de administración de la tierra sobre el agua, sedimentos y químicos provenientes de la agricultura en grandes cuencas con variedad de suelos y usos de la tierra para largos periodos de tiempo.

El modelo SWAT requiere información específica acerca del clima ( precipitación diaria, temperatura máxima y mínima del aire, radiación solar, velocidad del viento y humedad relativa), propiedades del suelo, topografía, vegetación y practicas de administración de la tierra ocurridas en la cuenca. Los procesos físicos asociados con el movimiento del agua, movimiento de sedimentos, crecimiento de cultivos y plantas son directamente modelados por SWAT.

Desde que el modelo SWAT fue creado este ha sufrido continuas revisiones y expansiones de sus capacidades, la versión más reciente es el SWAT 2000 el cual tiene entre otras novedades el mejoramiento de su generador climático, permite que la radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento diarios sean introducidos al modelo o generados por él mismo.

## SIMULACIÓN DE UNA CUENCA

Para el proceso de simulación SWAT divide la cuenca en subcuencas según la información que se introduce en el modelo correspondiente a clima, HRU (Unidades de respuesta hidrológica), reservorios de agua, agua subterránea y datos del canal principal. Las HRU (Unidades de Respuesta Hidrológica) son grandes áreas agrupadas dentro de la subcuenca que constan de la misma combinación de uso de la tierra, suelo y prácticas.

## CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo hidrológico simulado por SWAT esta basado en la ecuación de balance del agua:

$$SW_T = SW_0 + \sum_{i=1}^T (R_{DIARIO} + Q_{surf} + E_a + w_{seep} + Q_{gw})$$

Donde  $SW_t$  es el contenido final de agua en el suelo (mm H<sub>2</sub>O).  $SW_0$  es el contenido inicial de agua en el suelo en el día  $i$  (mm H<sub>2</sub>O),  $t$  es el tiempo (días),  $R_{diario}$  es la cantidad de precipitación en el día  $i$  (mm H<sub>2</sub>O),  $Q_{surf}$  es la cantidad de superficie de runoff en el día  $i$  (mm H<sub>2</sub>O),  $E_a$  es la cantidad de evapotranspiración en el día  $i$  (mm H<sub>2</sub>O),  $w_{seep}$  es la cantidad de agua entrando en la zona vadosa desde el perfil del suelo en el día  $i$  (mm H<sub>2</sub>O), y  $Q_{gw}$  es la cantidad de flujo de retorno en el día  $i$  (mm H<sub>2</sub>O).

- Flujo Subsuperficial Lateral: Para su estimación se usa un modelo de almacenamiento kinemático en cada capa de suelo.
- Superficie de Runoff: SWAT simula el volumen de la superficie de runoff y los valores de sus picos para cada HRU. El volumen es calculado usando una modificación del Método del Número de Curva SCS (USDA Servicio de Conservación de Suelos, 1972) o el Método de infiltración Breen & Amat (Breen and Amat, 1911). La predicción de los picos de la superficie de runoff se realizan por medio de una modificación del método racional en este método el pico de runoff es una función de la precipitación diaria que cae durante el tiempo de concentración de una subcuenca, el volumen de la superficie de runoff diaria, y el tiempo de concentración de la subcuenca. La proporción de la precipitación ocurrida durante el tiempo de concentración de la subcuenca es estimada como una función de la precipitación total diaria usando una técnica estocástica. El tiempo de concentración de la subcuenca se estima usando la fórmula de Manning.
- Canales Tributarios: Dos tipos de cauces redefinen dentro de cada subcuenca: el cauce principal y los cauces tributarios. Los canales tributarios son de un orden más bajo o menor, son cauces desviados del cauce principal dentro de la subcuenca. Cada canal tributario dentro de la subcuenca no recibe contribución de agua subterránea a su flujo. SWAT usa los atributos del canal tributario para determinar el tiempo de concentración para la subcuenca.
- Pérdidas por transmisión: SWAT usa el método de Lane (Servicio de Conservación de suelos USDA, 1983) para estimar las pérdidas por transmisión.
- Flujo Retorno: SWAT particiona el agua subterránea en dos sistemas de acuíferos: acuíferos confinados y acuíferos inconfiados, los cuales contribuirán al volumen de la corriente superficial.

#### CRECIMIENTO DE LA VEGETACIÓN.

SWAT utiliza un modelo simple de crecimiento de las plantas. El modelo es capaz de diferenciar entre plantas perenneales y anuales. El modelo de crecimiento de las plantas es usado para estimar la remoción de agua y nutrientes desde la zona de raíces, transpiración y producción de biomasa.

#### EROSIÓN

Los sedimentos son estimados para cada HRU con la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos Modificada (MUSLE).

SWAT permite al usuario definir prácticas de conservación en cada HRU. El usuario puede definir el inicio y el final de una estación de crecimiento, especificar cantidades de fertilizantes, aplicaciones de riego y pesticidas y coordinar operaciones de cultivo. En el final de una estación de crecimiento, la biomasa puede ser removida de la HRU o ser ubicada en l superficie como residuo.

## **APENDICE B**

**Tabla B1** Registros climáticos Estación El Vigía - Aeropuerto

| PARAMETRO CLIMATICO             | MESES DEL AÑO |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                 | ENE           | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEPT  | OCT   | NOV   | DIC   |
| TEMP.MEDIA                      | 25,49         | 25,74 | 26,33 | 26,77 | 27,29 | 26,98 | 26,96 | 27,27 | 27,22 | 27,04 | 26,17 | 25,91 |
| TEMP.MÁX                        | 34,83         | 34,99 | 35,32 | 35,94 | 36,11 | 36,02 | 35,62 | 36,43 | 36,31 | 35,74 | 35,39 | 34,71 |
| TEMP.MIN                        | 19,37         | 20,18 | 20,60 | 21,69 | 21,86 | 21,32 | 21,29 | 21,19 | 21,23 | 21,31 | 20,72 | 20,18 |
| VELOCIDAD DEL VIENTO<br>( m/s ) | 3,78          | 3,82  | 3,77  | 3,63  | 3,96  | 4,02  | 4,13  | 4,49  | 4,26  | 4,01  | 3,76  | 3,69  |
| RADIACIÓN SOLAR<br>( Mj/m2,día) | 13,49         | 13,44 | 14,38 | 13,77 | 14,43 | 14,54 | 15,72 | 16,49 | 16,58 | 15,69 | 13,31 | 12,55 |
| HUMEDAD RELATIVA                | 79            | 80    | 79    | 81    | 80    | 80    | 78    | 76    | 77    | 79    | 81    | 82    |

**Tabla B2** Intensidades máximas para media hora

| ESTACIÓN   | INTENSIDAD MAXIMA PARA 30 MIN ( mm ) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | ENE                                  | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEP   | OCT   | NOV   | DIC   |
| El Vigia   | 18.20                                | 23.80 | 17.65 | 27.65 | 25.05 | 29.30 | 24.35 | 18.40 | 29.40 | 30.65 | 21.65 | 20.25 |
| La Palmita | 42.25                                | 46.69 | 34.83 | 47.43 | 51.88 | 42.99 | 21.49 | 45.21 | 40.76 | 48.92 | 54.85 | 37.80 |
| Chiguara   | 26.68                                | 26.68 | 30.39 | 41.51 | 30.39 | 28.16 | 14.08 | 45.21 | 37.06 | 51.14 | 58.55 | 25.20 |

**Tabla B3** Registros de precipitación estación El vigia- Aeropuerto ( periodo 1992-2002 )

| MES        | PCP_MM | PCPSTD  | PCPSKW | PR_W1  | PR_W2  | PCPD  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENERO      | 53,11  | 45.372  | 89.507 | 0,2097 | 0.5376 | 10,33 | PCP_MM=Precipitación promedio del mes (mm)<br>PCPSTD =Desviación Estandar<br>PCPSKW =Coeficiente Skew<br>PR_W1 =Probabilidad de un día humedo precedido por un día seco<br>PR_W2 =Probabilidad de un día humedo precedido por un día humedo<br>PCPD =Numero promedio de dias de precipitacion en el mes |
| FEBRERO    | 107    | 115.568 | 45.593 | 0,1677 | 0.625  | 9,78  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| MARZO      | 88,67  | 68.739  | 38.166 | 0,2156 | 0.6518 | 12,44 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ABRIL      | 109,22 | 104.288 | 52.671 | 0,2048 | 0.6442 | 11,56 | PR_W1 =Probabilidad de un día humedo precedido por un día seco<br>PR_W2 =Probabilidad de un día humedo precedido por un día humedo<br>PCPD =Numero promedio de dias de precipitacion en el mes                                                                                                          |
| MAYO       | 186,56 | 133.461 | 41.835 | 0,252  | 0.7697 | 16,89 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| JUNIO      | 124,33 | 82.623  | 48.548 | 0,3256 | 0.695  | 15,67 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| JULIO      | 101,44 | 88.190  | 86.081 | 0,2875 | 0.5798 | 13,22 | PR_W1 =Probabilidad de un día humedo precedido por un día seco<br>PR_W2 =Probabilidad de un día humedo precedido por un día humedo<br>PCPD =Numero promedio de dias de precipitacion en el mes                                                                                                          |
| AGOSTO     | 131,44 | 97.694  | 44.647 | 0,4234 | 0.5493 | 15,78 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| SEPTIEMBRE | 136,89 | 95.131  | 38.489 | 0,3652 | 0.6839 | 17,22 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| OCTUBRE    | 78,33  | 57.955  | 51.548 | 0,2147 | 0.6724 | 12,89 | PR_W1 =Probabilidad de un día humedo precedido por un día seco<br>PR_W2 =Probabilidad de un día humedo precedido por un día humedo<br>PCPD =Numero promedio de dias de precipitacion en el mes                                                                                                          |
| NOVIEMBRE  | 119    | 84.234  | 35.523 | 0,2611 | 0.5929 | 12,56 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| DICIEMBRE  | 92,33  | 69.411  | 44.706 | 0,2312 | 0.5849 | 11,78 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

**Tabla B4** Estadísticos de precipitación estación El Vigía ( periodo 1967-1983 )

| MES        | PCP_MM | PCPSTD  | PCPSKW | PR_W1  | PR_W2  | PCPD  | <p>PCP_MM =Precipitación promedio del mes ( mm )</p> <p>PCPSTD =Desviación Estandar</p> <p>PCPSKW =Coeficiente Skew</p> <p>PR_W1 =Probabilidad de un día húmedo precedido por un día seco</p> <p>PR_W2 =Probabilidad de un día húmedo precedido por un día húmedo</p> <p>PCPD =Número promedio de días de precipitación en el mes</p> |
|------------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENERO      | 130,65 | 10,3669 | 3,5519 | 0,3123 | 0,6116 | 14,24 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| FEBRERO    | 133,13 | 12,7575 | 4,3684 | 0,3185 | 0,5524 | 12,35 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| MARZO      | 158,21 | 12,0731 | 3,8893 | 0,3606 | 0,5853 | 15,18 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ABRIL      | 263,35 | 16,8796 | 2,7583 | 0,3979 | 0,7335 | 18,76 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| MAYO       | 165,83 | 12,3355 | 3,4999 | 0,4502 | 0,6182 | 17,41 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| JUNIO      | 118,56 | 12,1098 | 5,766  | 0,4252 | 0,543  | 15,06 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| JULIO      | 89,25  | 7,3968  | 5,2565 | 0,4323 | 0,5211 | 15,35 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| AGOSTO     | 108,08 | 8,9259  | 4,1945 | 0,5165 | 0,5404 | 16,76 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| SEPTIEMBRE | 106,77 | 8,253   | 4,1959 | 0,4896 | 0,513  | 15,82 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| OCTUBRE    | 200,01 | 15,1824 | 3,806  | 0,4488 | 0,5458 | 16,06 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NOVIEMBRE  | 223,11 | 13,4043 | 2,5649 | 0,5078 | 0,653  | 18,65 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| DICIEMBRE  | 190,12 | 13,3887 | 3,5563 | 0,36   | 0,6318 | 16,29 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

**Tabla B5** Estadísticos de precipitación estación La Palmita ( período 1967 -1983 )

| MES        | PCP_MM | PCPSTD | PCPSKW | PR_W1  | PR_W2  | PCPD  |                                                                  |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------------------------------------------------------------------|
| ENERO      | 106,82 | 7,294  | 4,9224 | 0,3961 | 0,5882 | 16    | PCP_MM =Precipitación promedio del mes ( mm )                    |
| FEBRERO    | 119    | 9,1283 | 4,499  | 0,4222 | 0,5922 | 15    |                                                                  |
| MARZO      | 119,57 | 9,6236 | 6,2985 | 0,4032 | 0,6129 | 16,41 |                                                                  |
| ABRIL      | 135,28 | 9,0795 | 4,3797 | 0,4272 | 0,6566 | 17,47 | PCPSTD=Desviación Estandar                                       |
| MAYO       | 132,27 | 7,9439 | 3,684  | 0,4492 | 0,6082 | 17,12 | PCPSKW=Coficiente Skew                                           |
| JUNIO      | 120,8  | 8,4794 | 5,7985 | 0,4498 | 0,6478 | 17,71 | PR_W1 =Probabilidad de un día húmedo precedido por un día seco   |
| JULIO      | 114,98 | 7,2672 | 5,2138 | 0,448  | 0,6405 | 18    | PR_W2 =Probabilidad de un día húmedo precedido por un día húmedo |
| AGOSTO     | 100,71 | 7,1218 | 5,4197 | 0,3828 | 0,5941 | 15,94 |                                                                  |
| SEPTIEMBRE | 95,32  | 7,365  | 6,0503 | 0,4327 | 0,5547 | 15,59 | PCPD =Número promedio de días de precipitación en el mes         |
| OCTUBRE    | 92,92  | 7,6316 | 6,2499 | 0,3466 | 0,58   | 14,71 |                                                                  |
| NOVIEMBRE  | 114,5  | 6,8631 | 3,7288 | 0,4215 | 0,6307 | 16,88 |                                                                  |
| DICIEMBRE  | 134,73 | 8,7498 | 3,9099 | 0,3992 | 0,5836 | 15,82 |                                                                  |



**Tabla B6** Estadísticos de precipitación estación Chiguara ( periodo 1967- 1983 )

| MES        | PCP_MM | PCPSTD | PCPSKW  | PR_W1  | PR_W2  | PCPD  |                                                                  |
|------------|--------|--------|---------|--------|--------|-------|------------------------------------------------------------------|
| ENERO      | 97,55  | 5,815  | 3,9852  | 0,4294 | 0,5618 | 16,18 | PCP_MM= Precipitación promedio del mes ( mm )                    |
| FEBRERO    | 67     | 7,6627 | 11,9086 | 0,2944 | 0,5573 | 11,91 |                                                                  |
| MARZO      | 73,45  | 4,7655 | 4,5674  | 0,3797 | 0,5065 | 14    | PCPSTD =Desviación Estandar                                      |
| ABRIL      | 74,88  | 4,9566 | 4,7422  | 0,2899 | 0,6646 | 14,64 | PCPSKW =Coeficiente Skew                                         |
| MAYO       | 91,5   | 7,3664 | 10,0519 | 0,3642 | 0,648  | 16,27 |                                                                  |
| JUNIO      | 93,85  | 7,4136 | 5,5244  | 0,378  | 0,5964 | 15,09 | PR_W1 =Probabilidad de un día húmedo precedido por un día seco   |
| JULIO      | 119,9  | 7,0801 | 3,7184  | 0,4028 | 0,6701 | 17,91 |                                                                  |
| AGOSTO     | 111,7  | 9,1876 | 5,2463  | 0,3976 | 0,6    | 15,91 | PR_W2 =Probabilidad de un día húmedo precedido por un día húmedo |
| SEPTIEMBRE | 81,82  | 5,6119 | 4,7038  | 0,4417 | 0,5449 | 15,18 |                                                                  |
| OCTUBRE    | 107,48 | 9,278  | 7,1923  | 0,3765 | 0,6201 | 16,27 | PCPD =Número promedio de días de precipitación en el mes         |
| NOVIEMBRE  | 91,54  | 6,2356 | 5,9445  | 0,3812 | 0,6235 | 15,45 |                                                                  |
| DICIEMBRE  | 88     | 4,9853 | 3,8879  | 0,4277 | 0,5824 | 16,55 |                                                                  |

**Tabla B7** Propiedades hidráulicas Y físicas inferidas en las subunidades taxonomicas

| PROPIEDAD                                       | SUBUNIDADES TAXONOMICAS |       |      |         |      |       |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------|-------------------------|-------|------|---------|------|-------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                                 | a1                      | a2    | a3   | B       | c1   | c2    | d1   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Número de capas                                 | 1                       | 2     | 2    | 3       | 2    | 4     | 2    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Grupo Hidrológico                               | B                       | D     | C    | C       | C    | B     | C    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Profundidad Máxima de las Raíces ( mm )         | 600                     | 300   | 300  | 600     | 500  | 600   | 300  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Textura                                         | FAa                     | Fa,FA | A    | F,Fa,Fa | FAa  | aF,Fa | F    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Número de capa                                  | 1                       | 1     | 2    | 1       | 2    | 3     | 4    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Profundidad desde la superficie ( mm )          | 1700                    | 250   | 540  | 150     | 350  | 300   | 600  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Densidad Húmeda ( gr / cm 3 )                   | 1,6                     | 1,6   | 1,4  | 1,4     | 1,6  | 1,6   | 1,6  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Capacidad de agua disponible ( mm / mm )        | 0,12                    | 0,14  | 0,13 | 0,11    | 0,15 | 0,13  | 0,14 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Conductividad hidráulica saturada ( mm / hora ) | 3                       | 21,8  | 2    | 0,6     | 13,2 | 2     | 21,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Carbono orgánico ( % )                          | 0,05                    | 5,5   | 1,23 | 3,77    | 0,05 | 0,05  | 0,05 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| % Arcilla                                       | 28                      | 52    | 33,3 | 74      | 74   | 20    | 33,3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| % Limo                                          | 11                      | 32    | 33,3 | 13      | 13   | 40    | 33,3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| % Arena                                         | 61                      | 16    | 33,4 | 13      | 13   | 40    | 33,4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| % Roca                                          | 60                      | 20    | 40   | 0       | 0    | 3     | 0    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Albedo Suelo húmedo ( fracción )                | 0,2                     | 0,01  | 0,15 | 0,2     | 0,2  | 0,2   | 0,08 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Factor de Erodabilidad ( t.m2.h/m3 t.cm )       | 0,04                    | 0,04  | 0,04 | 0,03    | 0,03 | 0,05  | 0,04 |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Tabla B8** Propiedades físicas de los suelos

| CLASE DE TEXTURA        | VOLUMEN (CM/CM)                         |                 |                            |                           |                   |
|-------------------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|
|                         | Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) | Porosidad total | Capacidad de campo 1/3 atm | Punto de marchitez 15 atm | Agua aprovechable |
| Arena gruesa            | 1.6                                     | 0.40            | 0.11                       | 0.03                      | 0.08              |
| Arena                   | 1.6                                     | 0.40            | 0.16                       | 0.03                      | 0.13              |
| Arena fina              | 1.5                                     | 0.43            | 0.18                       | 0.03                      | 0.15              |
| Arena muy fina          | 1.5                                     | 0.43            | 0.27                       | 0.03                      | 0.25              |
| Arena gruesa francosa   | 1.6                                     | 0.40            | 0.16                       | 0.05                      | 0.11              |
| Areno francosa          | 1.6                                     | 0.40            | 0.19                       | 0.05                      | 0.14              |
| Areno fino francosa     | 1.6                                     | 0.40            | 0.22                       | 0.05                      | 0.18              |
| Areno muy fino francosa | 1.6                                     | 0.40            | 0.37                       | 0.05                      | 0.32              |
| Franco arenosa gruesa   | 1.6                                     | 0.40            | 0.19                       | 0.08                      | 0.11              |
| Franco arenosa          | 1.6                                     | 0.40            | 0.22                       | 0.08                      | 0.14              |
| Franco arenosa fina     | 1.7                                     | 0.36            | 0.27                       | 0.08                      | 0.19              |
| Franco arenosa muy fina | 1.6                                     | 0.40            | 0.37                       | 0.08                      | 0.29              |
| Franca                  | 1.6                                     | 0.40            | 0.26                       | 0.11                      | 0.15              |
| Franco limosa           | 1.5                                     | 0.43            | 0.32                       | 0.12                      | 0.20              |
| Limo                    | 1.4                                     | 0.47            | 0.27                       | 0.03                      | 0.24              |
| Franco arcillo arenosa  | 1.6                                     | 0.40            | 0.30                       | 0.18                      | 0.12              |
| Franco arcillosa        | 1.6                                     | 0.40            | 0.35                       | 0.22                      | 0.13              |
| Franco arcillo limosa   | 1.4                                     | 0.47            | 0.36                       | 0.20                      | 0.16              |
| Arcillo arenosa         | 1.6                                     | 0.40            | 0.28                       | 0.20                      | 0.13              |
| Arcillo limosa          | 1.5                                     | 0.48            | 0.40                       | 0.30                      | 0.14              |
| Arcilla                 | 1.4                                     | 0.47            | 0.39                       | 0.28                      | 0.11              |

**Tabla B9** Propiedades hidráulicas del suelo por clase de textura

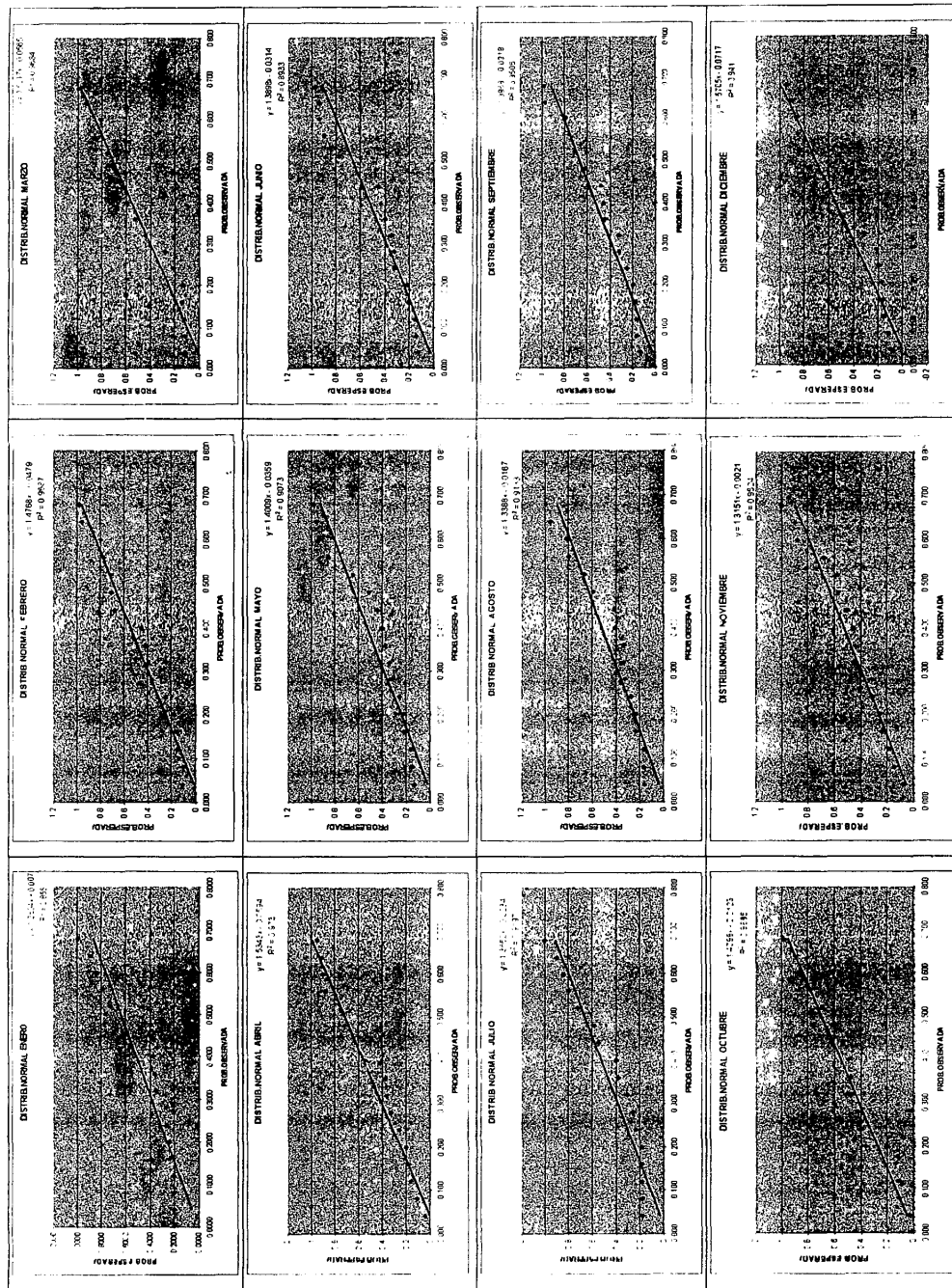
| CLASE<br>DE TEXTURA       |     | Porosidad<br>total<br>( $\phi$ )<br>(cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) | Agua retenida<br>a<br>-33 kPa<br>(cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) | Agua<br>retenida<br>a<br>-1500 kPa<br>(cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) | Conductividad<br>hidráulica<br>saturada ( K <sub>s</sub> )<br>(cm/h) |
|---------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Arenosa                   | a   | 0.437                                                                   | 0.091                                                                | 0.033                                                                     | 23.56                                                                |
| Areno<br>Francosa         | aF  | 0.437                                                                   | 0.125                                                                | 0.055                                                                     | 5.98                                                                 |
| Franco<br>Arenosa         | Fa  | 0.453                                                                   | 0.207                                                                | 0.095                                                                     | 2.18                                                                 |
| Franca                    | F   | 0.463                                                                   | 0.270                                                                | 0.117                                                                     | 1.32                                                                 |
| Franco Limosa             | FL  | 0.501                                                                   | 0.330                                                                | 0.133                                                                     | 0.68                                                                 |
| Franco Arcillo<br>Arenosa | FAa | 0.398                                                                   | 0.255                                                                | 0.148                                                                     | 0.30                                                                 |
| Franco<br>Arcillosa       | FA  | 0.464                                                                   | 0.318                                                                | 0.197                                                                     | 0.20                                                                 |
| Franco Arcillo<br>Limosa  | FAL | 0.471                                                                   | 0.366                                                                | 0.208                                                                     | 0.20                                                                 |
| Arcillo<br>Arenosa        | Aa  | 0.430                                                                   | 0.339                                                                | 0.239                                                                     | 0.12                                                                 |
| Arcillo<br>Limosa         | AL  | 0.479                                                                   | 0.387                                                                | 0.250                                                                     | 0.10                                                                 |
| Arcillosa                 | A   | 0.475                                                                   | 0.396                                                                | 0.272                                                                     | 0.06                                                                 |

**Tabla B10** Valores estimados del factor K ( modificado de Kirkby, 1980 )

| TEXTURA DEL SUELO              | CONTENIDO MATERIA ORGANICA ( % ) |       |       |       |       |
|--------------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                | < 0.5                            | 2.0   | 4.0   | 6.0   | 10.0  |
| Arenoso ( a )                  | 0.007                            | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.001 |
| Arenoso ( a ) Fino             | 0.021                            | 0.018 | 0.013 | 0.009 | 0.004 |
| Arenoso ( a ) muy fino         | 0.055                            | 0.047 | 0.037 | 0.027 | 0.015 |
| Areno-francoso ( aF )          | 0.016                            | 0.013 | 0.011 | 0.009 | 0.005 |
| Areno-francoso ( aF ) fino     | 0.032                            | 0.026 | 0.021 | 0.017 | 0.012 |
| Areno-francoso ( aF ) muy fino | 0.058                            | 0.05  | 0.04  | 0.03  | 0.015 |
| Franco – arenoso ( Fa )        | 0.036                            | 0.032 | 0.025 | 0.016 | 0.011 |
| Franco-arenoso ( Fa ) fino     | 0.046                            | 0.04  | 0.032 | 0.024 | 0.018 |
| Franco-arenoso ( Fa ) muy fino | 0.062                            | 0.054 | 0.043 | 0.032 | 0.020 |
| Franco ( F )                   | 0.030                            | 0.045 | 0.038 | 0.030 | 0.021 |
| Franco – limoso ( FL )         | 0.063                            | 0.055 | 0.043 | 0.031 | 0.019 |
| Limoso ( L )                   | 0.079                            | 0.068 | 0.055 | 0.05  | 0.045 |
| Franco-arcillo-arenoso ( FAa ) | 0.036                            | 0.033 | 0.028 | 0.023 | 0.018 |
| Franco-arcilloso ( FA )        | 0.037                            | 0.033 | 0.028 | 0.023 | 0.018 |
| Franco-arcillo-limoso ( FAL )  | 0.049                            | 0.042 | 0.034 | 0.026 | 0.020 |
| Arcillo-arenoso ( Aa )         | 0.018                            | 0.017 | 0.016 | 0.015 | 0.013 |
| Arcillo-limoso ( AL )          | 0.033                            | 0.03  | 0.025 | 0.020 | 0.015 |
| Arcilloso ( A )                | 0.038                            | 0.034 | 0.030 | 0.025 | 0.027 |

## APENDICE C

Tabla C1 Comprobación de ajuste a una distribución normal para la concentración actual de sedimentos ( Río Cacique)



**Tabla C2** Comprobación de ajuste a una distribución normal para la concentración actual de sedimentos ( Río Caña Brava)

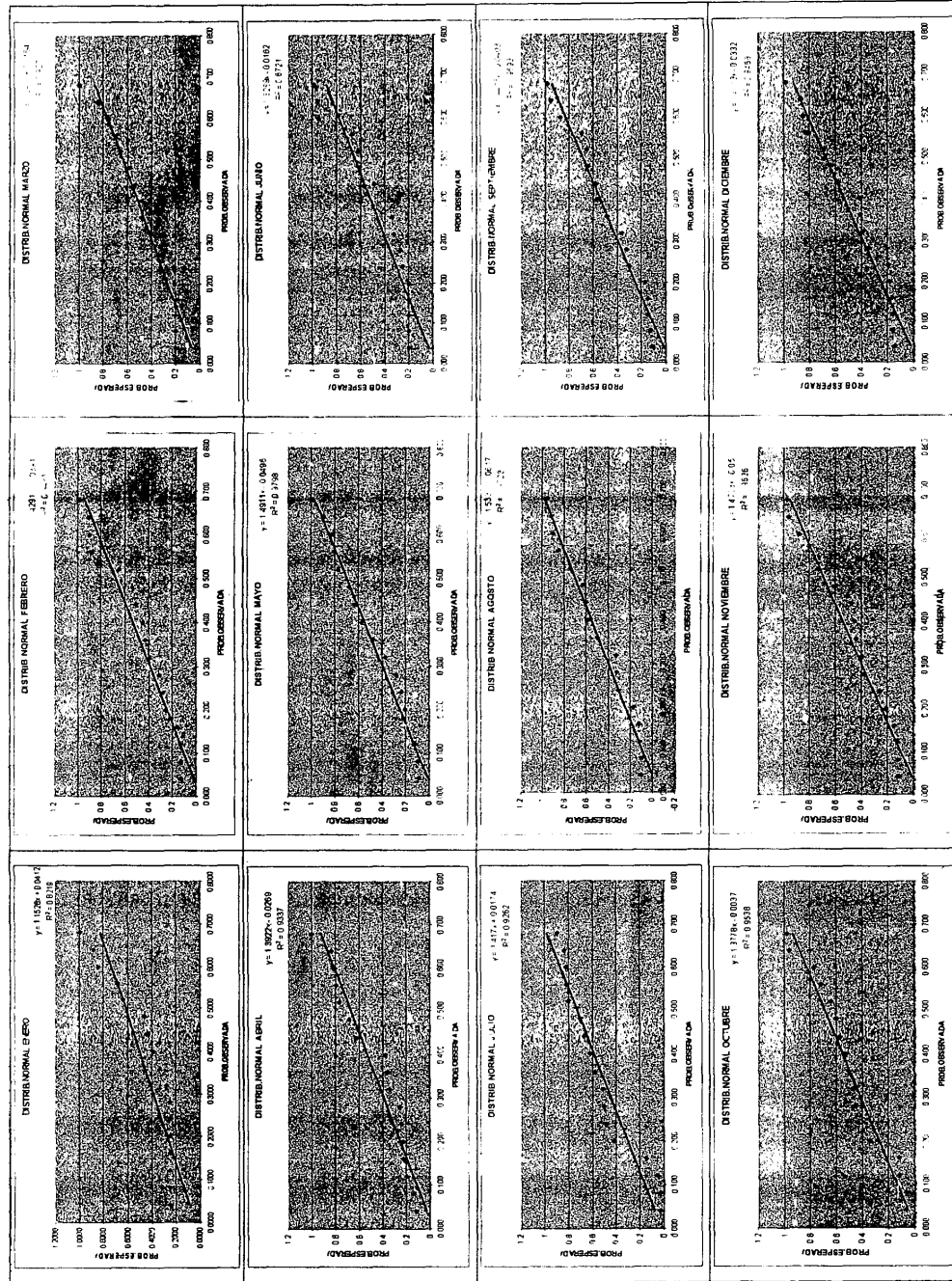
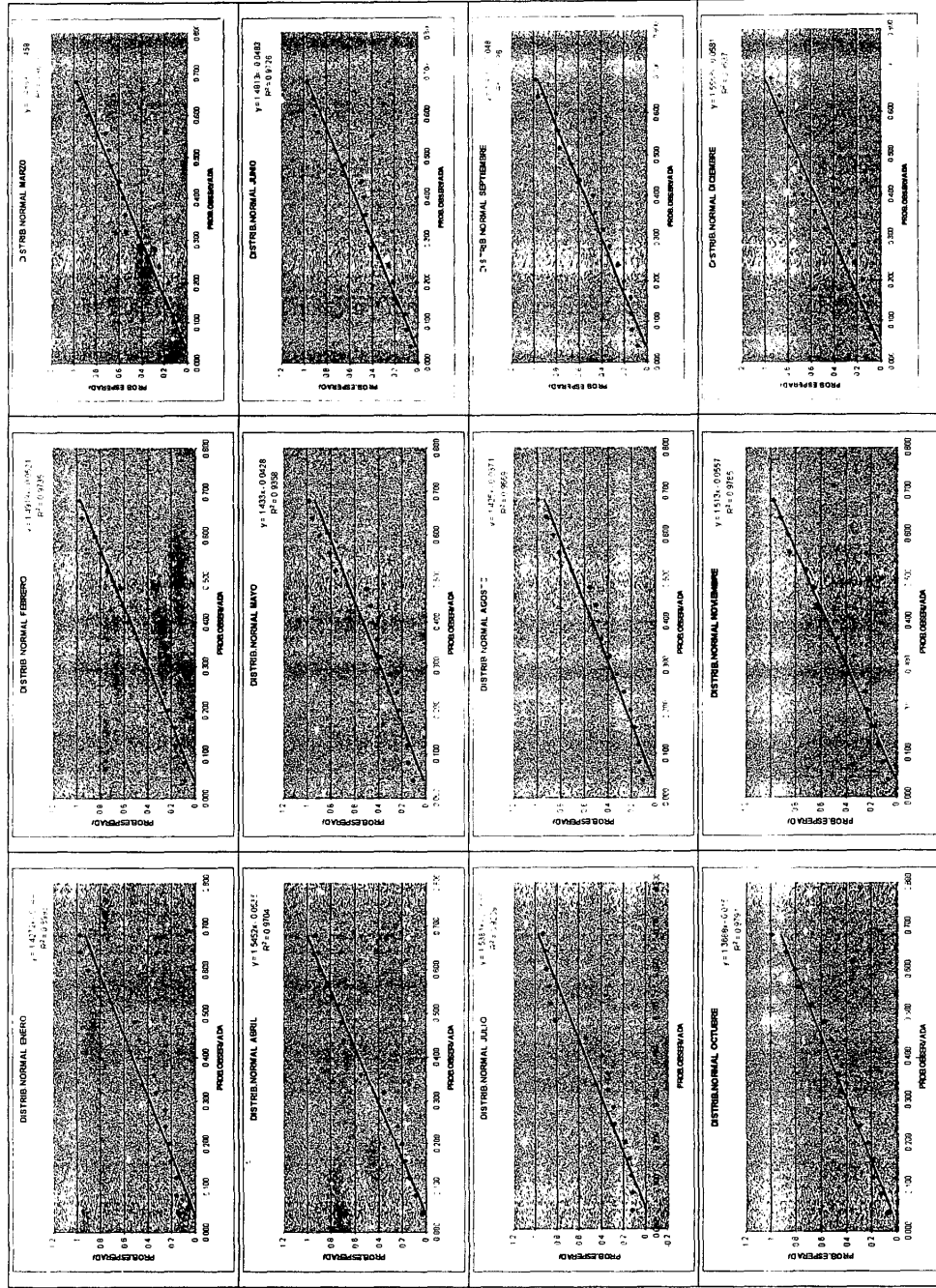
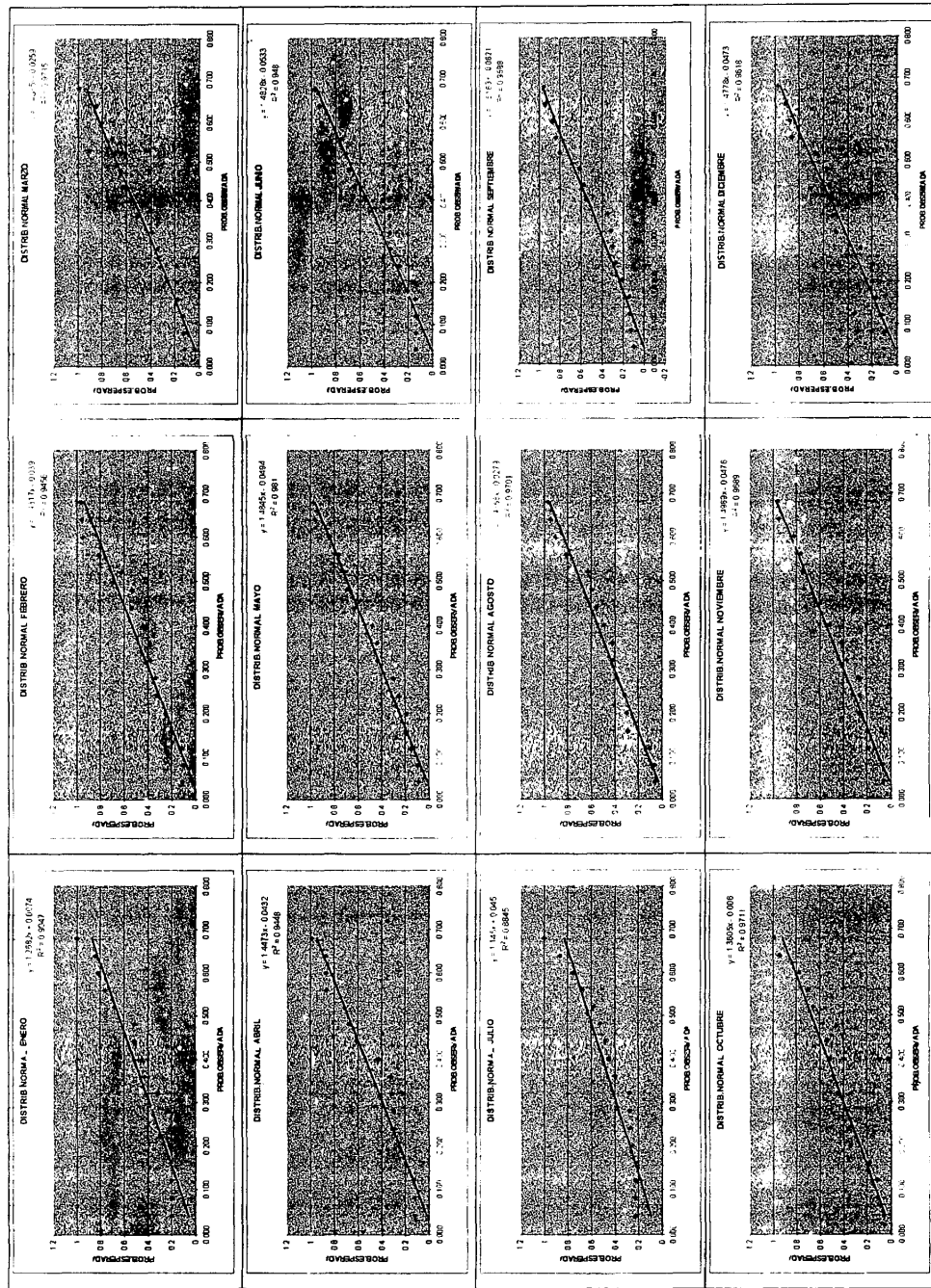


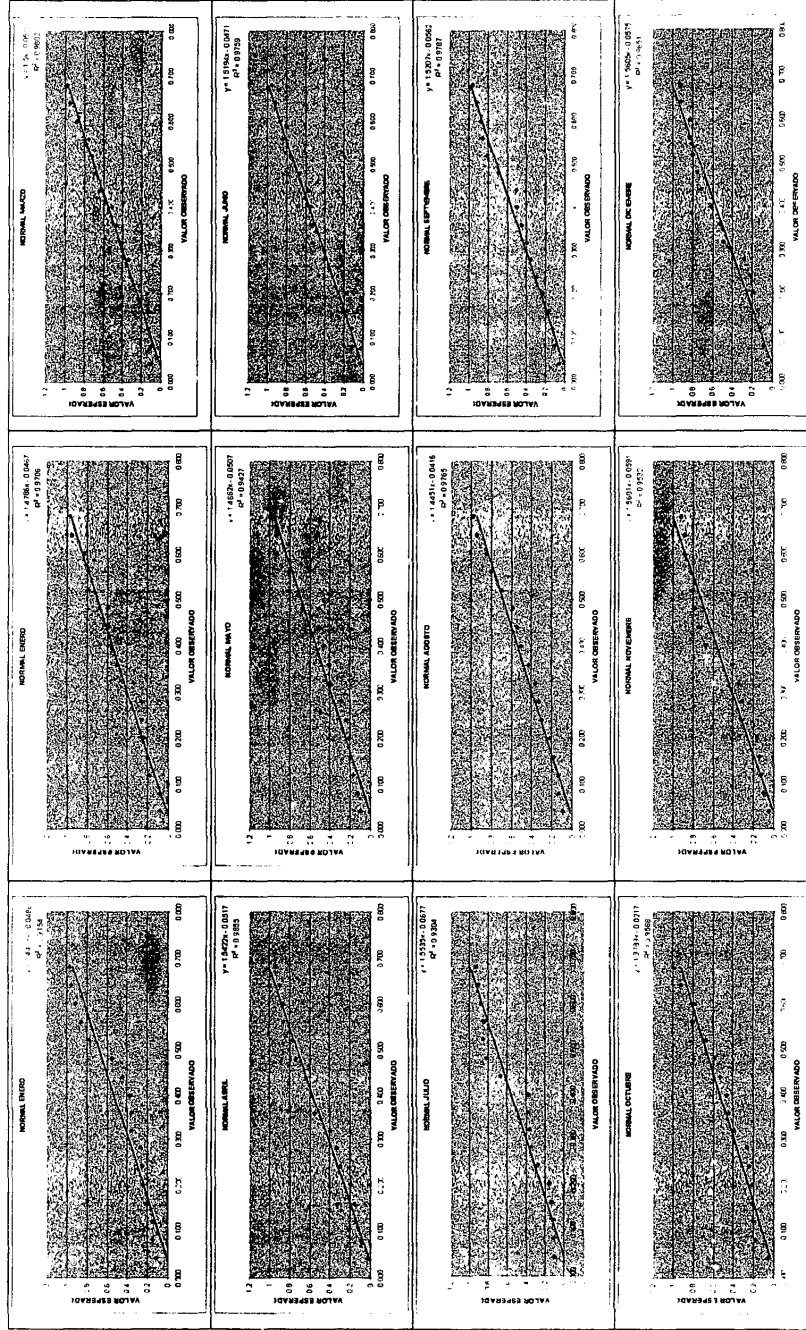
Tabla C3 Comprobación de ajuste a una distribución normal concentración de sedimentos en cambio (-) I( Río Cacique)



**Tabla C4** Comprobación de ajuste a una distribución normal concentración de sedimentos en cambio (-) I (Río Caña B.)



**Tabla C5** Comprobación de ajuste a una distribución normal concentración de sedimentos en cambio (-) 2( Río Cacique.)



**Tabla C6** Comprobación de ajuste a una distribución normal concentración de sedimentos en cambio (-) 2( Río Caña B.)

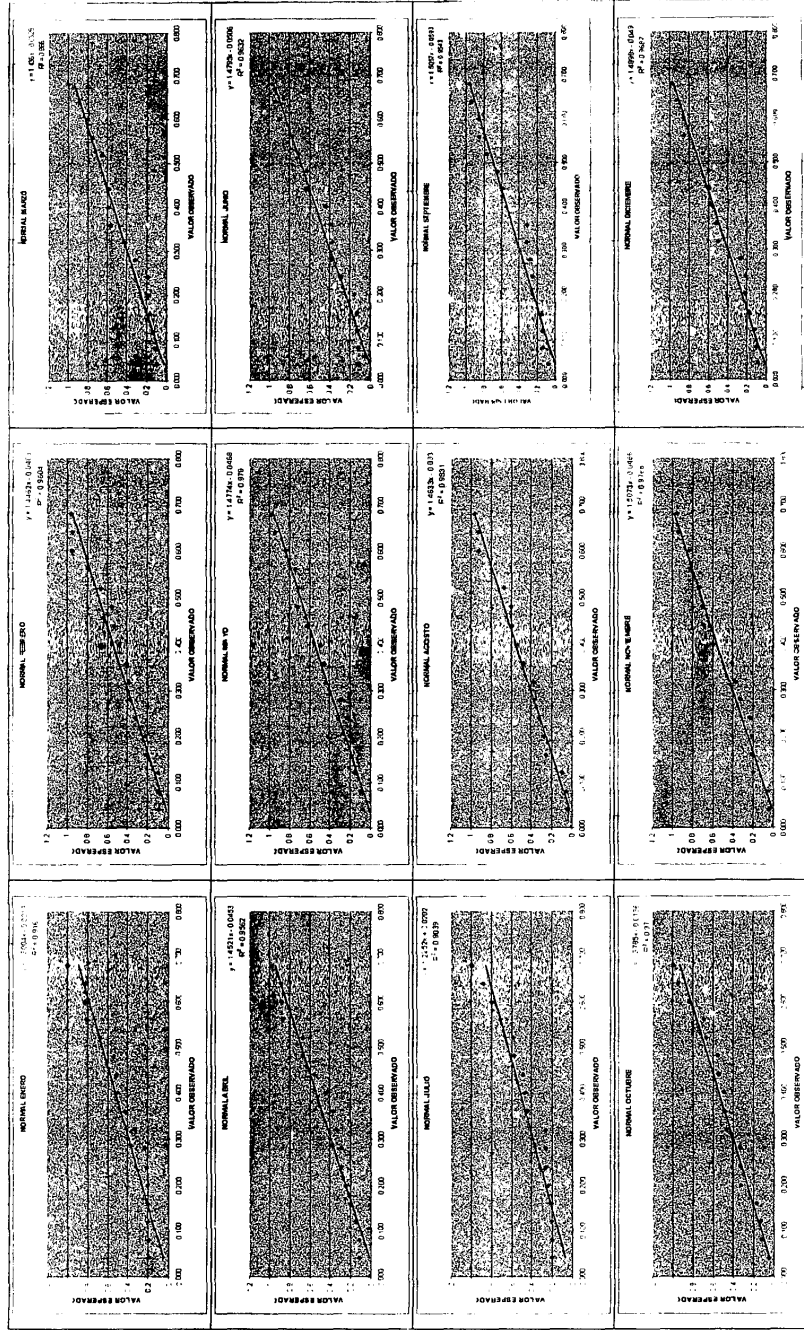


Tabla C7 Comprobación de ajuste a una distribución normal concentración de sedimentos en Práctica I ( Río Cacique)

