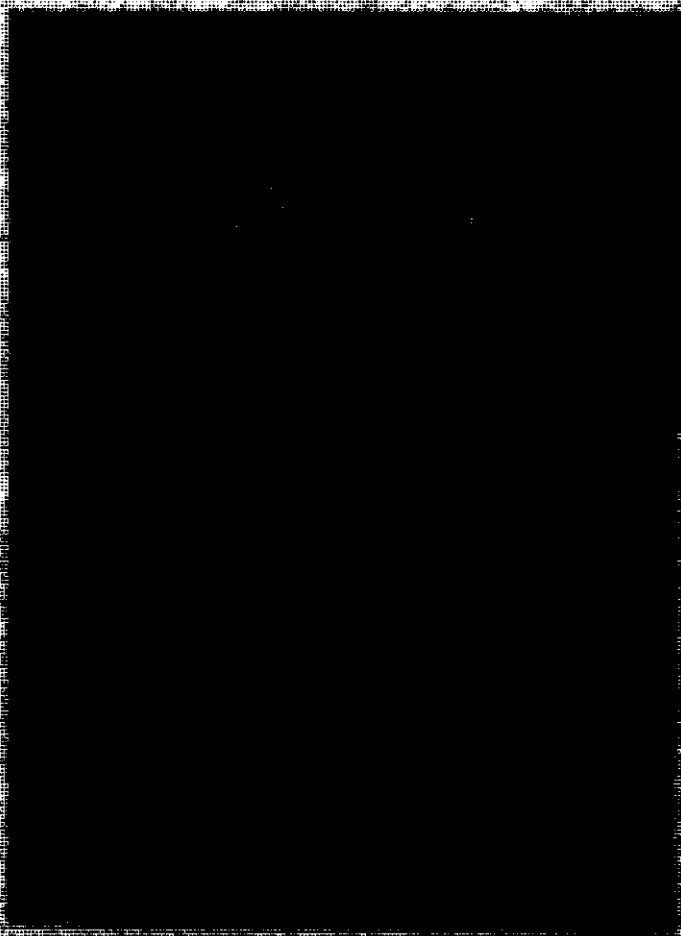


# Suelo TICO



MINISTERIO DE AGRICULTURA E INDUSTRIA

San José, Costa Rica

## EN ESTE NUMERO

	<i>PAG.</i>
El efecto de las quemas sobre el suelo ... ..	1
El raquitismo del retoño de la caña de azúcar y forma de dominarlo ... ..	23
Hoja Blanca del arroz ... ..	31
17 preguntas y respuestas sobre la Fiebre Aftosa ... ..	33

# SUELO TICO

Revista del Ministerio de Agricultura e Industrias

Editada por el Departamento de Información Agrícola

Director: CARLOS CORDERO J.

---

---

Vol. XI

San José, Costa Rica, Diciembre-Marzo 1959

Nº 41

---

---

## El efecto de las quemas sobre el suelo

José Luis Valenzuela C. (\*)

### PREAMBULO

El presente trabajo reúne principalmente datos experimentales realizados en California, Idaho, Florida, reserva india de Colville en Washington, algunas zonas del Sureste de los Estados Unidos, Colombia, Brasil, Rodesia, Kenya y Malaya. Como adición recoge la opinión de científicos autorizados, cuyos conceptos se consideran de enorme valor.

Se pretende hacer un poco de luz en relación al problema de las quemas, ya que generalmente se carece de in-

formaciones concretas al respecto. Solamente se esboza la influencia de las quemas sobre las condiciones del suelo, sin entrar en el análisis de otras facetas, como son la influencia sobre los cultivos, la vida silvestre, los bosques, etc.

Se agradece el aporte que prestaron a este trabajo, en una u otra forma, los Ingenieros Agrónomos Alvaro Jiménez C. y Gil Chaverri; el BSA Rodrigo Sáenz R. y el Sr. Mario Sáenz A.

---

\* Ingeniero Agrónomo  
Encargado del Proyecto  
Mejoramiento de Suelos  
Departamento de Conservación  
de Suelos, MAI.

## Efectos de las quemas sobre los elementos químicos

Sin olvidar que el dinamismo del suelo no puede ser fraccionado, puesto que es un todo, vamos a practicar la costosa operación de abrir esa unidad, como al paciente que se somete al bisturí del cirujano, para observar y analizar el efecto de las quemas sobre las distintas partes que lo forman.

Trataremos de apreciar primero el complejo químico, vital para la existencia de ese suelo y para el desarrollo normal de las plantas, desmenuzándolo en sus fracciones elementales de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio y estableciendo los cambios sufridos por la acción del fuego.

Este estudio, unido al físico y biológico, debe dar pie para que al final se relacionen todos los aspectos analizados y se concrete una idea general sobre los alcances del problema.

### Nitrógeno.

La reacción corriente de este elemento del suelo se vincula al tipo de quema empleado:

Moderada (de poca duración y grado de fuerza, como la quema de un jaragual - *Hipharrhenia rufa*).

Intensa (de gran duración y energía, como la quema de ciertos bosques, la quema "acordonada" y de "montones").

Con quema moderada el nitrógeno total no es afectado sino, más bien, parece que aumenta después de un tiempo relativamente corto. Ciertos trabajos realizados en California sobre suelos de bosques denominados Salminas y Holland, (36) concluyeron con la demostración de que el nitrógeno del suelo había aumentado con la quema

moderada. Esto mismo ha sido asegurado en valiosos datos obtenidos en una de las fincas experimentales de la Organización de Investigación para la Agricultura y la Silvicultura en Maguga, Kenya, Africa Oriental. Y así, Greene, Garren, Focan, Campbell (29-30) y otras autoridades en la materia (35), aseveran que este tipo de nitrógeno aumenta. Sin embargo, se reporta desde Fremont Country, Idaho (3), que el nitrógeno total no es afectado por la quema moderada, siendo de igual opinión Bonnet y Lugo López (29-30), los cuales no hallaron cambios significativos en sus trabajos.

Es muy posible que el fuégo de una quema moderada no llegue a aumentar momentáneamente el contenido de nitrógeno total, pero, al crecer el porcentaje de nitrobacterias después de un lapso generalmente corto y al mejorarse en forma global las condiciones físicas del suelo, se notará que el nitrógeno total llega a un aumento digno de tomarse en cuenta.

Antes de continuar, recordemos que el nitrógeno asimilable, a la hora de ser absorbido por las plantas (excepto leguminosas), tiene que estar en forma de compuestos, siendo las combinaciones más asimilables los iones de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) y las sales de amonio ( $\text{NH}_4$ ). Naturalmente, existen compuestos más complejos y menos activos que pueden ser directamente absorbidos por las plantas superiores, como son ciertos amino-ácidos y nucleo-ácidos solubles en agua (32), pero su importancia no es muy grande. La quema moderada, actuando sobre este tipo esencial de nitrógeno, tiene un aparente efecto positivo, es decir, que se

aumenta en forma notoria. El dato experimental lo dan Vlamis y otros (36) con sus resultados en Lake County de California, concluyendo, después de correlacionar datos de campo e invernadero, en que el nitrógeno aprovechable aumentaba como consecuencia de la quema moderada, pero limitando sus conceptos a suelos similares a los que sirvieron en sus experiencias. También Frith (12) acepta que la quema hace asimilable a considerables cantidades de nitrógeno. En todo caso, desconocemos el mecanismo que pueda producir este aumento inmediatamente después de quemar; solamente se explicaría por conducto de procesos biológicos en cuyo caso, las mayores cantidades de nitrógeno asimilable vendrían a presentarse después de haber pasado algún tiempo desde el momento de la quema.

Al utilizarse el tipo de quema intensa creemos que la alta temperatura sobre el suelo, sumada a un prolongado tiempo de exposición, pueden ser factores suficientes para provocar la muerte de un crecido número de nitrobacterias lo cual retardaría el ciclo del nitrógeno en el suelo, desequilibrando todo un proceso natural indispensable para la subsistencia de las plantas; no es difícil suponer, además, que las dos grandes series de compuestos del nitrógeno puedan ser parcialmente volatilizadas, ya que tanto los compuestos de naturaleza mineral (ácido nítrico, nitratos, etc.), como los de naturaleza orgánica, tenderían a desprenderse del elemento en forma gaseosa. Estas variaciones químico-biológicas, sumadas a otros fenómenos desconocidos, podrían ser la causa de una disminución del nitrógeno total y asimilable cuando se usa la quema intensa.

Por eso, especialmente, es que sorprenden más las notas de Vlamis (36) cuando demuestra que en los suelos Holland y Salminas el nitrógeno fue muy superior empleando quema intensa, aún sobre los valores de la moderada y por supuesto del testigo. Blaisdell demuestra (3), al contrario, que la quema intensa reduce significativamente el contenido nitrogenado de los suelos, pero asegura que ello se limita sólo a media pulgada de profundidad; Campbell (33) dice algo semejante, pues de sus experiencias se deduce que la disminución de nitrógeno sucede solamente en una capa de uno a dos cm. de profundidad, pero ello acontece, además, con carácter pasajero. Demuestra esto último, entonces, que el desequilibrio del elemento es de carácter temporal, lo cual resta alguna importancia a este efecto del fuego.

Algunos autores hablan del efecto residual o efecto acumulativo del nitrógeno. No sabemos hasta qué punto pueda ser correcta o errónea esta terminología, pero lo cierto es que ha sido empleada por varios investigadores para demostrar que el aumento del nitrógeno producido por cierto tipo de quemas es permanente y que iría aumentando conforme nuevas adiciones vinieran. El criterio es audaz y hasta podría decirse que especulativo. Muchas son las condiciones que pueden hacer variar este efecto, contándose dentro de ellas el clima, suelo, cobertura vegetal, etc. Al respecto nos dice Meiklejohn (24) que los resultados de las quemas por él efectuadas eran aún perceptibles cinco meses más tarde, ya que nuevamente se hallaba mayor cantidad de nitrógeno en el suelo que antes de quemar. Blaisdell (3) también lo hace ver al través de sus experien-

cias; él midió el efecto del nitrógeno un año después de quemar en lotes con quema moderada, observando que no había variación en la cantidad de ese elemento.

## FOSFORO

El complejo comportamiento que tiene este elemento dentro del suelo, hace casi imposible suponer que el fósforo deba de actuar siempre en forma similar después de ser quemados los terrenos; pero puede aceptarse que, como lógica consecuencia de la combustión que sufren los materiales orgánicos, venga la producción abundante de cenizas conteniendo no sólo ácido-fósforo ( $H_3PO_4$ -ácido ortofosfórico), sino también ácido sulfúrico, ácido silícico, cloro, potasio, calcio, magnesio, etc.

Cuando ciertas condiciones del suelo son óptimas, en especial pH, el fósforo podrá ser rápidamente asimilable; pero también está expuesto a perderse con facilidad al sobrevenir altas precipitaciones o en presencia de vientos fuertes. Dentro de una normalidad climática, sin embargo, si el fósforo de las cenizas se encontrara y se mantuviera en valores de pH entre 5 y 7 en el suelo, podría rendir efectos muy provechosos para las plantas, ya que les proporcionaría iones solubles y fácilmente absorbibles como son el ortofosfato ( $H_2PO_4$ ) y el ortofosfato secundario ( $HP_04$ ). En el momento preciso que las quemas afecten esos valores de pH, o si valores inferiores o mayores estaban ya pre-establecidos, comienzan las fijaciones del elemento en mayor o menor grado. Valores inferiores a 5.6 o 5.8 serían suficientes para producir fijaciones por precipitación

a compuestos insolubles de la solución del suelo, por la reacción de sesquióxidos hidratados o por la reacción con arcillas silicáticas. Valores superiores, darían oportunidad a la formación de iones di y tri-fosfáticos o, en presencia de  $CaCO_3$ , producirían la precipitación de los iones de fósforo al entrar en contacto con la fase sólida del  $CaCO_3$ . También podría hallarse una mayor retención de fosfatos por medio de arcillas saturadas con Ca.

Ilustran los conceptos antes externados ciertas experiencias que se hicieron en California, U.S.A. (36), ya que los suelos de una serie aprovecharon tan efectivamente el fósforo proveniente de las quemas, que las producciones aumentaron diez veces en relación al testigo. Pero otro suelo de la misma localidad, sometido a tratamientos similares, no pudo suplir ni siquiera el fósforo necesario para el mantenimiento de las plantas. En el segundo caso, el suelo era fijador de fósforo, bien por condiciones de pH u otras causas no estudiadas en detalle.

Aunque el comportamiento del fósforo sea tan variable, se ha demostrado que su cantidad aumenta después de quemar. Por ejemplo, nos dicen Young y Colledge (24) que, durante el año 1948 y trabajando en Rodesia, ellos determinaron que el fósforo había sido extraído por los árboles desde el subsuelo, concentrado luego en los tejidos vegetales (fosfo-proteídos) y dejados nuevamente sobre el suelo superficial en la ceniza de madera. Naturalmente este aumento debe entenderse solamente en la capa superficial (29-30), pues como comenta Sáenz Maroto (26), hay que reconocer que este fósforo es producto del cambio en este elemento desde su estado orgánico hasta el mineral que se deposita en

forma de cenizas sobre el suelo. Además, no se han reportado aumentos por otras causas químicas o biológicas, lo cual nos inhibe de suponerlas. Solamente podría agregarse que el fósforo solubilizado por la acción de las quemas estaría sujeto a pérdidas por percolación, por erosión hídrica y eólica, al radio del pH, a la adsorción o retrogradación a fosfatos insolubles de hierro y aluminio y a la acción reversible de los microorganismos que pueden tomar compuestos simples y solubles para convertirlos en formas orgánicas complejas.

## POTASIO

El acúmulo de cenizas sobre la superficie del suelo aumenta la cantidad de potasio asimilable para las plantas, liberando formas iónicas ( $K^+$ ) dentro de las sales potásicas, sulfatos, carbonatos, etc., que van a entrar en la solución del suelo, o que efectúan un

mecanismo de intercambio directo por contacto. Las cenizas, entonces, alteran en forma inmediata el equilibrio de las distintas formas en que permanece el potasio del suelo aumentando la cantidad de potasio rápidamente asimilable en detrimento del despaciosamente asimilable y del relativamente inasimilable; además, alteran el equilibrio establecido entre el elemento y la solución del suelo. En este momento, la disponibilidad del potasio podría considerarse como enorme, posiblemente superior a los requerimientos normales de las plantas. Sin embargo, después de algún tiempo, la naturaleza irá buscando nuevamente el equilibrio tanto de las formas del potasio del suelo, como del existente entre ése y la solución del suelo.

No es necesario recalcar muy enfáticamente que las quemas aumentan la cantidad de potasio y que tal circunstancia se deriva de la ceniza depositada sobre el suelo. Experimentalmente



*Las manchas blancas sobre el suelo que se ven en la fotografía, son cenizas acumuladas en gran cantidad después de quemar. Provincia de Puntarenas.*

lo han demostrado Young y Colledge en Rodesia (24), Corbet (24), Suárez de Castro en Chinchiná Colombia (29-30), Focan — Kuczarow y Laudelot (29-30), Campbell (33) y otras muchas personas. Además, se acepta que el aumento se debe solamente a la adición de cenizas y no por causa del calor (30).

## CALCIO

Las experiencias más recientes demuestran que el calcio aumenta después de las quemas. Parece que el factor principal se debe a las cenizas depositadas sobre la superficie del suelo pero también, y en presencia de calizas, se acepta que el calor transforma parte del carbonato de calcio en óxido de calcio activo. Como una consecuencia lógica, el pH del suelo debe variar, ya que existe una relación definida entre el pH y la actividad del calcio y magnesio; todo esto, aceptando que el pH es regido principalmente por el porcentaje de saturación de bases y éste, a su vez, por las proporciones presentes de calcio y magnesio intercambiable.

Las quemas producen una acción floculante, suponiéndose que cuando se liberan los iones de calcio dentro de la solución del suelo, van a actuar sobre la materia coloidal, localizándola y coagulándola. Sin embargo, hay que recordar que la floculación no contribuye a la estabilización de los agregados por falta de un elemento cementante aunque, en términos generales, puede aceptarse como el inicio de la granulación.

Posiblemente el efecto del calcio sobre la actividad de los organismos es más real en la elaboración de una mejor estructura del suelo. Las nitrobacte-

rias necesitan calcio, probablemente porque su oxidación exige la presencia de bases activas, en especial las de este elemento; también lo necesitan los organismos fijadores de nitrógeno, como Azotobacter, la amonificación, la actividad de las actinomicas, etc.; y todos ellos, actuando sobre la materia orgánica, contribuyen a una granulación más adecuada de los suelos.

## MAGNESIO

No existen muchos datos del efecto que producen las quemas sobre este elemento, pero los que hallamos, aseguran que su contenido aumenta. Dentro de ellos pueden citarse las experiencias de Young y Colledge (24), Focan y otros (29-30), Suárez de Castro (29-30) y Alvaro Rodríguez (25).

## MATERIA ORGANICA

Se incluye en forma convencional dentro del efecto de las quemas sobre los elementos químicos; en realidad, podría también haberse estudiado en la parte física o biológica, dado su enorme dinamismo y atendiendo a sus complejas funciones de carácter general.

La materia orgánica potencial, comprendida como el material de origen animal y vegetal que con diversos grados de descomposición se encuentra sobre el suelo, disminuye con cualquier tipo de quema. Fácil es reconocer que la madera muerta, hojas secas, ramillas, etc., ofrecen una rápida combustión que transforma la materia poco descompuesta, en cenizas. Algunos elementos químicos formadores del tejido orgánico se pierden como gases dentro del aire; otros, por el contrario, sufren una mineralización o trans-



formación que los deja inicialmente sobre el horizonte superior dentro de las cenizas. Pero en términos generales, la materia orgánica potencial disminuye en cuanto a cantidad sobre la superficie.

Puede aceptarse que en determinadas oportunidades la eliminación de ese tipo de material sea beneficiosa. En bosques de pino (*Pinus palustris*), se acumula gran cantidad de ramillas, agujas (hojas secas), etc., que son de muy fácil combustión y que representan un gran peligro para el inicio y desarrollo de incendios de incalculable extensión (29-30). Debe entonces quemarse en períodos invernales cortos, para evitar ese acúmulo excesivo de material y para ayudar, además, al aumento germinativo de las semillas, al control de algunas enfermedades y finalmente, a la destrucción de vegetación competidora. En todo caso, están quemándose aquellos residuos acumulados sobre la superficie, todavía no incorporados o descompuestos al punto de ser parte del suelo (16).

Pero la quema de materia orgánica es generalmente perjudicial; fuera de casos específicos, como el antes citado, los suelos van a ser afectados o desprovistos de su parte más dinámica al reducirse sustancialmente la materia orgánica potencial (4-15) o al quedar totalmente eliminada (33). Además, algunos suelos sufren una calcinación (9) que principalmente se observa en los que tienen poca profundidad y que han tenido aplicación de quema intensa (34). Los terrenos más afectados quedan, de tal suerte, relativamente estériles (4-7-8).

La materia orgánica activa se comporta en forma diferente de acuerdo al tipo de quema empleado, debiendo entenderse que este tipo de materia

corresponde a la que deja libres a los elementos aprovechables para las plantas después de cumplir un proceso de disolución.

La quema moderada puede, en ciertos casos, aumentar el contenido de materia orgánica activa. Aunque no se ha dado explicación experimental a este respecto, es de suponer que el paso rápido del fuego no permite volatilizaciones muy severas de la materia expuesta a combustión y que, las cenizas resultantes, ricas en elementos solubles, son el producto transformado que entra ya como parte del suelo.

Las condiciones húmedas del suelo, ambiente y material combustible durante las quemas invernales, no permiten un fuego muy fuerte ayudando, más bien, a la pronta descomposición del material orgánico. Garren (29-30) comprobó que la materia orgánica del suelo, después de ocho años de estar efectuando anualmente quemas invernales, había aumentado 1.6 veces en relación con terrenos sin quemar y que la producción de forrajes se duplicaba. Resultados semejantes se han obtenido en otros lugares.

Cuando la quema moderada se realiza en tiempo seco, existe una pérdida no significativa de humus en los horizontes superiores (3, 12, 16, 29, 30, 33); sin embargo, esto es seguido por una pronta restitución (3). La pérdida de humus es motivada por una rápida combustión y el pronto restablecimiento de la materia orgánica se debe, posiblemente, al aumento en la actividad biológica dentro del suelo.

No hay discusión en el hecho de que una quema intensa reduce el contenido de materia orgánica activa, especialmente a profundidades consideradas en los dos (33) y cinco centímetros (3). Además, se han calculado

experimentalmente reducciones hasta del sesenta por ciento de ese material (10), lo cual es de mucha consideración.

## ACIDEZ

Debido a su importancia y al hecho de existir datos experimentales concretos de la influencia que tienen las quemas sobre la acidez del suelo, se incluye aquí un breve comentario al respecto.

Es indudable que cualquier variación en la acidez debe afectar en forma notoria el mecanismo químico del suelo: el nitrógeno, por ejemplo, es fácilmente absorbido como sales de amonio cuando el pH alcanza valores superiores a 6 pero, a valores inferiores, se aprovecha mejor en forma de nitrato; el fósforo está todavía más ligado a las fluctuaciones del pH, pues necesita valores aproximados entre 5 y 7 para obtener su máxima solubilidad ( $H_2PO_4$  y  $HP_0_4$ ), haciéndose insoluble fuera de estos extremos; el potasio, en suelos con buena saturación de bases, se pierde en menor proporción; el calcio y el magnesio, finalmente, mantienen una relación definida con el pH, toda vez que éste depende prin-

cialmente del porcentaje de saturación de bases y el pH depende, sin lugar a dudas, de las proporciones de calcio y magnesio intercambiables.

Las experiencias demuestran que una vez quemados los terrenos el pH aumenta, o sea que los suelos pierden acidez. Las cenizas, ricas en calcio activo, fósforo, potasio, magnesio y otros elementos como hierro, sodio, etc., son por lo general las responsables de este cambio, puesto que corrientemente tienen una reacción alcalina, como las provenientes de plantas frescas, o una reacción muy alcalina, como en el caso de hierba de pasto y forrajes. Existen algunas excepciones, apareciendo reacción ácida en las cenizas de pajas de centeno, trigo, girasol y algodón (21), pero se acepta que dominan las cenizas de reacción alcalina, lo cual eleva los valores de pH después de quemar.

Dentro de los testimonios conocidos demostrando lo anterior, cabe enumerar los presentados por Garren (29-30), Bonnet y Lugo López (29-30) y Suárez de Castro (29-30). Blaisdell (3) no encontró cambio en la concentración del ión  $H^+$  lo cual puede haberse debido a la presencia de cenizas neutras.

## Efecto de las quemas sobre las propiedades físicas

Generalmente se habla de los efectos que las quemas provocan en los elementos químicos del suelo y en la vida que sobre él se desarrolla; pero es poco lo que se comenta en relación con los cambios que suceden a las propiedades físicas de ese suelo. Por su importancia enorme merecen una mayor atención, un estudio más detallado.

Las observaciones siguientes servirán para destacar las severas variaciones físicas que se producen cuando se queman los terrenos.

### TEXTURA

No se conoce hasta el momento ningún cambio de la textura de los suelos por causa del fuego de las quemas.

Un terreno franco, arenoso, arcilloso, limoso o de cualquiera otra composición, seguirá manteniendo las mismas proporciones de materiales edafizados pues, al menos aparentemente, no existen razones que justifiquen el cambio. Teóricamente así se admite y en la práctica no conocemos datos que demuestren lo contrario.

### POROSIDAD

Se ha logrado establecer que las quemas, en términos generales, aumentan el volumen de macroporos (no capilares), disminuyen el volumen de los microporos (capilares), pero que mantienen sin variación el volumen de densidad y el volumen total de los poros.

Este cambio es de suma importancia, toda vez que la porosidad, porcentaje del volumen que dentro del suelo no está ocupado por partículas sólidas (30), tienen influencia marcada sobre las condiciones de aireación, percolación, formación de nitrato, permeabilidad, etc.

Tarrant, R. F. (31) hizo algunas experiencias en las cuales observó que los terrenos obtenían con las quemas un aumento en el volumen de poros macroscópicos, es decir, de aquellos responsables de la capacidad de aire y facilidad de percolación del agua a través del suelo. También pudo determinar que el volumen de microporos, responsables de la capacidad de agua de los suelos y por consiguiente relacionados con la permeabilidad, decrecía. El volumen total de poros y el volumen de densidad no mostraron cambios significativos. Cosa parecida sucedió en Colombia (33), donde encontraron que la porosidad total fue muy similar antes y después de quemar, con un au-

mento de la porosidad no capilar en los terrenos quemados. Sin embargo, algunas personas opinan que el suelo más bien se compacta (10-4) y que el espacio poroso disminuye. Se ha llegado a decir que en casos específicos el espacio poroso ha disminuido en un 10% en suelos arcillosos y hasta un 30% en los francos (10).

### PERMEABILIDAD

La permeabilidad, considerada como la proporción o facilidad con la cual un medio poroso (suelo) transmite agua (u otros flúidos) bajo condiciones normales (30), sufre algunos cambios de importancia con el fuego de las quemas.

Según parece, la permeabilidad de los suelos es aumentada junto con las propiedades físicas asociadas a ella, como lo son, por ejemplo, la porosidad (31) y la cantidad de agua infiltrada (29-30). Además, se dice que al aumentar la permeabilidad se consigue una condición inconveniente para el estado físico de los suelos arenosos, pero ventajosa para los humíferos (26). Sin embargo, cuando se realiza una quema muy rápida puede suceder que el fuego no altere la permeabilidad del suelo, ni a las propiedades conexas, ya que las llamas no duran tanto sobre el suelo como para producir suficiente calor y destruir la capa vegetal, siendo por lo tanto prácticamente imposible que produzca cambios tan radicales (35).

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

Inmediatamente después de una quema moderada, los suelos no muestran variaciones significativas en el

contenido de humedad (3) continuando, más bien, en cantidad semejante al momento anterior a la quema (29-30). Pero, cuando el fuego es intenso, se produce inmediatamente después de quemar una disminución notable en los horizontes superficiales del suelo (3). Heyward, por ejemplo (29-30), encontró en bosques de pino quemados una gran disminución del contenido de humedad del suelo desde 0 hasta 10 pulgadas de profundidad y Campbell (33) la notó hasta profundidades de 2 cm., agregando que ello era carácter pasajero.

Es posible que en algunos casos, antes de que lleguen las lluvias, se restablezca el equilibrio del agua en la relativamente delgada capa deshidratada de suelo quemado, por medio del movimiento de agua capilar o con la ayuda del rocío. Pero generalmente las lluvias encontrarán un medio seco, con una capacidad máxima de infiltración. Por esta razón es que pasado algún tiempo, luego de haber caído lluvias, puede apreciarse que las quemas

hacen aumentar el contenido de humedad del suelo (33). Esto es atribuido, en cierta forma, al hecho de que después de la quema, el movimiento del agua es más fácil y rápido como una consecuencia de la variación benéfica en la permeabilidad, porosidad, infiltración, estructura, agregación, etc.

### INFILTRACION Y PERCOLACION

Todo parece demostrar que la capacidad de infiltración de los suelos aumenta con las quemas, tanto en lo referente a cantidad, como a velocidad. Este fenómeno viene ligado a los cambios sufridos por las propiedades físicas conexas, varias de las cuales ya hemos visto.

Sabemos que al ser quemados los terrenos la superficie superior se deshidrata dejando a los suelos, de tal suerte, con una capacidad máxima de infiltración que es superior a la de suelos sin quemar. Además, el fuego abre la masa del suelo manteniendo, eso sí, un volumen igual o semejante en la



*Efecto de la quema del tipo moderado. Provincia de Almería.*

densidad de poros lo cual hace aumentar la permeabilidad y por consiguiente, la facilidad en la absorción de agua infiltrada, cuyo movimiento dentro del suelo viene a ser más activo. Las experiencias realizadas en Colombia (33) le dan fuerza a este criterio, ya que determinan que el movimiento del agua es mucho más fácil y rápido en parcelas que estaban quemadas.

La percolación también aumenta, pero ello es sencillo de explicar al recordar que existe un aumento en la cantidad de macroporos que son los directamente responsables de la percolación (31). Debe agregarse que lo expuesto ha sido demostrado experimentalmente tanto en los Estados Unidos (31), como en Colombia (33).

## ESTRUCTURA Y AGREGACION

Entendemos por estructura del suelo el arreglo que tienen las partículas; esto es, el arreglo de las unidades que forman parte de la composición del suelo, ya sea que se refiera a las partículas primarias (arenas, limo o arcilla) o a las secundarias (agregados) (2).

Las investigaciones más recientes aceptan que el fuego mejora la estructura por medio de una agregación adecuada (33). Al menos Coulter, J. K. (12) demostró que en algunos suelos de Malaya las quemaduras producían una estructura migajosa en los primeros 3 cm. de suelo y Edwards, M. V. (12) dice que el fuego en los trópicos desempeña la función de las heladas que suceden en los países fríos, rompiendo el suelo arcilloso y preparando una superficie friable, ideal para la germinación de las semillas. También Tarrant, R. F. (31) concluyó que en suelos de la reserva india Colville, Washington,

U.S.A., se producía una agregación en el suelo causada por la liberación de materiales básicos en la ceniza. Es decir, que prácticamente se ha demostrado la formación de una mejor estructura del suelo al utilizarse el fuego en los terrenos. Es más rico en detalles Suárez de Castro, F. (29-30), ya que indica un aumento en cuanto al número, tamaño y estabilidad de los agregados lo cual, según su compañero Rodríguez, A. (25), imprime a la primera capa del suelo una gran fortaleza para resistir el efecto destructor de las gotas de lluvia. Continúa explicando Fernando Suárez de Castro, que evidentemente los agregados estables en agua y de tamaño mayor a 0.25 mm. aumentan en forma notable una vez que han pasado las quemaduras. Igual expresa Alvaro Rodríguez al aceptar una marcada diferencia de la estructura, demostrando que aumenta, después de quemar, en cuanto al porcentaje de agregados mayores a 0,5 mm. Supone que el fuego produce una temperatura capaz de deshidratar las partículas más superficiales del suelo, dando como resultado final una mayor agregación y un aumento en la estabilidad de los gránulos formadores. Dice que el efecto tiene lugar tanto en los coloides orgánicos como en los inorgánicos, pero que posiblemente sea más prominente el efecto causado por el orgánico, por cuanto en él son más fuertes los cambios inducidos.

Podrá apreciarse que se han citado solamente datos experimentales, ya que existen suficientes para formar criterio. También, que todos los investigadores enumerados están de acuerdo en un punto: que las quemaduras mejoran la estructura de los suelos.

Resumiendo tendremos que la liberación de materiales básicos en la ce-

niza, la deshidratación de las partículas más superficiales del suelo y otras causas más, provocan un mejoramiento de la estructura por medio del aumento en número, tamaño y estabilidad de los agregados del suelo, consiguiéndose una gran fortaleza para resistir el efecto destructor de las gotas de lluvia en el horizonte superficial.

## ESCORRENTIA

Si admitimos que la textura no varía con el uso del fuego, que la proporción de macroporos aumenta, que la permeabilidad se mejora, que hay una mayor infiltración y percolación, que la estructura y agregación reciben beneficio, etc., debe aceptarse que existe una escorrentía inferior en los suelos que han sido quemados. Por tal razón, puede aceptarse el criterio de que la escorrentía disminuye pero en cambio, como se verá más adelante, aumenta la erosión, la cual tiene lugar cuando las parcelas están desnudas, coincidiendo con el período lluvioso (29-30).

## EROSION POR MEDIO DEL AGUA (HIDRICA)

El concepto de erosión causada por el agua o erosión hídrica, incluye varios factores que son: clima, topografía, vegetación, suelo y hombre. En forma concisa, Baver, L. D. (2) resume este concepto dentro de una sencilla fórmula descriptiva:  $E=f(C, T, V, S, H)$ . En el caso presente, se observa que el factor hombre es el causante directo de las quemas y de los cambios diversos posteriormente sucedidos, afectando en esa forma la mayoría de los factores restantes. Siendo así, es fácil deducir que debe existir alguna influencia del fuego sobre las propiedades del suelo, la vegeta-

ción y algunos aseguran también que sobre el clima (4). Todo esto, sumado a las características topográficas de un suelo dado, en cuanto a grado y longitud de pendiente, representa un complejo interesante. Sin embargo, se estudiará de seguido solamente la relación que tienen las quemas, causadas por el hombre, sobre el factor suelo, especialmente en cuanto a su índice de erodabilidad. Eso no es limitación para que en ciertas ocasiones se toquen los otros factores, como puede ser el topográfico, ya que ello quizás sea indispensable.

Nos dice Trapnel (10), en opinión contraria a la mayoría de otros investigadores, que él encontró un resultado experimental curioso pues, después de once años efectuando quemas repetidas en cierto lugar al Norte de Rodesia Africa, la erosión encontrada fue pequeña. Hay que poner mucha atención, sin embargo, al hecho de que sus trabajos fueron realizados en un declive de solamente 3%. El caso más corriente, empero, es otro completamente antagónico. Suárez de Castro, F. (30), por ejemplo, ha demostrado claramente que las quemas aumentan la erosión durante el tiempo en que el suelo de las parcelas quemadas permanece desnudo coincidiendo, generalmente, con el período lluvioso. Sampson (29-30) trabajó en pendientes superiores al 30% y siempre encontró gran cantidad de erosión. Pero los datos de Bonnet y Lugo López (29-30) son alarmantes, ya que trabajando en pendientes del 40% hallaron después de cuatro años de cuidadosas experiencias sobre predios de escorrentía, una pérdida de suelo por erosión ONCE veces superior en las parcelas quemadas. Estos datos son de una importancia enorme, puesto que hacen suponer

la posibilidad de que uno de los efectos más nocivos de las quemas, sea la erosión hídrica. Pueden sumarse a estos datos concretos algunas opiniones: Fowells, H. A. y otros (12) concretan que la tierra, predispuesta a la erosión, es dejada en un estado muy vulnerable después de la quema y que la ceniza benéfica, junto con el suelo cocido, pueden ser lavados. Budowski, G. (4), igual que Irigorry (15), ambos venezolanos, están de acuerdo con que las quemas aumentan la erosión. Lo mismo sucede con algunos conceptos emitidos en la Revista de Agricultura N° 7 del año XVI, Costa Rica (35), en la cual se dice que la erosión es aumentada en terrenos con pendientes, debido a los lavaderos formados por las fuertes lluvias que vienen inmediatamente después del período de quemas. Otros científicos, como Evers, E. (33) aseguran que la acción del fuego tiende a exponer al suelo a la acción degradante del sol y la lluvia o que, al quedar desprovisto el suelo de plantas, viene el arrastre de la capa fértil por el impacto de la lluvia y el viento, presentándose la erosión.

Anteriormente se dijo que muy probablemente la infiltración, la percolación, la permeabilidad, la estructura y la agregación se mejoraban con la quema. También que la cantidad de poros macroscópicos aumentaba y que el coeficiente de humedad disminuía, al menos después de quemar. Como lógica consecuencia de todo esto se llegó a establecer que la escorrentía disminuía. Así, cualquier persona está en el derecho absoluto de creer que la erosión causada por el agua tiene que ser inferior, pero las experiencias demuestran lo contrario en forma casi convincente. Hay que recordar que la erosión es debida primero a la acción dis-

persiva efectuada por el golpe de las gotas de lluvia y segundo, al poder de transporte del agua por medio de la escorrentía. Si existe una mejor estructura en el suelo, cuyos agregados tienen una estabilidad bastante buena, producida por las quemas, la primera capa será de gran fortaleza para resistir el efecto destructor de las gotas de lluvia. Consecuentemente, la acción dispersiva de las gotas de lluvia disminuye en forma clara. Pero la erosión causada por el poder de transporte que tiene el agua puede ser muy grande, ya que los suelos de estructura granular, o semejante a ésta, tienen poca coherencia con la superficie inmediata y por lo tanto, son fáciles de remover por la escorrentía. Es decir, los suelos quemados tienen una alta capacidad de infiltración y por ello, cuando comienzan las lluvias, presentan una proporción baja de escorrentía y pérdidas de suelo. Pero, cuando esa capacidad es abastecida y sobrepasada, las pérdidas de suelo son altas al no haber unión entre los gránulos. Confirmando lo anterior dicen Diseker y Yoder (2) que la granulación, en casos como el descrito, apresura la erosión en lugar de impedirla. El poder de transporte del agua, además, varía de acuerdo a la cantidad y velocidad del agua de escorrentía, siendo este último factor, es decir, la velocidad del agua de escorrentía, regulada en forma directa por el grado de pendiente. Además, no debe olvidarse que los suelos han quedado desprovistos parcial o totalmente de su cobertura vegetal lo cual los expone, en forma muy pronunciada, a las erosiones más severas que puedan imaginarse. Así creemos explicarnos el aumento desastroso de la erosión causada por el agua, una vez quemados los terrenos.

## EFFECTOS DE LA EROSION EOLICA SOBRE SUELOS QUEMADOS

Este tipo de erosión está gobernado principalmente por tres factores: viento, naturaleza de la superficie y suelo. El fuego afecta solamente los dos últimos factores, puesto que elimina la cubierta y provoca ciertos cambios físicos del suelo. El viento, en sí, es un factor que está fuera del control de la mano del hombre.

Blaisdell, J. P. (3) asegura que es evidente un aumento en la cantidad de erosión eólica de acuerdo a la intensidad de la quema, suponiéndose que tal relación va de acuerdo a la cantidad de cubierta eliminada. Sin embargo, dice que la erosión pudo ser contrarrestada después de dos años. Iragorry, J. (15) hace ver también que una vez desprovisto el suelo de plantas, queda en condición susceptible para ser levantado por el viento en forma de tolvaneras.

Esto, sin embargo, necesita un poco más de explicación. El factor superficie incluye tanto a la cantidad de cubierta vegetal, como a la sinuosidad del suelo. Al aplicarse el fuego, el material combustible de esta cubierta arde de acuerdo al estado en que se encuentra ese material y al tipo de quema empleado, transformándose en cenizas. Quiere decir que el factor superficie recibe un efecto desfavorable proveniente del uso de las quemas, dejando a los terrenos parcial o totalmente desprovistos de cobertura y, por lo tanto, susceptibles a la erosión eólica. El suelo en sí queda desnudo y con una alta proporción de agregados secos fáciles de ser movidos por el viento el cual aplicará, sin mayores problemas, su movimiento de iniciación,

el transporte de las partículas tanto en el aire como a lo largo de la superficie y el depósito del suelo en una nueva localidad (Malina - 2). Las cenizas también serán llevadas con gran facilidad en este proceso de erosión eólica.

## PESO ESPECIFICO

Peso específico es el peso de las partículas sólidas del suelo, comparado con el de un volumen igual de agua. Según Fraise, F. W. (10), él notó un pequeño aumento del peso específico en el horizonte A. Este hecho puede demostrarnos que al efectuarse una quema intensa, como la empleada en esta experiencia, el contenido de materia orgánica disminuye, ya que probablemente éste es el único factor que puede tener mayor influencia sobre el peso específico de un suelo mineral.

## TEMPERATURA SOBRE EL SUELO

Se refiere este aparte no exactamente a la temperatura del suelo sino más bien, a la temperatura sucedida en el suelo durante la quema, hecho relacionado íntimamente con la actividad microbiana y con la velocidad de las reacciones químicas del suelo.

Fraise, F. W. (10) encontró en ensayos realizados en el Estado de Río de Janeiro, Brasil, que con un 20% de humedad los suelos mostraban un aumento marcado de temperatura en la parte superficial a causa de las quemas llegando, en algunos casos hasta los 500° C. Entre otras cosas observó que la temperatura a 20 cm. de profundidad era a veces de 71° a 89° C. y a



40, 60 y 80 cm. era de 59° C. Meiklejohn (24) escribió que el fuego en sus experiencias había alcanzado temperaturas momentáneas de 85° C. cuando utilizó quema intensa en arbustos de cuatro pies de alto y con un viento leve. Sin embargo, expresa que el efecto de la quema sobre el suelo se confina a la parte superficial, encontrando que la temperatura más alta registrada por un termo-par enterrado 2 cm. debajo de la superficie del suelo fue de 14.4° C. Killinger, G. B. (16) colocó unos termómetros a nivel del suelo y otros levemente metidos en él y encontró que la temperatura lo más que aumen-

taba eran 3 y a veces 8° C. Finalmente Suárez de Castro (29-30) nos brinda unas muy interesantes y recientes experiencias, en donde comprobó las temperaturas del suelo durante la quema a diferentes tiempos y profundidades, valiéndose de termostatos de lectura remota. Es curioso que en muchos casos se observara un descenso de la temperatura sobre el suelo, durante la quema, pero lo cierto es que él concluye diciendo que con quema sencilla o doble, la temperatura no varía en forma sensible después de los primeros centímetros.

## Efecto de las quemas sobre las propiedades biológicas

Siempre se ha dicho que las altas temperaturas de las quemas eliminan la vida micro y macroscópica del suelo; pero tal aseveración se ha expresado generalmente en base a suposiciones y no a experiencias. Las líneas siguientes llevan la intención de mostrar datos experimentales concretos, lo cual ha de servir para formar una mejor idea del efecto que tienen las quemas sobre la biología de los suelos.

### BACTERIAS

Los trabajos realizados hasta el presente parecen demostrar que las nitrobacterias no son muy afectadas cuando las quemas son más o menos moderadas pues, como dice Sáenz Maroto (26), en estos casos el calor es muy limitado y se hace sentir sólo en las capas superficiales, siendo difícil la esterilización total por medio de esta práctica. Pero, cuando el calor se intensifica y sobrepasa los 60°C dentro

del suelo, produce la muerte de cantidades inmensas de bacterias nitrificantes. Así parece aceptarlo Fraise (10) cuando expresa que las grandes temperaturas en el suelo eliminan a inmensas cantidades de bacterias, ya que ellas detienen su reproducción a los 50 o 55°C y mueren entre los 60 y 65°C. Meiklejohn, J. (24) opina en forma similar después de haber terminado sus experiencias en Africa Oriental, sobre la finca experimental de la Organización de Investigación de Agricultura y Silvicultura. Obtuvo cultivos enriquecidos con bacterias oxidantes de amonio y oxidantes de nitrito, aunque no en cultivo puro, observando que su número bajaba inmediatamente después de quemar. Bayer, L. D. (2), acepta también que las quemas muy fuertes son malas para la flora del suelo, toda vez que el suelo destruye la condición básica que favorece su desarrollo.

A pesar de lo expuesto, parece que

después de algún tiempo se restablece y supera el número de nitrobacterias en el suelo; lo demostraron Focan (29-30); Trutnev y Bylinkina (29-30). Corbet dijo en 1934 (24), en un estudio hecho sobre un bosque taldado en Malaya, que el número de bacterias posiblemente aumentaba por la adición de cenizas. Edwards (12), por otro lado, cree que al morir los hongos, las bacterias tienen una oportunidad para ser dominantes y aumentar la nitrificación. Creemos también que la mejora de las propiedades físicas y el aumento de los elementos químicos, por medio de las cenizas u otros medios, son factores innegables en el aumento del número de bacterias nitrificantes.

Los organismos aerobios fijadores de nitrógeno son aparentemente eliminados inmediatamente después de quemar. Meiklejohn (24) encontró una pequeña bacteria en forma de bastoncillo la cual fijaba aeróbicamente; una vez quemados los terrenos, no pudo encontrarse muestra de ella, con algunas excepciones de cultivos dudosos, lo cual demostraba casi con seguridad que estas bacterias eran eliminadas por el fuego.

Los organismos anaerobios fijadores de nitrógeno parecen sobrevivir. Así lo ha mostrado también Meiklejohn (24) con ciertas especies de *Clostridium* las cuales fijaron pequeñas cantidades de nitrógeno bajo condiciones anaerobias, inmediatamente después de quemar y varios días después.

Finalmente Trutnev y Bylinkina

(29-30) dicen que con la quema, las condiciones se hicieron más favorables para el desarrollo de las bacterias amonificantes.

## ACTINOMICES

El único dato que se pudo encontrar al respecto es uno de Corbet (24), el cual dice que el número total de actinomices del suelo es aumentado con la quema, debido al efecto que ejercen las cenizas.

## HONGOS

Estos organismos del suelo desaparecen en grandes cantidades con las quemadas. Antes de aplicar el fuego, Meiklejohn (24) determinó varios géneros de hongos: *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Pythium*, *Monilia*, *Verticillium*, *Monosporium*, *Mentha* y *Spicaria*. Cuando hizo el muestreo, después de quemar, notó una reducción tan grande, que los hongos desaparecieron completamente por un corto tiempo. Edwards (12), dice que el fuego aumenta la nitrificación porque probablemente suprime a los hongos, dando mayor oportunidad para que las nitrobacterias efectúen su función. Sin embargo, Corbet (24) encontró que después de quemar, el número total de colonias aumentaba por influencia de las cenizas de madera. Es posible, creemos nosotros, que este investigador haya trabajado con cenizas de reacción ácida pues de lo contrario sería difícil comprender los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

Siempre se ha dicho que la quema es una práctica nociva para el suelo, para los cultivos, la vida silvestre, el clima, etc. Las recomendaciones, por supuesto, han sido para erradicarla en su totalidad, usando para ello la promulgación de leyes drásticas, la divulgación extensionista y todos los medios posibles. Pero la verdad es que las medidas han carecido de bases reales, ya que el conocimiento sobre el problema de las quemas ha sido poco menos que teórico.

El análisis anterior, apoyado en el resultado de muchas experiencias, nos muestra varios aspectos del efecto del fuego sobre las condiciones del suelo. En términos generales los elementos químicos del suelo, aprovechables para las plantas, aumentan considerablemente con la presencia de cenizas, y algunas veces aumentan como consecuencia de transformaciones debidas al calor. Parece que se obtiene una mayor cantidad de nitrógeno, a no ser que se utilice una quema intensa; que aumentan el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio; todo ello, en tal forma, que no puede desestimarse a la hora de hacer un balance de los efectos de esta práctica tan discutida. La parte biológica, por otro lado, parece recibir beneficios y también efectos nocivos: las nitro-bacterias, después de un tiempo se restablecen y en muchos casos aumentan; las bacterias aerobias fijadoras de nitrógeno mueren, pero las anaerobias no son afectadas; aumentan las bacterias amonificantes y los actinomices, pero mueren los hongos. Completando el cuadro, casi todas las propiedades físicas son mejoradas: la infiltración, la percolación, la permea-

bilidad, la porosidad, etc. Sin embargo, el gran problema del efecto de las quemas sobre el suelo parece ser el aumento excesivo de la erosión, tanto hídrica como eólica. El suelo queda con poca o ninguna cobertura vegetal y entonces, a la entrada de las lluvias, se produce una rapidísima eliminación de las capas superficiales que son las que habían recibido los beneficios antes mencionados. Queda por dilucidar el comportamiento que pudiera obtenerse con el empleo de prácticas conservacionistas para evitar o aminorar esta erosión tan severa pues, aunque teóricamente quedarían eliminados todos los peligros de las quemas, es muy aventurado opinar sobre asuntos que no tengan el debido respaldo experimental. Desgraciadamente en Costa Rica no pudo llevarse a cabo una interesante prueba del "efecto de las quemas periódicas sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo y relación quemas prácticas conservacionistas", ya que se hubiera conseguido una respuesta concreta del asunto que tratamos.

A pesar de todos los beneficios que hemos conocido con el empleo de las quemas, debemos admitir que por el momento, las quemas continúan siendo una práctica agrícola peligrosa para los suelos. Pueda ser que más adelante se demuestre que no son tan malas y hasta que son provechosas bajo determinadas circunstancias, pero hasta tanto no se demuestre lo anterior en forma fehaciente, debe seguirse considerando como una práctica peligrosa.

Sirvan las líneas presentes como una instancia formal para que las autorida-

des respectivas reconozcan la complejidad de este problema y dediquen sus esfuerzos hacia una mejor comprensión del mismo. Las medidas legales, por bien intencionadas que sean, no pueden estar bien orientadas si se desco-

noce casi totalmente el problema que deben resolver y por ello, es recomendable que las leyes sobre quemas no se modifiquen hasta tanto no se comprenda un poco mejor este asunto.

## RESUMEN

- 1.—La quema moderada no afecta mucho al nitrógeno total del suelo y más bien parece aumentarlo después de un tiempo relativamente corto. El nitrógeno asimilable también aumenta. Con quema intensa, se reduce significativamente el contenido nitrogenado de las capas superficiales, pero en forma temporal.
- 2.—El aumento en la cantidad de nitrógeno, bajo condiciones normales, se mantiene por largo tiempo dentro del suelo.
- 3.—El fósforo aumenta como una consecuencia de las cenizas que vienen de la combustión de materiales orgánicos, pero su asimilación, depende de las complejas condiciones que tenga el suelo en el momento dado.
- 4.—Las quemas aumentan la cantidad de potasio por medio de la adición que producen las cenizas.
- 5.—El calcio aumenta debido a las cenizas depositadas sobre la superficie del suelo y, en presencia de calizas, aumenta debido al óxido de calcio activo que viene de la transformación que sufre parte del carbonato de calcio por efecto del calor.
- 6.—El magnesio aumenta su contenido en el suelo por conducto de las quemas.
- 7.—La materia orgánica potencial disminuye con cualquier tipo de quema. La activa, aumenta o no es afectada con quema moderada, pero disminuye con la quema intensa.
- 8.—Una vez quemados los terrenos, la acidez disminuye.
- 9.—La textura de los suelos no es afectada.
- 10.—Las quemas provocan generalmente un aumento en el volumen de macroporos y una disminución en el volumen de microporos, quedando sin variación el volumen total y el volumen de densidad de los poros.
- 11.—La permeabilidad de los suelos casi siempre aumenta con el uso del fuego.
- 12.—Inmediatamente después de quemar en forma moderada el equivalente de humedad sufre un

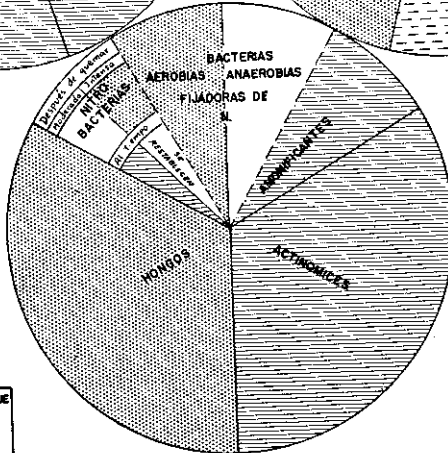
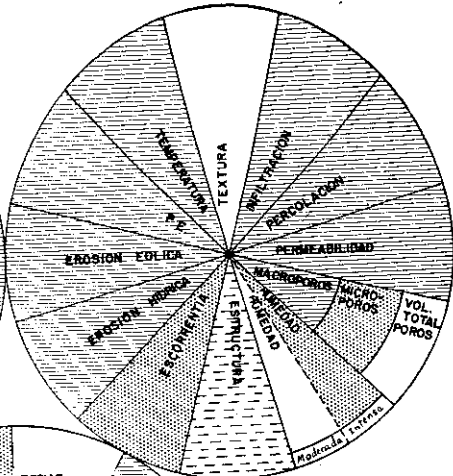
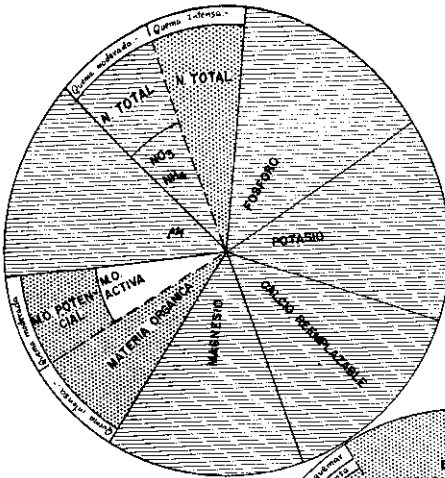
cambio que no es significativo, pero, cuando la quema es intensa, se produce una disminución pasajera en los horizontes superficiales del suelo. Después de las primeras lluvias el contenido de humedad aumenta.

- 13.—La capacidad de infiltración de los suelos aumenta, tanto en lo referente a cantidad, como a velocidad.
- 14.—La percolación es aumentada por las quemas.
- 15.—La liberación de materiales básicos en la ceniza, la deshidratación de las partículas más superficiales del suelo y otras causas más, provocan un mejoramiento de la estructura por medio del aumento en número, tamaño y estabilidad de los agregados del suelo, consiguiéndose una gran fortaleza para resistir el efecto destructor de las gotas de lluvia en el horizonte superficial.
- 16.—La escorrentía disminuye.
- 17.—La erosión hídrica es aumentada en una forma absolutamente alarmante con el uso de las quemas, debido a la eliminación parcial o total de la cobertura vegetal y posiblemente al poder de transporte del agua.
- 18.—La erosión eólica aumenta sobre
- terrenos quemados al actuar el viento sobre la superficie desnuda, transportando cenizas y partículas de suelo en el aire, como a lo largo de la superficie.
- 19.—El peso específico de los suelos aumenta.
- 20.—Durante las quemas la temperatura sobre el suelo superficial aumenta de acuerdo al grado de intensidad pero, después de los primeros 5 cm. de profundidad, los cambios son inapreciables.
- 21.—Las nitrobacterias no son muy afectadas cuando las quemas son más o menos moderadas pero, cuando el calor se intensifica llegando a temperaturas mayores de 60°C, se produce la muerte de inmensas cantidades de ellas. Algún tiempo después, sin embargo, se restablece y supera su número.
- 22.—Los organismos aerobios fijadores de nitrógeno son aparentemente eliminados inmediatamente después de quemar pero los anaerobios parecen sobrevivir.
- 23.—Los organismos amonificantes son incrementados con las quemas.
- 24.—El número total de actinomicas aumenta en el suelo con las quemas.
- 25.—La quema hace desaparecer los hongos por un corto tiempo.

# EFECTOS DEL FUEGO SOBRE EL SUELO

## ELEMENTOS QUIMICOS

## PROPIEDADES FISICAS



## PROPIEDADES BIOLÓGICAS

EL GRAFICO NO ESTA EN PORCENTAJE

- AUMENTA
- MEJORA
- DISMINUYE
- NO HAY EFECTO

GRAFICO N°1

DIBUJO

VALENZUELA, J.L.

1956

## BIBLIOGRAFIA

- 1.—ARANGUREN, G. Los incendios forestales y el futuro de Venezuela. *El Agricultor Venezolano*. Año XXI (193): 13-15 1957.
- 2.—BAVER, L. D. Soil physics. New York: London, John Wiley & Sons: Chapman & Hall, third edition, 1956 472 p.
- 3.—BLAISDELL, J. P. Ecological effects of planned burning of sagebrushgrass range on the Upper Snake River Plains. U.S.D.A., technical bulletin N° 1075 1953 39 p.
- 4.—BUDOWSKI, G. Tropical savannas, a secuencia of forest felling and re-piting burnings. Inter American Institute of Agricultural Sciences, Turrialba, Costa Rica, Reprint N° 97, reprinted from Turrialba, 6 (1-2): 23-33 1956 33 p.
- 5.—CHANTO, M. Los árboles, las fuentes y las quemadas. Escuela de Agricultura, Costa Rica. Tomo III (X): 233 - 235 1931.
- 6.—DIRECCION GENERAL DE LA CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA, S.A.G. Daños causados por los incendios forestales. El Campo, Tacuba, D. F., México. Tomo XXIII, 2ª época (769): 93 - 96 1956.
- 7.—DIRECCION GENERAL DE LA CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA, S.A.G. Combate de los incendios forestales. El Campo, Tacuba, D. F., México. Tomo XXIII, 2ª época (771): 6 - 28 1956.
- 8.—DIRECCION GENERAL DE LA CONSERVACION DEL SUELO Y AGUA, S.A.G. Combate de los incendios forestales. El Campo, Tacuba, D. F., México. Tomo XXIII, 2ª época (772): 88 - 96 1956.
- 9.—ECHEVERRIA, G. Apuntes generales sobre el humus, el anhídrido carbónico, las quemadas y la labranza. Boletín de la Sociedad Nacional de Agricultura, Costa Rica, Año XVI (7): 269-270 1944.
- 10.—EL PROBLEMA DE LOS INCENDIOS. *El Agricultor Venezolano*. Año XX (182): 18 - 26 1955.
- 11.—EL PROBLEMA DE LOS INCENDIOS. *El Agricultor Venezolano*. Año XX (83): 16 - 19 1955.
- 12.—FRITH, A. C. No Ma'n's land, the Empire Forestry Review. 34 (2): 179 - 187 1955.
- 13.—GONZALEZ, E. La Guardia Nacional en la prevención y extinción de incendios forestales. *El Agricultor Venezolano*. Año XXI (193): 16 - 21 1957.
- 14.—GONZALEZ, S. Los incendios de Brasil y Venezuela. *El Agricultor Venezolano*. Año XXI (193): 22 - 23 1957.
- 15.—IRAGORRY, J. Talas, rozas y quemadas. *El Agricultor Venezolano*. Año XIX (178): 20 - 23 1955.
- 16.—KILLINGER, G. B. Burning to establish and maintain clover pastures. *The Soil Science of Florida*. Vol. XII: 120 - 122 1952.
- 17.—LAGOS, J. A. Las quemadas o incineraciones de los terrenos. *El Agricultor Costarricense*. Año XII (2): 44 - 46 1954.
- 18.—LA LUCHA CONTRA EL FUEGO. *El Agricultor Venezolano*. Año XXI (193): 4 - 5 1957.
- 19.—LEWIS, J. R. Resumen de química general (traducción de Fernando Chaves). San José, Costa Rica, Imprenta Nacional, 1945 128 - 140, 157, 182 - 190.
- 20.—LYON, T. L. y BUCKMAN, H. O. Edafología, Impresa en Argentina, talleres gráficos de la Compañía General Fabril Financiera, S. A., Iriarte 2035, Buenos Aires, 1947 479 p.
- 21.—MATONS, A. Diccionario de agricultura, zootecnia y veterinaria. Barcelona: Buenos Aires, Salvat Editores, S. A., segunda edición. Tomo I 1947. 358 - 360, 480 - 482, 484, 608 - 609, 846 - 849, 999 - 1001.
- 22.—MATONS, A. Diccionario de agricultura, zootecnia y veterinaria. Barcelona: Buenos Aires, Salvat Editores, S. A., segunda edición. Tomo II 1948. 72, 301 - 306, 349 - 350, 521, 780 - 781.
- 23.—MATONS, A. Diccionario de agricultura, zootecnia y veterinaria. Barcelona: Buenos Aires, Salvat Editores, S. A. primera edición. Tomo III 1940.
- 24.—MEIKLEJOHN, J. The effect of

- bush burning on the microflora of Kenya upland soil. *Journal of Soil Science*. 6 (1): 111 - 118 1955.
- 25.—RODRIGUEZ, A. Efectos de la quema sobre los suelos de la serie Chinchiná boletín informativo, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia. III (30): 34 - 46 1952.
- 26.—SAENZ MAROTO, A. Los forrajes de Costa Rica. San José, Costa Rica, Imprenta Athenea, 1955 104 - 106 p.
- 27.—SOLORIZANO, C. F. La campaña de prevención y extinción de incendios y la conservación de los recursos naturales renovables. Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Recursos naturales renovables. Caracas, Venezuela 1957. 13 p.
- 28.—La lucha contra incendios de bosques y sabanas. *El Agricultor Venezolano*. Año XXI (193); 6 - 11 1957.
- 29.—SUAREZ DE CASTRO, F. Algunos efectos de las quemas sobre el suelo y las cosechas. Boletín informativo, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia. IV (41): 9-12 1953.
- 30.—Las quemas como práctica agrícola y sus efectos. Boletín técnico, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia. 2 (18) 1957 21 p.
- 31.—TARRANT, R. F. Changes in some physical soil properties after a prescribed burn in young ponderosa pine. *Journal of Forestry* 45 (7): 439 - 441 1956.
- 32.—TISDALE, S. L. and NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers. (not for publication). United States of America, 1955 348 p.
- 33.—VALENZUELA, JOSE LUIS, LOPEZ M. ANDRADE, L. y JIMENEZ, A. El problema de las quemas en Costa Rica. Ministerio de Agricultura e Industrias, San José, Costa Rica. Boletín misceláneo N° 2 1957 22 p.
- 34.—VALENZUELA, J. L. Estudio exploratorio del problema de las quemas en la Provincia de Alajuela (sin publicar). Ministerio de Agricultura e Industrias. San José, Costa Rica. 1957 41 p.
- 35.—VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA QUEMA DE MONTAÑA. *Revista de Agricultura*, San José, Costa Rica. Año XVI (7): 269 - 270 1944.
- 36.—VLAMIS, J. SCHULTZ, A. M. and BISWELL, H. H. Burning and soil fertility. *California Agriculture* 9 (7): 1955.
- 37.—WASKMAN, S. A. *Soil microbiology*. New York: London, John Wiley & Sons, Inc; Chapman & Hall, limited, 1952 345 p.
- 38.—Y DIOS LES ORDENO... Folleto adaptado por George Vitas con material publicado en "Bosques y Destrucción del Bosque en la Biblia" y en "Los árboles y la Biblia", traducido y adaptado en Costa Rica por Virginia Grutter. Ministerio de Agricultura e Industrias 1956.



# El raquitismo del retoño de la caña de azúcar y forma de dominarlo

E. V. Abbott \*

## HISTORIA DE LA ENFERMEDAD

El primer informe publicado acerca de lo que resultó ser el raquitismo de la caña de azúcar apareció en la memoria anual de 1945, Bureau of Sugar Experiment Stations, Queensland, Australia. Observóse primero la enfermedad en la variedad Q 28, cuyos retoños se quedaban muy atrasados en épocas de sequía y durante cierto tiempo se le denominó "Enfermedad Q 28". El término raquitismo del retoño apareció impreso por primera vez en la primera descripción detallada de la enfermedad que la calificó de transmisible apareció en 1950 en un trabajo presentado al Séptimo Congreso de la Sociedad Internacional de Técnicos de la Caña de Azúcar. (5) Decía la descripción que la enfermedad era causada por un virus cuyo agente/transmemoria anual de 1949 del Bureau y sor principal se creía era el machete.

Creían los australianos que a esta enfermedad se debía principalmente el gradual deterioro de año en año de algunas variedades de caña, el cual hasta entonces no se había aplicado, salvo en el caso de algunas variedades cuyo fracaso se había imputado definitivamente a enfermedades específicas. Esta creencia se ha visto confirmada (3) por las pruebas reunidas desde entonces en Australia y en otros países.

Al recibir la memoria australiana de 1950, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos en la Louisiana emprendió un estudio para determi-

nar si esta enfermedad tenía algo que ver con el deterioro de variedades en ese Estado, estudio que culminó en la identificación del raquitismo de los retoños allí en 1952. (1) Desde entonces ha sido identificado en casi todos los países cañeros del mundo y en varios de éstos se han implantado programas para combatir la enfermedad mediante el tratamiento térmico.

## SINTOMAS

No hay indicación externa alguna que distinga una planta atacada por el raquitismo de una planta sana, excepto la merma en el vigor del crecimiento, la cual es más notable en condiciones desfavorables y particularmente durante épocas de sequía. El crecimiento raquíptico es más marcado en los retoños que en las cañas nuevas pero en modo alguno se limita a las cañas de retoño. A menudo los plantones atacados tienen menos tallos de caña y algunos de éstos quizá sean más delgados que los tallos sanos. En términos generales el raquitismo no es uniforme de cepa a cepa y en los cañaverales donde existe la enfermedad se observa gran disparidad en la altura de la caña.

## SINTOMAS INTERNOS DEL TALLO

Asociadas al raquitismo del retoño se ven a menudo dos clases de decoloración interna del tallo, a saber, una

\* El autor es patólogo de la división de investigaciones de plantas azucareras del Servicio de Investigaciones Agrícolas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

en los nudos de caña madura o en proceso de maduración que consiste en una decoloración de los paquetes vasculares individuales y otra que es un color rosado pálido en los nudos y las yemas de caña joven. La primera se usa más extensamente que la segunda para identificar la enfermedad. Para buscar en los tallos la decoloración nodal se debe rajar y tajar la caña con un machete muy afilado. Puede hacerse el examen de los nudos en cortes a lo largo o de través. Es más fácil hacer los cortes a lo largo, y para este objeto el largo debe ser no menor de dos cañutos. Hágase el examen inmediatamente después del corte, ya que a menudo se borran los síntomas después de secarse la superficie. Búsquese la decoloración de paquetes individuales. El color que la enfermedad comunica a los paquetes varía mucho de matiz de una variedad a otra, pero en general va desde el anaranjado ligero hasta el rojo o el rojo naranja.

A veces no cambia el color general de los nudos o los cañutos de los tallos enfermos pero los tejidos afectados quizá estén ligeramente más cremosos u oscuros que los de los tallos sanos. El color muy agrisado de los nudos quizá se deba al exceso de agua u otros factores desfavorables al crecimiento y aparece tanto en las cañas enfermas como en las sanas. Absténgase, por tanto, de diagnosticar el raquitismo de los retoños guiándose únicamente por el color más oscuro de los tejidos a menos que la decoloración característica aparezca también en los paquetes individuales.

Para el diagnóstico deben tomarse en cuenta únicamente los paquetes vasculares hacia el centro del nudo. Cuidese de no equivocarse en la prominencia

ligeramente mayor de los paquetes al atravesar el nudo por síntomas de raquitismo.

Si se examina un corte de través, tájese el tallo con un machete afilado por la base del nudo. En esta forma los paquetes de tallos infectados aparecerán como puntitos rojizos o de color naranja.

La edad en que los tallos muestran los síntomas varía de acuerdo con la variedad de la caña y las circunstancias de su crecimiento, pero a veces aparecen los síntomas aún cuando los tallos sólo tengan unos cuantos cañutos. En las cañas muy jóvenes quizá facilite más el diagnóstico el color rosáceo en los tejidos por debajo del punto de crecimiento.

Hay que admitir que la decoloración interna no debe servir de base para el diagnóstico, pues a menudo carece de precisión para determinar la presencia del raquitismo de los retoños. A veces están tan bien definidos los paquetes descoloridos y el color rosado de los tejidos inmaduros, que no puede haber duda de que la planta está enferma, pero a menudo depende del juicio personal del observador decidir si es normal o no el aspecto de los paquetes u otros tejidos. Lo ideal sería disponer de cañas tratadas por el calor y sin tratar para comparar todas las variedades que han de examinarse y así saber si están enfermas, pero, desde luego, a menudo esto resulta imposible.

En vista de las dificultades con que tropezaba el diagnóstico por el examen visual de los tejidos se ha prestado mucha atención a los métodos químicos o de otra clase. Hasta la fecha no se ha logrado el éxito con los ensayos químicos, entre ellos el cromato-

tográfico. En diciembre de 1957 los patólogos de la Estación Agrícola Experimental de Louisiana y del Departamento de Agricultura de Estados Unidos en Houma comenzaron a colaborar en el estudio de las técnicas serológicas. Pero hasta el momento y probablemente por algunos años más el técnico de campo tendrá que usar su propio juicio, basándolo en la experiencia obtenida con el raquitismo en la zona donde esté trabajando. Sería muy conveniente estudiar los tejidos de caña tratada al calor y sin tratar, incluyendo cañas de todas las variedades posibles, con el fin de que el técnico de campo pueda aprender a distinguir lo normal de lo anormal dentro de las condiciones ambientales de la zona en que trabaja.

### TRANSMISION

La enfermedad se propaga por los trozos de caña semilla y el machete la transmite de las plantas atacadas a las sanas. Aunque con experimentos de inoculación se ha demostrado que el virus aparece en las raíces y las hojas y no sólo en el tallo, se desconoce la existencia de insectos y otros transmisores de la enfermedad. Tampoco se ha determinado si es transmisible la enfermedad por medio de implementos de cultivo que cortan las raíces. Concebible es, pero parece improbable que constituyan estos implementos un medio importante de transmisión.

### OTRAS PLANTAS HOSPEDERAS

Mediante experimentos de inoculación se ha visto que el virus del raquitismo de los retoños puede infectar al maíz, el sorgo, la hierba Johnson y otras hierbas selváticas, pero no se ha demostrado que estas plantas tengan intervención alguna en retener o propagar la enfermedad.

### TRANSMISION ARTIFICIAL

Es fácil infectar trozos sanos de caña semilla cortando el tallo con un machete mojado en el jugo recién extraído de tallos enfermos, o bien metiendo en este jugo las puntas recién cortadas de los trozos de semilla. Cualquiera de estos dos métodos da un alto por ciento de transmisión a las variedades susceptibles.

### EFECTOS DE LA ENFERMEDAD EN LOS RENDIMIENTOS DE CAÑA Y DE AZUCAR

El raquitismo de los retoños merma el arrojaje de la caña reduciendo la germinación y menguando el crecimiento tanto de las cañas nuevas como de los retoños. En ambos casos varía la reducción según las variedades de caña y la pérdida se acentúa con los factores desfavorables al crecimiento, en particular la falta de humedad. Las cañas nacidas de semilla tratada al calor fueron comparadas en un experimento hecho en la Louisiana en lotes semejantes con cañas sin tratamiento de igual procedencia, obteniéndose los aumentos indicados a continuación a favor de las cañas paradas nacidas de semilla tratada. (3)

<i>Variedad</i>	<i>Por ciento de aumento en el campo</i>
Co 281 . . . . .	65
Co 290 . . . . .	50
N Co 310 . . . . .	9
C P 29-116 . . . . .	8
C P 29-320 . . . . .	32
C P 34-120 . . . . .	45
C P 36-105 . . . . .	61
C P 43-47 . . . . .	51
C P 44-101 . . . . .	7
C P 44-155 . . . . .	36

Otro experimento en lotes semejantes produjo los siguientes aumentos en el rendimiento de la caña y de azúcar en el total de caña nueva y primer retoño: (4)

*For ciento de aumento de la prole de caña tratada en comparación a caña semilla no tratada*

**VARIEDAD**

	<i>Caña por acre</i>	<i>Azúcar por Acre</i>
C P 29-120 .....	40.8	46.3
C P 36-13 .....	31.6	23.4
C P 36-183 .....	47.9	27.6
C P 44-101 .....	8.3	0.3
C P 48-103 .....	20.5	14.5

La merma del rendimiento de azúcar por acre de algunas variedades fue mayor que la merma de caña por acre pero la merma de otras variedades fue a la inversa. En la Louisiana es corriente que el contenido de sacarosa del guarapo de cañas atacadas de raquitismo del retoño sea ligeramente mayor que el de la caña sana. Probablemente esto se debe a que la caña sana sigue creciendo más que la enferma y no a causa del efecto directo del virus en la elaboración de sacarosa. En esto las variedades se diferencian unas de otras. En una serie de experimentos incluyendo 28 variedades, el promedio de azúcar por tonelada de la caña nacida de semilla sin tratamiento, o sea, semilla enferma, fue de ocho libras más que el promedio de la caña tratada, diferencia ésta de significación en la estadística.

**DOMINIO**

Lógrase dominar en escala comercial el raquitismo tratando la caña semilla al calor con agua o con aire. Los que primero describieron estos tratamientos curativos fueron los cañeros australianos y en varios países se han emprendido programas ya con agua caliente, ya con aire caliente, para dominar la enfermedad. El uso del agua caliente está más extendido que el del aire caliente, excepto en la Louisiana, donde el programa de la totalidad de la industria azucarera usa el método de aire caliente casi exclusivamente. Tan-

to el agua caliente como el aire caliente tienen sus propias ventajas.

Las ventajas del agua caliente son: 1) es más fácil mantener una temperatura igual en una cantidad de agua que en una estufa de aire caliente de igual capacidad; 2) donde abunda el vapor para calentar el agua, como en un ingenio, la instalación para usar el agua caliente es por lo general más económica que la de aire.

Las desventajas de usar agua caliente son: 1) que ablanda las yemas y las hace más vulnerables al daño de la manipulación posterior; 2) algunas variedades de caña no toleran la temperatura requerida durante el tiempo requerido de inmersión en agua caliente tan bien como la toleran en el tratamiento de aire caliente, o sea, que el peligro de dañar las yemas es mayor.

El aire caliente tiene las siguientes ventajas: 1) fortalece las yemas y las hace menos vulnerables al daño de la manipulación posterior; 2) una estufa de aire caliente calentada por electricidad se puede instalar donde quiera que haya servicio eléctrico. (Esta consideración fue importante en la selección de aire caliente para el programa de dominio en la Louisiana, puesto que en ese Estado todas las colonias cañeras disponen de servicio eléctrico pero sólo los ingenios disponen de vapor).

Una desventaja del aire caliente es que resulta más difícil mantener una

temperatura constante en el aire que en el agua. Sin embargo, esta dificultad ha desaparecido en las estufas eléctricas construidas en Louisiana de acuerdo con las especificaciones preparadas por el Comité de Dominio del Raquitismo, en el cual figuran representantes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, de la Estación Agrícola Experimental de Louisiana y de la American Sugar Cane League. Una de las estufas ideadas por este Comité se vende en el comercio.

La primera recomendación de los patólogos australianos para el tratamiento térmico fue la de usar agua caliente a 50° C. por dos horas, o bien aire caliente a 54° C. por ocho horas. Pero en el tratamiento comercial de la caña semilla se ha visto que resulta conveniente prolongar el intervalo de inmersión en agua caliente y aumentar la temperatura del aire caliente con el fin de lograr el máximo dominio de la enfermedad. Cuando se usa agua caliente se obtiene un dominio mejor de la enfermedad continuando el tratamiento de 2½ a 3 horas, pero según arrecia la severidad del tratamiento aumenta correlativamente el daño a la germinación. Algunas variedades de caña de azúcar susceptibles al tratamiento térmico sufren daños bastante graves con el tratamiento de dos horas a 50° C. y no toleran una duración mayor.

Por tanto, antes de emprender el tratamiento de cualquier variedad en gran escala se deben hacer ensayos preliminares para determinar la tolerancia al calor.

En la Louisiana se recomienda para el tratamiento con aire caliente tener la temperatura de entrada a 58° C. durante el intervalo de ocho horas del

tratamiento (3). En las estufas eléctricas que en ese Estado se usan comercialmente la temperatura del aire al salir de la cámara para volver a coger calor y circular es de 54° C. aproximadamente.

Hay tres cosas de gran importancia en el tratamiento con agua caliente, a saber: 1) la debida proporción entre el volumen del agua y el volumen de la caña que va a ser tratada; 2) agitación constante del agua para que la temperatura sea uniforme en todas partes del tanque; 3) usar un termómetro de exactitud.

Recomiéndase una proporción de 6 a 8 partes por volumen de agua por cada una parte de caña. En un tanque muy pequeño se recomienda un galón de agua por cada libra de caña.

Es importante mantener el agua en agitación constante mientras dura el tratamiento. Si se dispone de servicio eléctrico se puede usar con buen efecto un agitador mecánico, pero el agua puede ser agitada a mano.

El termómetro corriente de columna corta no es apropiado y se debe obtener un termómetro de columna larga, el cual deberá colocarse en una caja de metal (que puede hacerse de cualquier metal dúctil), para que no se rompa. El termómetro debe responder a tres décimas de grado (0.3° C.) Es muy importante que la temperatura no baje a menos del mínimo de 50° C. Por tanto, suponiendo que el termómetro responde a una diferencia de 0.3° C., la temperatura debe mantenerse lo más cerca que sea posible de 50.3° C. El agua debe tener una temperatura algo mayor al meter la caña en el tanque, ya que esta operación hace caer momentáneamente la

temperatura. Cuéntese el intervalo del tratamiento a partir del momento en que el agua vuelve a marcar 50.3° C. después de meter la caña.

Para trabajar en escala comercial debe hacerse hincapié en que no se recomienda el tratamiento térmico de la caña semilla para la siembra comercial directa. Con la manipulación más cuidadosa se producirá una merma de cerca de 10% en germinación (proporción ésta que depende en gran parte de la variedad) y quizá si la merma sea de 25% o más. Por tanto, la cantidad de caña tratada en un año cualquiera debe basarse en el cálculo de la cantidad que será necesaria para sembrar la extensión comercial deseada en el año siguiente. Sabiendo aproximadamente el arrojaje de caña semilla que dará una extensión dada de caña nueva, puede determinarse la cantidad que hay que tratar. El abonar la caña nacida de semilla tratada al calor con más abono que de costumbre aumentará el rendimiento de la caña de semilla que de ella se obtendrá.

### REINFECTACION RAPIDA DESPUES DEL DOMINIO POR TRATAMIENTO TERMICO

Hay que tener sumo cuidado después de administrar el tratamiento curativo a la caña para impedir la re-infección. Si para hacer la siembra hay que cortar los trozos de semilla tratados, el corte debe hacerse, desde luego, con un machete esterilizado. Tómese igual precaución al cortar los tallos nacidos de las cañas tratadas al calor, o sea, los tallos de la prole, como generalmente se les llama. Se calcula que una infección inicial de 5% en un campo de caña nueva, con tal de que las plantas atacadas estén bien dis-

persas, se extenderá del 90 al 100% en la zafra del retoño, debido a la alta infectividad del jugo. Después de cortar un plantón enfermo, el machete infectará las plantas sanas hasta una distancia de 50 pies en la hilera.

Teniendo en cuenta la fuerte proporción de re-infección, el colono preguntará si vale la pena tratar la caña. Respondemos afirmativamente por las razones siguientes:

1) La mejora en la germinación de cañas de prole sana producirá campos mejores. En la Louisiana se ha visto que este factor es de importancia en el aumento del rendimiento que proviene del tratamiento térmico.

2) Aunque se vean atacadas las cañas que nacieron sanas, se requiere algún tiempo para que la enfermedad imponga su máximo efecto en retardar el crecimiento, por lo cual se gana una gran ventaja al empezar con caña semilla sana.

3) A medida que avance el programa de dominio, la caña semilla para las nuevas siembras debe tomarse de la prole de cañas previamente tratadas, con lo cual se hará bajar gradualmente de año en año el por ciento de infección.

### ESTERILIZACION DE LOS MACHETES

Se han propuesto varios métodos para esterilizar los machetes después de cortar caña enferma con el objeto de impedir la infección de cañas sanas y se han recomendado varios desinfectantes químicos para meter en ellos el machete o para mojar el machete. Co-

mo es dudosa la efectividad de algunos de estos desinfectantes, se prefiere usar el calor, ya metiendo el machete en agua hirviente, ya pasándolo por una llama. Sólo donde hay que trabajar mucho en el mismo lugar conviene usar una lata de agua hirviente. El mojar el machete con alcohol barato y prenderle fuego y el uso de un soplete u otros medios de hacer llamas comportan el peligro de incendio cuando los campos están secos. También da buen resultado lavar el machete en agua que contenga un detergente. Cuando faltan estos medios de esterilización hay que acudir a raspar el ma-

chete metiéndolo en tierra varias veces.

## VARIEDADES DE RESISTENCIA

No existen al presente variedades comerciales de caña de azúcar que presenten resistencia bastante al raquitismo del retoño para que se pueda prescindir del tratamiento térmico para la caña semilla. Sin embargo, se han hallado algunas variedades de alta resistencia, las cuales podrán servir como fuente de resistencia en los cruzamientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) Abbott, E. V.: The occurrence of a hitherto unrecognized growth-retarding disease of sugarcane in Louisiana. Sugar Bull 31:116-120, 1953.
- 2) Hughes, C. G. y Steindl, D.R.L.; Ratoon stunting disease of sugarcane. Bur. Sugar Expt. Stations, Queensland. Techn. Comm., 1955, N° 2 pp. 54.
- 3) Schexnayder, C. A.; The effect of stunting disease of sugarcane on yields of cane and sugar in Louisiana, and the use of heat treatment for control. Sugar Bull. 34 (22) 349-355, 1956.
- 4) Schexnayder, C. A. y Abbott, E. V.; Study during 1956 of the effects of stunting disease on yields of cane and sugar in Louisiana. Sugar Bull. 35 (22): 334-339, 1957.
- 5) Steindl, D. R. L.; Ratoon stunting disease. Internal Soc. Sugar Cane Tech. Proc. 7th Cong., pp. 457-465, 1950.

Tomado del Boletín Oficial Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba Vol. XVII N° 7 La Habana.

# Hoja blanca del arroz

Alberto Vargas \*

Antes de entrar en materia es conveniente aclarar la confusión que existe en cuanto a esta enfermedad. Dos términos se han venido usando: Hoja Blanca y Raya Blanca.

Hoja Blanca es el nombre de la enfermedad causada por un virus y a la cual se refiere el presente trabajo.

Raya Blanca es una anomalía hereditaria de menor trascendencia comparada con la anterior, que produce fran-

jas blancas y verdes a lo largo de las hojas y tallos, dándoles a las plantas un aspecto que se ha confundido con el daño viroso.

## SINTOMAS DE LA ENFERMEDAD

En los campos atacados de Hoja Blanca, el verde natural del arrozal

\* Ingeniero Agrónomo, Jefe Sección de Arroz, Depto. Agronomía Ministerio de Agricultura e Industrias.



*La Raya Blanca es una anomalía hereditaria que se evidencia por la aparición de franjas blancas y verdes a lo largo de las hojas y tallos.*



aparece irregularmente interrumpido por hojas amarillentas, que corresponden a la última hoja abierta de cada planta afectada. Sin embargo, en la misma planta puede haber otras hojas inferiores decoloradas, cloróticas o casi secas que le dan a la cepa un ligero aspecto de quemado.

Durante la época antes de la floración, las plantas atacadas disminuyen su crecimiento y en ataques intensos las plantas se quedan enanas.

En la época de maduración del arrozal, las plantas normales tienen panojas agobiadas por el peso del grano;

por el contrario, las plantas enfermas de Hoja Blanca aparecen con panojas pequeñas, erectas, estériles o con pocos granos. En ciertas plantas enfermas, la panoja brota con dificultad, presentando formas defectuosas.

Un examen de las bases de las plantas muestra que el sistema radical está reducido.

### DISTRIBUCION DE LA ENFERMEDAD

Las afecciones de Hoja Blanca han aparecido tanto simultánea como paulatinamente en regiones diferentes de nuestro país, en suelos y condiciones



*Plantas atacadas por la Hoja Blanca. Las panojas brotan pequeñas y a menudo son estériles.*

variables de cultivo; afecta en forma caprichosa los arrozales, a veces en manchas, pero comúnmente las plantas enfermas aparecen distribuidas en forma desordenada.

Los síntomas, así como la distribución de la enfermedad, contribuyen a determinar que es producida por un virus. Es muy posible que este virus sea el mismo que está produciendo daños en arrozales de otras áreas del Caribe, principalmente Cuba, Venezuela y Panamá, y que ha producido la paralización de la nascente industria arroceras del Sur de Florida, Estados Unidos.

### COMO SE TRASMITE LA ENFERMEDAD

La Hoja Blanca es de carácter infeccioso, transmitida por insectos, de los cuales existen en Costa Rica varias especies, el Sogata oryzicola, para citar un ejemplo. Este insecto ya está considerado como un posible transmisor en la infección de Hoja Blanca producida en Venezuela y Cuba.

También juegan un papel importante en la diseminación de esta enfermedad, ciertas plantas que son susceptibles al daño viroso. Esas especies se constituyen en hospederos peligrosos que mantienen la enfermedad a través de las estaciones, permitiendo que los insectos tengan siempre plantas de donde tomar la enfermedad, para luego transmitirla a los arrozales sanos.

Existen varios pastos de los géneros Echinochloa y Panicum que han sido reportados en Florida con la enfermedad del virus de la Hoja Blanca. Esos géneros existen en forma abundante en nuestras zonas arroceras, convirtiéndose así en posibles hospederos.

### IMPORTANCIA DE LA ENFERMEDAD

La Hoja Blanca se ha venido presentando en nuestros arrozales en forma muy irregular, pero puede afirmarse que existe en todas nuestras regiones dañando con mayor o menor intensidad nuestros campos arroceros.

Hay casos en que el virus aparece afectando hasta el 25% del área total de una siembra, pero en otros el porcentaje de infección es mínimo, notándose una que otra planta afectada.

Todas nuestras variedades comerciales son susceptibles a esta enfermedad, siendo afectadas en un porcentaje de mayor a menor intensidad de acuerdo con la cantidad de insectos transmisores existentes en las diferentes zonas.

En consecuencia, esta enfermedad afecta nuestros arrozales en una forma muy variable de acuerdo con los factores expuestos, siendo un hecho que la Hoja Blanca puede llegar a constituir una seria amenaza, como lo ha mostrado en otras áreas del Caribe.

Algunos países están haciendo esfuerzos para controlar este virus. Por ejemplo, en Florida, E.U.A., se adoptaron en 1957 medidas extremas, una de las cuales fue mantener en cuarentena la nueva zona arroceras de Belle Glade.

Para realizar este trabajo el Gobierno Federal tuvo que pagar a los arroceros de la región la suma de . . . \$ 186.000,00 para que no plantaran más arroz, controlando así la posible transmisión de este virus en los estados arroceros de Louisiana, Texas y Arkansas.

En relación a esta enfermedad, el Departamento de Agronomía del MAI inició desde 1956, a través de su Programa de Mejoramiento Genético del Arroz, una serie de estudios sobre la Hoja Blanca, que han servido para determinar la importancia de esta enfermedad y las regiones y áreas de siembra afectadas.

El principal trabajo efectuado por técnicos de este Departamento, ha consistido en seleccionar líneas que han ofrecido indicios de resistencia a la Hoja Blanca.

Estas líneas son las que podrán llegar en el futuro a constituir variedades comerciales de alta resistencia a esta enfermedad.

También ha hecho gestiones en el sentido de obtener líneas resistentes

a esta enfermedad, que han sido obtenidas en los países afectados y las cuales serán sembradas y probadas, con miras a poder ofrecer semilla de estas líneas a nuestros arroceros.

#### BIBLIOGRAFIA

Green, Víctor E. and Orsenigo, Joseph R. Wild grasses as possible alternate hosts of Hoja Blanca.

Plant Disease Reporter, Vol. 42, N° 3. Katayama, Y. Shida, S.

On mutability in a striped rice.

Proc. Crop Sci. Soc. Japan 1952: 21: p. 108 Malaguti, Gino.

La Hoja Blanca, extraña enfermedad del arroz en Venezuela.

Agronomía Tropical 6 (3): 141 - 145. Mukoo, Hideo. Lida, Tositake.

Information on the investigation of Hoja Blanca disease of rice in Cuba.

Administración de Estabilización del Arroz, Habana, Cuba.

# 17 preguntas y respuestas sobre la Fiebre Aftosa

Dr. Hermel Rosas \*

1.—Qué han hecho los países miembros del OIRSA (Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) para proteger la industria ganadera contra una posible invasión de la Fiebre Aftosa?

—Algunos de los países miembros del OIRSA han emitido Leyes y Decretos controlando la entrada de productos o sub productos de origen animal, que podrían ser portadores del virus de la Fiebre Aftosa. Además, han prohibido la entrada de animales susceptibles a la Fiebre Aftosa con procedencia de países infectados.

Asimismo han enviado Médicos Veterinarios al Centro Panamericano de la Fiebre Aftosa, para el estudio de las técnicas modernas para el diagnóstico, control y erradicación de la Fiebre Aftosa.

2.—Cómo es controlada la importación de productos o subproductos de origen animal que pueden ser posibles portadores del virus aftoso?

—La importación de productos o subproductos de origen animal que pudieran ser portadores del virus de la Fiebre Aftosa debe controlarse por intermedio de inspectores que trabajen bajo la supervigilancia de las autoridades veterinarias y que hayan sido bien entrenados por técnicos veterinarios que conozcan a fondo el tema de la Fiebre Aftosa, los cuales deben ser colocados en los principales puertos marítimos y aéreos.

3.—Es la Aftosa trasmisible al hombre y cómo se controla ésta?

—De acuerdo con la opinión de ciertos investigadores, se considera que la Fiebre Aftosa es trasmisible al hombre y que los síntomas producidos en él son los siguientes: Fiebre, a veces vómitos, sensación de calor, sequedad en la boca, hiperemia en la mucosa bucal; los labios y las encías se ponen rojas, presentándose más tarde en estos puntos y a veces en el borde de la lengua vesículas hasta del tamaño de guisantes, las cuales, una vez rotas, producen pérdidas epiteliales que se reparan pronto. La inflamación cutánea producida por la Fiebre Aftosa en el hombre se presenta más a menudo en la mano, extremos de los dedos y yemas de los mismos, base de las uñas y raras veces en los dedos de los pies, en las alas de la nariz y en la cara. Las vesículas, una vez rotas, forman costras finas, debajo de las cuales el epitelio se renueva en seguida, pero a veces también se forman úlceras que curan difícilmente.

4.—Pueden ser los cueros verdes o salados posibles portadores del virus aftoso?

—Los cueros verdes o salados se consideran portadores de la Fiebre Aftosa y por consiguiente debe prohibirse la importación de ellos cuando procedan de países infectados por la Fiebre Aftosa.

5.—Pueden considerarse las aves de corral como portadores del virus aftoso?

\* Médico veterinario, Jefe Departamental Antiaftoso, OIRSA.

—Las aves de corral que procedan de países infectados de la Fiebre Aftosa podrían considerarse portadores del virus aftoso en forma mecánica, y por esta razón se les deben desinfectar las patas y pico con una solución de ácido cresílico al 2%.

6.—Cuál sería el peligro que presenta un avión con equinos importados de países infectados por la Fiebre Aftosa que bajen en los países libres de ella?

—Un avión con equinos importados de países infectados de la Fiebre Aftosa se considera peligroso para un país libre de esta enfermedad, ya que los equinos pueden traer en los cascos tierra o estiércol contaminado con el virus de la Fiebre Aftosa; por consiguiente, es importante examinar si existe contaminación en los cascos del equino con tierra o estiércol, lo cual debe desinfectarse con una solución de ácido cresílico al 2%; y si los animales van provistos de heno, paja, o forraje, estos materiales deberían ser quemados en el acto o colocados en un recipiente herméticamente cerrado para su incineración.

7.—Qué efecto tiene la temperatura en el virus de la Fiebre Aftosa?

—El virus muere con seguridad por la pasteurización a la temperatura de 60 a 64°. A una temperatura de ebullición, el virus muere inmediatamente; sin embargo, a bajas temperaturas, por ejemplo las temperaturas bajo cero, el virus puede sobrevivir indefinidamente.

8.—Se considera a los países de clima cálido menos propensos a la propagación del virus de la Fiebre Aftosa?

—En los países de clima cálido el virus de la Fiebre Aftosa se puede pro-

pagar rápidamente en el ganado bovino.

9.—Es la Ley suficientemente eficiente para evitar la introducción del virus de la Fiebre Aftosa?

—La Ley no es suficiente para evitar la introducción del virus de la Fiebre Aftosa, si no existe un personal bien entrenado para impedir la introducción de animales y productos que pudieran ser portadores del virus.

10.—Por qué el contagio no es mayor entre los animales salvajes susceptibles a la Fiebre Aftosa?

—El contagio no es mayor entre los animales salvajes susceptibles a la Fiebre Aftosa, por considerárseles de menor susceptibilidad que los animales domésticos y además porque no existe un confinamiento estricto entre ellos, como lo sería en el caso de los animales domésticos que se mantienen en establos, corrales, y porquerizas, donde tienen más contacto entre ellos mismos.

11.—Pueden aparecer las ampollas entre las pezuñas sin el síntoma del babeo en los bovinos?

—Las ampollas entre las pezuñas no pueden aparecer sin el síntoma del babeo en los bovinos. Las ampollas de las pezuñas son secundarias a las de la lengua, que se consideran primarias y que al romperse producen el síntoma clásico del babeo en animales infectados.

12.—Hay casos de la Fiebre Aftosa en Centroamérica?

—En Centroamérica no existe por el momento ningún caso de Fiebre Aftosa.

13.—Cuál es el período de incubación de la Fiebre Aftosa?

—El período de incubación de la Fiebre Aftosa, considerada por infección artificial en el bovino, es de 24 horas y algunas veces hasta 72 horas. En caso de una infección natural en el bovino, el período de incubación varía de 2 a 7 días y en casos muy excepcionales hasta dos semanas.

14.—Qué significa el nombre de Aftosa?

—El nombre de Aftosa proviene de Aftas o ampollas, las cuales se forman en la mucosa bucal de los animales infectados, en las pezuñas y ubres.

15.—Puede ser el hombre un vehículo transmisor de la enfermedad?

—Se considera al hombre como un transmisor de la enfermedad en forma mecánica, porque puede llevar el virus en la suela de los zapatos, las manos y la ropa contaminada.

16.—Sería la vacuna un medio de propagar la infección de la Fiebre Aftosa en países libres de ella?

—Aparentemente las vacunas, aunque inocuas, han sido capaces de producir la infección de la Fiebre Aftosa, considerándose la peligrosa de usarse en países libres de ella.

17.—Se podrían diferenciar los síntomas clínicos de la Estomatitis Vesicular y la Fiebre Aftosa?

—Es imposible diferenciar clínicamente la Estomatitis Vesicular de la Fiebre Aftosa, y la forma más correcta de hacer un diagnóstico diferencial es por procedimientos de laboratorio, la fijación de complemento y por inoculación de ratones blancos lactantes.

(Tomado de la Revista Esso Agrícola N° 4, Agosto de 1957).

## Indice de Materias - Volumen 10

Arroz. Panoja erecta, una enfermedad no parasítica del ... ..	11
Aguacate. El cultivo del ... ..	29
"Arroz Rojo". El...en nuestros arrozales ... ..	108
Brucelosis bovina. La...y su profilaxis ... ..	32
Brucelosis en Costa Rica ... ..	97
Cafeto. Abonamiento, poda y combate de malas hierbas en el	41
Dasonomía. La agricultura y la... en Costa Rica ... ..	19
Derrite en el cafeto. Arseniato de plomo como fun- gicida en el combate de ... ..	89
Fitopatología. Importancia de la... en la agricultura moderna	24
Freseras. Mancha en la hoja o viruela de las ... ..	113
Hierbicidas. Uso de ... en café ... ..	8
Integración Económica de la Industria Ganadera en la América Latina ... ..	122
Montealegre Carazo don Mariano (biografía) ... ..	3
"Mancha Mantecosa". La...enfermedad por virus en el cafeto	94
Naranja. Gomosis o podredumbre del pie del ... ..	13
Ordeño. El sistema de espiguilla: nuevo método de ... ..	110
Ratas. Algo sobre...y ratones ... ..	119
Ramio: hasta diez cortes anuales ... ..	125
Teca. Generalidades, siembra y utilización de la ... ..	17
Tabaco. La "capa" del ... ..	106

## Indice de Autores - Volumen 10

Acosta Jiménez, Rodolfo . . . . .	106
Bonilla, Jorge . . . . .	8
Castillo, Daniel Amado y otros . . . . .	29
Holdridge, Leslie R. . . . .	19
Lizano P., Carlos L. . . . .	17
Lozano, Miguel J. . . . .	24
Larson, L. L. . . . .	122
Morán, Benjamín L. . . . .	32
Muro, José del C. . . . .	125
Ocampo, Fernando . . . . .	119
Pérez Ch., Edwin . . . . .	40
Pérez S., Víctor M. . . . .	39
Rodríguez, Ricardo A. . . . .	13-89-94
Valenzuela, José . . . . .	113
Vargas B., Alberto . . . . .	11-108

---

---