

Las quemas como práctica agrícola y sus efectos

POR

FERNANDO SUAREZ DE CASTRO

BOLETIN TECNICO

Vol. 2 -- 1957 -- No. 18

Las quemas son de enorme im-
portancia económica para el
país. En este Boletín se presentan
los resultados de 5 años de in-
vestigaciones sobre sus efectos.

Federación Nal. de Cafeteros de Colombia

"También a veces conviene prender fuego a los campos estériles y quemar los rastrojos con ruidosas llamaradas, ya sea porque con esto recibe la tierra ocultas fuerzas y pingüe substancia, ya porque todo el vicio que tiene se le cuece con el fuego, y expele así la inútil humedad, o bien porque aquel calor le abre nuevos conductos y respiraderos, antes cegados, por donde pase el jugo a las mieses "

Virgilio, Las Geórgicas, Libro I.

LAS QUEMAS COMO
PRACTICA AGRICOLA
Y SUS EFECTOS

POR
FERNANDO SUAREZ DE CASTRO

BOLETIN TECNICO
VOL. 2 — 1957 — No. 18

Federación Nal. de Cafeteros de Colombia.

INTRODUCCION

El fuego, como herramienta para limpiar los terrenos, ha sido utilizado desde época muy antigua en todos los países del mundo.

En Colombia, la parte del territorio comprendida entre el nivel del mar y los dos mil metros de altura ha estado sometida y está sometida actualmente a quemas periódicas. En ocasiones se trata de destruir los abundantes restos vegetales que resultan al abrir o tumbar un rastrojo nuevo o montaña virgen para sembrar cultivos limpios o pastos. Otras veces, en zonas dedicadas a la agricultura, se incinera la vegetación espontánea que crece en uno o dos años de rastrojo antes de sembrar la planta anual cuya cosecha se aprovecha; finalmente, en muchas zonas ganaderas, se queman anualmente los potreros para obtener retoños tiernos apetecibles para los animales.

Así pues, las quemas, como práctica agrícola, son de enorme importancia económica para el país, pues se utilizan amplia y frecuentemente en toda la zona que nosotros los colombianos denominamos caliente y templada, en la cual se halla casi la totalidad de nuestra agricultura, de nuestra ganadería y de nuestra población rural. Fuera de ello no quedan sino unos 70 mil kilómetros cuadrados de tierras frías en donde tan solo se apela en ocasiones al "hoguereo" o quema de las malezas en montones (especialmente del kikuyo).

Siempre ha habido controversia sobre los efectos de esta práctica. En general los agricultores son partidarios de las quemas y aducen una serie de razones para ello, entre las cuales las más destacadas son:

- a)—Es el único modo, dentro de sus posibilidades, de limpiar rastrojos nuevos o montañas vírgenes sin que queden restos sobre el terreno que dificulten las labores en el cultivo que se establezca.
- b)—Es el sistema más barato de limpiar rastrojos de uno o varios años.
- c)—Aumenta la producción de los terrenos.
- d)—Disminuye las plagas y las enfermedades.

En general también los técnicos de campo son enemigos de las quemas y exponen argumentos de diversa índole para sustentar su opinión, entre los cuales los más frecuentemente mencionados son;

- a)—Consumen la materia orgánica de los terrenos.
- b)—Matan los organismos del suelo.
- c)—Volatilizan muchas sustancias necesarias en la nutrición de las plantas.
- d)—Dejan desnudo el suelo y aumentan la erosión.
- e)—Disminuyen la producción de los terrenos.

REVISION DE LA LITERATURA

La bibliografía aprovechable sobre el tema de las quemas es bastante escasa. Hay millares de folletos y artículos en los cuales se dan opiniones variadísimas y se hacen toda clase de raciocinios teóricos en favor o en contra de ellas, pero es difícil encontrar trabajos serios en donde se presenten datos comprobados, los cuales son los únicos que para el caso tienen importancia.

Stebbing, en 1922 (22), * describe algunos trabajos experimentales llevados a cabo en India, y con base en ellos afirma textualmente: "La protección perpetua y rígida contra el fuego en muchos bosques de áreas tropicales húmedas es no solo un desperdicio de dinero sino también absolutamente perjudicial para la regeneración y aún la existencia de las especies más valiosas".

Hensel, en 1923 (12), informa que estudió durante 4 años los efectos de las quemas en potreros de Kansas, Estados Unidos; encontró que al comenzar la estación de pastoreo había mayor crecimiento de pasto en las áreas quemadas. Esta diferencia iba disminuyendo hasta casi igualarse a medida que avanzaba la estación de crecimiento. Los juncos disminuyeron en los potreros quemados y aumentaron en los no quemados. Las malezas, después de varias quemas, disminuyeron en número. El peso del forraje producido fué ligeramente mayor en los potreros quemados.

Hess, en 1929 (13), describe una serie de observaciones detalladas llevadas a cabo en Suiza, las cuales indicaron efectos benéficos de la quema sobre la reacción y composición del suelo. Concluye que las quemas pueden utilizarse en selvicultura para la reproducción natural de los bosques.

Hart, Guilbert y Goss en 1932 (10), comprobaron que el contenido de fósforo de pastos quemados, es casi el doble del de pastos sin quemar.

Neal y Becker, en 1933 (18), informan que en potreros de "wiregrass" (*Aristida stricta*) la quema aumentó el contenido de proteínas y minerales del pasto y lo hizo más atractivo para los animales.

Greene, en 1935 (9), encontró, en potreros quemados anualmente durante 8 años, un contenido de materia orgánica y nitrógena 1.6 veces mayor y 1.5 veces mayor respectivamente, que en

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

suelos no quemados. La cantidad de forraje producido en 8 años fué dos veces mayor en áreas quemadas y sin pastoreo que en áreas sin quemar. Además, el forraje de los potreros quemados contenía mayor cantidad de proteína cruda. El contenido de humedad del suelo no varió significativamente.

Wahlenberg, Greene y Reed, en 1939 (27), después de 12 años de experimentos encontraron que con las quemas anuales de invierno se aumentó tanto la cantidad como la calidad de los pastos. El pasto en los lotes quemados tuvo un mayor contenido de proteínas y un menor contenido de fibra cruda. La proporción de leguminosas se redujo en los potreros sin quemar. El aumento en peso del ganado que pastoreó en potreros quemados fué de 37% mayor que el del ganado sostenido en potreros no quemados.

Heyward, en 1939 (14), encontró en bosques de pinos, mayor humedad en las capas de suelo 0-2 pulgadas, 2 a 8 pulgadas y 8 a 10 pulgadas en áreas sin quemar.

Elwel, Daniel y Fenton, en 1941 (6), dicen que en áreas bajo estudio produjeron menos forraje los potreros quemados pero el ganado prefirió pastorear en éstos.

Garren, en 1943 (8), afirma que la quema en la región sur-este de los Estados Unidos ejerce una influencia tan grande como el clima y el suelo en la persistencia de determinado tipo de vegetación. Parece que para el mantenimiento de los bosques de pinos de hojas largas (*Pinus palustris*) son esenciales las quemas de invierno las cuales aumentan la germinación de las semillas de esta especie, controlan algunas enfermedades y destruyen la vegetación competidora. También da algunos datos que indican que las quemas en estos suelos disminuyen la acidez y aumentan el nitrógeno, el calcio reemplazable y la materia orgánica.

Sampson, en 1944 (21), encontró que la quema del "chaparral" (o sea rastrojo bajo usado en California para pastoreo), aceleró la erosión en pendientes mayores del 30%, más o menos en proporción con el grado de pastoreo a que se sometieron las áreas así tratadas. Por otra parte, la quema aumentó la cantidad de forraje utilizable para pastoreo en la primavera y principios de verano. En la humedad del suelo no hubo diferencias significativas.

Killinger y Stokes, en 1945 (16), limpiaron un terreno ocupado con pinos, quemaron y fertilizaron parte del área y sembraron todo el terreno de una mezcla de gramíneas y lespedeza. Encontraron que el "wire grass" en las parcelas quemadas, con y sin fertilizar, contenía más proteínas y fósforo que en las parcelas sin quemar.

Pechanec y Stewart, en 1944 (19), dicen que en potreros con mucha artemiza, (Sagebrush) las quemas bien aplicadas son muy útiles. Presentan datos de aumentos del 69% en la capacidad de sostenimiento de potreros quemados en comparación con potreros no quemados.

Lemon, en 1946 (17), con base en datos experimentales sostiene que la quema controlada o prescrita aumenta la cantidad de forraje y anticipa la madurez del pasto.

Focan, Kuczarow y Laudelot, en 1950 (7), informan que el suelo quemado mostró aumentos notables en su contenido de sales solubles, fósforo, bases intercambiables y nitrógeno, especialmente en la capa superficial; el pH también se elevó. Observaron también un aumento "inmediato e importante" de la microflora del suelo, después de la quema.

Cohen, en 1950 (5), afirma que la quema combinada con un pastoreo moderado produce una flora rica, bien balanceada y activa en el suelo.

Bonnet, Abruña y Lugo López, en 1950 (4), informan que compararon durante 4 años en predios de escorrentia con 40% de pendiente, los efectos de dos prácticas: 1— quemar los restos de la cosecha de caña de azúcar (hojas, etc.); 2— utilizarlos como cobertura del suelo. El experimento se llevó a cabo en un suelo laterítico (Catalina arcilloso), muy profundo, muy ácido, de baja capacidad de intercambio y un bajo contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. No hubo diferencia significativa en producción de caña de azúcar ni en pérdidas de agua entre los dos tratamientos. Las pérdidas de suelo por erosión fueron once veces mayores en las parcelas quemadas. El pH del suelo se elevó de 4.6 a 5.0 con la quema. No hubo cambios significativos en el contenido de nitrógeno y materia orgánica.

Trutnev y Bylinkina (26), dos científicos rusos, dicen: "Al utilizar terrenos cubiertos de bosques, la quema produce generalmente un mejoramiento en la capacidad nutritiva del suelo. Después de la quema se comprobó un aumento rápido en la población microbiana y en la cantidad de formas solubles en agua, del fósforo y el potasio. Las condiciones se hicieron más favorables para el desarrollo de las materias nitrificantes y amonificantes y como resultado se obtuvo una mayor cosecha en el primer año de siembra".

Thirion, en 1952 (25, p.336) comparó tres sistemas de preparar el terreno para plantaciones nuevas de café con el siguiente rendimiento promedio en producción, después de 7 años:

	Rendim. en café perg. Kls/ Ha.	% del trata- miento 1.
1—Quema del rastrojo	873	100
2—Sin quema	674	77
3—Siembra debajo del bosque natural	325	37

En el tratamiento 1 se sembraron 1089 plantas por hectárea y en el 2 y el 3, 957 plantas por hectárea. Esto es un promedio de café pergamino por árbol de 0.80 kgs. para el primer tratamiento (quema), 0.70 kgs. para el segundo y 0.34 kgs. para el tercero.

MATERIAL Y METODOS

En enero de 1951 la Campaña de Suelos de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, inició el experimento DS-22 "Efecto de las quemas sobre algunas características de los suelos y sobre las cosechas" cuyo proyecto, aprobado por el Consejo Técnico del Centro, fué publicado en el Boletín Informativo No. 14 de Cenicafé (23).

Los tratamientos que se comparan son los siguientes:

- A—*Quema sencilla*: Macheteo de la vegetación natural, quema y siembra de maíz.
- B—*Quema doble*: Macheteo de la vegetación natural, adición de igual cantidad a la original de restos vegetales, quema y siembra de maíz.
- C—*Sin quema*: Macheteo de la vegetación natural, azadoneo y siembra de maíz.

El experimento se lleva a cabo en un lote con 3 a 10% de pendiente (lote 1) y en otro con 50 a 60% de pendiente (lote 2). En cada sitio los tratamientos se replican 5 veces.

El suelo en el cual se trabaja es el denominado serie 10 o Chinchiná la cual presenta las siguientes características principales:

Un primer horizonte de cerca de 40 centímetros de espesor, de color marrón negruzco, textura franco-arenosa a franco-limosa, estructura granular, alto contenido de nitrógeno y materia orgáni-

ca (0.5 a 0.8% de nitrógeno orgánico total y 12 a 16% de materia orgánica), bajo contenido de bases intercambiables, muy bajo contenido de fósforo y acidez entre 4.8 y 5.6 unidades de pH.

El segundo horizonte de unos 30 centímetros de espesor, presenta color marrón amarillento claro, textura franco-arenosa fina a franco-arenosa, contenido de nitrógeno orgánico total entre 0.18 y 0.30%, muy bajo contenido de bases intercambiables y fósforo y pH entre 6 y 6.5.

Este suelo corresponde, en términos generales, al descrito por Jenny (15) como gran grupo zonal "amarillo pardo humífero" (humic yellowbrownsoil) en el rápido reconocimiento de suelos que llevó a cabo en Colombia. El material parental es "ceniza volcánica andesítica del Pleistoceno con carácter de loess".

Es un suelo bastante extendido en esta zona. Resulta también representativo de una gran extensión de la zona húmeda de Colombia en cuanto posee un alto contenido de nitrógeno orgánico total y materia orgánica y un bajo contenido de bases.

Los datos que se toman son los siguientes:

a)—*Antes de quemar:*

- 1.— Número de microorganismos (bacterias y hongos) en la capa 0-10 centímetros del suelo.
- 2.— Número de macroorganismos (lombrices, larvas de insectos, miriápodos, arácnidos, etc.).
- 3.— Fertilidad en la capa 0-20 centímetros del suelo.
- 4.— Permeabilidad.

b)—*En el momento de la quema:*

- 1.— Temperatura del suelo a varias profundidades.

c)—*Después de la quema:*

Las mismas determinaciones que se hacen antes de quemar.

d)—*Diariamente (desde la iniciación del experimento en el lote 1 y desde Octubre de 1952 en el lote 2):*

- 1.— Pérdidas de suelo y agua.

e)—*Al recolectar el maíz:*

- 1.— Peso del grano producido en cada parcela y en cada tratamiento.
- 2.— Composición bromatológica del maíz.
- 3.— Fertilidad del suelo.

Hasta Mayo de 1955 se han recogido 5 cosechas de maíz en un lote y 4 en el otro.

RESULTADOS

Los principales resultados obtenidos hasta el presente son los siguientes:

1.— *Número de microorganismos en la capa 0-10 centímetros de suelo, una semana después de la quema:*

El Dr. Otto Urhan, Ex-jefe del laboratorio de Fitopatología de Cenicafé llevó a cabo tres determinaciones, usando el método de dilución. En la tercera determinación se cambió el medio de cultivo utilizado.

Los microorganismos se dividieron en hongos, por una parte, y actinomicetos y bacterias por otra. En todas las tres observaciones fue sensiblemente igual el número de organismos antes y después de la quema. *Hasta el momento no se ha podido determinar influencia de ninguna clase, favorable o desfavorable, de las quemas sobre la población microscópica del suelo.* Esta determinación se suspendió.

2.— *Número de macroorganismos en la capa 0-20 centímetros de suelo, una semana después de la quema.*

Algo semejante a lo anotado en el párrafo anterior ha ocurrido con la población macroscópica. El método utilizado consistió en la extracción de 10 bloques de suelo de 0.1 x 0.1 x 0.1 metros en cada parcela y la determinación en cada uno de ellos de las lombrices por una parte, y las larvas de insectos, los miriápodos, etc. por otra.

Rafael González, ex-jefe de la Sección de Entomología, de Cenicafé, verificó dos determinaciones sin que hubiera habido diferencia significativa en el número en ninguno de los tratamientos. Es decir, *hasta el momento no se ha podido determinar influencia de ninguna clase, favorable o desfavorable, de las quemas sobre la población macroscópica del suelo.* Esta determinación se suspendió.

3.— *Fertilidad del suelo:*

Se han verificado más de 30 análisis de fertilidad. Para evitar el exceso de cuadros numéricos nos vamos a limitar a examinar los siguientes análisis:

LOTE — 1

- a) Antes y después de la primera quema (parcelas de quema doble)
- b) Al recolectar la primera cosecha de maíz (parcelas de los 3 tratamientos)

- c) Antes y después de la segunda quema (parcelas de quema doble)
- d) Antes y después de la tercera quema (parcelas de quema doble)
- e) Antes y después de la cuarta quema (parcelas de quema doble)
- f) Antes y después de la quinta quema (parcelas de quema doble)
- g) Al recolectar la quinta cosecha de maíz (parcelas de los 3 tratamientos).

LOTE — 2

- h) Después de la primera quema (parcelas de los 3 tratamientos)
- i) Antes y después de la tercera quema (parcelas de quema doble)
- j) Antes y después de la cuarta quema (parcelas de quema doble)
- k) Al recolectar la cuarta cosecha de maíz (parcelas de los 3 tratamientos).

Todos los análisis los verificó la Sección de Química Analítica de Cenicafé. Los datos correspondientes a los numerales 3a) a 3g) se presentan en los cuadros Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Y los correspondientes a los numerales 3h) a 3k) se presentan en los cuadros Nos. 8, 9, 10 y 11.

En el *lote 1* puede observarse lo siguiente: Al quemar se elevó el pH del suelo (excepto en una ocasión); el contenido de calcio y de magnesio intercambiables se aumentó y el de potasio intercambiable y fósforo soluble se elevó notablemente. El contenido de nitrógeno no se modificó. Al recolectar la primera cosecha de maíz las diferencias de fertilidad halladas en el primer análisis ya se habían reducido bastante. Al recoger la quinta cosecha de maíz el suelo del tratamiento de quema doble tuvo cantidades mayores de fósforo soluble y bases intercambiables (calcio, magnesio y potasio).

El *lote 2* es más rico en bases. Se observan cambios menos marcados en el contenido de elementos del suelo, por efecto de las quemas. Al verificar la cuarta quema doble se halló un incremento en el tenor del fósforo soluble. Al recolectar la cuarta cosecha de maíz la fertilidad del suelo es ligeramente superior en el tratamiento de quema doble.

En resumen puede afirmarse que se han notado aumentos en el pH del suelo y en su contenido de fósforo y bases intercambiables.

4.— *Análisis químico de tejidos vegetales:*

Se han hecho dos análisis de hojas de maíz los cuales se presentan en los cuadros Nos. 12 y 13. En el lote No. 1 se encontró una diferencia significativa, a favor del tratamiento de quema doble, en el contenido de fósforo.

5.— *Pérdidas de suelo y agua:*

Como anotamos atrás, en Marzo de 1951 se establecieron dos predios de escorrentías en parcelas de los tratamientos "quema doble" y "sin quema" del lote 1. En Octubre de 1952 se hizo lo mismo en el lote 2.

En los cuadros Nos. 14 y 15 se presentan los datos de erosión y escorrentía recogidos hasta el presente.

En el año de 1953 ocurrió una pérdida enorme de suelo en el tratamiento quema doble del lote 2. La quema se verificó en Septiembre de ese año; en ese mismo mes se perdieron 6.1 toneladas de suelo por Ha en el tratamiento mencionado y tan solo 9.8 kilos en el tratamiento sin quema. Al mes siguiente se perdieron 40.4 toneladas por Ha en el tratamiento de quema doble y tan solo 3.6 kilos en el sin quema. Se hace notar que se efectuó una desyerba con azadón el 29 de Septiembre en las parcelas quemadas; un aguacero que cayó el 10. de Octubre causó un arrastre de suelo de 39.8 toneladas por hectárea. Las características de ese aguacero fueron las siguientes: lluvia total: 43.6 milímetros; intensidades máximas de 123.6 milímetros por hora en 5 minutos y 103.8 milímetros por hora en 10 minutos, valores que están entre los más altos registrados en la zona.

6.— *Pérdidas de elementos nutritivos en la escorrentía:*

En los cuadros Nos. 16 y 17 se presentan los resultados correspondientes a los tres y los dos últimos años para los lotes 1 y 2 respectivamente.

En el lote 1 las pérdidas de elementos, especialmente de bases, es menor durante los dos primeros años y mayor durante el tercero, en el tratamiento de quema doble. En el lote 2 las pérdidas menores, en general, ocurren en el tratamiento sin quema. En todos los casos son pequeñas las cantidades de elementos nutritivos que contiene la escorrentía.

7.— *Temperatura del suelo durante la quema:*

En los cuadros Nos. 18 y 19 se dan los datos de las determi-

naciones a tres profundidades cada una, verificadas en los dos lotes experimentales. Las observaciones de temperatura se hicieron mediante elementos termostáticos de lectura remota y con intervalos de un minuto en los primeros 10 minutos y luego con intervalos un poco más amplios hasta la 1/2 hora de la iniciación de la quema. Es decir las primeras lecturas se verificaron cuando el material estaba quemando. En todos los casos se nota un pequeño descenso de la temperatura del suelo durante la quema. Así mismo, se destaca muy claramente lo reducidas que son las variaciones en la temperatura del suelo causadas por la quema. La lectura en el tiempo 0 se verificó antes de iniciarse la quema.

8.— *Permeabilidad del suelo:*

No se han verificado nuevas determinaciones, después de las presentadas en otra publicación del autor sobre el tema (24). Como allí se anotó, se pudo apreciar que la quema produce un aumento notable en la cantidad de agua infiltrada en 5, 10, 30 y 60 minutos.

9.— *Estabilidad de los agregados de diferente tamaño.*

Tampoco se han hecho nuevas determinaciones. En los datos que se presentan en el otro trabajo a que nos hemos referido (24) se observa que los "agregados estables al agua, del tamaño mayor a 0.25 milímetros, aumentan notablemente con la quema".

10.— *Producción de maíz:*

En el cuadro No. 20 se presentan los datos, en kilos de maíz por hectárea, obtenidos durante cuatro y cinco cosechas, en cada uno de los tratamientos. En total en las cinco cosechas del lote 1 se ha obtenido en los tratamientos de quema doble y quema sencilla producciones 84.90/o y 28.10/o mayores, respectivamente, que la producción del tratamiento testigo en tanto que en las cuatro cosechas del lote 2 las producciones de estos dos tratamientos han sido 90.80/o y 65.50/o mayores que la del testigo. Ha habido pues un aumento constante en la producción del maíz por efecto de las quemas.

El análisis de variance indica lo siguiente:

Lote 1: en las tres primeras cosechas la producción de maíz en el tratamiento de quema doble fué significativamente mayor, en el nivel del 50/o, a la de los otros; en las dos últimas cosechas, la producción en los dos tratamientos de quema (doble y sencilla) fué significativamente mayor, en el nivel del 10/o (altamente significativa), a la del testigo.

Lote 2: en la primera cosecha la producción de maíz en los dos tratamientos de quema fué significativamente mayor, en el

nivel del 50/o, a la del testigo; en las tres últimas cosechas la significación de esas diferencias sobrepasó al nivel del 1/o/o (altamente significativa).

11.—Análisis bromatológico del maíz:

No se han verificado análisis diferentes a los discutidos en otra publicación del autor sobre el tema (24), los cuales no indicaron diferencias en favor o en contra de ninguno de los tratamientos.

DISCUSION

Sin duda el dato más importante es el relacionado con los aumentos de producción de maíz ocasionados por las quemadas. En las condiciones del experimento hubiera sido mucho más ventajoso para el agricultor el haber acudido a ese sistema para limpiar el terreno. Esto sin contar las dificultades con que se tropieza en la ejecución de las siembras en las parcelas no quemadas, por efecto de la gran cantidad de restos vegetales que hay necesidad de manejar colocándolos en cordones por entre las calles y a través de la pendiente. En todos los casos se ha observado un crecimiento más rápido de las malezas, especialmente gramíneas, en las zonas quemadas.

Es difícil explicar con precisión los factores que influyen en esa mayor productividad de los terrenos quemados. Con el ánimo de separar los efectos del calor y de las cenizas añadidas se calentaron muestras de suelo a 50°C sin que se hubieran determinado cambios apreciables en su análisis de fertilidad. A este respecto cabe por lo tanto aceptar una mayor influencia de las cenizas.

Los aumentos en pH y en contenido de bases intercambiables que origina la quema deben tener gran influencia en el aumento de la productividad. El material que normalmente se ha quemado en el experimento, compuesto principalmente por pasto gorda (Melinis minutiflora Beauv.) y algunas otras gramíneas, contiene un 80/o de cenizas, las cuales a su vez contienen 2.720/o de calcio soluble, 0.750/o de fósforo soluble, 1.50/o de magnesio soluble y 8.430/o de K₂O soluble. Estos datos se determinaron quemando el material al aire libre en forma similar a la operación normal en el campo. Las cenizas así obtenidas contienen una alta proporción de carbón.

Hay que recordar que más que los valores absolutos de los diferentes nutrientes en el suelo, es importante su adecuado equilibrio. Como dijimos atrás, estos suelos, como grandes extensiones de la zona cafetera húmeda de Colombia, son muy ricos en nitró-

geno y materia orgánica. Al agregar algunas cantidades de minerales en las cenizas sin duda se está propiciando el establecimiento de un mejor equilibrio nutritivo en el suelo, que por fuerza tiene que reflejarse en el crecimiento y fructificación de las plantas.

Los cambios en algunas propiedades físicas del suelo también merecen ser tenidos en cuenta.

La estructura juega un papel importantísimo en la fertilidad del suelo. Hasta tal punto es decisiva su influencia que Baver (2) la califica como "la clave de la fertilidad del suelo". Rodríguez (20) tuvo ocasión de resumir los factores conectados con esa influencia y para los fines de esta discusión basta recordar que la porosidad, la aireación y la permeabilidad aumentan con los aumentos en el tamaño de los agregados y que estas tres propiedades ejercen un papel principalísimo en el adecuado crecimiento y en la fructificación de las plantas.

Buena parte de los aumentos en producción obtenidos con las quemas, pueden atribuirse a su influencia sobre la agregación de la capa superficial del suelo. A este respecto cabe mencionar que hay grandes semejanzas entre el efecto de las quemas y el efecto de los "condicionadores de suelo sintéticos" tan de moda actualmente. Es sorprendente la similitud de algunos de los datos obtenidos en estos experimentos con los presentados por Hedrick y Mowry (11) en la reunión anual de la Asociación Americana Pro Avance de la Ciencia, obtenidos con la aplicación de varios polielectrolíticos, uno de los cuales se conoce comercialmente con el nombre de Krilium.

Otro dato que merece destacarse es la reducción en la escorrentía que sin duda está conectada con el aumento de la permeabilidad. Las pérdidas del suelo fueron sin embargo mayores en las parcelas quemadas. Esta erosión diferencial ocurre principalmente durante las semanas comprendidas entre la siembra y la segunda desyerba cuando aún no ha crecido en las parcelas quemadas, suficiente vegetación para equilibrar el efecto del "mulch" que se coloca en forma transversal entre las hileras de maíz, de las parcelas sin quemar.

En efecto, si estudiamos las pérdidas en dichos períodos vemos que ellas representan, para el lote 1, el 32% del total para 1952, el 90% para el año de 1953 y 38% para 1954. Por otra parte, para el lote 2 esos valores representan el 99% del total para el año de 1953 y el 81% para el año de 1954.

Si estudiamos más de cerca el problema encontramos que las grandes pérdidas de suelo están asociadas a uno o dos aguaceros de gran intensidad. El 7 de Abril de 1953, cayó un aguacero que causó el 67% de la pérdida total anual en el tratamiento de

quema doble del lote 1. Las características de dicho aguacero fueron las siguientes: lluvia total: 54.8 milímetros, intensidades máximas de 111.6 milímetros por hora en 5 minutos y 111.0 milímetros por hora en 10 minutos, valores estos que están comprendidos dentro de los más altos registrados en la zona. Así mismo tenemos que, el 10. de Octubre del mismo año, cayó un aguacero que causó el 850/o de la pérdida total anual en el lote 2, parcela de quema doble. Las características de este aguacero fueron las siguientes: lluvia total: 43.6 milímetros, intensidades máximas de 123.6 milímetros por hora en 5 minutos y 103.8 milímetros por hora en 10 minutos, valores que están igualmente entre los más altos registrados en la zona.

R E S U M E N

- 1— Se describen los sistemas de quemas utilizados en Colombia.
- 2— Se revisa la bibliografía sobre quemas.
- 3— Se describen los experimentos, que sobre esa práctica lleva a cabo la Campaña de Defensa y Restauración de Suelos, de la Federación de Cafeteros.
- 4— Se presentan resultados después de cinco (lote 1) y cuatro (lote 2) cosechas de maíz, los cuales indican para las condiciones de la zona:
 - a) Que las quemas no influyen en la población macro y microscópica del suelo, según datos de dos años.
 - b) Que las quemas han elevado el pH y aumentado el contenido de bases intercambiables.
 - c) Que las quemas parecen influir en la composición química de las hojas de maíz, especialmente en cuanto a fósforo se refiere.
 - d) Que las quemas reducen la escorrentía pero aumentan la erosión, la cual tiene lugar durante el tiempo en que el suelo de las parcelas quemadas permanece desnudo, que coincide con la época de lluvias.
 - e) Que las pérdidas de elementos nutritivos en general son muy pequeñas.
 - f) Que las quemas alteran muy poco la temperatura normal de los suelos, registrándose un leve descenso durante la quema.
 - g) Que las quemas aumentan la permeabilidad, aereación y estabilidad de los agregados del suelo, o sea que actúan en forma similar a la de los acondicionadores sintéticos.
 - h) Que las quemas han producido un aumento constante en la cosecha de maíz.
 - i) Que las quemas no parecen influir en la composición bromatológica de las cosechas de maíz.

LITERATURA CITADA

- 1.—ALDERFER, R.B. & MERKLE, F. G. The measurement of structural stability and permeability and the influence of soil treatments upon these properties. *Soil Science* 51 (3): 201-212. 1941.
- 2.—BAVER, LEONARD D. *Soil physics*. New York, John Wiley & Sons, 1940. 370 p.
- 3.—BENDIXEN, T. W. & SLATER, C. S. Effect of the time of drainage on the measurement of soil pore space and its relation to permeability. *Soil Science Society of America. Proceedings* 11: 35-42. 1946.
- 4.—BONNET, J. A., ABRUÑA, F. & LUGO LOPEZ, M. A. Trash disposal and its relation to cane yield, soil and water losses. *Puerto Rico University. Journal of Agriculture* 34 (3): 286-293. 1950.
- 5.—COHEN, C. The occurrence of fungi in the soil after different burning and grazing treatments of the veld in the Transvaal. *South African Journal of Science* 46: 260-265. 1950. (Original no disponible para consultar; compendiado en *Soils and Fertilizers* 13 (4): 270. 1950).
- 6.—ELWELL, H. M., DANIEL, H. A. & FENTON, F. A. The effects of burning pasture and woodland vegetation. *Oklahoma Agricultural Experiment Station Bulletin No. B-247*. 1941. 14p.
- 7.—FOCAN, A. KUCZAROW, W. & LAUDELLOT, H. L'influence de l'incinération sur l'incidence des maladies radiculaires (observations préliminaires). *Bulletin Agricole du Congo Belge* 41 (4): 921-924. 1950.
- 8.—GARREN, KENNETH H. Effects of fire on vegetation of the southeastern United States. *Botanical Review* 9 (9): 617-654. 1943.
- 9.—GREENE, S. W. Effect of annual grass fires on organic matter and other constituents of virgin longleaf pine soils. *Journal of Agricultural Research* 50 (10): 809-822. 1935.
- 10.—HART, G. H., GUILBERT, H. R. & GOSS, H. Seasonal changes in the chemical composition of range forage and their relation to nutrition of animals. *California Agricultural Experiment Station Bulletin* 543. 1932. 62 p.
- 11.—HEDRICK, R. M. & MOWRY, D. T. Effect of synthetic electrolytes on aggregation, aeration, and water relationships of soil. *Soil Science* 73 (6): 427-441. 1952.

- 12.—HENSEL, R. L. Effect of burning on vegetation in Kansas pastures. *Journal of Agricultural Research* 23 (8): 631-644. 1923.
- 13.—HESS, E. Le sol et la forêt; études pédologiques, appliquées aux sols forestiers. *Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das Forstliche Versuchswesen* (Zurich) 15: 5-50. 1929. (Original no disponible para consultar; citado por Wahlenberg, Greene & Reed (26).
- 14.—HEYWARD, FRANK. Some moisture relationships of soil from burned and unburned longleaf pine forests. *Soil Science* 47 (4): 313-324. 1939.
- 15.—JENNY, HANS. Great soil groups in the equatorial regions of Colombia, South America. *Soil Science* 66 (1): 5-28. 1948.
- 16.—KILLINGER, G. B. & STOKES, W. E. Effect of burning at different periods on survival and growth of various native range plants and its effect on establishment of improved grasses and legumes. Florida Agricultural Experiment Station. Annual report for the fiscal year ending June 30, 1945. Gainesville, 1945. pp. 42-43. (Original no disponible para consultar; compendiado en *Soils and Fertilizers* 10 (2): 161. 1947).
- 17.—LEMON, PAUL C. Prescribed burning in relation to grazing in the longleaf-slash pine type. *Journal of Forestry* 44 (2): 115-117. 1946.
- 18.—NEAL, W. M. & BECKER, R. B. The composition of feedstuffs in relation to nutritional anemia in cattle. *Journal of Agricultural Research* 47 (4): 249-255. 1933.
- 19.—PECHANEC, J. F. & STEWART, G. Segebrush burning—good and bad. U. S. Department of Agriculture Farmers' Bulletin No. 1948. 1944. 32 p.
- 20.—RODRIGUEZ, ALVARO. Efectos de la quema sobre los suelos de la serie Chinchiná. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia. *Boletín Informativo* 3 (30): 34-46. 1952.
- 21.—SAMPSON, A. W. Effect of chaparral burning on soil erosion and soil moisture relations. *Ecology* 25 (2): 171-191. 1944.
- 22.—STEBBING, E. P. The forests of India. London, John Lane, the Bodley Head, Ltd., 1922-1923. 2 vols. (Original no disponible para consultar; citado por Wahlenberg, Greene & Reed (26).
- 23.—SUAREZ DE CASTRO, FERNANDO. Efecto de las quemas sobre algunas características de los suelos y sobre las cosechas. Proyecto D. S. 22. Centro Nacional de Investigaciones

- de Café, Chinchiná, Colombia. Boletín Informativo 2 (14): 22-24. 1951.
- 24.—SUAREZ DE CASTRO, FERNANDO. Algunos efectos de las quemas sobre el suelo y las cosechas. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia. Boletín Informativo 4 (41): 9-32. 1953.
- 25.—THIRION, F. Vingt années d'amélioration de la culture du caféier Robusta a Yangambi. Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge. Bulletin d'Information 1 (4): 321-356. 1952.
- 26.—TRUTNEV, A. G. & BYLINKINA, V. N. Vliianie obzhiga na izmenenie svoistv pochvy. (Influence of burning on changing the soil properties). Pochvovedenie 1951 (4): 231-237. 1951. (Original no disponible para consultar; compendiado en Biological Abstracts 26 (4): 907. 1952.)
- 27.—WAHLENBERG, W. G., GREENE, S. W. & REED, H. R. Effects of fire and cattle grazing on longleaf pine lands as studied at McNeill, Mississippi. U. S. Department of Agriculture Technical Bulletin No. 683. 1939. 52 p.

CUADRO No. 1

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA
PRIMERA QUEMA DOBLE (Lote 1) FEBRERO DE 1951.

Tratamiento	pH	N. org. total %	ME/ 100 gramos			
			Cap. total de cambio	Calcio	Mag- nesio	Potasio
Antes de la quema	4.6	0.59	40.5	1.5	0.6	0.2
Después de la quema	5.4	0.69	54.7	1.8	0.8	0.6

CUADRO No. 2

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO AL RECOLECTAR LA
PRIMERA COSECHA DE MAIZ (Lote 1) AGOSTO DE 1951.

Tratamiento	pH	N. org. total %	ME/ 100 gramos			
			Cap. total de cambio	Calcio	Mag- nesio	Potasio
Quema doble	5.0	0.67	55.1	2.9	1.3	0.2
Sin quema	5.1	0.68	61.9	2.5	0.8	0.2

CUADRO No. 3

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA SEGUNDA QUEMA DOBLE (Lote 1) MARZO DE 1952.

Tratamiento	pH	N. org. total %	ME/ 100 gramos			
			Cap. total de cambio	Calcio	Mag- nesio	Potasio
Antes de la quema	4.8	0.74	45.8	2.6	0.7	0.2
Después de la quema	4.9	0.76	47.6	3.3	0.8	0.7

CUADRO No. 4

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA TERCERA QUEMA DOBLE (Lote 1) AÑO DE 1953.

Tratamiento	pH	N. org. total %	Fósforo soluble p.p.m.	ME/ 100 gramos		
				Calcio	Mag- nesio	Potasio
Antes de la quema	5.3	0.70	6.0	2.1	0.2	0.2
Después de la quema	5.7	0.76	9.3	3.0	2.4	1.0

CUADRO No. 5

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA
CUARTA QUEMA DOBLE (Lote 1) SEPTIEMBRE DE 1953.

Tratamiento	pH	N. org. total %	Fósforo soluble p.p.m.	ME/ 100 gramos		
				Calcio	Mag- nesio	Potasio
Antes de la quema	5.0	0.68	8.8	2.5	0.9	0.3
Después de la quema	5.3	0.69	12.0	2.4	1.2	0.7

CUADRO No. 6

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE
LA QUINTA QUEMA DOBLE (Lote 1) SEPTIEMBRE DE 1954.

Tratamiento	pH	N. org. total %	Fósforo soluble p.p.m.	ME/ 100 gramos		
				Calcio	Mag- nesio	Potasio
Antes de la quema	5.5	0.67	3.5	2.5	1.2	0.4
Después de la quema	5.0	0.67	6.0	4.4	0.8	0.7

CUADRO No. 7

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO EN EL MOMENTO DE
RECOGER LA QUINTA COSECHA (Lote 1) MARZO DE 1955.

Tratamiento	pH	N. org. total %	Fósforo soluble p.p.m.	ME/ 100 gramos		
				Calcio	Mag- nesio	Potasio
Sin quema	4.8	0.64	3.0	1.4	0.6	0.34
Quema sencilla	4.9	0.64	3.3	1.7	0.6	0.31
Quema doble	5.1	0.63	4.0	3.8	1.2	0.40

CUADRO No. 8

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO UNA SEMANA DESPUES
DE LA PRIMERA QUEMA (Lote 2) FEBRERO 1953.

Tratamiento	pH	N. org. total %	ME/ 100 gramos		
			Calcio	Mag- nesio	Potasio
Sin quema	5.4	0.74	15.0	4.0	0.4
Quema sencilla	5.6	0.77	15.3	2.6	0.9
Quema doble	5.8	0.75	12.8	2.6	0.9

CUADRO No. 9

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE LA
TERCERA QUEMA DOBLE (Lote 2) SEPTIEMBRE DE 1953.

Tratamiento	pH	N. org. total %	ME/ 100 gramos		
			Calcio	Mag- nesio	Potasio
Antes de la quema	5.4	0.82	9.9	4.3	1.1
Después de la quema	5.3	0.75	7.0	3.6	1.3

CUADRO No. 10

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO ANTES Y DESPUES DE
LA CUARTA QUEMA DOBLE (Lote 2) SEPTIEMBRE DE 1954.

Tratamiento	pH	N. org. total %	Fósforo soluble p.p.m.	ME/ 100 gramos		
				Calcio	Mag- nesio	Potasio
Antes de la quema	5.8	0.70	3.0	6.7	1.8	0.50
Después de la quema	5.2	0.75	6.4	10.1	1.8	0.77

CUADRO No. 11

ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO EN EL MOMENTO DE
RECOLECTAR LA CUARTA COSECHA (Lote 2) MAYO 1955.

Tratamiento	pH	N. org. total %	ME/ 100 gramos		
			Calcio	Magne- sio	Potasio
Sin quema	5.2	0.71	7.6	1.2	0.5
Quema sencilla	5.4	0.68	8.6	1.5	0.5
Quema doble	5.4	0.67	9.4	1.9	0.6

CUADRO No. 12

ANALISIS QUIMICO DE HOJAS DE MAIZ (Lote 1)
TERCERA COSECHA.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
Quema doble	2.77	0.25	3.05	0.37	0.16
Sin quema	2.79	0.19	3.29	0.36	0.17

NOTA: La diferencia en el contenido de P es altamente significativa.

CUADRO No. 13

ANALISIS QUIMICO DE HOJAS DE MAIZ (Lote 2) SEGUNDA
COSECHA DICIEMBRE DE 1954.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
Quema doble	2.38	0.17	3.47	0.47	0.12
Quema sencilla	2.43	0.15	3.45	0.46	0.13
Sin quema	2.53	0.15	3.13	0.45	0.15

NOTA: No hay diferencia significativa en el contenido de P.

CUADRO No. 14

PERDIDAS DE SULO Y AGUA (Lote 1).

Tratamiento	Suelo perdido Ks./hect.				Escorrentia milimetros			
	1951	1952	1953	1954	1951	1952	1953	1954
Quema doble.	1635	562	2635.6	246.0	211.9	191.9	190.6	75.6
Sin quema	1459	428	1617.7	137.6	485.3	401.7	360.9	54.9

CUADRO No. 15

PERDIDAS DE SUELO Y AGUA (Lote 2).

Tratamiento	Suelo perdido Ks./hect.		Escorrentia milimetros	
	1953	1954	1953	1954
Quema doble.	46548.9	49.7	17.7	11.6
Sin quema.	16.6	14.7	8.6	9.9

CUADRO No. 16

PERDIDAS DE ELEMENTOS NUTRITIVOS EN LA ESCORRENTIA

(LOTE 1)

Kilos por Hectárea.

Tratamiento	Nitrat.	Nitrit.	N Album.	N Amoni.	Fósforo	Potasio	Calcio	Mag- nesio
<i>1952</i>								
Quema doble.	1.16	0.07	1.3	1.1	0.1	8.1	16.9	13.1
Sin quema.	1.59	0.09	2.0	2.3	0.2	13.5	35.2	26.5
<i>1953</i>								
Quema doble.	0.86	0.01	0.5	1.2	0.1	2.4	8.2	4.8
Sin quema.	1.95	0.05	1.7	2.8	0.2	6.9	20.4	5.5
<i>1954</i>								
Quema doble.	0.3	0.01	0.6	0.2	0.02	1.7	1.9	3.0
Sin quema	0.3	Traz	0.3	0.2	Traz	0.7	1.4	1.6

CUADRO No. 17

PERDIDAS DE ELEMENTOS NUTRITIVOS (LOTE 2)

Kilos por Hectárea.

Tratamiento	Nitrat.	Nitrit.	N Amoni.	N Album.	Fósforo	Potasio	Calcio	Mag- nesio
<i>1953</i>								
Quema doble.	0.04	0.02	0.04	0.09	0.03	4.6	10.4	3.2
Sin quema.	0.01	Traz.	0.06	0.11	Traz.	0.2	0.3	0.8
<i>1954</i>								
Quema doble.	0.30	0.01	0.09	0.21	0.01	1.3	0.8	0.7
Sin quema.	0.14	0.01	0.08	0.11	0.02	1.5	0.7	0.5

CUADRO No. 20

PRODUCCION DE MAIZ

Kilos por Hectárea

Tratamiento	1a. Cosecha	2a. Cosecha	3a. Cosecha	4a. Cosecha	5a. Cosecha	Total
<i>Lote 1</i>						
Quema doble	2545 *	3125 *	2966 *	3716 **	4683 **	17035
Quema sencilla	1280	2417	1375	2958 **	3779 **	11809
Sin quema	1489	2076	1806	1929	1912	9212
<p>* = Diferencia significativa al nivel del 5%.</p> <p>** = Diferencia significativa al nivel del 1%.</p>						
<i>Lote 2</i>						
Quema doble	1933 *	2666 *	3344 **	2327 **		10270
Quema sencilla	1608 *	2566 *	2716 **	2022 **		8912
Sin quema	1200	1916	1344	922		5382
<p>* = Diferencia significativa al nivel del 5%.</p> <p>** = Diferencia significativa al nivel del 1%.</p>						

QUEMAS

FERTILIDAD DEL SUELO

Análisis antes y después de la primera quema

(LOTE 1)

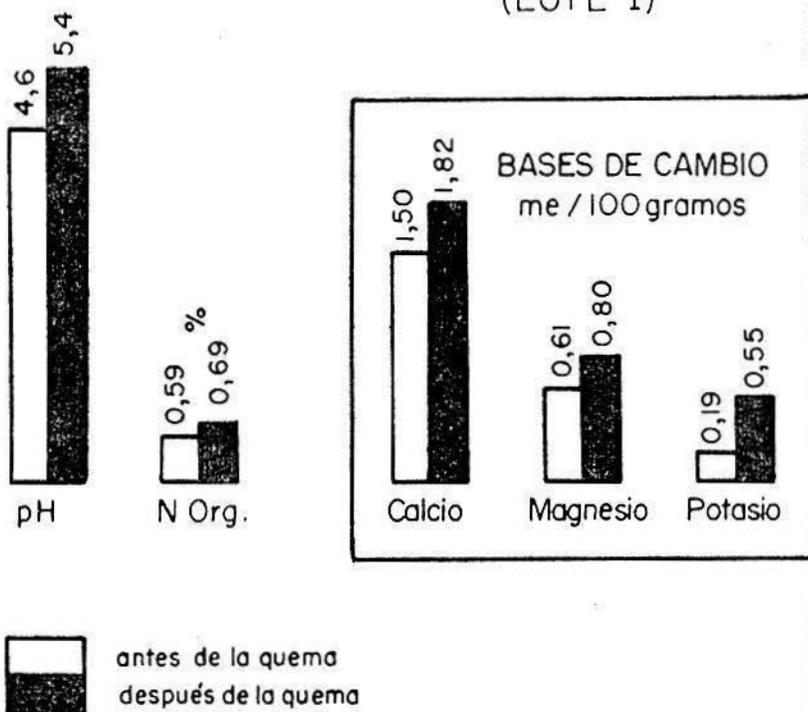


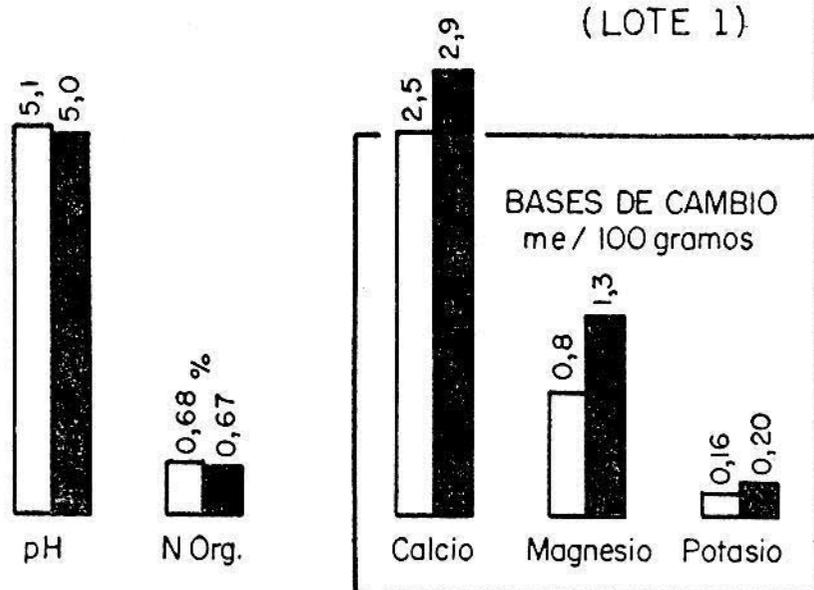
GRAFICO N° 1

QUEMAS

FERTILIDAD DEL SUELO

Analisis al recolectar la primera cosecha de maíz

(LOTE 1)



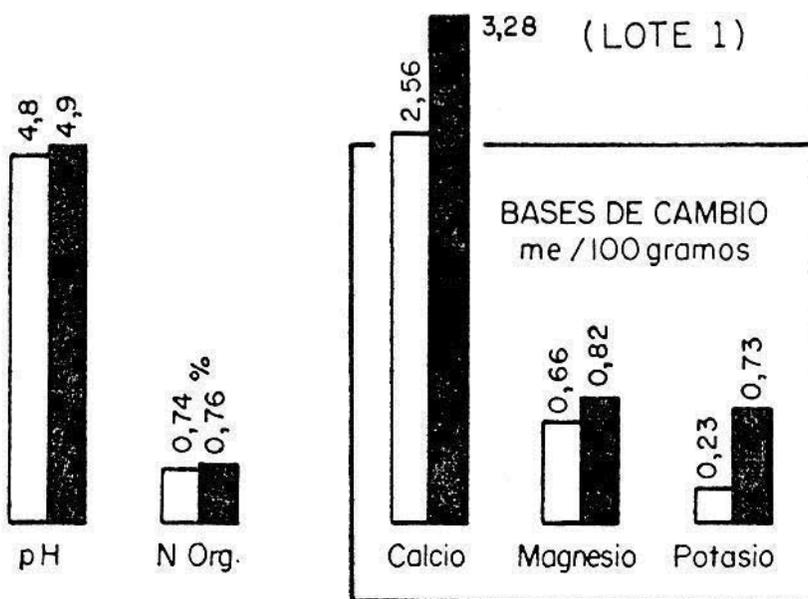
 sin quema
 quema doble

GRAFICO N° 2

QUEMAS

FERTILIDAD DEL SUELO

Analisis antes y después de la segunda quema



antes de la quema
después de la quema

GRAFICO Nº 3

QUEMAS

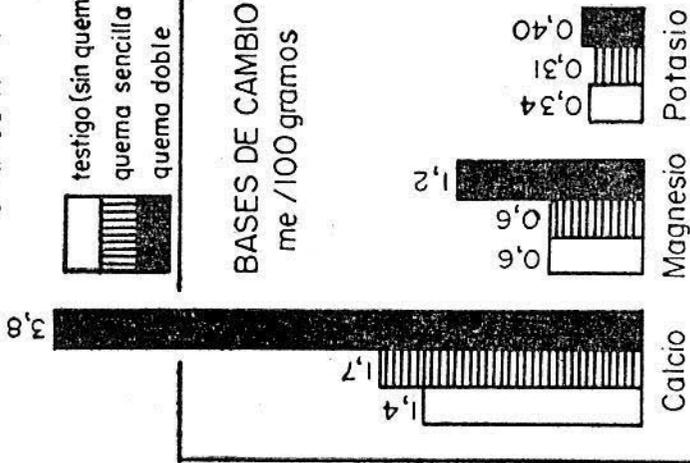
FERTILIDAD DEL SUELO

Análisis en el momento de recoger la quinta cosecha de maíz.

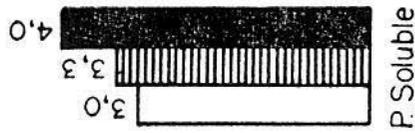
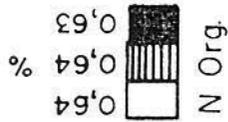
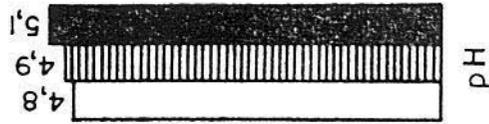
(Lote 1 después de quemar 5 veces)

GRAFICO Nº 4

testigo (sin quema)
 quema sencilla
 quema doble



BASES DE CAMBIO
 me /100 gramos



pH

N Org.

P. Soluble

QUEMAS

FERTILIDAD DEL SUELO

Analisis en el momento de recoger la cuarta cosecha de maiz.

(Lote 2 después de quemar 4 veces)

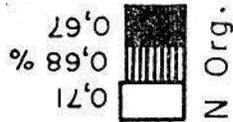
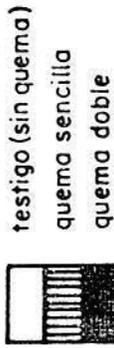
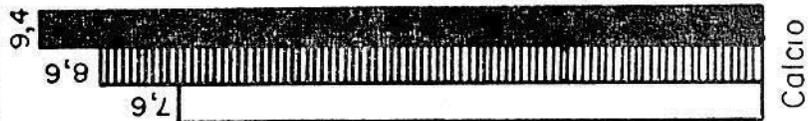


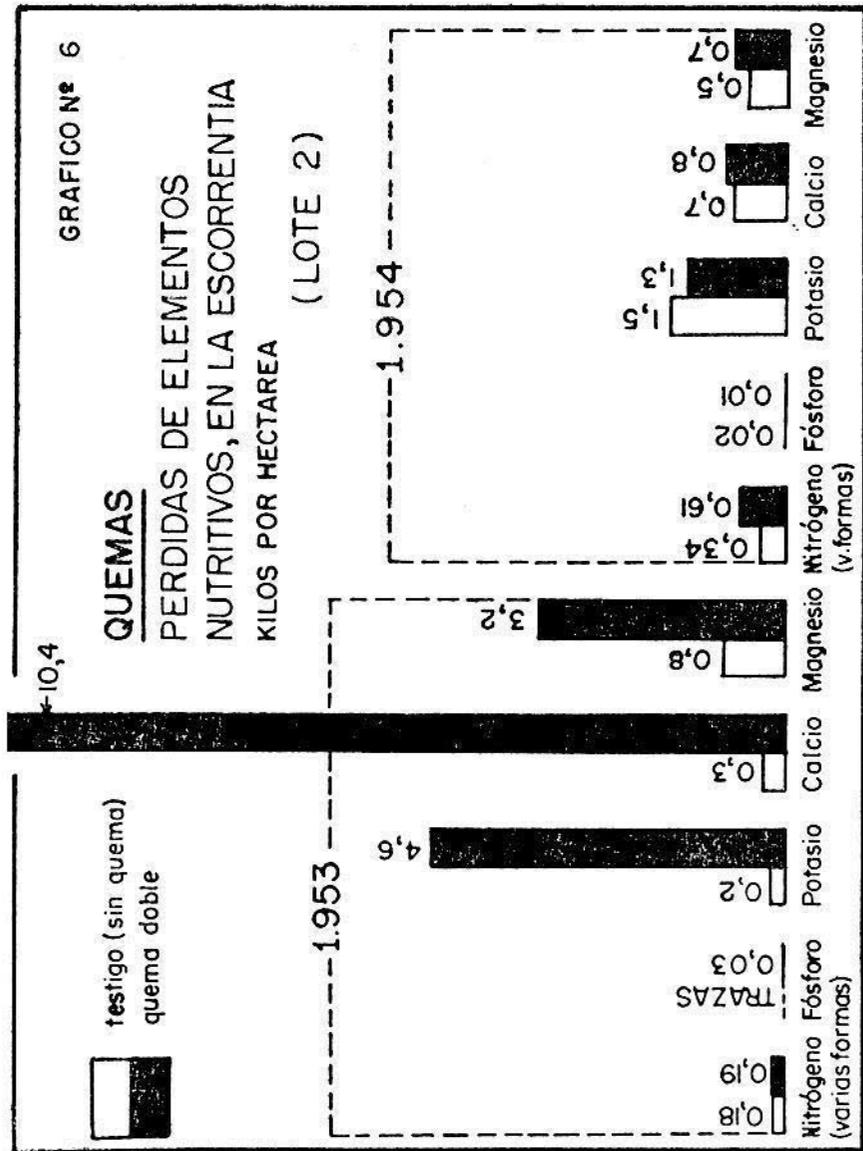
GRAFICO N° 5



BASES DE CAMBIO me / 100gramos



QUEMAS
PERDIDAS DE ELEMENTOS
NUTRITIVOS, EN LA ESCORRENTIA
KILOS POR HECTAREA
(LOTE 2)



QUEMAS

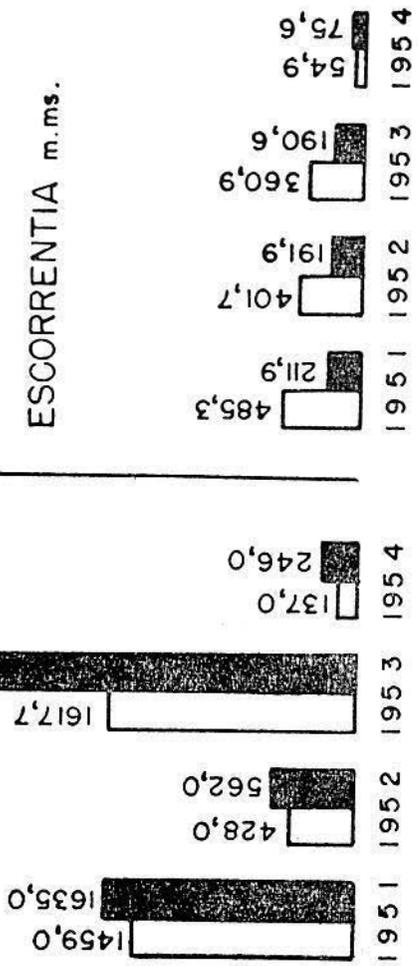
GRAFICO Nº 7

PERDIDAS DE SUELO Y AGUA (LOTE 1)

EROSION

kilos por hectarea

testigo (sin quema)
quema doble

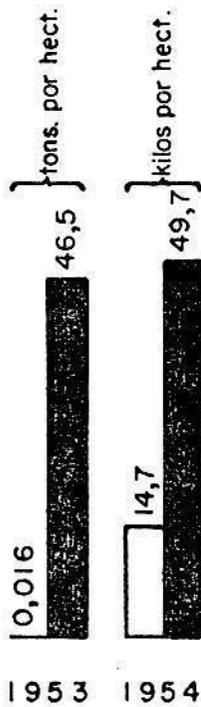


QUEMAS

PERDIDAS DE SUELO Y AGUA
(LOTE 2)

EROSION


 testigo (sin quema)
 quema doble



ESCORRENTIA m.ms.

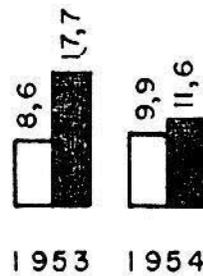


GRAFICO N° 9

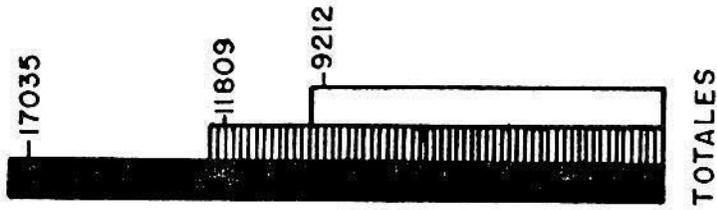
QUEMAS

PRODUCCION DE MAIZ (KILOS POR HECTAREA)

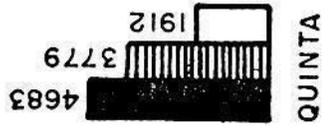
LOTE 1



quema doble
quema sencilla
sin quema



TOTALES



QUINTA



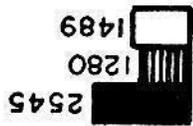
CUARTA



TERCERA



SEGUNDA



PRIMERA

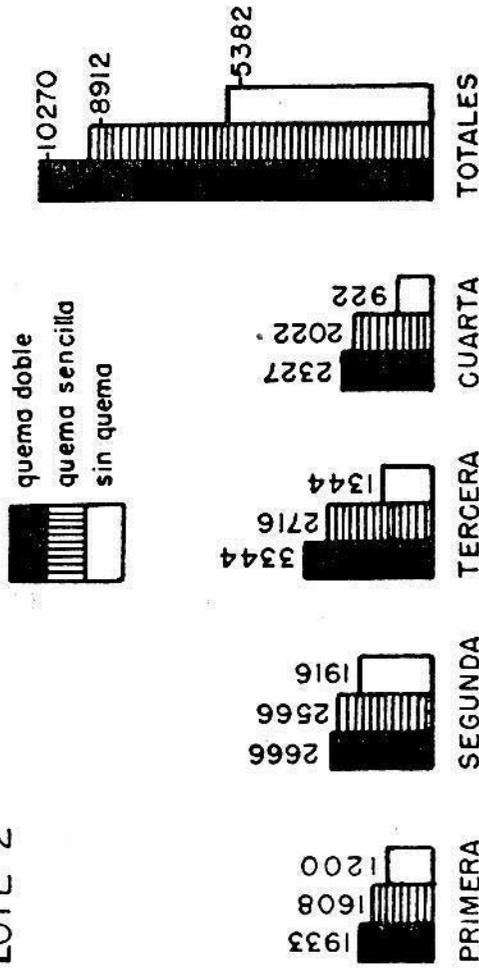
COSECHAS

QUEMAS

PRODUCCION DE MAIZ

(KILOS POR HECTAREA)

LOTE 2

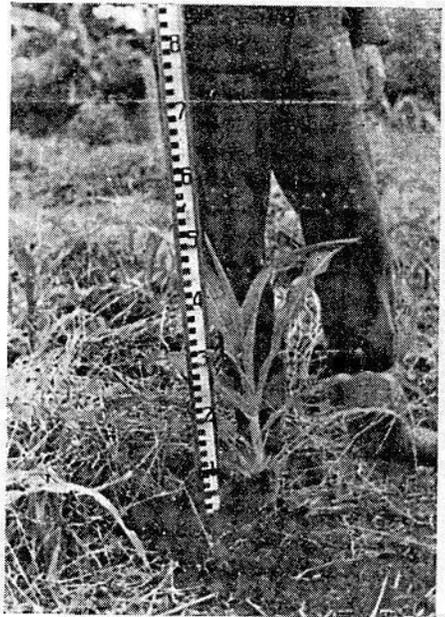


C O S E C H A S

Aspecto del maíz 45 días
después de sembrado.



Quema doble



Sin quema

Figura No. 1



Figura No. 2

Aspecto del lote No. 2 al iniciar el experimento de quemas.

(Se están instalando los predios de escorrentía).



Figura No. 3

**Material que normalmente se quema en los lotes
experimentales.**

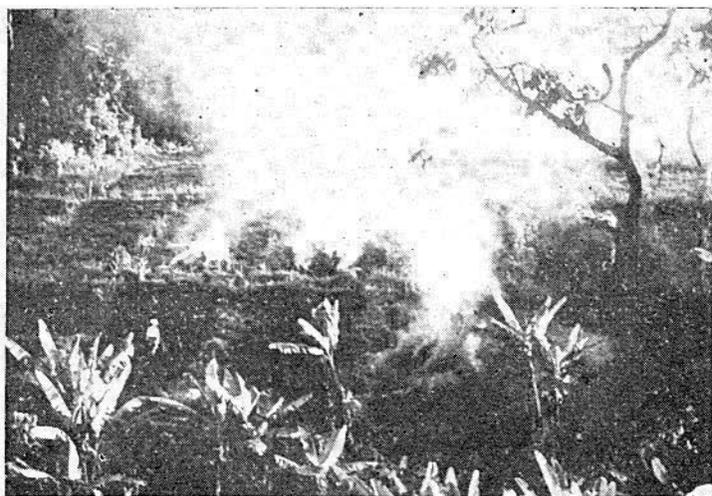


Figura No. 4

Aspecto del lote 2 en el momento de la quema.

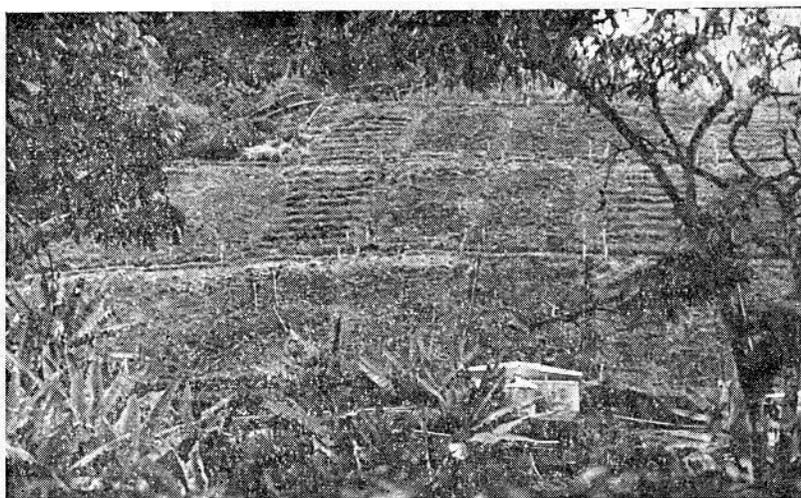


Figura No. 5

Aspecto del lote 2 después de haberse sembrado de maíz. Nótese la forma como se dispone la maleza, en las parcelas sin quema, en cordones transversales a la pendiente del terreno.

