

# PERDIDAS DE SUELO Y AGUA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

Por

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO  
Y ALVARO RODRIGUEZ G.



VOL. 2

1.956

Nº 17

**BOLETIN TECNICO**

Se presentan los datos obtenidos durante cinco años, por la Campaña de Defensa y Restauración de Suelos de la Federación de Cafeteros de Colombia, sobre pérdidas por escorrentía y erosión. Se analizan los resultados y se sacan algunas conclusiones sobre los sistemas de cultivos más indicados.

## I N T R O D U C C I O N

La formación del suelo es un proceso lento y complejo, en el cual intervienen variados factores, los cuales han sido estudiados, aislada o conjuntamente, por muchos investigadores y agrupados por Jeny (11) (+) en la siguiente ecuación descriptiva,

$$S = f (Cl, R, M, O, T)$$

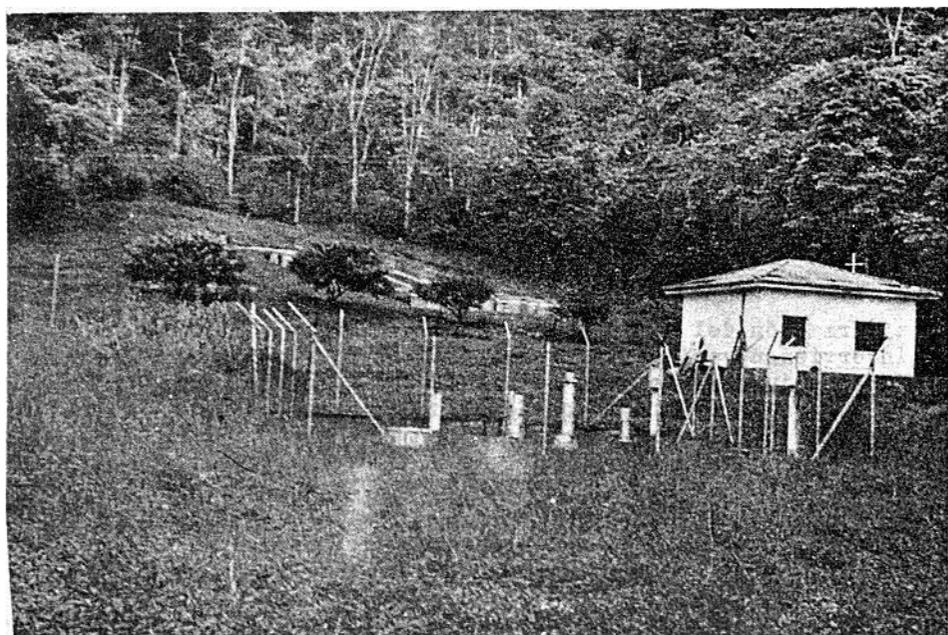
en la cual, S significa suelo formado, Cl clima, R relieve o topografía, M material parental, O organismos (vegetales y animales) y T tiempo.

Estos factores han sido estudiados y divididos por Joffe (12) en activos y pasivos, de acuerdo con el papel que ellos desempeñan dentro del proceso de formación del suelo. Así, los factores pasivos representan los constituyentes que sirven como fuente del material, y algunas condiciones de medio ambiente que afectan ese material. En ellos se incluye el material parental, la topografía y el tiempo. Los factores activos son aquellos que suministran la energía que actúa sobre la masa, y están constituidos por la biósfera, atmósfera e hidrosfera; en otras palabras, por los organismos animales y vegetales, y el clima.

Esta división de los factores, así parezca no muy clara, la hemos acogido en el presente trabajo pues los llamados factores activos son los que juegan un mayor papel en otro proceso relacionado con el suelo, el de la erosión, al cual haremos referencia inmediata.

La erosión como proceso natural, ocurre en todos los terrenos;

- (+) Los números entre paréntesis se refieren a la bibliografía que se cita al final.



162. 2. 1960.  
Estación meteorológica  
típica

Estación meteorológica típica en donde se toman los datos de lluvia para correlacionarlos con los de erosión y escorrentia.

se define (8), como el proceso de desprendimiento y arrastre de la capa superficial de los terrenos por la acción de agentes llamados agentes erosivos. De todos ellos, los más activos son el agua y el viento.

Dentro del equilibrio establecido por la naturaleza, ocurre el tipo de erosión denominada normal o geológica, en la cual los materiales son transportados con un ritmo generalmente inferior a la velocidad de formación de los suelos; puede considerarse como un proceso más de formación del suelo, a través del cual se renueva y desplaza la capa superficial que cubre la corteza terrestre (5).

La erosión acelerada es, por el contrario, un proceso dinámico y altamente perjudicial, el cual se inicia al comenzar el hombre a explotar el suelo en su provecho, destruyendo la vegetación protectora y rompiendo con las herramientas de labranza la superficie de los terrenos.

El proceso erosivo adquiere entonces velocidad y se torna perjudicial por cuanto al debilitarse las barreras protectoras, el transporte de partículas sobrepasa a la formación de nuevo suelo. Esta deproporción puede llegar a ser de magnitudes asombrosas. Basta considerar que en tanto que la naturaleza gasta en ocasiones cientos y hasta miles de años en la formación de un centímetro de suelo, una capa de ese espesor puede ser arrastrada en pocos minutos u horas por uno o varios aguaceros intensos.

El proceso destructivo de los suelos, erosión acelerada, ha merecido al igual que el de la formación, el desvelo de muchos investigadores, especialmente en los últimos 50 años. Baver (2) sumariza los factores que en él intervienen, presentándolos por medio de una ecuación descriptiva, así:

$$E = f (C_l, R, S, V, H)$$

en la cual, E significa erosión, C<sub>l</sub> clima, R relieve y área del terreno, S suelo, V vegetación y H hombre.

En Colombia no hay datos suficientes que nos puedan indicar con precisión la gravedad del daño causado por la erosión. Bennett (4) sin embargo, afirma que el 50% de nuestras tierras agrícolas se hallan perdidas o gravemente afectadas por la erosión. Suárez de Castro (16), calcula que en el país se pierden cerca de 426 millones de toneladas de suelo por año, es decir, que ciento setenta mil hectáreas pierden cada año una capa de 20 centímetros de suelo superficial. Estos datos nos pueden dar una idea de la gravedad del problema.

#### MATERIAL Y METODOS

El trabajo presentado en esta publicación, constituye un informe de las investigaciones que adelanta la División de Experimentación, de la Campaña de Defensa y Restauración de Suelos, bajo los proyectos D. S. 10 y D.S. 11, titulados "Predios de escorrentía en pastos y otros cultivos a plena exposición solar" y "Predios de escorrentía en cafetales y otros cultivos bajo sombra", respectivamente. Los principales objetivos perseguidos por estos proyectos experimentales son:

- a)- Lograr un conocimiento claro de las características de la e-

rosión y de la influencia de los agentes que en ella intervienen (clima, relieve, vegetación, etc.).

b)- Establecer las cantidades de suelo y agua que se pierden en esta región, y por extensión en gran parte de la zona cafetera de Colombia, y

c)- Desarrollar métodos y prácticas de conservación de suelos que permitan mantener su fertilidad y capacidad productiva.

Para cumplir con estas finalidades se estudian los efectos de diversos factores tales como duración, cantidad e intensidad de las lluvias, longitud de la pendiente, grado de la pendiente, cubiertas vegetales y sistemas de cultivos. Además, se estudia y compara el efecto de varias estructuras y prácticas (terrazas individuales, cajuelas, plantas de cobertura, barreras vivas, etc.).

La descripción de las instalaciones y las características físicas y químicas de los suelos en las cuales se adelantan estas investigaciones, aparecen en otra publicación (15). Incluimos aquí tan sólo los tratamientos a través de los cinco años para que el lector pueda formarse un criterio claro sobre los resultados obtenidos. Los tratamientos estudiados son:

#### PREDIO N° 1

Tratamiento. De julio de 1949 a diciembre de 1953: Pasto de corte Imperial (*Paspalum Fournierianum*) sembrado en cuadro a 0.60 m. y cortado cada 4 meses.

#### PREDIO N° 2

Tratamiento. De junio de 1949 a diciembre de 1953; Pasto de corte Imperial (*Paspalum Fournierianum*) sembrado en surcos al contorno y cortado cada 4 meses..

#### PREDIO N° 3

Tratamiento. De enero de 1949 a marzo de 1950: Desnudo de vegetación. De abril de 1950 a abril de 1951: Sembrado de maíz. De mayo de 1951 a diciembre de 1953: Desnudo de vegetación.

#### PREDIO N° 4

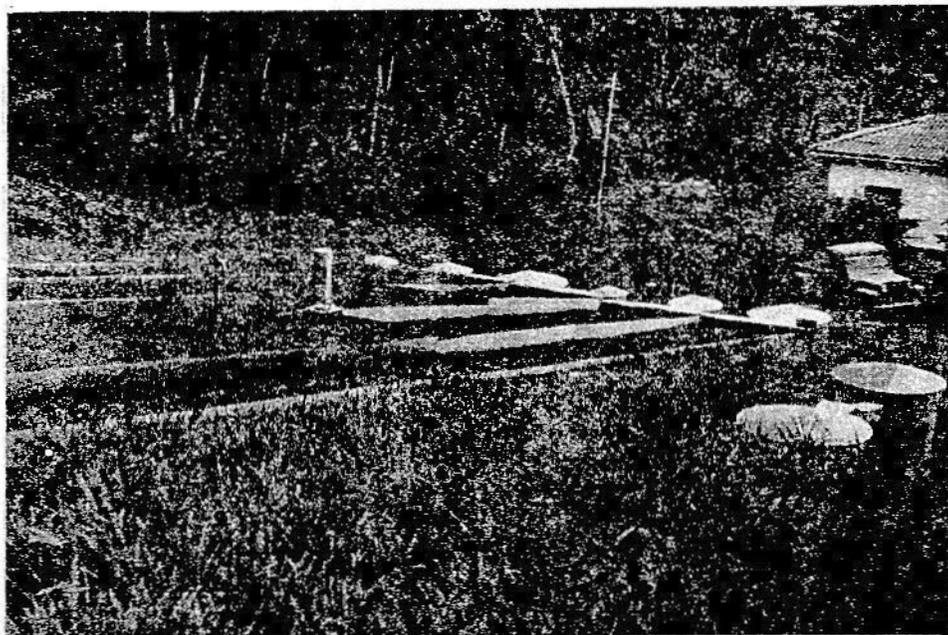
Tratamiento. Igual al predio N° 3.

#### PREDIO N° 5

Tratamiento. Igual al predio N° 3.

#### PREDIO N° 6

Tratamiento. De enero de 1949 a marzo de 1950: Sembrado de pasto micay (*Axonopus Micay*). De abril de 1950 a abril de 1951: Sembrado de maíz. De mayo de 1951 a diciembre de 1953: Sembrado de pasto micay.



Grupos de predios de escorrentía en los cuales se han determinado las pérdidas de suelo y agua

PREDIO N° 7

Tratamiento. Igual al predio N° 6.

PREDIO N° 8

Tratamiento. Igual al predio N° 6.

PREDIO N° 9

Tratamiento. De enero de 1949 a diciembre de 1953: Cafetal viejo, con buen sombrío; terrazas individuales y cajuelas; desyerbos con machete.

PREDIO N° 10

Tratamiento. De enero de 1949 a diciembre de 1953: Cafetal viejo con buen sombrío y sin prácticas de defensa de suelos; desyerbos con azadón.

PREDIO N° 11

Tratamiento. Igual al predio N° 9.

PREDIO N° 12

Tratamiento. Igual al predio N° 10.

PREDIO N° 13

Tratamiento. De enero de 1949 a febrero de 1951: Semi-desnudo de vegetación; desyerbos con azadón cada 3 meses; la vegetación cortada se saca del predio. De marzo de 1951 a marzo de 1952: Barreras vivas de pasto Imperial, y maíz. De marzo de 1952 a diciembre de 1953: Barreras vivas de pasto Imperial; desyerbos con azadón cada tres meses. La vegetación cortada se deja sobre el terreno.

PREDIO N° 14

Tratamiento. De enero de 1949 a febrero de 1951: Vegetación natural; desyerbos con machete cada 3 meses; la vegetación cortada se deja sobre el terreno como "mulch". De marzo de 1951 a marzo de 1952: Barreras vivas de pasto Imperial, y maíz. De marzo de 1952 a diciembre de 1953: Barreras vivas de pasto imperial; desyerbos con azadón cada 3 meses. La vegetación cortada se deja sobre el terreno.

PREDIO N° 15

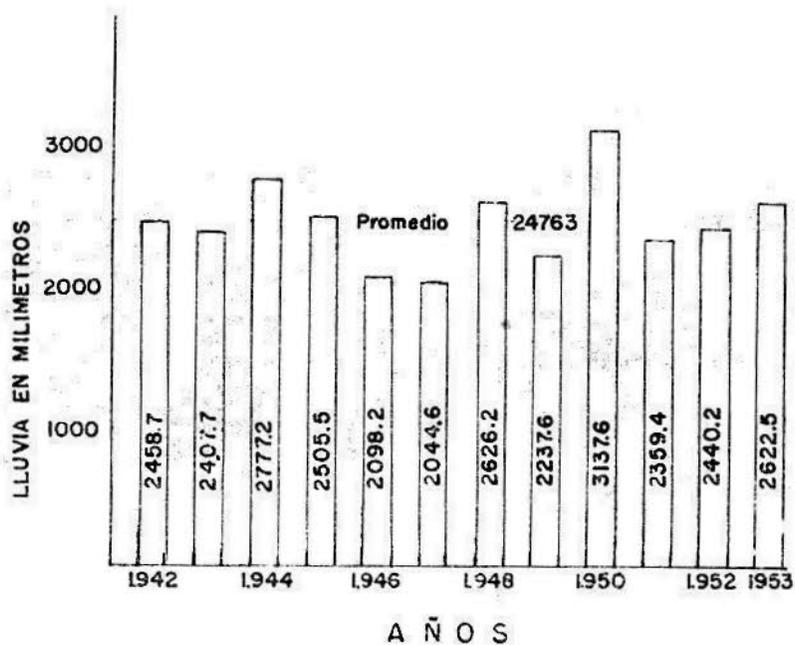
Tratamiento. De marzo de 1949 a diciembre de 1953: Cafetal joven con terrazas individuales y cajuelas; desyerbos a machete, siembra en cuadro.

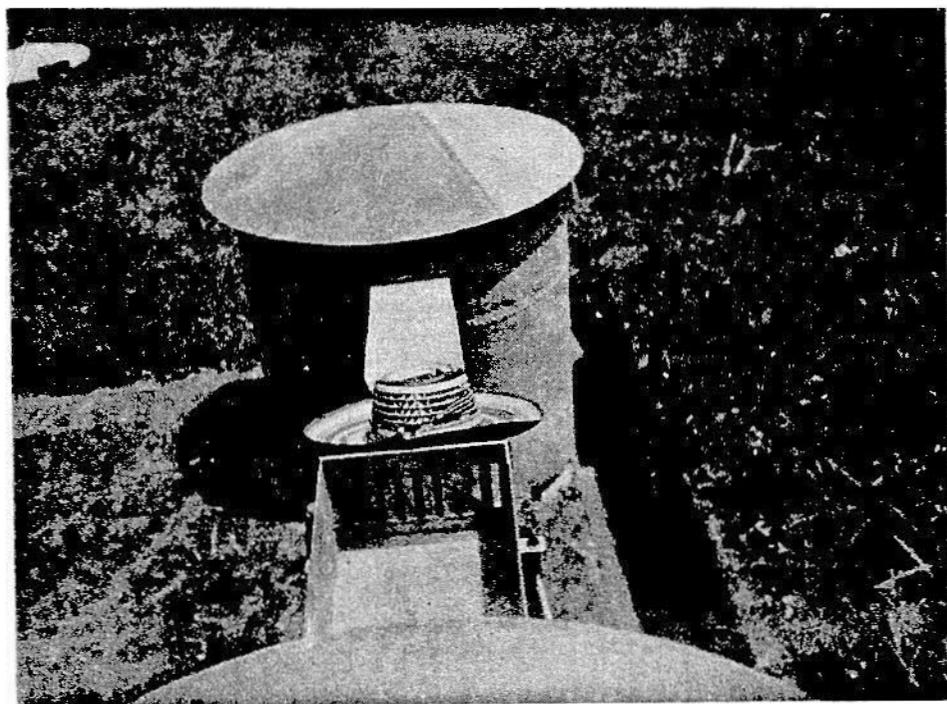
PREDIO N° 16

Tratamiento. De marzo de 1949 a diciembre de 1953: Cafetal joven con añil rastrero como cobertura viva entre las

Gráfico N° 1

LLUVIAS ANUALES EN CHINCHINA, AÑOS DE  
1.942 A 1.953





Divisor que se utiliza en los predios de esco--  
rrentía para reducir el tamaño de las instala--  
ciones. El divisor se coloca entre el primero y  
el segundo tanque de captación y a través de él  
el flujo de la escorrentía se divide en nueve  
partes alícuotas de las cuales no se capta sino  
una.

calles; plateo o limpia a mano de los cafetos; desyerbos a machete; siembra en cuadro.

#### PREDIO N° 17

Tratamiento. De marzo de 1949 a diciembre de 1953: Cafetal joven sin prácticas de defensa de suelos; desyerbos con azadón; siembra en cuadro.

#### PREDIO N° 18

Tratamiento. De marzo de 1949 a diciembre de 1953: Cafetal joven con terrazas individuales y añil rastrero; desyerbos a machete; siembra en triángulo.

En estos predios se hacen determinaciones diarias de escorrentía y suelo perdido. Para el efecto, después de cada lluvia se pesa el total del agua de escorrentía captada en los tanques, y de ella se envía una alícuota al laboratorio para determinar la cantidad de suelo en suspensión. En este proceso se utiliza un floculante (sulfato doble de potasio y magnesio más agua de cal) y agitación lenta. Del resultado del laboratorio se calcula el total de suelo en los tanques y de ellos el total de suelo perdido por hectárea en un aguacero, en un mes, en un año, etc., bajo cada uno de los tratamientos.

Para las observaciones meteorológicas se cuenta con una pequeña estación aledaña a los predios con los siguientes instrumentos: un evaporímetro a libre exposición; dos pluviógrafos; tres pluviómetros; un psicrómetro y termómetros de máxima y mínima. En cada uno de estos aparatos se hacen observaciones diarias.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

En los cuadros del Apéndice incluimos los datos que nos han servido de base para esta publicación. Los cuadros 1 a 8 se refieren a las características principales de las lluvias. Los cuadros 9 a 27 incluyen los datos sobre pérdidas de suelo y agua en cada uno de los predios. Unos y otros se presentan en los gráficos 1 a 34.

### DISCUSION DE LOS RESULTADOS

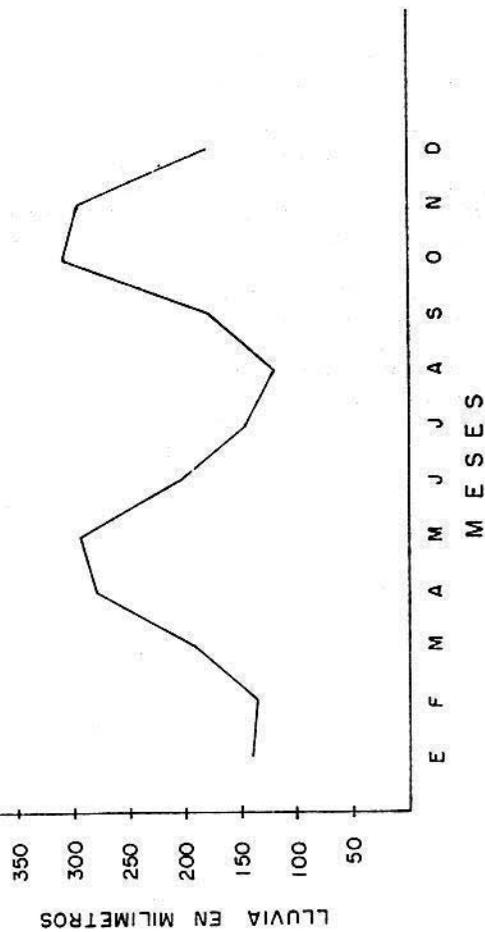
Antes de entrar a discutir los resultados obtenidos durante estos 5 años de experimentación continua, vale la pena hacer algunas observaciones sobre las condiciones en que los experimentos fueron conducidos, es decir, de las limitaciones inherentes a este tipo de experimentos, a fin de poder hacer una mejor interpretación y poder valorar el alcance y significado de cada uno de los guarismos obtenidos.

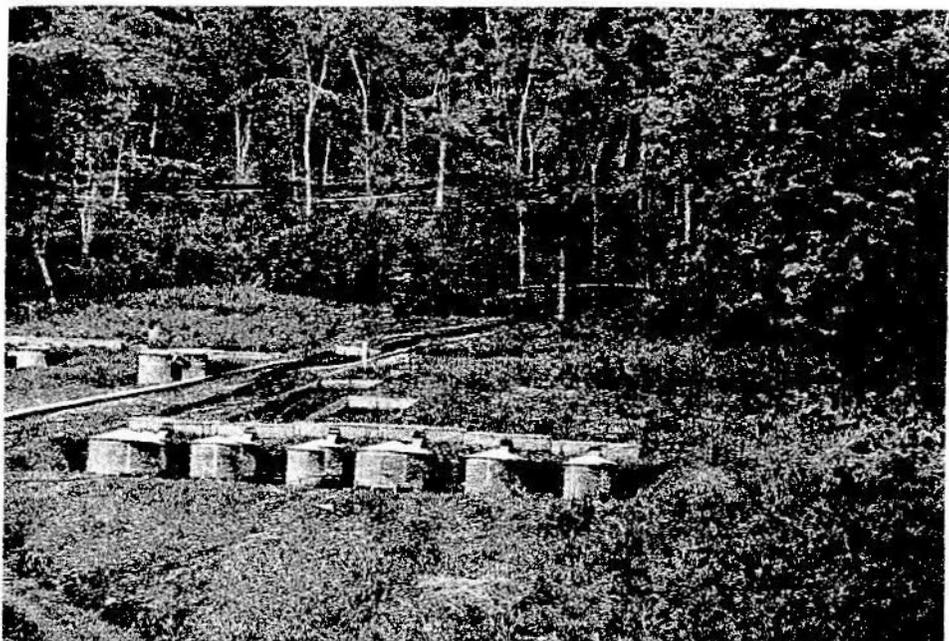
Como limitación general para todas las observaciones realizadas en los 18 predios de escorrentía tenemos:

- a)- Las pérdidas de suelo y agua en ellos obtenidas reflejan lo que sucedería en un cultivo, bosque o barbecho, con la longitud total de la pendiente subdividida en porciones de 20, 10 ó 5 metros, según el caso.
- b)- Esto equivale a decir que refleja lo que acontece en un cultivo, bosque o barbecho con acequias de ladera o barreras vi

Gráfico N° 2

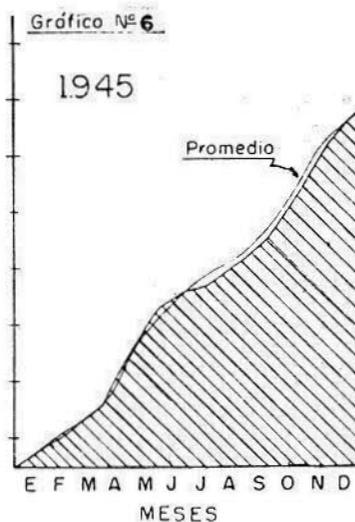
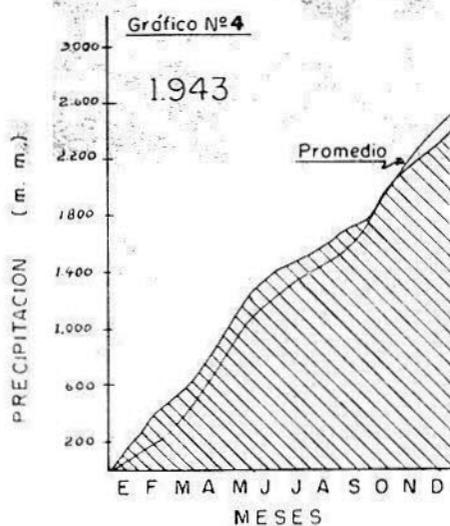
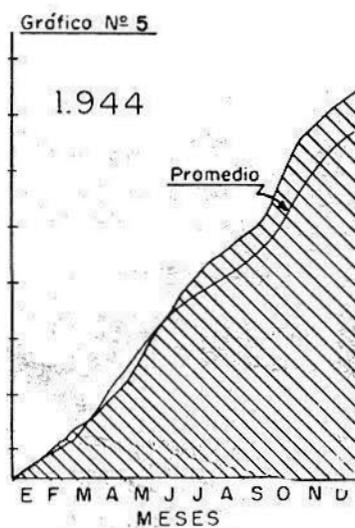
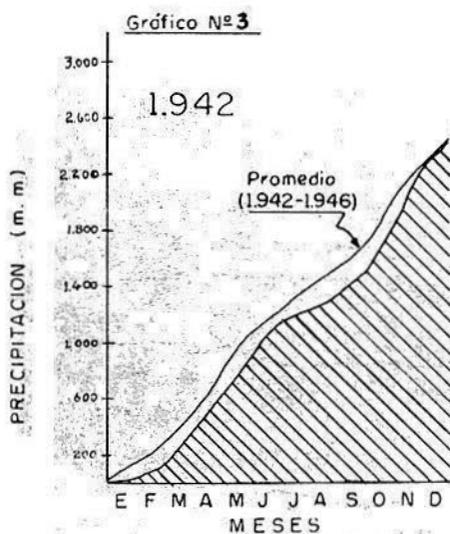
DISTRIBUCION MENSUAL DE LAS LLUVIAS  
PROMEDIO DE LOS AÑOS 1.942 o 1.953. -(CHINCHINA)





Grupo de parcelas de escorrentia. Los predios 1 y 2, a la izquierda, están sembrados de pasto imperial en dos formas (en cuadro y al contorno). Los predios 3, 4 y 5 permanecen desnudos y tienen longitudes diferentes de pendiente. Los predios 6, 7 y 8 permanecen en potreros de micay..

## PRECIPITACION PLUVIAL ACUMULADA CENICAFE - CHINCHINA



vas localizadas cada 20, 10 ó 5 metros, respectivamente.

Esta limitación, como es natural, tiende a reducir las pérdidas de suelo y agua haciendo menos aparentes los daños. Las cifras, por lo tanto, tienen principalmente un valor comparativo.

a)- Lluvias y pérdidas de suelo y agua.

El régimen de lluvias en Chinchiná, Caldas, se puede apreciar en los cuadros 1 a 8 y en los gráficos 1 a 14. Las variaciones anuales al rededor del promedio son muy pequeñas no habiendo sobrepasado los 661 mm. en ningún año (gráfico 1). La distribución mensual se indica en el gráfico 2; son muy notorias dos épocas lluviosas (abril - mayo y octubre - noviembre) las cuales coinciden con las cosechas principal y secundaria de café. En los gráficos 3 a 14 se dan los valores mensuales acumulados de lluvia para los 12 años bajo estudio; 1949 y 1950 son los años que más se apartan del promedio (el primero por defecto y el segundo por exceso) siendo digno de observarse la regularidad con que todos los meses de cada uno de aquellos siguen la pauta del año considerado en total. Un estudio más detallado de las lluvias para este período aparece en otras publicaciones (10, 18).

La lluvia que cae sobre un terreno desnudo comienza a fluir en forma de escorrentía y a arrastrar partículas tan pronto se satisface la capacidad de absorción del suelo. En este proceso ejerce influencia no solo el total de agua caída sino también la intensidad del aguacero (o sea la cantidad caída por unidad de tiempo), la frecuencia y la distribución de las lluvias, así como otros factores.

Es indispensable, por lo tanto, averiguar primero la relación existente entre las lluvias y las pérdidas de suelo en un terreno desnudo, para después entrar a valorar la influencia de otros factores, tales como topografía, cubierta vegetal, prácticas culturales, etc.

En los gráficos 15 y 16 se compara el promedio de lluvias caídas cada mes, para el período 1949 - 1953, y las pérdidas de suelo y agua durante ese mismo período, estos últimos datos corresponden al promedio de las parcelas 3, 4 y 5. Observando los gráficos se nota una tendencia a aumentar las pérdidas de suelos con el aumento de los totales de lluvia. Sin embargo, esa tendencia no es uniforme, ni en forma general, ni en particular. Por ejemplo: A pesar de ser similares las cantidades de lluvia en abril y mayo (280.0 mm. y 292.0 mm. respectivamente) las pérdidas de suelo en abril son mucho mayores que en mayo; marzo en cambio, con menos lluvia, perdió más suelo que cualquiera de los dos meses nombrados atrás o que octubre y noviembre. Esto que anotamos para los valores promedios de los cinco años, también es válido para cualquier año considerado individualmente.

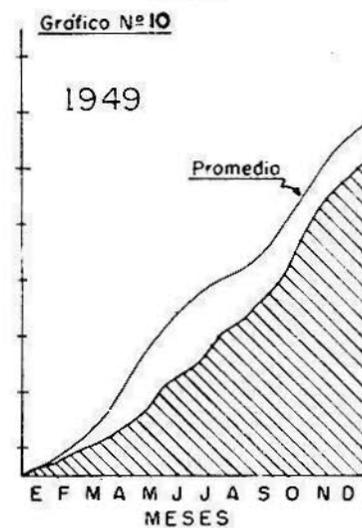
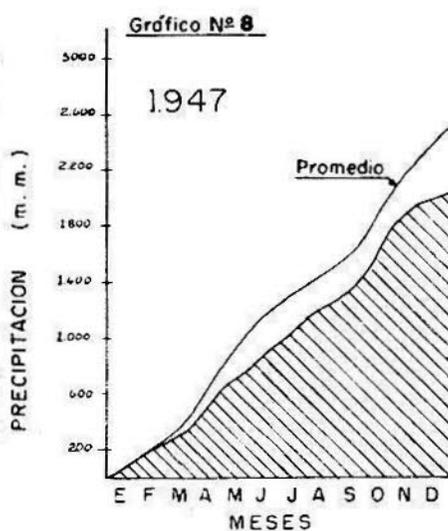
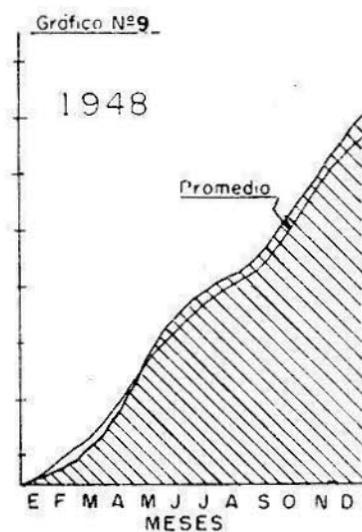
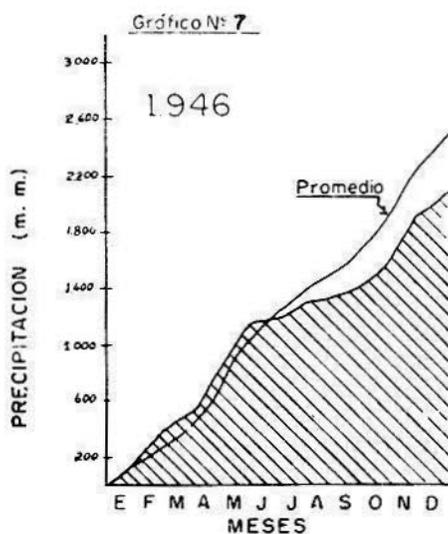
En los gráficos 17 a 21, se presentan las intensidades máximas para diversos períodos de tiempo (5, 20 y 30 minutos) durante los años de 1949 a 1953 y las pérdidas de suelos correspondientes. Se ve claramente la relación existente entre los factores comparados, y muy especialmente en conexión con la máxima intensidad en cinco minutos. Esta combinación de tiempo y cantidad de lluvia parece que produce un volumen suficiente de agua para exceder la capacidad de absorción del suelo.

No obstante, éste factor por sí solo tampoco establece una exac-



Aspecto del cafetal viejo (de más de veinte años de edad) en el cual se verifican medidas de suelo y agua.

## PRECIPITACION PLUVIAL ACUMULADA CENICAFE - CHINCHINA



ta correlación; así tenemos que para un mismo año, 1952, el día 24 de febrero con una lluvia de una intensidad de 2.3 mm. en 5 minutos y una cantidad total de 6.2 mm. no se registró ninguna pérdida de suelo y agua en tanto que el 13 de abril con una lluvia de 0.2 mm. de intensidad en 5 minutos y un total de 6.6 mm. se registraron pérdidas de suelo y agua, de 1 tonelada y 3 mm. respectivamente. Para años diferentes los contrastes son aún mayores; en efecto, con un aguacero de una intensidad de 9.0 mm. en 5 minutos y una cantidad total de 28.2 mm., caída el 9 de junio de 1950, se perdió suelo en la proporción de 0.5 toneladas y el 35% de la lluvia, en tanto que en abril 19 de 1952 con un aguacero de 0.9 mm. de intensidad máxima en 5 minutos y un total de 13.2 mm. se perdió suelo a razón de 9.5 toneladas por hectárea y 50% de la lluvia. Estos datos son el promedio de las parcelas, 3, 4 y 5, y en general confirman los resultados obtenidos en otras estaciones experimentales (7, 13).

Sin duda alguna, hay una forma de combinación de la intensidad, la duración y la frecuencia de los aguaceros que guarda relación con las pérdidas de suelo y agua.

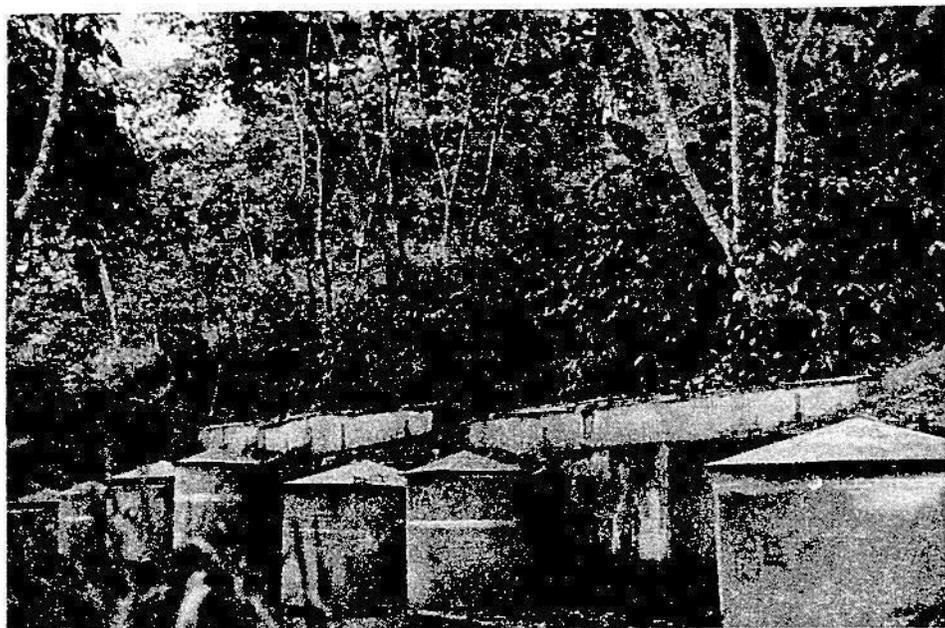
Como en otra publicación se explica (15), de manera preliminar se ha calculado un "factor de lluvia" que tiene en cuenta las características mencionadas. Este factor es la suma de los siguientes productos:

- a)- Cuatro veces la intensidad del aguacero en 30 minutos, expresada en milímetros por hora.
- b)- Una vez la intensidad en 5 minutos, expresada en milímetros por hora.
- c)- Dos veces la precipitación total.

Se hizo el cálculo del coeficiente de correlación existente entre este factor de lluvia (F) y las pérdidas de suelo, hallándose un valor de + 0.74, el cual es altamente significativo (15). Bayer, (3) en un estudio similar encontró que una combinación de intensidad y cantidad de lluvia, con humedad del suelo, da una mejor y más alta correlación con las pérdidas de suelo y agua. Neal, (14) por su parte, encontró que la escorrentía aumentaba con el aumento de la intensidad de la precipitación pluvial, pero en proporción decreciente.

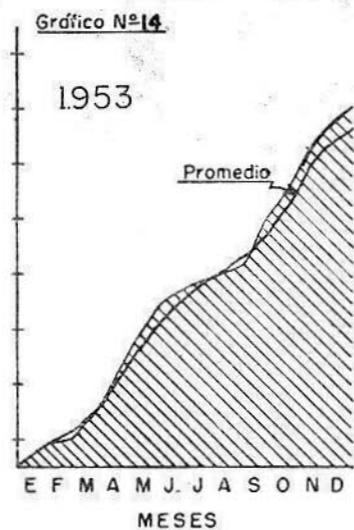
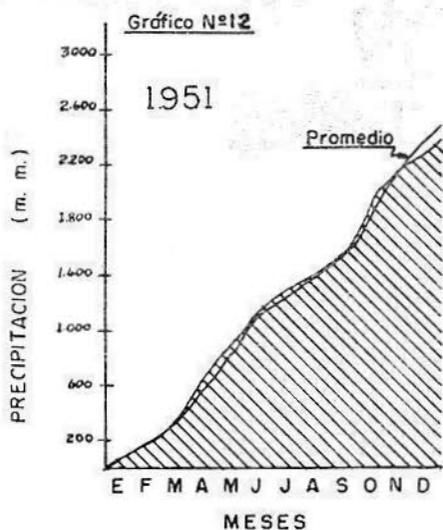
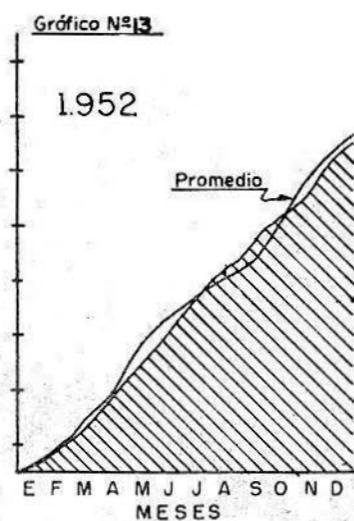
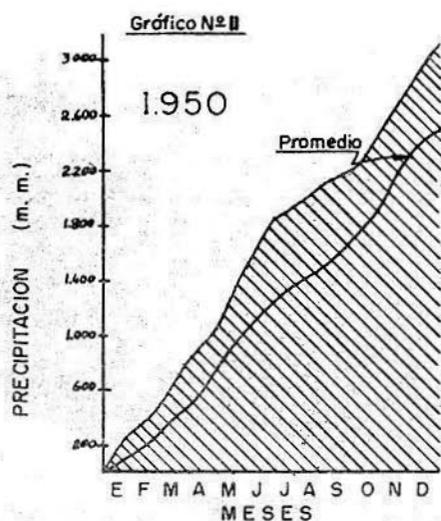
Estudiando en forma individual las relaciones de precipitación y pérdidas de suelo y agua, encontramos que durante el año de 1949 cayeron 246 aguaceros, con un total de 2237.6 mm., de los cuales 109, ó sea el 44.3%, produjeron escorrentía. Once de estos aguaceros ocasionaron pérdidas de suelo mayores de 5 toneladas por hectárea (promedio de las parcelas 3, 4 y 5). El total de suelo arrastrado por estos once aguaceros se elevó a 103.12 toneladas por hectárea. En otras palabras: 10.1% del número de aguaceros que causaron escorrentía fueron responsables de un 53.8% de las pérdidas de suelo ocurridas durante 1949. La distribución mensual de estos aguaceros altamente perjudiciales fue así: en febrero, abril, mayo, agosto y septiembre cayeron sendos aguaceros de esta clase; en octubre tres, dos en noviembre y uno en diciembre. Estos datos se resumen en el cuadro 3 del Apéndice.

Durante el año de 1950 cayeron 265 aguaceros con un total de 3137.6 milímetros, de los cuales 165, o sea el 62.2%, produjeron es-



Grupo de predios de esorrentía en cafetales jóvenes. Los predios se instalaron y luego se sembró el cafetal.

## PRECIPITACION PLUVIAL ACUMULADA CENICAFE-CHINCHINA



correntia. Siete de estos aguaceros causaron pérdidas de suelo mayores de 5 toneladas por hectárea (promedio de las parcelas 3, 4 y 5). El total de suelo arrastrado por estos 7 aguaceros fue de 81.4 toneladas por hectárea. Esto significa que el 4.2% del número de aguaceros que causaron escorrentia durante 1950, fueron los causantes de un 42.21% de las pérdidas de suelo. En otros términos 10% del agua lluvia caída durante 1950 causó el 42.21% de la erosión total. La distribución mensual de estos aguaceros fue así: 4 en marzo, 2 en abril y 1 en octubre. Estos datos se resumen en el cuadro 3 del Apéndice.

Durante el año de 1951 cayeron 227 aguaceros con un total de 2359.4 milímetros, de los cuales 111, o sea el 48.8%, produjeron escorrentia. Cinco de estos aguaceros causaron pérdidas de suelo mayores de 5 toneladas por hectárea, (promedio de las parcelas 3, 4 y 5). El total del suelo arrastrado por esos 5 aguaceros fue de 76.58 toneladas por hectárea. Esto significa que el 4.5% del número de aguaceros que causaron escorrentia durante 1951, fueron los causantes del 65.8% de las pérdidas de suelo. En otras palabras el 12.4% del agua lluvia caída durante 1951 causó el 65.8% de la erosión total. La distribución mensual de estos aguaceros fue así: 1 en marzo, 1 en julio, 2 en octubre y 1 en diciembre. Estos datos se resumen en el cuadro 3 del Apéndice.

Durante el año de 1952 cayeron 233 aguaceros con un total de 2440.2 milímetros, de los cuales 110, o sea el 47.2%, produjeron escorrentia. Doce de estos aguaceros causaron pérdidas de suelo mayores de 5 toneladas por hectárea (promedio de las parcelas 3, 4 y 5). El total de suelo arrastrado por esos 12 aguaceros se elevó a 177.19 toneladas por hectárea. Esto significa que el 10.9% del número de aguaceros que causaron escorrentia durante el año de 1952, fueron los causantes del 63.4% de las pérdidas de suelo. En otras palabras, el 20.8% del agua lluvia caída durante 1952 causó el 63.4% de la pérdida total del suelo. La distribución de estos aguaceros fue la siguiente: 1 en febrero, 1 en marzo, 2 en abril, 1 en junio, 2 en julio, 2 en septiembre, 1 en octubre, 1 en noviembre y 1 en diciembre. Estos datos se resumen en el cuadro 3 del Apéndice.

Finalmente en el año de 1953 cayeron 226 aguaceros, con un total de 2622.5 milímetros, de los cuales 114, o sea el 50.4%, produjeron escorrentia. Dieciocho de estos aguaceros causaron pérdidas de suelo mayores de 5 toneladas por hectárea (promedio de las parcelas 3, 4 y 5). El total de suelo arrastrado por esos 18 aguaceros fue de 219.74 toneladas por hectárea. Esto quiere decir que el 15.7% del número de aguaceros que causaron escorrentia durante 1953, fueron responsables del 65.8% de las pérdidas de suelo. En otras palabras, el 37.3% de la lluvia caída durante 1953 causó el 65.8% de la pérdida total del suelo. La distribución mensual de estos aguaceros fue como sigue: 1 en enero, 2 en marzo, 3 en abril, 2 en julio, 4 en septiembre, 1 en octubre, 4 en noviembre y 1 en diciembre. Estos datos se resumen en el cuadro 3 del Apéndice.

Resumiendo todo lo anterior, podemos anotar que en los cinco años comprendidos entre 1949 y 1953, cayeron 1197 aguaceros con un total de 12797.6 milímetros, de los cuales 608, o sea el 50.7%, produjeron escorrentia (promedio de los predios 3, 4 y 5). Cincuenta y tres de estos aguaceros causaron pérdidas de suelo mayores de 5 toneladas (promedio de las parcelas 3, 4 y 5). El total de suelo arrastrado por esos 53 aguaceros fue de 658.04 toneladas por hectárea. Esto quiere



Aspecto de un predio de esorrentía en cafetal viejo

Gráfico Nº15

### RELACION ENTRE LA LLUVIA TOTAL MENSUAL Y LAS PERDIDAS DE SUELO (EROSION) 1949-1953

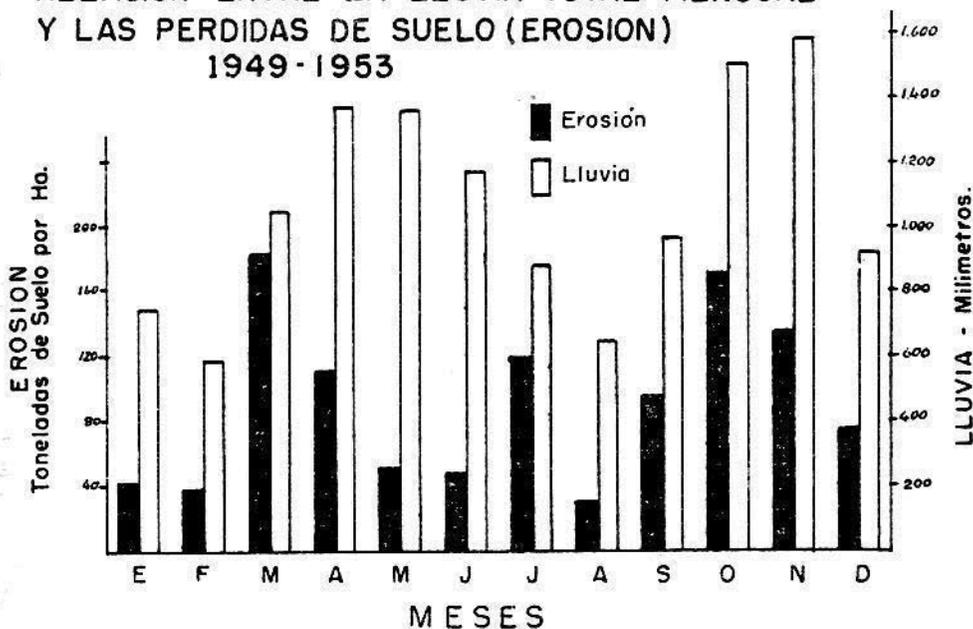
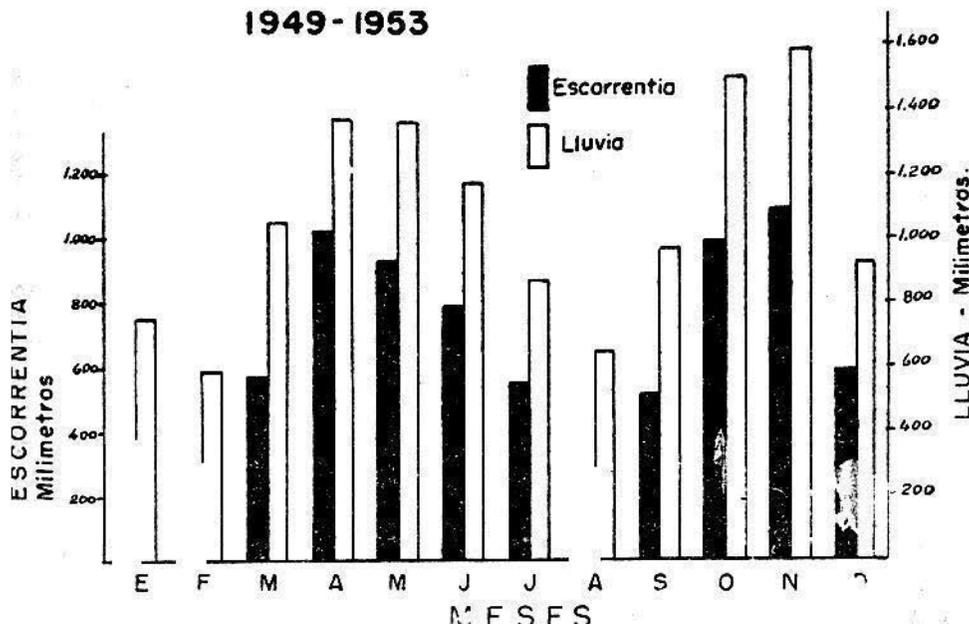


Gráfico Nº16

### RELACION ENTRE LA LLUVIA TOTAL MENSUAL Y LA ESCORRENTIA. 1949-1953



decir que 8.7% del número de aguaceros que causaron escorrentía durante este período, fueron los causantes del 59.1% de las pérdidas de suelo durante los 5 años. En otras palabras, el 19% de la lluvia caída durante este período causó el 59.2% de la pérdida total de suelo. La distribución por meses de esos aguaceros fue: enero 1, febrero 2, marzo 8, abril 8, mayo 1, junio 1, julio 5, agosto 1, septiembre 7, octubre 8, noviembre 7 y diciembre 4. Observando dicha distribución comprobamos que se demarcan dos períodos, marzo-abril y septiembre-octubre-noviembre, como las épocas de mayor probabilidad para que ocurran aguaceros torrenciales, de alta intensidad (Ver gráfico 2) y por consiguiente grandes peligros de erosión, estos datos concuerdan con los dados en otra publicación (15).

Tales resultados indican, igualmente, que las mayores pérdidas son el producto de unas pocas lluvias de gran intensidad. Hacia el control de ellas deben dirigirse los esfuerzos en el campo, si es que deseamos preservar nuestros suelos.

#### b)- Topografía y pérdidas de suelo y agua.

Establecida en esta forma la relación de precipitación pluvial, en Chinchiná, con las pérdidas de suelo y agua, en parcelas desnudas y para un mismo grado y longitud de pendiente, podemos entrar a discutir el efecto de otro factor, el de la topografía.

La pendiente de los terrenos, ya lo anotábamos, constituye otro factor de importancia en el comportamiento de las aguas de escorrentía, y por consiguiente en su capacidad erosiva.

Es imposible para el agua moverse aún sobre terrenos planos sin arrastrar en suspensión algunos constituyentes del suelo. Las medidas llevadas a cabo en sitios considerados a nivel comprueban esto con amplitud (6). Pero el tamaño y la cantidad de materiales que puede llevar en suspensión, así como la fuerza erosiva, dependen de la velocidad con que fluye, la cual es una resultante de la longitud y grado de la pendiente. Ayres (1) sintetizó en cinco puntos los principios que rigen este aspecto de la escorrentía.

Los registros llevados en Chinchiná, nos permiten separar el efecto de la longitud y del grado de la pendiente sobre las pérdidas de suelo. Así tenemos, que para el año de 1949, las pérdidas de suelo y agua en el predio N° 5 (5 ms. de longitud) fueron el 45 y 66% respectivamente de las ocurridas en el predio N° 3 (20 ms. de longitud), en tanto que en el predio N° 4 (10 ms. de longitud) las pérdidas ascendieron al 77% de suelo y 98% del agua.

Estas relaciones para el año de 1950 fueron: el predio N° 5 perdió el 32% del suelo y el 83% del agua perdidos en el predio N° 3, en tanto que, en el predio N° 4 las pérdidas ascendieron al 75% de suelo y el 107% del agua.

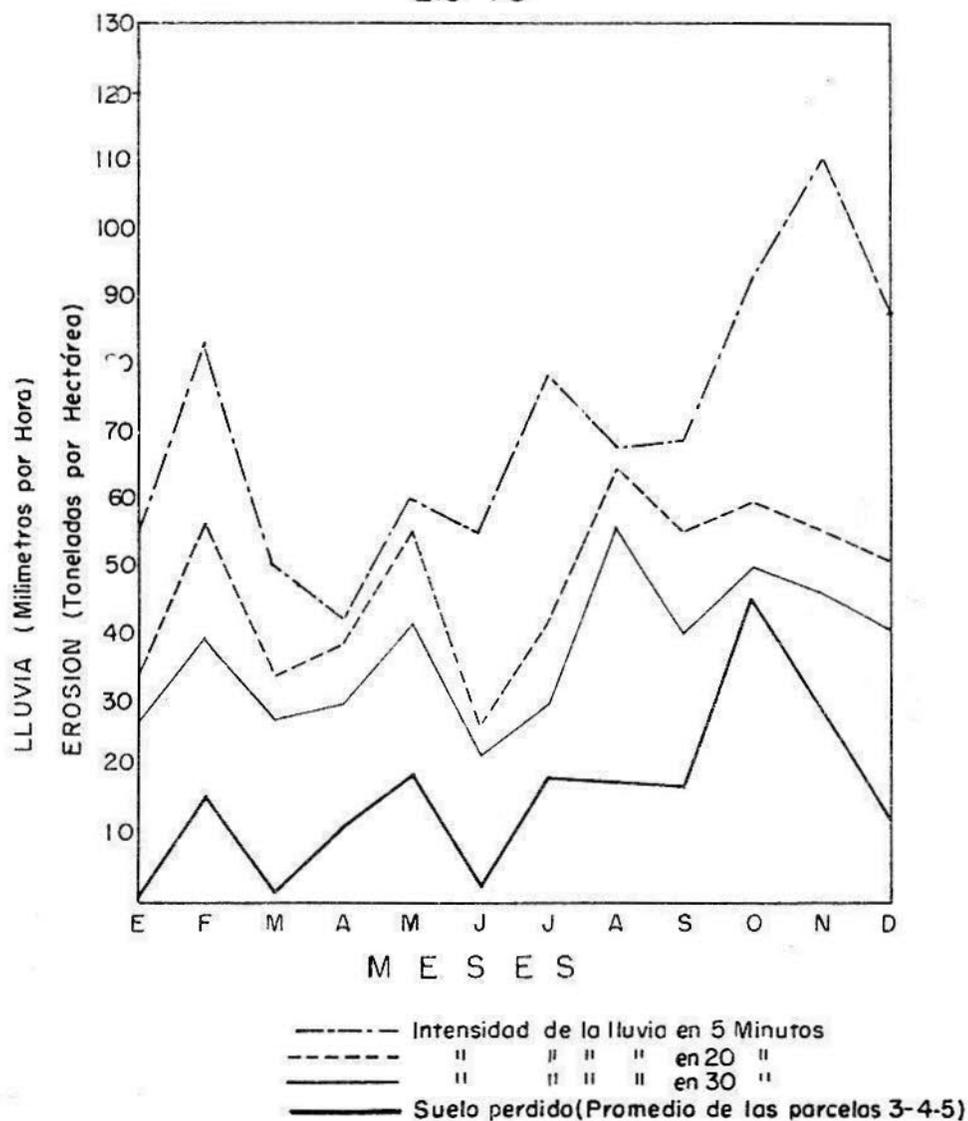
En el año de 1951 las relaciones fueron: el predio N° 5 perdió el 46% de suelo y el 89% del agua perdidos en el predio N° 3, en tanto que el predio N° 4 perdió el 68% del suelo y el 85% del agua.

Para el año de 1952 el predio N° 5 perdió el 35% del suelo y el 93% del agua perdidos en el predio N° 3, en tanto que el predio N° 4 perdió el 64% del suelo y el 90% del agua.

Gráfico N°17

# INTENSIDAD MAXIMA DE LA LLUVIA Y SUELO PERDIDO.

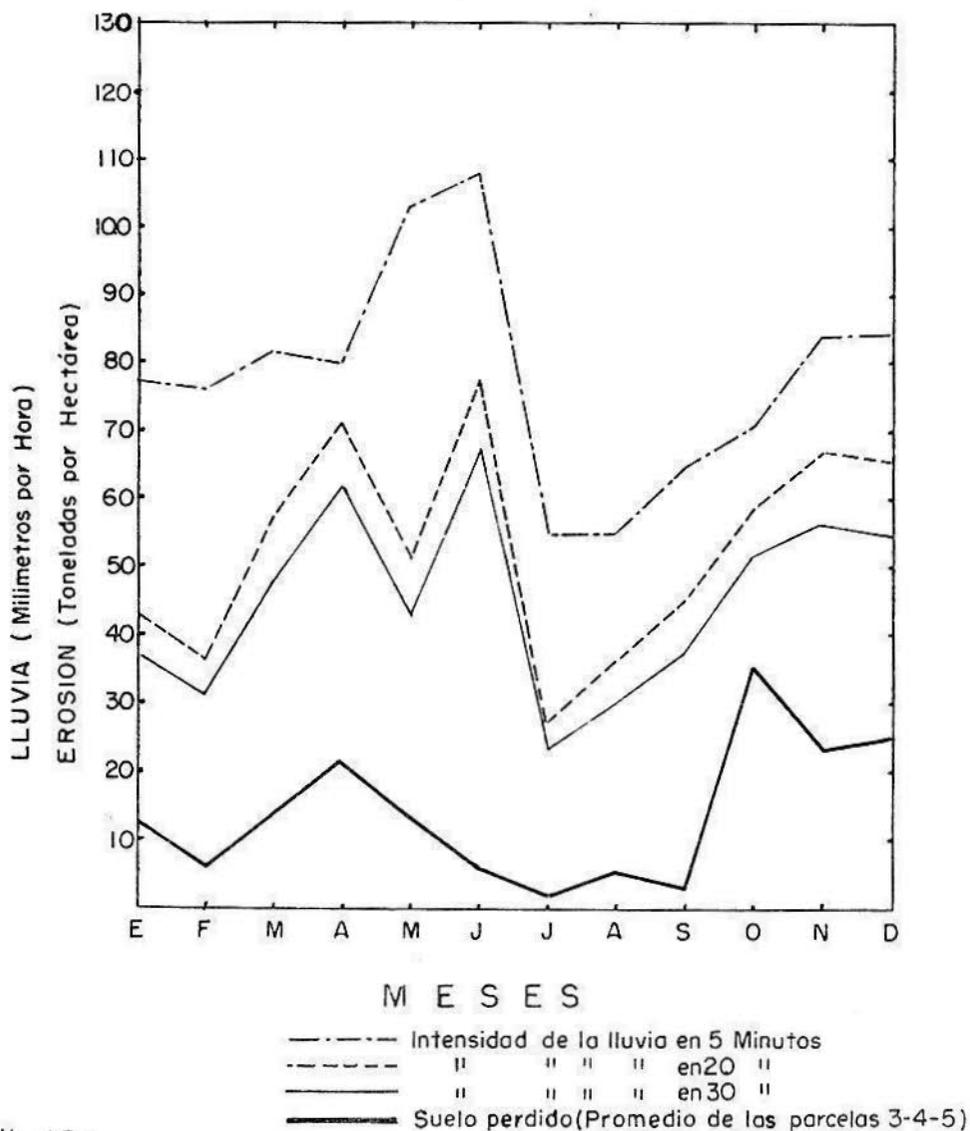
1949



*Pinto*

## INTENSIDAD MAXIMA DE LA LLUVIA Y SUELO PERDIDO.

1.950



Finalmente para el año de 1953, el predio N° 5 perdió el 83% del suelo y el 91% del agua perdidos en el predio N° 3, en tanto que el predio N° 4 perdió el 60% de suelo y el 78% del agua. Todos estos resultados se sumarizan y compendian en el gráfico 22, en el cual se presentan las pérdidas de suelo y agua, de 1949 a 1953, bajo diferentes longitudes de pendiente, en un terreno desnudo.

Como puede observarse los datos no son siempre constantes y uniformes. Por otra parte, tampoco guardan una proporcionalidad muy estrecha, es decir, que al reducir la longitud de pendiente de 20 a 10 metros las pérdidas de suelo y agua no disminuyen en la misma proporción que al reducirla de 10 a 5 metros. En efecto, sintetizando los datos anteriores, podemos decir que al reducir la longitud de la pendiente de 20 a 10 metros, las pérdidas de suelo se han disminuido en un 33% y las de escorrentía en un 7%, en tanto que al reducir la longitud de la pendiente de 10 a 5 metros, las pérdidas de suelo sólo se disminuyen en un 2% y las de escorrentía en 9%.

El grado de pendiente afecta también la capacidad erosiva de las aguas de escorrentía, al influir sobre su velocidad. Los resultados obtenidos en Chinchiná se compendian en el gráfico 23, el cual presenta valores para los grados de pendiente, 43 y 21%.

#### c)- Vegetación y pérdidas de suelo y agua.

Veamos ahora el efecto de la vegetación. Antes de entrar a discutir el efecto de las distintas cubiertas estudiadas, es necesario hacer algunas aclaraciones:

- a)- En todas y cada una de las cubiertas debe entenderse que no se verificaron prácticas de conservación de suelos.
- b)- No obstante, la condición de cada una de ellas fue mejor de lo que normalmente se encuentra en las fincas. En otras palabras, el potrero nunca se sobrepastoreó, los pastos de corte se cortaron y cuidaron metódicamente, los cafetales mantuvieron un sombrío regular y permanente.
- c)- Como es lógico, el simple buen manejo de estas cubiertas, y el buen estado de ellas, hizo que los datos registrados, a más de las limitaciones antes expuestas, dieran valores inferiores a los que ocurren, para esas cubiertas, en condiciones naturales.

Con estas aclaraciones en mente podemos entrar a estudiar los resultados obtenidos.

Indiscutiblemente la cubierta vegetal protege y mejora los suelos de modo efectivo; a este hecho se debe la fertilidad de los suelos vírgenes. La forma como la vegetación cumple su cometido ha sido descrita por Ayres (1), y agrupada en nueve puntos. De todos ellos, el más importante es, de acuerdo con muchos autores (16) y algunos experimentos (17), la protección de escudo ofrecida contra el impacto directo de la lluvia.

En otras palabras, el efecto benéfico de las cubiertas, sea ella capote (litter) o plantas vivas, radica en que ejerce una acción amortiguadora del impacto de la gota de lluvia sobre el suelo, evitando la dispersión de los agregados o granulos del suelo y evitando por lo

tanto que disminuya la capacidad de infiltración y que aumente la escorrentía. En efecto, al caer el agua sobre un suelo desnudo destruye con su impacto las partículas, llevando en suspensión la fracción más ligera, limo y arcilla, para depositarla en los espacios porosos a través de los cuales tiene lugar la infiltración de las aguas, dando origen así a una mayor escorrentía y por consiguiente a un mayor peligro de erosión (16).

En los gráficos 24 y 25 se presentan los resultados obtenidos bajo cuatro cubiertas vegetales distintas, durante cinco años. Veamos como fluctuaron las pérdidas de suelo y agua bajo los diferentes tratamientos, en los distintos años.

En el año de 1949 el terreno desnudo (promedio de las parcelas 3, 4 y 5) perdió 191.8 ton. de suelo por hectárea y 1266.8 mm. de agua por hectárea. El terreno con pasto de corte perdió 33.9 ton. de suelo por hectárea y 385.3 mm. de agua por hectárea. El terreno con cafetal nuevo perdió 24.7 ton. de suelo por hectárea y 84.5 mm. de agua por hectárea. El terreno en potrero (promedio de las parcelas 6, 7 y 8), perdió 2.2 ton. de suelo por hectárea y 593.7 mm. de agua por hectárea. El terreno en cafetal viejo (promedio de las parcelas 10 y 12) perdió 0.1 ton. de suelo por hectárea y 30.5 mm. de agua por hectárea. En otras palabras el predio desnudo perdió, durante el año de 1949, 5.6 veces más suelo que el predio en pastos de corte, este a su vez perdió 15 veces más suelo que el predio en potrero, el cual a su vez perdió 22 veces más suelo que el predio en cafetal viejo. El cafetal joven sufrió una erosión un tanto exagerada debido principalmente a las lluvias del 21 y 30 de abril que arrastraron 3.01 y 5.99 ton. por hectárea respectivamente. Los cafetos se sembraron el 1° de marzo y en la misma fecha se verificó una desyerba con azadón. Esto indica lo importante que es determinar frecuencias de ocurrencia de aguaceros críticos para regular de acuerdo con ellas las labores culturales.

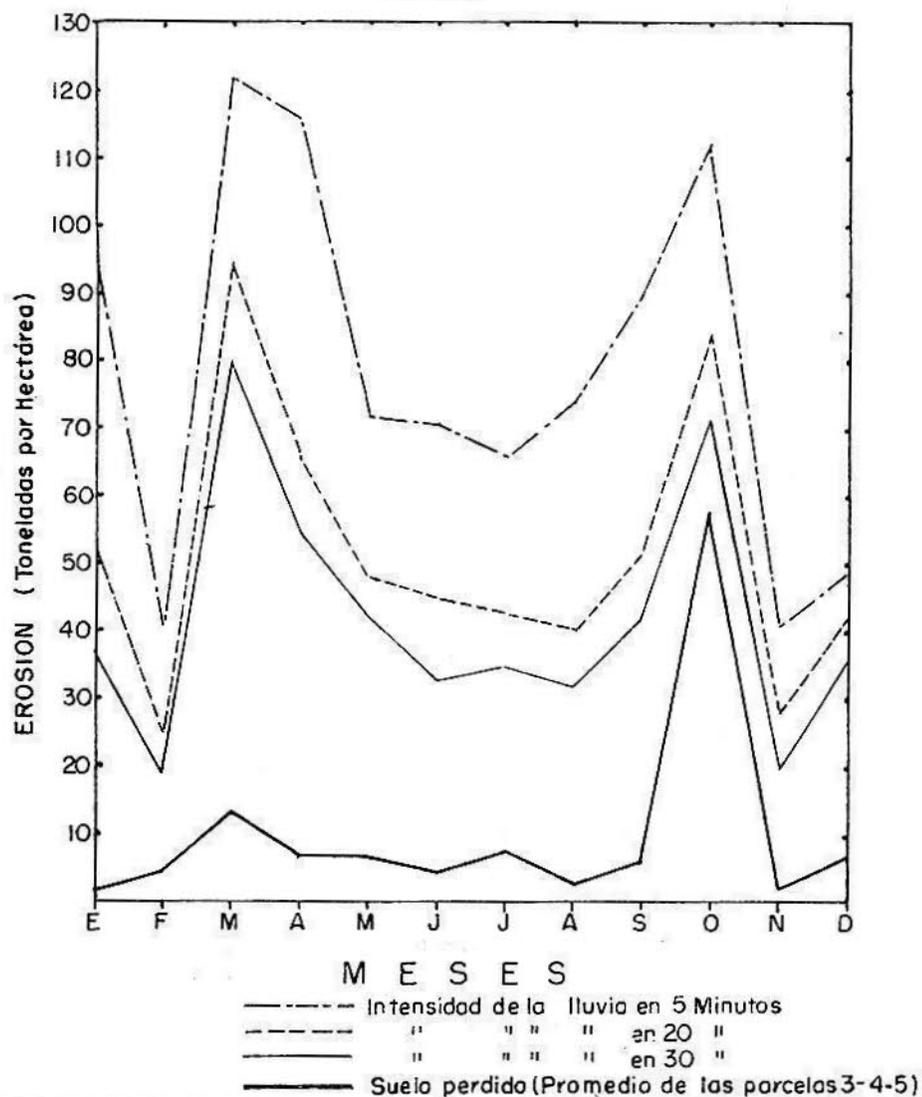
Para el año de 1950, las proporciones de las pérdidas de suelo variaron. En efecto, el terreno desnudo perdió 192.8 toneladas de suelo y 2271.6 mm. de agua; el terreno en pasto de corte perdió 3.0 toneladas de suelo y 930.8 mm. de agua; el potrero 15.3 ton. de suelo y 866.2 mm. de agua; el cafetal joven 4.6 ton. de suelo y 411.3 mm. de agua y el cafetal viejo 0.3 toneladas de suelo y 103.4 mm. de agua. Esto quiere decir que el terreno desnudo perdió 64 veces más suelo que el terreno en pastos de corte, éste a su vez perdió cinco veces menos que el terreno en potrero, el cual perdió 51 veces más suelo que el terreno en cafetal viejo y 3 veces más que el cafetal joven.

Aparte de las variaciones normales esperadas por la mayor lluvia de ese año, la proporción entre terrenos en potrero, pasto de corte y terreno desnudo se alteró, pues desde marzo de ese año el terreno en potrero se abrió y se sembró de maíz.

En el año de 1951 las relaciones fueron: El terreno desnudo perdió 116.2 ton. de suelo y 1415.1 mm. de agua; el terreno en pasto de corte 1.4 ton. de suelo y 772.2 mm. de agua; el potrero 4.4 ton. de suelo y 342.6 mm. de agua, el cafetal joven 0.7 ton. de suelo y 314.6 mm. de agua y el cafetal viejo 0.1 ton. de suelo y 32.2 mm. de agua. Esto es, el terreno desnudo perdió 83 veces más suelo que el terreno en pastos de corte, este a su vez perdió 3 veces menos que el terreno en potrero, el cual a su vez perdió 44 veces más suelo que el terreno en cafetal viejo y 6 veces más que el cafetal joven. Como para el a-

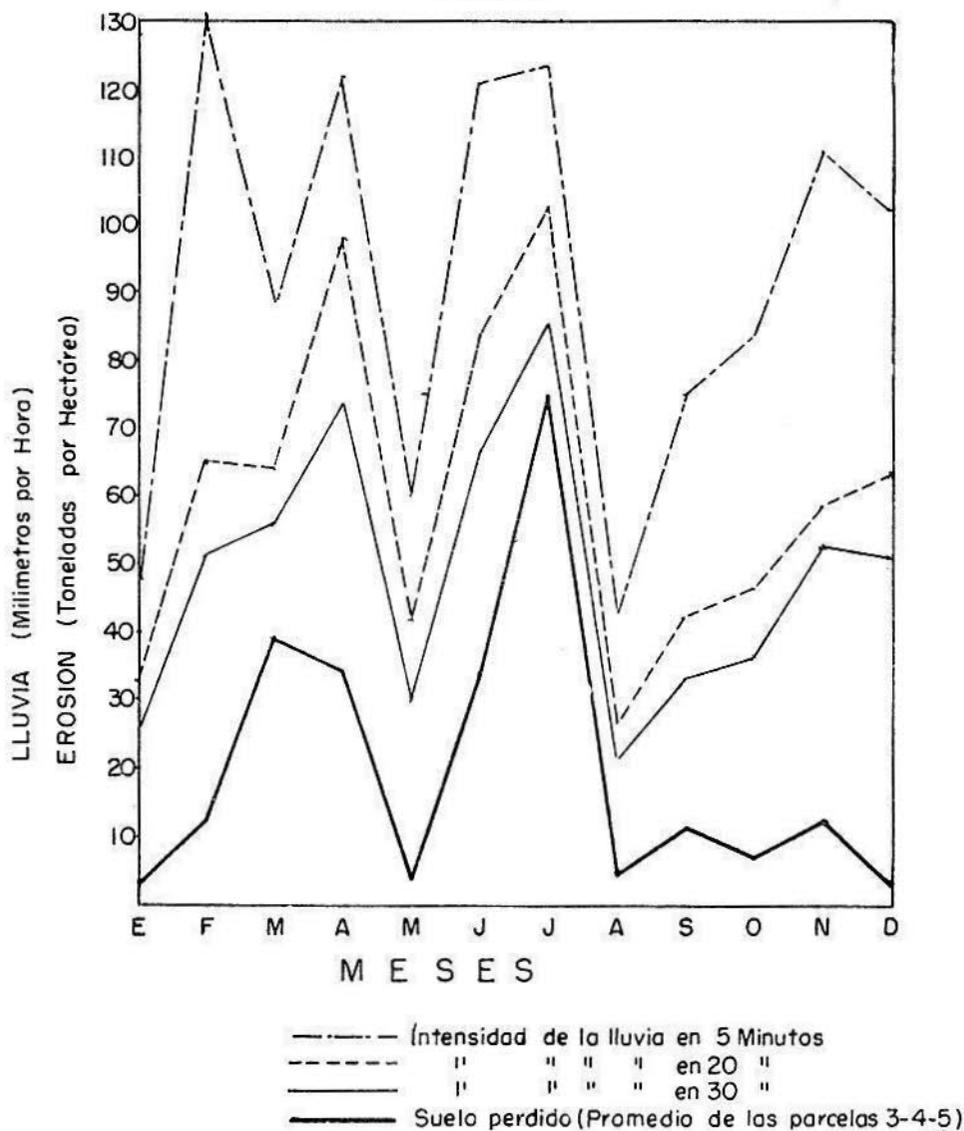
INTENSIDAD MAXIMA DE LA  
LLUVIA Y SUELO PERDIDO.

1.951



INTENSIDAD MAXIMA DE LA LLUVIA Y SUELO PERDIDO.

1.952



*22*  
1952

ño anterior debe advertirse que a más de las variaciones esperadas por la diferente precipitación pluvial las relaciones potrero, suelo desnudo y pasto de corte estuvo afectada, ya que el terreno en potrero es tuvo con maíz hasta marzo.

Para el año de 1952, se registraron los siguientes valores: el terreno desnudo perdió 279.2 ton. de suelo y 1504.5 mm. de agua; el terreno en pasto de corte 4.8 ton. de suelo y 895.1 mm. de lluvia; el potrero 1.3 ton. de suelo y 343.4 mm. de lluvia; el cafetal joven 1.7 ton. de suelo y 161.3 mm. de lluvia y el cafetal viejo 0.5 ton. de suelo y 41.0 mm. de agua, o sea que las relaciones fueron: el terreno desnudo perdió 58 veces más suelo que el terreno en pasto de corte, este a su vez 4 veces más que el potrero, el cual perdió 3 veces más suelo que el cafetal viejo y la mitad aproximadamente, de lo perdido en cafetal nuevo.

Finalmente, para el año de 1953 se obtuvieron los siguientes resultados: el terreno desnudo perdió 334.0 ton. de suelo y 1556.8 mm. de agua; el terreno en pastos de corte 2.3 ton. de suelo y 935.8 mm. de agua; el potrero 1.0 ton. de suelo y 431.3 mm. de agua; el cafetal joven 0.8 ton. de suelo y 76.1 mm. de agua y el cafetal viejo 0.3 ton. de suelo y 35.3 mm. de agua, esto es, las relaciones fueron: el terreno desnudo perdió 145 veces más suelo que el terreno en pastos de corte, este a su vez dos veces más que el potrero, el cual perdió tres veces más suelo que el cafetal viejo y una cantidad igual a la del cafetal joven.

Todo lo anterior podemos resumirlo, anotando que para el período de 1949 a 1953, el terreno desnudo perdió 813 veces más suelo que el terreno en cafetal viejo, 45 veces más que el terreno en potrero, 34 veces más que el terreno en cafetal nuevo y 25 veces más que el terreno en pastos de corte.

Con respecto a las pérdidas en la plantación de café vale la pena hacer los siguientes comentarios:

a)- Gran parte de la pérdida total de suelo en ese período ocurrió durante los primeros dos años, (24.7 y 4.6 toneladas por hectárea, respectivamente) las cuales representan el 90% de la pérdida total.

b)- A pesar de haber sido las lluvias más intensas y de mayor duración durante los últimos cuatro años, y de haber sido mayores las escorrentías, las pérdidas de suelo fueron sólo el 24% de las del primer año, lo cual indica que la erosión más crítica en los cafetales ocurre durante sus dos primeros años de vida. Esta es la época en la cual deben tomarse las mayores precauciones pues las pérdidas de suelo pueden llegar a afectar la futura producción de la plantación.

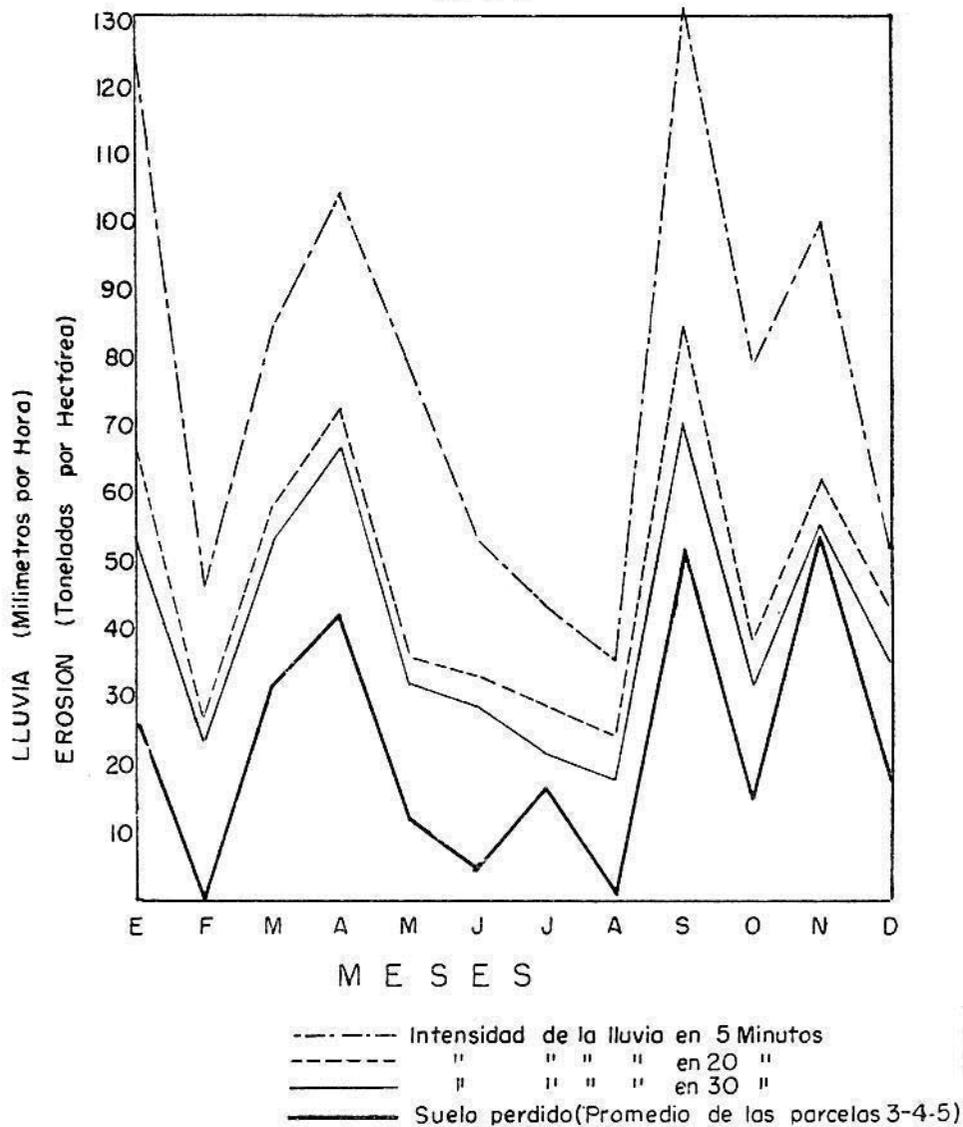
d)- Prácticas y sistemas y pérdidas de suelo y agua.

El efecto de las distintas prácticas y sistemas estudiados, parece compendiado en los cuadros 9, 10, 17 a 20, 23 a 27 del Apéndice; de ellas, quizás la más simple, la siembra en contorno, afectó las relaciones de pérdidas de suelo y agua en forma preponderante. En efecto, de la observación de los cuadros 9 y 10 se desprende que para el lapso de 1949-1953 el predio de pasto de corte sembrado en cuadro

Gráfico Nº 21

# INTENSIDAD MAXIMA DE LA LLUVIA Y SUELO PERDIDO.

1.953

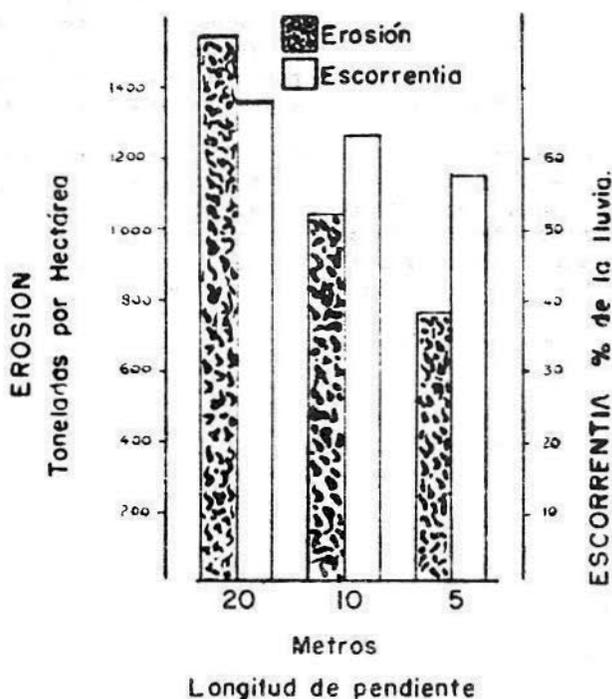


Pinto

Gráfico No 22

EROSION Y ESCORRENTIA EN DIFERENTES LONGITUDES DE PENDIENTE EN SUELO DESNUDO.

1949 — 1953



EROSION EN DIFERENTES GRADOS DE PENDIENTE. 1949 -1953.

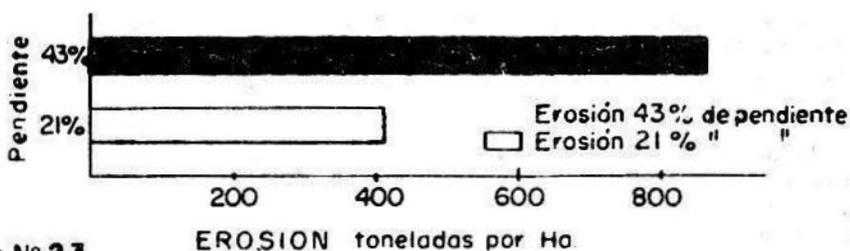


Gráfico No 23

perdió 45.5 ton. de suelo y el 30.6% de la precipitación pluvial, en tanto que el predio sembrado al contorno perdió 11.0 ton. de suelo y el 11.1% de la precipitación pluvial; esto quiere decir, que la siembra en surcos al contorno redujo las pérdidas de suelo en un 76% y las de agua en un 63%. Estas relaciones se presentan en el gráfico 26.

Este sistema de siembra también influyó en el rendimiento de la cosecha, pues la parcela en cuadro produjo, en los trece cortes realizados (1949-1953), 228.6 ton. de forraje húmedo por hectárea, en tanto que la parcela en surcos al contorno produjo 322.6 ton. El contenido de humedad a 60°C., fue sensiblemente el mismo para el forraje en ambas parcelas, 41%. Estas relaciones se presentan en el gráfico 27.

Otra práctica sencilla, el uso de plantas de cobertura, en combinación con desyerbos a machete, produjo efectos muy marcados sobre las pérdidas de suelo y agua en cafetales jóvenes. Los cuadros 24 y 25, resumen los resultados de 5 años de observaciones en una plantación joven con añil rastrero como cobertura y desyerbo a machete y otra sin cobertura y con desyerbo a azadón, respectivamente. De ellos se desprenden que el empleo de dichas prácticas redujo las pérdidas de suelo en el cafetal en un 92% y las de agua en un 24%. El gráfico 28 permite apreciar mejor los resultados.

Un hecho digno de anotarse, es que del suelo total perdido durante 1950 en el cafetal sin prácticas, el 16 de junio, con un aguacero de 64.2 mm. y 96 milímetros por hora, de intensidad máxima en 5 minutos, se erodaron 1.3 ton. de suelo o sea el 28.8%. El terreno se había desyerbado con azadón el 10 de junio, o sea seis días antes. Este hecho relleva la importancia de un estudio cuidadoso de las características de las lluvias para cada zona para determinar con aceptable exactitud las épocas de ocurrencia de los aguaceros críticos y acomodar a ellas, hasta donde sea posible, la ejecución de las labores culturales en las plantaciones.

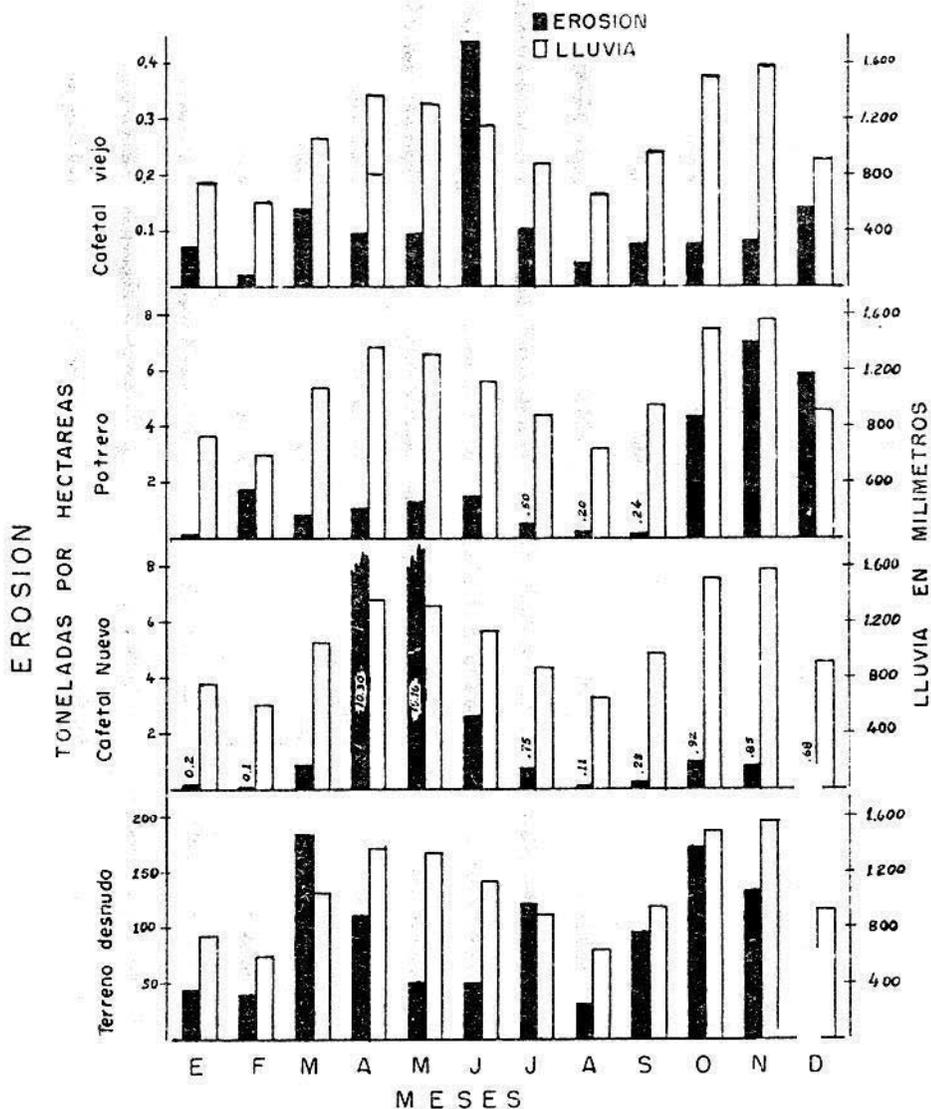
Otras prácticas como las cajuelas y terrazas individuales pueden tener efectos marcados sobre la escorrentía y la erosión que ocurren en los cafetales dependiendo su eficiencia en el control, del estado de la plantación, edad de la misma, características del suelo, etc. En una plantación nueva su efecto es mucho más marcado que en una vieja, por razón de encontrarse el suelo más desprotegido al iniciarse la plantación.

Este hecho así como el efecto de las prácticas sobre las pérdidas de suelo y agua los podemos observar al estudiar los cuadros 23 y 25, plantación nueva de café con y sin cajuelas y terrazas, respectivamente, y los cuadros 17 y 19, 18 y 20, plantación vieja de café con y sin cajuelas y terrazas.

Para la primera condición, plantación nueva, el predio sin prácticas perdió diez veces más suelo que el predio con cajuelas y terrazas. Para la segunda condición, plantación vieja, el suelo sin prácticas perdió dos veces más suelo que el cafetal con cajuelas y terrazas. En otras palabras, en el primero de los casos reduce las pérdidas de suelo en un 90% y en el segundo en un 45%. Estas relaciones se aprecian mejor en los gráficos 29 y 30, en los cuales se compara el efecto de las prácticas, en plantaciones viejas y jóvenes de café, respectivamente.

# RELACION MENSUAL ENTRE LA LLUVIA Y LA EROSION BAJO 4 CUBIERTAS DIFERENTES

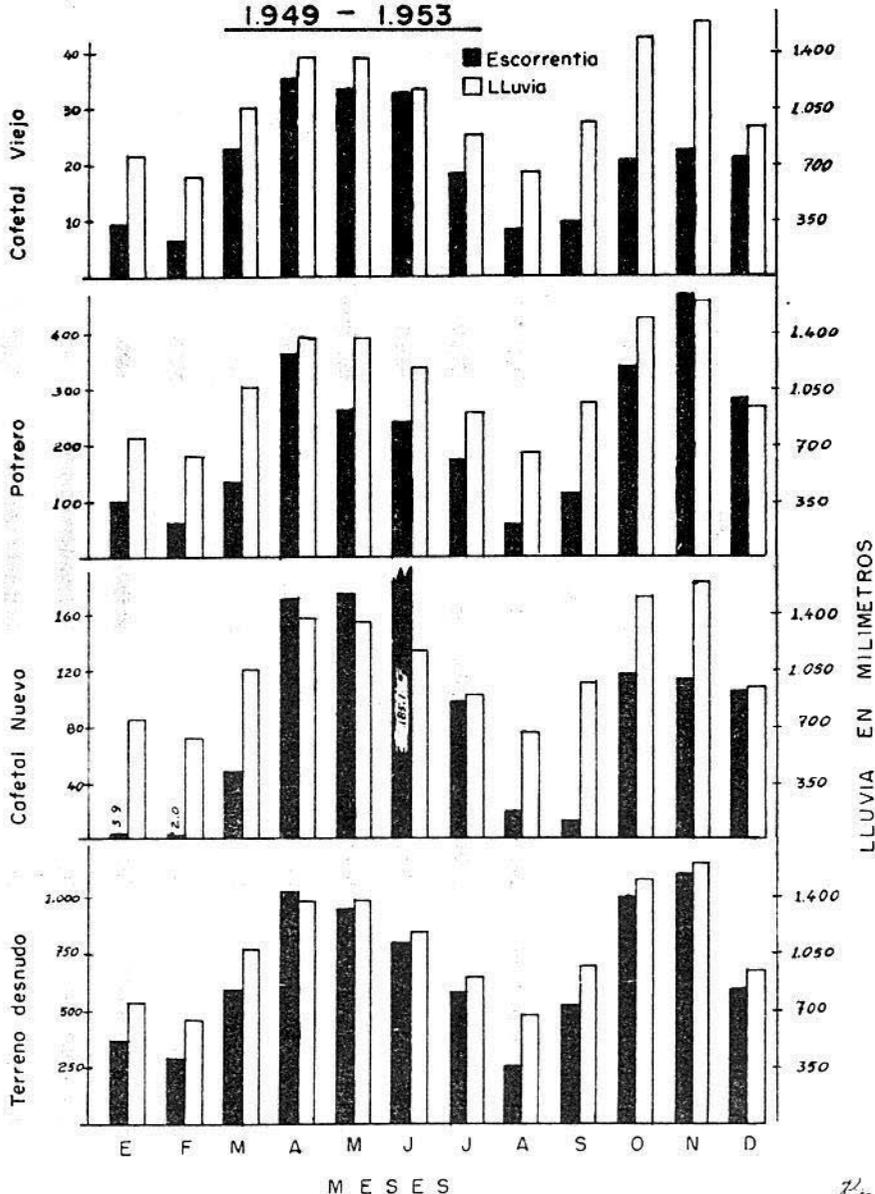
1949 - 1953



# RELACION MENSUAL ENTRE LA LLUVIA Y LA ESCORRENTIA BAJO 4 CUBIERTAS DIFERENTES

1.949 - 1.953

ESCORRENTIA  
en milímetros



*Handwritten signature*

La combinación de prácticas agronómicas y mecánicas, da por resultado el máximo control. Los cuadros 25 y 26 agrupan los valores que sobre las pérdidas de suelo y agua arrojaron una plantación nueva de café sembrada en triángulo, con añil rastrero, terrazas individuales y cajuelas y una plantación sin prácticas. De ellos se desprende que la primera perdió 20 veces menos suelo y 2 veces menos agua que la segunda, o sea, que las prácticas redujeron en 95% las pérdidas de suelo y en un 40% las de agua. Los valores anteriores los resume el gráfico 31.

Sin embargo, al comparar el efecto de una práctica agronómica, cobertura, con la combinación de prácticas agronómicas y mecánicas, se nota que para las condiciones de este experimento las últimas tuvieron un efecto muy limitado, sin contar los peligros que encierra su empleo en condiciones especiales de suelo.

Estos dos hechos los podemos comprobar al examinar con cuidado los cuadros 23, 24 y 26, plantación nueva de café sembrada en triángulo con cobertura, terrazas individuales y cajuelas, plantación nueva de café sembrada en cuadro con cobertura y plantación nueva de café sembrada en cuadro con terrazas individuales y cajuelas, respectivamente. Bajo la primera condición se perdieron 1.7 toneladas de suelo por hectárea y 5.0% de la precipitación pluvial; bajo la segunda condición 2.5 toneladas de suelo por hectárea y 6.2% de la precipitación y bajo la tercera condición 3.1 ton. de suelo y 11.2% de la precipitación. Estos resultados indican que la práctica agronómica, cobertura, fue más efectiva que las mecánicas, terrazas y cajuelas, y que ejerce un control casi tan efectivo como la combinación de las tres prácticas. Los resultados anteriores se muestran en el gráfico 32.

Digno de anotarse es el hecho de que el predio con terrazas y cajuelas perdió más agua que el resto de los tratamientos; sin embargo, las condiciones de humedad en el suelo fueron también las más desfavorables para el crecimiento de los cafetos hasta el punto de que hubo necesidad de resembrar varios en repetidas ocasiones.

Este hecho tiene su explicación en las características físicas del perfil en ese predio. En efecto, a los 50 cms. de profundidad la permeabilidad es casi nula, aún sin cambiar notablemente el contenido de coloides, hecho que resalta en los estudios de laboratorio, que arrojan para el predio 15 un coeficiente de infiltración de 0.02 cc, y para el predio 17 de 0.8 cc.

Esta capa de baja permeabilidad al efectuar la excavación de la cajuela aflora y queda exactamente en la plantilla de ésta, propiciando la acumulación del agua y por consiguiente condiciones inapropiadas de aireación en el suelo para el desarrollo normal de las plantas, lo que explica la necesidad de efectuar resiembras constantes.

Todos estos resultados tienen sin duda que reflejarse en una mejor o peor condición para determinados predios, y por consiguiente en un mayor o menor rendimiento de las plantas que en ellos crecen, hecho que se comprueba al estudiar los promedios anuales de cosecha en las parcelas bajo estudio, los cuales son :