

REVISTA CIENTÍFICA.

EL HONGO DEL MAÍZ.—En la sección de patología vegetal del Informe anual del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, correspondiente al año de 1887 se inserta un excelente artículo intitulado: "Smut of Indian Corn," ó sea Tizón del maíz, *Ustilago Zeæ Mays*.

La enfermedad de aquel cereal producida por este hongo parásito, es bantante común en México, en donde se designan con los nombres de Cuitlacoche, palabra indígena que significa, *suciedad prieta*, de Cuervos, por su color negro, que recuerda el plumaje de estas aves, y Cabezas de negro, á las mazorcas atacadas por dicha planta parásita: la traducción del referido artículo es como sigue:

"El tizón del maíz así como el de los demás cereales, ha llamado la atención de los agricultores y botanistas desde una época algo remota. El primer escrito en que se trató de él con precisión, asignándole un nombre, apareció sin firma en el año de 1760: dicho nombre fué *Licoperdon Zeæ*. El mayor número de los primeros escritores y aun algunos del primer

cuarto de esta centuria, consideraron á los tizones como excrecencias ó degeneraciones, productos de la planta ó síntoma de enfermedad. Linneo y Jussieu, sin embargo, los consideraron como plantas. El tizón del maíz fué visto por largo tiempo como una simple variedad del tizón del trigo, siendo designado en 1805 por De Caudolle con el nombre de *Uredo segetum*, var. *Mayz Zeæ*. En 1808 este autor lo refirió al parecer por la primera vez, al subgénero *Ustilago*. En 1815 lo reconoció como especie distinta y lo llamó *Uredo Maydis*. La primera mención de él, como hongo americano, es quizá la de Schweinitz en 1822, quien le dió el nombre de *Uredo (Ustilago) Zeæ* y lo describió como apareciendo en la espiga. Algunas peculiaridades en la descripción indujeron á Link, Tulasne y á otros botanistas europeos á suponerlo como distinto de la forma europea, siendo designado por Tulasne bajo la denominación de *Ustilago Schweinitzii*, adoptada por Fischer de Waldheim en su obra reciente; pero Rabenel en 1848 (un año después de la publicación del trabajo de Tulasne), decidió que los nombres de este autor y de Schweinitz eran sinónimos. En el estudio de los tizones, Prevoste parece haber sido el primero que obtuvo resultados apreciables. En 1807 hizo las primeras observaciones sobre la germinación de las esporas, y sostuvo que el tizón como hongo parásito, era la causa, y no un simple acompañante de la enfermedad. Meyen en 1837 estudió por la primera vez la formación de las esporas. Sus observaciones fueron en parte confirmadas por Lévêille dos años después. Aquel estudio fué más completamente hecho por De Bary y publicado en 1853. En 1858 Kunt dió á luz los resultados de sus investigaciones, que fueron casi completas respecto al tizón del maíz, señalando más tarde cómo entra el parásito en su planta nodriza, lo cual fué también descubierto por Wolff en el tizón del trigo y en algunas otras especies. Esto aparentemente completó el ciclo de su desarrollo, pero quedó reservado á Brefeld descubrir un modo de germinación y crecimiento que ni se había sospechado. En previos ensayos para hacer germinar las esporas, fueron éstas colocadas en el agua ó en una atmósfera húmeda. Brefeld las sembró al principio, por accidente, en una solución nutritiva, como fué una infusión de estiércol. Sus masas de esporas secas quedaron abandonadas en el fondo, y una nube de esporas como polvo se esparció en todo el espacio; algunas de ellas se depositaron en una solución nutritiva, la que se empleó para otros cultivos y allí germinaron, repitiéndose después este experimento con el mismo resultado. El crecimiento se verificaba por gemación, semejante al de la levadura, continuando en crecer de aquel modo por un tiempo indefinido; pero cuando el alimento se agota forman hifas miceliales de una manera normal.

Nada hay en la apariencia exterior del maíz que indique la presencia de un parásito hasta casi al tiempo de la floración. Entonces es cuando se muestran en forma de hinchamientos desde el tamaño de un chícharo hasta el puño de un hombre, y los cuales marcan los lugares en donde las esporas se han formado. Con pocas excepciones toda clase de tizón, casi en número de ciento, forman sus esporas en un lugar determinado de la planta, por lo común en los órganos florales; pero el del maíz es la excepción más notable de esta regla, pues forma sus esporas en cualquier lugar de aquella, excepto en las raíces. El tallo lleva algunas veces masas de esporas cerca de la superficie de la tierra, como lo ha observado Kunt y el autor de este escrito; desde este lugar hasta la extremidad de la espiga pueden presentarse en cualquier punto. Las espigas son afectadas con demasiada frecuencia, pero con especialidad los granos de las mazorcas; siendo raro que todos lo sean á la vez, pues casi siempre hay algunos buenos. Las brácteas de la base de los ovarios ó granos jóvenes, llegan á deformarse exageradamente, y mucho más las envolturas de la mazorca. Cuando el tizón forma como un anillo á la mitad de ésta, los granos que están arriba abortan muchas veces. En las flores estaminadas (borla) los hinchamientos no son tan grandes. La presencia del hongo impide unas veces y otras no, la formación del polen, y los hinchamientos que preceden á la aparición de

la masa púlvulenta no son formados de ordinario sino después de que el polen ha madurado. Menos frecuentes, pero de ninguna manera raras son las masas de esporas en los tallos, hojas y cubiertas. Las de los tallos tienen á menudo un tamaño considerable, pero sobre las hojas especialmente, son más pequeñas y menos numerosas en apariencia, no siendo algunas veces más grandes que un chícharo.

La forma de los hinchamientos es en general oblongo-redondeada, pero por lo común más anchos en la extremidad libre y angostos en su punto de inserción. Están cubiertos por una membrana blanquiza ó plumiza, muy tirante al principio pero que al fin se arruga y se hien- de para dar paso á la masa pulverulenta de esporas. Si se divide un hinchamiento muy á su principio, aparece esponjoso, blanquizo y viscoso; si más tarde, presenta puntos ó líneas ne- gruzcas y al último la masa total llega á ser moreno-negruzca, en este período la membrana se revienta y las esporas son arrojadas.

El hongo se encuentra en la planta del maíz en estado tierno y durante su período vegeta- tivo; antes de la época de la formación de las esporas, consiste sólo de micelio. Éste crece, pues, desde muy cerca de la superficie del suelo, y á medida que el tallo del maíz se desarro- lla el micelio lo sigue hasta el lugar en que formará más tarde sus esporas; por lo común se extiende paralelamente á la parte en donde crece, extendiéndose como un hilo, á través de los tejidos blandos en una longitud igual al diámetro de algunas celdillas; pero en intervalos, especialmente en los puntos en que las paredes de las celdillas son firmes, se ramifica y for- ma chupadores para la absorción de los fluidos nutritivos, los cuales son más numerosos en las hojas, así como en las paredes gruesas de las celdillas. La mazorea de una espiga enferma contiene multitud de hilos del mismo micelio que penetran á través y entre las celdillas, sien- do, por lo mismo, aquella un lugar favorable para el examen microscópico. Los extremos de dichos hilos son enteramente agudos y fuertes para poder penetrar en la pared de las celdi- llas. Es tan delicado el micelio cuando joven, que se ve con dificultad, pero cuando envejece las paredes de los filamentos son gruesas y ofrecen un doble contorno, como un tubo dentro de otro y el protoplasma aparece en medio (Lám. XVI, figs. 2ª y 3ª) Su color tiene un bri- llo peculiar opalescente ó blanco-azulado, pero los hilos están á menudo envueltos por una capa de celulosa que los obscurece de tal modo que no fácilmente se descubren. Es difícil se- guir al hongo desde el punto de entrada al de la formación de las esporas, á causa de que el micelio muerto del intermedio ha sido desechado ó absorbido. La época de la fructificación del maíz es también la del hongo, y sus esporas por lo común se forman en los granos tiernos ó en las partes contiguas.

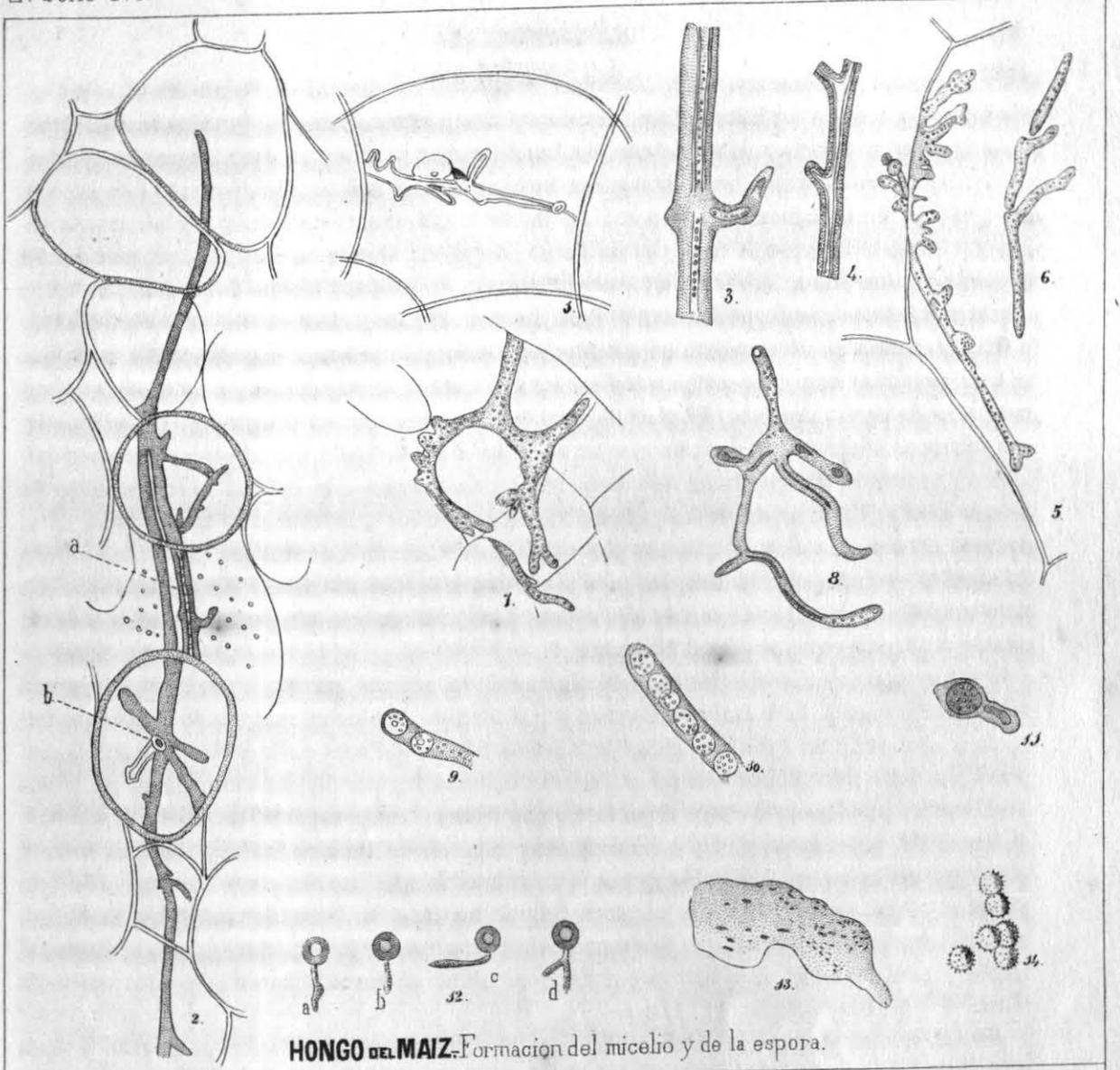
El primer paso para la formación de esporas, es la ramificación de los hilos miceliales en el lugar en donde aparecen las esporas, á manera de un matorral, siendo muy delgados los ra- mos que se producen, los cuales forman á la larga una masa muy complicada. Este aumento del hongo determina el hinchamiento de la planta, y que la madurez de las esporas acaba de completar, así como la multiplicación anormal de los tejidos de aquella. Las extremidades de las ramas se hinchan y se ensanchan con el protoplasma, conservando el color y la aparien- cia del micelio; en este protoplasma aparecen gránulos, cada uno de los cuales llega á ser una espora. Éstos gradualmente aumentan de tamaño, y el filamento acaba por dilatarse conside- rablemente, tomando un aspecto semejante á un hilo de cuentas. El desarrollo es entonces muy activo, formándose á menudo protuberancias laterales ó cortas ramas. Bien pronto apa- recen unas paredes celulares á través de los filamentos, una entre cada dos de las formaciones nucleares, que por su ensanchamiento concluyen por terminar en celdillas arredondadas. Las paredes celulares se vuelven gelatinosas, lo que da el carácter viscoso á la masa del tizón. A medida que las esporas se aproximan á la madurez, las paredes gelatinosas se reabsorben gra-

dualmente, así como los hilos del micelio; de suerte que cuando aquella termina casi sólo queda la masa seca y pulverulenta de esporas; las del centro se maduran después que los de afuera, y cuando las primeras están secas, las últimas se encuentran aún viscosas. Las esporas son globosas ú oblongo-arredondadas y de doble pared, la interna incolora, y la externa negro-pardusca y cubierta de multitud de puntas delgadas, siendo en esto muy parecidas á los granos de polen (Lám. XVI, fig. 14.) Su tamaño es de 00036 á 00048 de pulgada; de modo que casi 25,000 esporas puestas una al lado de otra, dan esta medida.

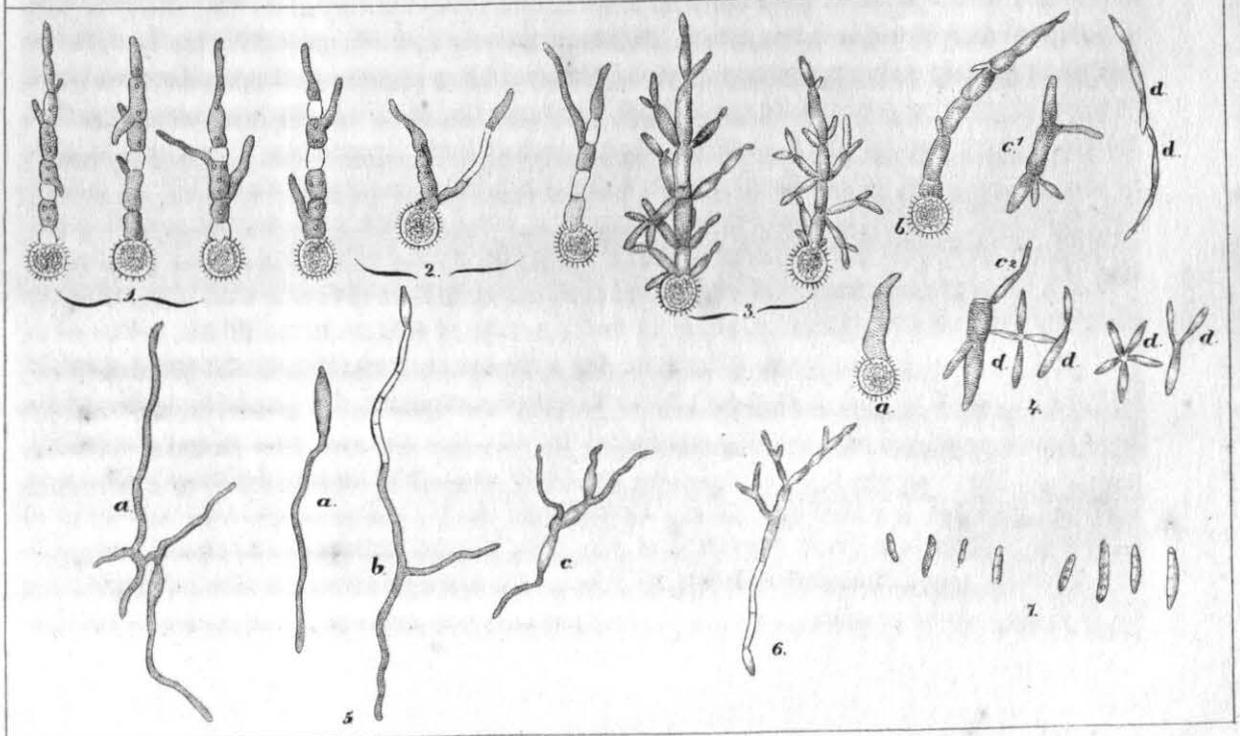
Kühn asienta que las esporas no germinan en el agua ó lo hacen con dificultad, pero que en una atmósfera húmeda germinan fácilmente en Octubre, verificándose en veinticuatro horas la formación de las conidias. Fischer de Waldhein obtuvo iguales resultados. Brefeld no logró tampoco hacerlas germinar en el agua durante el otoño; halló, sin embargo, que en la primavera germinan fácilmente en este vehículo: piensa él que esto es una regla general. En el mes de Abril una mitad de las esporas empleadas en los experimentos, germinaron en el agua al cabo de dos días. Según sus observaciones conservan su vitalidad por dos años. En tal edad no germinarían en el agua, pero sí en una solución nutritiva. Esto tiene lugar con menos facilidad que cuando son de seis meses, pero una vez que han germinado crecen con la misma actividad como si fueran recientes.

El proceso fisiológico referido se verifica como sigue, sea que germinen en el agua ó en una atmósfera húmeda. La membrana interna y el contenido, se hincha, revienta la membrana externa y sale como un tubo llamado el promicelio, dentro del cual pasa el protoplasma (Lám. XVI, fig. 12, *a d*); aparecen después tabiques transversales que dividen el filamento en varias celdillas; en aquellas de la extremidad se forman cuerpos como esporas, conidias ó esporidias, (Lám. XVI, parte inferior, fig. 1.) En muchas especies de tizones las esporidias se unen ó conjugan por pares, su contenido se reúne y del cuerpo que resulta crece un filamento que puede penetrar en los tejidos de la propia planta nodriza. El tizón del maíz, sin embargo, se caracteriza especialmente por la ausencia de este proceso. La esporidia germina separadamente y produce hilos miceliales que pueden penetrar en los tejidos de la planta del maíz (Lám. XVI, parte inferior, fig. 4, *a*.)

Este es el modo normal de germinación, pero otro descubierto por Brefeld es de gran interés científico y de importancia práctica, y de despreciarse haría inútiles todos los esfuerzos para remediar el mal. Cuando las esporas se siembran en una solución nutritiva, las conidias no germinan por tubos sino por yemas, como la levadura. Las celdillas se desprenden bien pronto de la espóra y el crecimiento continúa de esta manera, cada conidia produciendo por gemación cuerpos semejantes á ellas, los cuales acaban por desprenderse y alternativamente forman yemas como antes, siendo de esta clase el total crecimiento. (Lám. XVI, parte inferior, figs. 3 y 4.) Pero si la nutrición llega á agotarse, estas celdillas como levadura forman filamentos miceliales, los cuales llevan conidias, como cuando las esporas germinan en el agua. (Lám. XVI, parte inferior, figs. 5 y 6.) Los experimentos de Brefeld fueron hechos con frecuencia en una gota del fluido nutritivo, á fin de conservarlos dentro de los límites del examen microscópico. En algunos casos se variaron los experimentos, añadiendo otra gota si la nutrición se agotaba en una, y cuando esto se hacía el crecimiento por gemación se renovaba, continuando como anteriormente; encontró el mismo autor que esta manera de crecer se verificaba indefinidamente si las substancias nutritivas estaban al alcance del hongo. Esto mismo tiene lugar en la naturaleza, en los excrementos de los animales que han comido maíz atizonado, é igual cosa puede esperarse si éste halla al paso un montón de abono. Su vitalidad puede así conservarse indefinidamente y forma con facilidad tubos miceliales que penetran en el maíz cuando se planta en una tierra fertilizada con dicho abono. Esta forma del hon-



HONGO DEL MAIZ. Formación del micelio y de la espora.



HONGO DEL MAIZ. Germinación de las esporas en el agua y en soluciones nutritivas

go estando en activo crecimiento es quizá más á propósito que las mismas esporas para invadir la planta tierna, especialmente al principio de la primavera.

Por largo tiempo todos los esfuerzos para descubrir cómo el hongo conseguía penetrar en su planta nodriza, quedaron sin éxito, excepto en el caso del tizón del trigo observado por Kühn. El micelio se encontró en plantas muy tiernas de maíz, y de aquí es que se creyó que había penetrado por un punto cercano de la tierra. Wolff observó al fin la penetración de algunas otras especies de tizones inclusive el del trigo. El mismo Kühn, diez y seis años después de publicados sus primeros resultados, fué quien descubrió por último aquel hecho en la planta que nos ocupa. Encontró que el micelio de las esporas en germinación se introducía por el nudo de la raíz y por los entrenudos más bajos del tallo *i. e.* por las partes más tiernas, y de consiguiente sólo cuando el maíz comienza á desarrollarse, pues más tarde no puede el hongo, aparentemente al menos, lograr aquel objeto. Esta circunstancia deberá tenerse en cuenta para tomar medidas preventivas, como se dirá en los remedios que deben emplearse.

El profesor William Trelease ha visto recientemente que el tizón del maíz crece también sobre la *Euclena luxurians*; fuera de esta excepción, siempre está confinado á la primera especie. Bajo tal respecto, difiere del *Ustilago segetum*, que crece sobre el trigo, la avena, la cebada y diversos pastos. Se halla esparcido en toda Europa y América; pero en las regiones más frías en donde el maíz se cultiva, relativamente se halla libre de esta plaga, mas en aquellas que le son del todo propicias, es á menudo frecuente y muy destructora. Se cree generalmente que un temporal húmedo es favorable al desarrollo del hongo, pero hay hechos que demuestran que en una estación seca causa algunas veces graves perjuicios al maíz.

Durante casi todo el crecimiento de esta gramínea, el hongo crece en su interior produciendo efectos poco aparentes hasta la época de la fructificación, aunque en todo tiempo toma de la planta en que vive los materiales necesarios para su desarrollo. Al verificarse aquella función, la cantidad de jugos que se apropia es muy grande, lo cual necesariamente debilita la actividad de la planta sobre que vive, perjudicando con especialidad la del grano, si no es que de un modo directo lo infesta y lo destruye. Tal hecho es evidente cuando el tizón se forma en el centro de la espiga, abortando entonces los granos de arriba; de hecho, queda del todo destruida y no puede servir para alimentar el ganado, pues saldrían con el estiércol y extenderían la infección: por la misma razón no debe usarse para aquel objeto el forraje atizado. Por otra parte se cree muy venenoso á los animales y muchos casos de indisposiciones ó muerte se supone que son debidos á dicha alimentación. En la medicina se emplea este hongo del maíz en vez del cuernecillo de centeno, siendo su acción sobre el organismo animal la misma. Es de interés el advertir que la época en que más perjudica el tizón al maíz, es durante la fructificación; puede decirse que el grande esfuerzo por parte de la planta para madurar sus frutos la deja con menos poder fisiológico para resistir al parásito, formando en aquella época, especialmente en la espiga, un abundante material apropiado al crecimiento del hongo.

Como el tizón no puede tener un origen espontáneo, debe provenir de semillas como el mismo maíz. De consiguiente, la destrucción de las esporas determina tarde ó temprano la desaparición del hongo; mas es preciso para llevar á cabo este propósito la cooperación en una área extensa, pues las esporas son tan ligeras, que son más fácilmente arrastradas por el viento que el polvo común. Para conseguir esto debe ensayarse cualquier remedio cuidadosamente antes de abandonarlo (un año no sería suficiente), precaviéndose de toda causa de error. Por mucho cuidado que se tenga en quitar y quemar el hongo, si se aplica á la tierra el abono que se haya mezclado con él en años anteriores, cualquier remedio sería notablemente ineficaz á causa de que las esporas germinarían en tal abono.

La separación del hongo debe practicarse con inteligencia y perseverancia, tan pronto como aparezcan en el maíz los hinchamientos característicos y siempre antes de que las esporas se abran paso á través de la epidermis. Esta gramínea probablemente es la única en que el tizón sea evidente mucho antes de la madurez, para que el tratamiento sea eficaz ó al menos posible. Las mazorcas atacadas por el hongo, aunque fuesen sólo en parte, deben destruirse para evitar en cuanto sea dable la propagación del mal; no debiendo servir, por otra parte, para alimentar con ellas al ganado, que los come con avidez, pues la experiencia ha enseñado que le acarrea enfermedades. Se escogerán los mejores granos para semilla, no tan sólo para obtener una cosecha más abundante, sino por estar quizá menos expuestos á sufrir la invasión del parásito. Por otra parte, una planta vigorosa por su rápido crecimiento pasaría más pronto el período en que, según es sabido, se introduce el hongo en sus tejidos. Cualesquiera remedio aplicado al exterior de la planta sería del todo inútil, toda vez que está hecho el perjuicio cuando la enfermedad se hace visible; pudiendo tan sólo dar resultado para destruir á las esporas adheridas á los granos antes de sembrarlos. Hasta ahora se han empleado únicamente para el trigo; mas no hay razón alguna aparente para que siendo tan eficaz en un caso, dejen de serlo en el otro. Con tal fin se han propuesto diversas soluciones; la de agua de cal no ejerce acción favorable; la de ácido sulfúrico al $\frac{1}{2}$ % de agua, es recomendado por algunos experimentadores alemanes; pero la de sulfato de cobre parece la mejor y la más usada. El modo de aplicarla en Europa difiere del que se sigue en América: en la primera se recomiendan soluciones débiles al $\frac{1}{2}$ ó al 1 %, remojando en ella los granos por un espacio de tiempo relativamente largo, como diez y seis horas, cuidando de que permanezcan perfectamente sumergidos, removiéndolos de tiempo en tiempo y separando los que sobrenaden. Se les extiende después para secarlos en una superficie plana, sembrándolos en seguida; mas como se ha dicho, la práctica en América es distinta, pues se emplean por lo que toca á los Estados Unidos, soluciones concentradas y una corta sumersión.

Mas toda medida preventiva sería ineficaz si se mezcla á la tierra abono contaminado; y las investigaciones de Brefeld, como se ha visto al tratar de la germinación, enseñan cuán fácilmente se propaga por este descuido la infección. Sobre este particular Sorauer cita una demostración directa de Morini: este experimentador alimentó una vaca con salvado mezclado á las esporas del hongo del maíz; el estiércol en que se encontró á las mismas esporas germinando, se depositó en una porción de tierra juntamente con semilla de maíz; el resultado fué que todas las cañas que se desarrollaron quedaron al fin atizonadas; en otras treinta humedecidas con agua de goma y cubiertas de esporas no germinadas, sólo cuatro plantas fueron invadidas por el parásito. Esto demuestra el perjuicio que puede ocasionar el abono que contiene tales esporas, aunque no prueba de ninguna manera que al atravesar el cuerpo de algún animal se hagan más activas. Por el contrario, en los experimentos de Brefeld casi todas las esporas sembradas en una solución nutritiva germinaron en la primavera, en el espacio de veinticuatro horas; todo lo cual manifiesta las minuciosas precauciones que deberán tomarse para alejar el tizón de los ganados y de los montones de abono. La quema del tizón es el medio más seguro y eficaz para destruirlo, teniendo cuidado al ejecutar esta operación de que las esporas no sean arrastradas por las corrientes de aire fuera de los límites de la acción del fuego: se deberá también practicar la rotación de los cultivos por evidentes razones.

Hasta aquí lo contenido en el periódico americano ya citado: á continuación insertamos la traducción del extracto de un artículo de Moretti en el "Bollottino agrario" publicado en un número reciente del "Recueil de médecine veterinaire" de París, relativo á los efectos del *Ustilago maidis*.

“En 1885 el Dr. Pari inició una serie de experimentos con objeto de averiguar, como lo creía probable, si la ingestión del hongo del maíz podía determinar en los animales una enfermedad cutánea semejante á la pelagra del hombre. Él mismo aseguraba que en América y durante la estación calurosa, los animales alimentados con maíz en abundancia, padecían una especie de dermatitis especial llamada por esta causa *enmaizadura*, enfermedad debida probablemente á la introducción accidental en el tubo digestivo de numerosas esporas de *Ustilago maidis*.

El Dr. Pari trazó el programa de los experimentos, y éstos fueron ejecutados bajo la dirección del profesor Generali, por los doctores Moretti y Roncaglia.

A una yegua de doce años comenzaron á darle mezclados con los alimentos, 15 gramos de *Ustilago* en polvo y 15 del hongo dividido en fragmentos gruesos. A los cuatro días aumentaron la dosis á 25 gramos y así progresivamente hasta llegar á 80. Se elevó la cantidad de ocho en ocho días á 100, 120, 140, 160, 180 y 200 gramos diarios.

A un caballo castrado de seis años, le propinaron en cinco meses las mismas dosis que á la yegua. Ésta consumió un total de 46 kil. 220 de hongo, y el caballo 41 kil. 840.

Mientras duró el experimento no se observó modificación alguna en las diferentes funciones. Examinados al microscopio los excrementos, encontraron numerosas esporas del hongo, en su mayor parte bien conservadas; sólo algunas parecían entrar en vía de germinación y presentaban prolongamientos proto-plásmicos.

No se notó ninguna lesión cutánea en el macho; pero en la hembra, como al mes de la última ingestión del hongo, se vió aparecer espontáneamente á los lados del cuello, de las espaldas, en el lomo y cara externa de los costados, una notable cantidad de pápulas duras, indolentes, del tamaño de un grano de mijo ó de una lenteja; el pelo se desprendía fácilmente de aquellas superficies, pero la piel de las cercanías se mantuvo pastosa, elástica y con su espesor normal. En nada se resintió la salud general ni causó prurito la erupción.

El exantema disminuyó rápidamente, y al cuarto día desapareció por completo.”

Por nuestra parte agregaremos, para terminar por ahora este asunto, que así como lo afirma el Sr. Dr. Alfredo Dugès, el tizón del maíz ó cuitlacoche, no determina accidentes de ninguna clase á las personas que acostúmbren tomarlo como alimento, y cuyo uso está muy generalizado en México: cocido y condimentado de varios modos, es ciertamente de un sabor agradable.