

más cuando se encuentra en presencia del calor que se desarrolla á expensas de múltiples reacciones que se suceden durante la fermentación. Esto explica el por qué las hojas una vez beneficiadas, contienen una proporción menor de amoniaco que la que tienen en su estado normal.

Según Schloesing, la cantidad de amoniaco que contienen algunas especies de tabaco, es la siguiente:

Tabaco de Virginia.....	0.151
Idem de la Habana.....	0.370
Idem de Maryland.....	0.212

Entre los hidratos de carbón que existen en el tabaco y en la mayor parte de los vegetales, están la azúcar y el almidón. Se da importancia al almidón porque no es extraño que lo contenga, siendo uno de los elementos principales que constituyen las hojas de los vegetales. El azúcar no se encuentra en las hojas sino en el tallo; puede existir en las hojas, pero su proporción es mínima. Cuando á las hojas se les beneficia en los almacenes especiales y la fermentación ha sido lenta, el azúcar se transforma y desaparece, y las que se libran al comercio no denuncian ni huellas de este hidrato.

El almidón es un hidrato que, como se sabe, existe en la mayor parte de los órganos casi de la totalidad de los vegetales. Existe en el tallo, hojas, raíz, fruto y grano, pero se encuentra en mayor abundancia en las hojas y tallo; el tabaco en sus condiciones normales de vida lo contiene, pero en cantidad muy pequeña; si se modifican las condiciones de existencia, la proporción puede alcanzar una cifra muy elevada, debilitándose la asimilación de las raíces por falta de sustancias nutritivas, restringiendo por medios artificiales la absorción de los elementos minerales por su base, ó póngase en una atmósfera gaseosa de ácido carbónico, que es el que favorece en alto grado la formación del almidón. En estas circunstancias la absorción se modifica profundamente por las raíces y los elementos minerales que la planta necesita para formar

ó constituir sus ácidos orgánicos no le llegan en cantidad suficiente; pero la asimilación del ácido carbónico continúa y la materia hidrocarbonada que se forma, se acumula en la hoja bajo la forma de almidón; de manera que si persisten estas condiciones, nuevas cantidades de materias hidrocarbonadas se formarán; en este estado se lleva el vegetal á sus condiciones normales de vida; esta substancia hidrocarbonada se encuentra en presencia de las bases minerales que le sirven para formar sus ácidos orgánicos. Es así como Schloesing ha llegado á obtener hojas en las que la proporción de almidón se elevaba á un 20 por ciento. Esta producción anormal tiene por causa un desarreglo en el equilibrio de las funciones vitales.

LEY DE LA RESTITUCIÓN.

Habiendo concluido el estudio químico del tabaco, veamos qué consecuencias prácticas podemos sacar con respecto á la fecundidad ó esterilidad del suelo. Todas las plantas para vegetar necesitan de elementos de vida que le son indispensables para su completo y perfecto desarrollo. Estos elementos de nutrición pueden derivarse de dos manantiales: del aire y del agua; del aire toma el carbono, oxígeno y ázoe, y del agua algunos compuestos del ázoe que constituyen una fuente inagotable. Es á estos principios que podemos llamar la nutrición orgánica de la planta, y por último toma del suelo los elementos minerales.

Todas las plantas no son igualmente exigentes para su nutrición. Así, unas pueden vegetar en terrenos medianamente ricos; otras reclaman suelos fértiles, abundantes en principios orgánicos y minerales. El tabaco puede colocarse entre los más agotantes, pues demanda para su completa evolución, ácido fosfórico, cal y potasa.

No son las únicas substancias que constituyen su nutrición, porque hay otras como son la sílice, fierro, azufre, magnesia, etc., pero las cuatro primeras no deben faltar nunca por ser

las indispensables para su buena nutrición. En cuanto á las últimas, son necesarias, pero son de aquellas á cuya falta no sufre en nada el vegetal y no desempeñan un papel preponderante en la asimilación, y no hay temor que se agoten de una manera rápida porque las tierras las contienen en general en abundancia y pueden bastar á cultivos sucesivos.

En cada cosecha la tierra se empobrece por la disminución de sus principios fertilizantes que hemos enumerado; para darse cuenta de este empobrecimiento basta fijarse en la composición química de la planta, que arroja viva luz sobre el estado que guarda un terreno después de una cosecha, indica las proporciones aproximativas que salen de la tierra. Según el cuadro que dimos, vemos que el tabaco da por 1,000 kilogramos de hojas, 197 k. de cenizas, 95 k. de ácido fosfórico, 54 k. de potasa y 89 k. de cal. Vemos, pues, que es muy elevada la cantidad de principios que reclama el tabaco para vegetar y que toma del suelo después de su desarrollo. De aquí se deduce que es indispensable dar á la tierra sus elementos perdidos para que el tabaco ó cualquier otro vegetal se desarrolle en los cultivos subsecuentes y que esta restitución sea conforme á las exigencias de cada una, tanto en proporción como en naturaleza. Es tan sólo la composición química de la planta y la que puede decir cuáles son sus necesidades y así satisfacerlas. En el tabaco, vemos que los elementos son el ázoe, cal, potasa y ácido fosfórico, y es conforme á estos datos por lo que se añade á la tierra los cuerpos que por la comparación de los que el análisis de la planta y la tierra nos indique el cálculo que falte en esta última.

De aquí nace el corolario que tiene por base la restitución, en todo sistema de cultivo racional, que asocia de una manera íntima é inseparable los principios científicos con los procedimientos prácticos, naciendo estos últimos de la observación y de la experiencia. Dice así la ley: Para conservar á la tierra su fecundidad, es preciso que se la restituyan todos los principios que la planta se ha asimilado para su desarrollo. La negligencia

de esta luz puede llevar á la tierra á una esterilidad completa, que ocasione gastos de consideración y tiempo para volverla á sus condiciones primitivas.

Los elementos que se restituyen, lo indica con claridad la composición química de la planta, y la manera de verificarlo es con el prudente empleo de los abonos.

Las materias que por sus efectos fertilizantes contribuyen á mejorar las tierras ó sean los abonos, se dividen en completos é incompletos; el uso de uno ú otro lo indicarán las necesidades de los cultivos que se establezcan.

Las materias que agregadas á las tierras modifican sus cualidades físicas, ó sean los mejoradores, pueden dividirse, aunque de una manera arbitraria, en mejoradores de efectos nutritivos y en mejoradores de efectos físicos.

Por mejorador se entiende toda substancia que, incorporada á la tierra sin nada de principios fertilizantes, hace que combinen sus propiedades físicas. En las tierras muy ligeras, arenosas, en donde sería muy difícil establecer un buen cultivo, se modifican los mejoradores, tal es la arcilla que por su tenacidad y su mucha cohesión se une á la arena dándole consistencia y homogeneidad; cambiando el estado físico del suelo; pero no goza de ninguna propiedad fertilizante, es incapaz de ser asimilada; pero pone á la tierra en condiciones favorables para la vegetación, favorece la elaboración de los elementos para su más rápida asimilación. Lo mismo podemos decir con respecto de la arena que se emplearía para una tierra dura, pesada, como son los terrenos arcillosos. Tales son los mejoradores de efectos físicos; los mejoradores de efectos nutritivo y físicos, son agentes poderosos de fertilización, tales son la cal, marga, etc., cuyos efectos sobre la vegetación son sorprendentes.

Es, pues, el agotamiento de las cuatro substancias minerales antes mencionadas, que nulifica ó debilita la feracidad de las tierras cultivadas, y es en vista de esto, cuando se proceda á un cultivo, cualquiera que sea la tierra, debe satisfacer á las necesidades nutritivas de las plantas conforme á sus exigencias

naturales, de lo contrario no hay que esperar productos buenos que satisfagan á las necesidades de la explotación. Será, pues, con una aplicación racional y metódica de los abonos que se llega á los resultados que se desean.

Los elementos ázoe, cal, potasa y ácido fosfórico, son igual y simultáneamente necesarios para toda tierra porque entra como parte integrante en todo ser vegetal; y aun la experiencia diaria ha venido confirmando que si uno de los elementos falta ó disminuye en su proporción, el rendimiento medio de las cosechas decrece ó aumenta también.

Esto pasa cuando se emplean abonos completos; pero si alguno de los elementos no entra en las proporciones necesarias, ¿qué consecuencias podría arrostrar?

En un cultivo, la aplicación de un abono cuyos elementos ázoe, potasa, cal, estuviesen en una proporción muy elevada con respecto del ácido fosfórico? Desde luego el rendimiento del grano, fruto según el cultivo, disminuiría notablemente, porque el análisis del grano demuestra que el ácido fosfórico entra en un 5 por ciento de su peso, y á falta de ello en el abono, lo toma de la tierra, pero en cantidad muy pequeña que no basta para la completa nutrición del fruto, y así continuará hasta su completo agotamiento, en que la planta no fructifica, pero en detrimento del grano puede haber una vegetación anormal en el desarrollo de las hojas. Es una elección que hace la planta al aplicarle los abonos que asimila aquellos principios orgánicos é inorgánicos para organizarse bajo la influencia de causas diversas constituyendo así el ser vegetal que nace, crece, se desarrolla, florece, fructifica y muere, término final de todo ser orgánico. De manera que no puede llevarse á buen fin el ciclo evolutivo de los vegetales, cuando el terreno está agotado por la carencia de uno ó varios de los elementos en los abonos empleados; la vegetación será raquítica, sobrevendrán desequilibrios en las funciones vitales que acarrearán una suspensión en el desarrollo, ó se mantendrá en un estado endeble, es decir, entre la vida y la muerte; no sería raro que

hubiese un desarrollo anormal en ciertos órganos que por el aflujo considerable de principios que no pudiendo sufrir las múltiples transformaciones que lo pongan en estado de servir de alimento á la planta, se acumula en estos órganos para organizarse y formar parte de éste, ó simplemente se acumula bajo la forma de alimento de reserva, que coloca al vegetal en condiciones normales; sirve para volver á establecer su equilibrio evolutivo.

Estos serán los accidentes de la planta; pero el campo en que se han restituído parte de sus elementos, tendrá que caer en un estado de esterilidad como si no se hubiesen restituído sus principios; las plantas asimilan las materias minerales de los abonos y del suelo conforme á sus necesidades, en cantidades que tienen cierta relación unas con otras. Supongamos un abono completo cuya riqueza en ázoe, cal y potasa fuese muy grande, pero que el ácido fosfórico estuviese en la relación de un medio ($\frac{1}{2}$) con las otras sustancias, que la falta del ácido en el terreno fuese absoluta; que la asimilación del ácido fosfórico debe hacerse en la relación de $\frac{2}{3}$ con respecto á la cal que entra como uno. ¿Qué deducción se obtiene de su aplicación en el terreno? Desde luego, dado el caso de que se asimila todo el ácido tal como se encuentra en el abono y en la proporción de $\frac{1}{2}$, corresponderá su asimilación con respecto á la cal $\frac{2}{3}$ de éste, ó sea 0.66, es decir, que queda en la tierra un excedente de $\frac{1}{3}$, ó sea 0.335 de cal, que después de varias aplicaciones sucesivas vendría á constituir un verdadero encalado que al principio sería muy benéfico para la vegetación, al paso que el ácido fosfórico iría disminuyendo constantemente por poco que tuviese la tierra, y que pasados los primeros efectos del encalado, su aumento continuo vendría después á esterilizar el terreno; de aquí la necesidad de que siempre se empleen los abonos completos, ó si no, que se equilibren los unos con los otros, y de no aumentar indiscretamente las proporciones de una de las sustancias en detrimento de las otras, y siempre que se varía una se varían todas en las mismas relaciones.

Esto que he asentado como hipótesis, como base de cálculo, se verifica en la práctica cuando se hace un uso exagerado de la cal como abono y mejorador; su exceso se manifiesta por la escasez de sus productos y después por la esterilidad; cierto es que en sus primeras aplicaciones, la vegetación se manifestará por su vigor y hermosura, sus buenos rendimientos; pero es el tiempo el que se encarga de desengañar á los cultivadores de los errores que se cometen por el mal empleo de los abonos incompletos, cuando se desconocen sus efectos componentes y proporciones.

Para volver á una tierra su fertilidad perdida por el mal empleo de los abonos, se requiere tiempo y un buen sistema de cultivos, agotarlo poco á poco con cultivos convenientemente elegidos, empleando abonos en cuya composición falte el que se encuentra en exceso en el terreno. En fin, el empleo de los abonos incompletos sin conocimiento del terreno, puede traer graves inconvenientes que para evitarlos se debe hacer uso de los abonos completos; ahora no siempre se puede emplear en cualquier cultivo, porque ciertas plantas los necesitan más ó menos ricos en ácido fosfórico, otras en cal y potasa, tal es el tabaco que es muy rico en estos elementos. Las tierras fértiles son aquellas que poseen los elementos orgánicos é inorgánicos en cantidad suficiente diseminados de una manera uniforme y en estado de asimilabilidad perfecta; debe ser floja, con cierto grado de humedad, consistencia y permeable que permita el fácil desarrollo del sistema radicular de las plantas, multiplicado por este medio, las superficies de contacto con la tierra, aumenta su poder asimilatriz, facilita una buena aireación y que gozan las plantas de calor y humedad convenientes.

Con todo rigor es imposible atribuir en la tierra su fertilidad á una sola causa. Como infinitas son las causas, múltiples son los efectos. Es en el vasto campo de la ciencia asociada á la práctica en donde este conjunto de fenómenos puede resolver la parte activa que cada principio y cuerpo desempeña en las funciones fisiológicas de los vegetales.

Es en la proporción, estado y forma bajo los cuales se encuentran los elementos agronómicos de lo que dependen en primer lugar las condiciones físicas de una tierra.

Si es la arcilla la que domina sobre los otros elementos en proporción muy elevada, la tierra será muy fuerte y húmeda por su poca permeabilidad; la evaporación es muy rápida, lo que perjudica al cuello de las raíces, sea por su descalzamiento ó sea por la compresión que resulta por las grietas que se forman en el terreno por su rápida desecación. Para mejorar el terreno cambiando su estado físico, puede recurrirse á dos medios: el primero sería el empleo de la arena con prudencia, y el segundo consistiría en el estudio del subsuelo, el cual, si fuera arenoso, podría traerse á la superficie, pero con suma precaución porque se corre el peligro de comprometer el éxito.

Si el terreno que se cultiva fuere muy arenoso, se emplearía la arcilla estudiando uno ú otro de los medios anteriores.

El carbonato de cal, indispensable para toda tierra cultivable, sirve, como hemos dicho, ya como mejorador ó ya como abono. La presencia de la cal en la tierra sirve para favorecer la nitrificación, porque neutraliza los ácidos y deja el medio alcalino, dejando así un medio apropiado para el desarrollo de los microbios del suelo; en la forma del nitrato su presencia no es más que temporal, en época de lluvias no existe porque es arrastrada por las aguas á las capas inferiores del terreno; la constante formación de los ácidos del humus, que se desarrolla por la influencia destructora de las materias orgánicas, azoadas, daría á la tierra, si no fuese por la cal, una reacción ácida que cesaría de ser un medio favorable para la vida de los vegetales; pero la presencia de la cal tiene por efecto neutralizar los ácidos á medida que se producen, con desprendimiento de ácido carbónico que una parte es retenida por la tierra y la otra se pierde en la atmósfera ó queda disuelta en el agua que favorece la solubilidad de los fosfatos, y en último término existe como humato de cal.

Cuando una tierra posee una reacción ácida, se puede decir que falta calcáreo ó que existe; pero mal diseminado, no hay homogeneidad en la repartición del cuerpo con la tierra, existe en granos gruesos de difícil descomposición, es el empleo del calcáreo finamente pulverizado que bien repartido neutraliza el ácido.

Ázoe.—El ázoe existe bajo varias formas en la tierra; ácido nítrico, inmediatamente asimilable y de muy difícil conservación, porque los nitratos formados por la nitrificación son arrastrados como dijimos cuando la tierra por su poder absorbente fija una pequeña parte. El ázoe amoniacal, que tiene por origen la putrefacción de la materia orgánica; siempre bajo la forma de nitrato ó carbonato gaseosos; su presencia en el suelo es debida á las lluvias, que una vez depositada se transforma en nitrato; el ázoe orgánico que es de larga duración y que forma los anteriores y constituye una reserva para el porvenir.

Habiendo estudiado de una manera general todo lo que se refiere á la restitución de elementos quitados por las cosechas, falta por investigar el estado que deben tener los elementos. Se puede calcular con facilidad la proporción de las sustancias que pierde la tierra después de la cosecha, con los datos siguientes:

Rendimiento por hectárea y composición química normal de la planta. Para calcular los elementos antes del cultivo se conoce el espesor de la capa arable y su composición química; la diferencia entre lo que existía y lo que perdió constituye la reserva. Para el cálculo de los abonos y sus proporciones se tienen los datos:

- La composición química del suelo.
- La composición de la cosecha levantada y la de los abonos por emplear.
- La restitución de los elementos minerales á la tierra, no tiene en México la aplicación que debía; muchos creen y afirman que no son indispensables, y alegan como razón de peso, que la fertilidad misma de la tierra la rechaza.

En mi concepto creo que es un error, porque es natural que las plantas se nutren asimilando los principios minerales de la tierra, y si es así, ¿qué cosa más natural que restituirle ó volverle á la tierra lo que se le ha quitado? Se ve prácticamente todos los días que los cultivos sucesivos agotan á la tierra en sus cualidades, no sólo en tierras de mediana fertilidad, sino ricas en humus vegetal; muy cierto es que darán algunos cultivos sucesivos por el gran espesor de su capa arable; pero tendrá que suceder que falte alguno de los principios de importancia, ocasionando esto un desequilibrio que resiente inmediatamente el cultivo que se haya establecido, quedando así la tierra en estado de favorecer el desarrollo de plantas nocivas; la falta del ácido fosfórico se acusa ó porque no hay fructificación ó es muy raquílica; el ázoe que por existir bajo la forma únicamente de orgánico, no es propio para activar la vegetación. Sin embargo, es costumbre en la República dejar descansar á la tierra, que en el tecnicismo agrícola se llama "barbecho," aunque ignoran el por qué del cansancio que sufre la tierra; no se lo atribuyen á la falta de elementos porque desconocen la composición de la tierra, y de ahí nace el error de que la tierra no necesita abonos; los efectos del barbecho los conocen porque los ven; pero desconocen la causa de estos efectos y de cómo obran. En México es muy general el uso del barbecho que se hace alternar después de uno ó dos cultivos; en este período el terreno se labra perfectamente bien, se dan labores profundas para aumentar la superficie de acción del aire y limpiarlo de las yerbas nocivas que invaden el campo.

Esta práctica no es empleada por todos los cultivadores; lo que hacen es que tan luego como levantan la cosecha, abandonan el campo para sustituirlo por tierras vírgenes cuando les es dado encontrarlas, si no barbechan ó dan rotaciones imperfectas.

La práctica del barbecho tiene sus ventajas y desventajas bajo el punto de vista económico; será ventajoso cuando hay en la cercanía terrenos que por su fertilidad pueden producir

el mismo cultivo, y esto es lo más general; sabido es que en México las propiedades son muy extensas y que sería imposible cultivarlas, razón por la cual la superficie cultivada es pequeña relativamente; y con el empleo de tierras vírgenes se evitan la aplicación de los abonos que desgraciadamente en el país son muy poco conocidos.

Para proceder á barbechar es bueno fijarse en la densidad de la población cercana adónde tengan que afluir los productos; si es poco densa ó hay mucho terreno y el producto que se libra es con ventaja, se puede barbechar. Será desventajosa la práctica cuando la superficie cultivable es relativamente pequeña y la población cercana muy densa y que los productos tengan mucha demanda; en este caso es viciosa tal práctica, la tierra como capital se immobiliza; es tan nocivo dejar reposar la tierra como una industria que suspende los trabajos de uno de sus talleres. Es muy natural que los precios generales de la explotación permanezcan fijos si no es con muy poca diferencia, porque se tiene que dar labores, limpiar el terreno por barbechar, el número de brazos son los mismos para la explotación, los animales igual número, ni el capital ni el impuesto sobre el capital disminuyen. ¿Estos gastos de barbechado sobre qué parte de la explotación se cargan? si es á la siembra del año siguiente en ese mismo terreno, ó en otras siembras del mismo año, se comprenderá que el producto saldrá muy recargado en sus costos y no sería equitativo.

Por tanto, para obviar estas dificultades, el cultivador debe de preocuparse constantemente en que el equilibrio de los elementos de la tierra no se rompa por el agotamiento de ellos, debe recordar que los elementos fertilizantes, y en particular ázoe, cal, potasa, ácido fosfórico, la tierra es el medio en la cual se elaboran estos principios, el laboratorio en donde sufren las múltiples transformaciones que deben servir de elementos de vida para los vegetales.

Es indispensable una estercoladura después de cada cosecha para verificar la restitución. Suprimir los barbechos por las

rotaciones racionales que comprende una sucesión de cultivos que pueden variar para cada tierra, localidad y especie vegetal. Puede haber rotaciones que duren 2, 3, 5 y más de 10 años; pero los cultivos siempre conservados con los abonos, y al fin de la rotación puede venir el barbecho, que sería barbecho alternante.

ABONOS Y MEJORADORES.

Terminado lo relativo á la restitución de los elementos quitados á la tierra por los trabajos de la vegetación, indicaremos los abonos cuyo uso es más frecuente y apropiado para el cultivo del tabaco; pero antes diremos que en el país la mayoría de los cultivadores le dan muy poca importancia, y aquellos que los quieren usar tropiezan con la dificultad de que no encuentran adonde comprarlos.

Se comprende que no á todos les es dado por circunstancias especiales de la explotación, obtenerlos conforme lo desearan, por bajo que fuera su costo, que sirviera de estímulo para su buena aplicación y propagación, pues viene á estar muy recargado con las altas tarifas de transportes que se opone á que su uso en la actualidad se extienda; esto cuando hay alguna vía de comunicación de fácil acceso, que sería el medio quizá que daría mayores ventajas; pero imposible para todas aquellas localidades que están retiradas y aisladas del centro de producción, faltas por completo de vías fáciles de transportes.

A pesar de estas dificultades, es de esperarse que con el constante desarrollo de la agricultura, el mayor ensanche en las vías de comunicación y con el establecimiento de fábricas de abonos en las diferentes zonas del país, llevarán grandes elementos de vida á los dominios rurales y facilitarán el empleo de todo aquello que sea indispensable á este ramo de explotación, que tiene que constituir en tiempo no lejano el progreso y la riqueza de la República.