



El uso del fuego en la agricultura : mitos y realidades*

RAFAEL BRAVO MEDINA**

La costumbre de quemar la vegetación, como un sistema de limpiar la tierra para sembrar, ha sido una práctica usada por muchos pueblos en el mundo desde los comienzos de la agricultura. En algunas regiones, especialmente en los trópicos, se usa hoy en día como un paso rutinario en el proceso de la agricultura errante. La quema de la vegetación ocurre también en muchas otras formas que no están relacionadas con la agricultura migratoria, algunas veces con un propósito específico, otras veces accidentalmente; en Sur América, Africa y Australia, vastas extensiones son quemadas cada año.

Los efectos de estas quemas en el suelo han sido durante mucho tiempo un motivo para especulación, no siempre basada en hechos, y en muchos casos, se ha convertido en un tema emocional más en la jurisdicción de los periodistas que en la de los expertos en suelos.

El tema del efecto del fuego en el suelo ha comenzado a ser estudiado en una forma objetiva, especialmente en los países tropicales, en fecha relativamente reciente y los datos que se han ido acumulando no son muy abundantes, inclusive en algunos casos son contradictorios. En este trabajo trataremos de hacer un sumario de las ideas modernas sobre este tema, con énfasis en el medio tropical.

* Recibido para su publicación el 8-10-74

** Ing^o Agr^o, Prof. de Cultivos, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo, Venezuela.

Manuel Gómez Rueda (1952) expuso que en muchas regiones de Colombia, especialmente en las zonas más cálidas, los ganaderos han practicado las quemas por muchos años produciendo resultados tan graves como la esterilidad de los suelos y condiciones que favorecen la erosión. El llegó a las siguientes conclusiones: La quema de los potreros debe ser evitada siempre que sea posible debido a que la materia orgánica en el suelo es destruída, los micro-organismos útiles del suelo son eliminados y muchas veces las sales minerales son perdidas mediante el lavado y la lixiviación.

En 1955 un grupo de delegados a la Conferencia Interamericana de Silvicultura escribió lo siguiente: Los experimentos realizados en el Estado de Río de Janeiro por Federico W. Freise y en Australia por N.C.W. Beadle producen resultados alarmantes acerca del efecto del fuego en el suelo. Ellos decían que cuando la humedad en el suelo es de 20% la temperatura cerca del suelo alcanzaba 500°C y la densidad específica del suelo se incrementaba en un 20% resultando en un excesivo endurecimiento del suelo. El espacio poroso disminuía en un 10% en los suelos arcillosos y en un 20% en los suelos francos también consideraban que habían importantes modificaciones en la población microbiana. Cuando la temperatura alcanzaba 89°C a 20 cm de profundidad, a 40, 60 y 80 cm alcanzaba 71°, 62° y 59°C, respectivamente. Muchas bacterias cesan su reproducción a 50° ó 55°C y mueren a 60°C y considerando que la mayor parte de ellas se encuentran a una profundidad que oscila entre 15 y 25 cm, ellas morirían. La misma fuente decía que experimentos hechos en Australia mostraban que el 60% de la materia orgánica era destruída después de un fuego intenso.

Budowski (1956) dijo que el fuego en las sabanas no solamente reduce notablemente la cantidad de materia orgánica potencial, sino que por algún tiempo después de haberse extinguido, deja el suelo relativamente desnudo y completamente expuesto a los elementos meteorológicos, lo cual tiene mucha importancia para explicar algunos de los efectos de degradación que ocurren posteriormente. De acuerdo con Budowski, si asumimos que una cubierta selvática densa es reemplazada por una vegetación mas rala, alguno de los siguientes cambios tendrá lugar:

- 1) La cantidad de insolación que llega al suelo se incrementa.
- 2) Hay un aumento general en la temperatura media del suelo y en la capa de aire inmediatamente encima de éste. Además los extremos entre máximas son mucho más amplios.
- 3) La evaporación se incrementa considerablemente en los horizontes superiores debido a que el aire se encuentra más seco y caliente y a que hay una mayor circulación de éste sobre la superficie.

Algunos de estos procesos influyen en la compactación del suelo.

Este mismo autor cita numerosas literaturas en apoyo de su teoría acerca de la formación de la sabana, y su relación con el fuego en una forma directa o indirecta. El opina, que la remoción de la vegetación y el efecto de las quemas repetidas son responsables por la formación y posterior endurecimiento de la costra terrosa que se forma en estos suelos.

Blydenstein (1968) dijo que en América Tropical no se han efectuado experimentos de quemas controladas semejantes a los de Trapnell en Africa y que como máximo se habían medido los efectos de tres años de protección del fuego en el desarrollo de las sabanas y se han acumulado datos de dos años de quema en diferentes estaciones.

Se encuentra con frecuencia referencias altamente emocionales en relación con la quema de la materia orgánica en el suelo y las consiguientes pérdidas de nutrientes. La razón de algunas de estas referencias pueden encontrarse en una comparación directa entre los suelos negros fértiles de las zonas de pastos en regiones templadas y los suelos pobres oxisoles de las sabanas tropicales cuando no se hace una apreciación correcta de las diferencias en clima y en los respectivos procesos de formación de suelos. Savostin (1962) en Venezuela mostró que la nitrificación en realidad se incrementaba después de las quemas aunque la volatilización del amonio consiguiente, causaba una cierta pérdida de nitrógeno del suelo. Sin embargo esta pérdida era mínima.

Sobre este mismo tema Batchelder y Hirt (1966) decían que aunque el nitrógeno normalmente se pierde hacia la atmósfera, análisis y pruebas hechas después de las quemas mostraron que no había pérdidas y que en algunos casos había un incremento en el nitrógeno disponible. La explicación que más frecuentemente se ofrece es que en los suelos en los cuales la capa orgánica no se consume totalmente, la acción del fuego sobre la materia orgánica facilita nitrógeno al suelo.

Vareschi (1962) estudió la temperatura de los suelos durante la quema de vegetación de sabana en Venezuela y encontró incrementos de sólo 3°C a una profundidad de 3 cm sin aumento de la temperatura a profundidades mayores.

En un estudio semidetallado de los suelos de los llanos de Colombia (UNSF 1965) se encontraron varios casos en los cuales las mismas series de suelos continuaban de las sabanas a las zonas de selva con apenas diferencias pequeñas.

Los suelos de selva tenían un mayor contenido de minerales y eran más ácidos, el efecto de las quemas no es aparente en estas diferencias excepto por el pH. La acidez menor de los suelos de sabana puede atribuirse a la acumulación de ceniza que tiene un alto contenido de potasio después de los fuegos producidos en los pastizales. El porcentaje de saturación de base era uniformemente bajo en la selva y en la sabana con una variación del 1 al 5% y una capacidad de cambio de más o menos 16 miliequivalentes por 100 gramos. Esto muestra que muchos suelos tropicales de sabana tienen un status de nutrientes bastante bajo, pero lo mismo ocurre con suelos de selvas tropicales que no son afectados por las quemas repetidas o reiteradas.

Wharton (1966), hablando acerca de la acción del fuego en los suelos de Cambodia, dijo que el efecto del fuego en las llanuras del norte ha sido expresado en la siguiente forma: "Aproximadamente el 80% del área se

quemado anualmente, acabando con la fertilidad, puesto que los minerales convertidos en cenizas, son fácilmente disueltos y lavados por las aguas de lluvia de la estación lluviosa. En las extensas llanuras infértiles del norte, estos fuegos han resultado en un severo empobrecimiento de la tierra, la cual, en el mejor de los casos, ya es bastante pobre e infértil naturalmente". En opinión de Wharton, esta afirmación es aplicable sólo en un sentido general y explica como la ceniza se hace disponible por las lluvias, a mucha de la vida vegetal.

Popenoe (1960) da la opinión de varios investigadores en relación con el efecto de las quemadas en la materia orgánica del suelo y decía que Heyward y Barnette (1934) Klemmedson y otros (1958) Meiklejohn (1955) y Suárez de Castro (1957) habían encontrado que las quemadas incrementaban el nitrógeno del suelo o tenían poco efecto sobre éste. Meiklejohn creía que la disminución en las bacterias nitrificantes por efecto del fuego conducía a la conservación del nitrógeno en el suelo. Sin embargo, Popenoe (1960) citaba a Joachim y Kandiah quienes en 1948 reportaban pérdidas de nitrógeno y de materia como resultado de las quemadas en Ceylan. En ese mismo trabajo Popenoe observaba que las quemadas aumentaban el pH de la capa superficial del suelo debido a la ceniza de la vegetación que se producía al quemar ésta, la cual contiene cantidades variables de óxido de calcio, magnesio, potasio y sodio. La reacción de éstos cationes con el complejo de cambio incrementa la saturación de base y reduce la acidez del suelo, en otras palabras, incrementa el pH del suelo.

En relación con la profundidad a la cual el fuego tiene efecto en el suelo ha habido algunas confirmaciones últimamente acerca de la teoría de la poca profundidad.

Barchelder y Hirt (1966) decían que la penetración del calor se puede medir hasta unos 80 cm de profundidad. El movimiento hacia abajo del calor sin embargo, puede considerarse significativo solamente hasta 20 cm de profundidad. En los potreros o zonas sembradas de distintos tipos de hierba, la penetración del calor raramente excede los 5 a 10 cm de profundidad. En relación con las bacterias, ellos decían que en realidad ocurre una esterilización de la capa superficial del suelo la cual conduce a una reducción o a una destrucción casi total de los micro-organismos, pero posteriormente ocurre el restablecimiento de la actividad microbiana, y la quema. Inmediatamente después la actividad microbiana puede inclusive incrementar por encima de los niveles que existían antes del fuego debido a las tasas de mineralización en el suelo expuesto, así como a la presencia de nutrientes en forma de ceniza y en algunos casos a la elevación del pH.

Tothill y Shaw (1968) hicieron medidas en potreros naturales al sureste de Queensland, Australia, y encontraron que la temperatura máxima de la superficie variaba considerablemente de acuerdo con el tipo de combustible y con las condiciones ambientales, pero que a 1,5 cm por debajo de la superficie muy raramente las temperaturas excedían de 65° a 75°C, además, la duración de esta temperatura era muy corta y volvía a la normalidad apenas 4 minutos después de cesar el fuego.

Resultados similares reportaron Norton y McGarity (citados por Tothill) en 1966 en Nueva Gales del Sur; ellos registraron una máxima de 75,5°C a un milímetro de profundidad del suelo y cambios de la temperatura excediendo 10°C solamente en los 15 milímetros superiores del suelo.

En relación con nutrientes distintos del nitrógeno, el potasio contenido en la capa superior del suelo se incrementa después de las quemas (Suárez de Castro 1957), (Focan *et al.* 1950. Citado por Popenoe 1960) debido a que los cationes son liberados por la oxidación del material vegetativo.

Cuando la vegetación se quema, mucho fósforo soluble se agrega al suelo. Vlamis *et al.*, 1955 (citado por Popenoe 1960) encontraron que el contenido de fósforo en un suelo donde se hubieran efectuado quemas se incrementaban en una forma tal de producir cosechas 10 veces mayores a menos que fuera fijado por el suelo.

Los efectos del fuego sobre la estructura del suelo no han sido muy bien investigados y hay algunos reportes contradictorios en lo que concierne al efecto inmediato del fuego sobre la estructura de los suelos.

Se ha hecho notar que la incorporación de grandes cantidades de ceniza tiende a desflocular los geles coloidales en los suelos arcillosos pero que tiene poco efecto en los suelos arenosos.

El endurecimiento superficial de los suelos de sabana ha sido notado por un gran número de investigadores y se ha atribuido al impacto de las fuertes lluvias en el suelo desnudo y a la acción capilar en la estación seca.

El número de factores que gobiernan la respuesta inmediata del suelo al fuego depende no sólo de las características pedogenéticas del suelo, sino de la vegetación, el lugar, las condiciones edáficas y otros factores. Aunque ha habido muchos casos en los cuales el fuego ha sido la causa directa de la pérdida de la estructura de un suelo y del incremento en la densidad aparente de suelos tropicales, también hay un número similar de estudios que muestran que no ocurre ninguna deterioración.

Las propiedades físicas de la mayor parte de los oxisoles se deben al suelo propiamente dicho, particularmente a su composición mineral, establecida por los procesos pedogenéticos.

LITERATURA CITADA

ANONIMO. 1955. *El problema de los incendios. El Agricultor Venezolano*. 20: 18-26.

BLYDENSTEIN, J. 1968. "Burning and Tropical Savannas". *Proceedings Tall Timbers Ecology Conference*. 8: 1-14.

BUDOWSKI, G. 1956. *Tropical Savannas, a Sequence of Forest Felling and Repeated Burning*. *Turrialba*. 6: 23-33.

BATCHELDEL, R. B., HIRT, H. F. 1966. *Fire in Tropical Forests and Grasslands*. U.S. Army Natc Laboratories, Earth Sciences División, ES-23, 114-121.

GOMEZ RUEDA, M. 1952. Quema de pastos 6th. International Grasslands Congress Proceedings. 2 (2): 1489-1494.

POPENOE, H. 1960. Effects of Shifting Cultivation on Natural Soil Constituents in Central America. University of Florida (Thesis Ph. D.), 1960.

SAVOSTIN, P. 1962. Efectos de las quemas en las propiedades de los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar. Caracas, 1962. Mimeógrafo, 21 pp.

SUAREZ DE CASTRO, 1957. Las quemas como práctica agrícola y sus efectos. Bol. Tec. Chinchiná, 2, N° 18. Chinchiná, Colombia.

TOTHILL, J. C., SHAW, N. H. 1968. "Temperatures Under Fires in Bunch Speargrass Pastures of South East Queensland". The Journal of The Australian Institute of Agricultural Science. 2: 94-98.

UNITED NATIONS SPECIAL FUND. Estudio Semidetallado de los suelos de Colombia. 1965. FAO. 1965.

VARESCHI, V. 1962. La quema como factor ecológico en los llanos. Bolt. Soc. Venez. Cienc. Natur. 101: 9-31.

WHARTON, Ch. H. 1966. Fire and Wild Cattle in North Cambodia. Proceedings 5th. Annual Tall Timber Fire Ecology Conference. March 24-25, 1966, pp. 23-65.