

tación, lo que hace a los pueblos fuertes, honrados, valientes, ricos y felices.

La conquista de la tierra es la prenda más segura para la conquista de la vida, del orden público, de la armonía universal, de la paz y de la libertad.

EXPLICACION DE LOS GRABADOS.

Figuras 1 y 2.—Trigos en tierra común.— Abono completo.— Sólo materia azoada.

Figuras 3 y 4.—Trigos en tierra común.— Sólo minerales.— Tierra sin ningún abono.

Figuras 5 y 6.—Trigos en arena calcinada.— Tierra sin ningún abono.— Con sólo minerales.

Figuras 7 y 8.—Trigos en arena calcinada.— Sólo materia azoada.— Abono completo.

Figuras 9 y 10.—Cáñamos.— Sin potasa.— Sin abono alguno.

Figura 11.—Cáñamo.— Con minerales solamente.

Figura 12.—Cáñamo.— Abono completo.

Figuras 13 y 14.—Colzas.— Tierra sin abono.— Minerales solamente.

Figura 15.—Colzas.— Solamente materia azoada.

Figura 16.—Colzas.— Abono completo.

Figura 17.—Papas.— Sin abono ninguno.

Figura 18.—Papas sin potasa.

Figura 19.—Papas.— Con sólo minerales.

Figura 20.—Papas.— Abono completo.

Figuras 21 y 22.—Vides.— Sin potasa.— Sin ningún abono.

Figura 23.—Vides.— Abono completo.

Figura 24.— La Vid gigante de Montecito.

Figura 25.— Hueco que debe hacerse al derredor del árbol para el abono.

Figuras 26 y 27.— Manzanos.— Sin abono ninguno.— Con materia azoada solamente.

Figura 28.— Manzano.— Con abono completo (con ázoe).

Figura 29.— Manzano.— Abono mineral (sin ázoe).

LA NUTRICION DE LAS PLANTAS Y LOS ABONOS

Es oportuno llamar la atención de los agricultores mexicanos sobre algunos principios fundamentales que gobiernan el fenómeno de la nutrición de las plantas y la fertilidad de las tierras, pues es éste un asunto de importancia capital en el ejercicio de la agricultura.

Hace medio siglo todavía los agrónomos y los hombres de ciencia creían que las plantas se nutrían directamente de *humus*, de materia orgánica, de estiércol. Fué Justo Liebig, quien en 1840 empezó a combatir esta errónea creencia, afirmando que las plantas se nutrían de sales minerales disueltas en la humedad de la tierra.

En verdad, ya desde el siglo XVI aquel gran genio que fué Bernardo Palissy hacía observar que cuantas veces se quema un producto agrario cualquiera, se obtiene la ceniza, la cual no puede ser otra cosa que el material salino que las plantas toman del terreno para nutrirse. Y esto tenía como consecuencia que la fertilidad de los terrenos y también de los abonos dependía de su contenido más o menos grande de estas mismas sales que se hallan constantemente en las cenizas de las plantas.

En su libro: *Tratado de las sales de la Agricultura*, 1593, así escribe: "Las sales de las plantas (ceniza) pro-



vienen del terreno, y para mantener la fertilidad de éste es preciso restituir las mismas sales que se sacan con las cosechas."

Veintisiete años antes (1566), en Italia, el agrónomo Camilo Tarello, natural de Lonato (Brescia), sostenía los mismos principios.

Pero la Química no había aún progresado lo suficiente para poder ayudar a estos sabios, y pasaron dos siglos sin que nadie se ocupase de la cuestión.

Solamente en el año de 1804, De Saussure recoge estos estudios, y en 1814 los continúa Sir Onofre Davy, y ambos dan la importancia merecida a las cenizas.

Pero nadie dió oído a las afirmaciones de estos sabios; por lo contrario, en esta época surge Their (1831) con su teoría del *humus*, con la cual se confirma la antigua creencia errónea de que las plantas se nutrían absorbiendo directamente el *humus* del terreno.

Llegamos al año de 1840, cuando aparece Justo Liebig, que con mucha razón es considerado como el fundador de la agricultura científica moderna.

Liebig, con la ayuda de la nueva química de Lavoisier, enriquecida de muchas otras conquistas, se lanza contra las antiguas teorías de los humistas, sosteniendo que las plantas no requieren materia orgánica, sino materias minerales, las mismas que se hallan en la ceniza.

Decía que el carbono derivaba del anhídrido carbónico (CO_2) del aire, el hidrógeno del agua, el oxígeno y el ázoe del aire¹ y todos los otros elementos minerales del terreno.

¹ Acerca del ázoe, en seguida se descubrió que solamente las leguminosas, entre las plantas cultivadas, pueden valerse del ázoe libre del aire. Todas las otras plantas lo toman solamente del terreno bajo la forma de nitratos.

Liebig llamó a la agricultura europea *ladrona*, porque no restituía al terreno los elementos quitados con las cosechas, formulando la *ley de la restitución*, que no era otra cosa que el concepto de Palissy, encontrado de nuevo y desarrollado tres siglos después: "Todas las substancias minerales de las plantas provienen del terreno, y por esto es preciso hacer de ellas *la restitución al terreno bajo la forma de sales minerales*."

Antes de ver apreciadas sus teorías por los agrónomos de la época, Liebig tuvo que luchar mucho. Finalmente consiguió que la Universidad de Gottinga, en el año de 1842, convocase un concurso para el mejor trabajo científico que demostrara la importancia de las cenizas en el estudio de la nutrición de las plantas.

El trabajo premiado fué el que presentaron dos jóvenes estudiantes de Química, Wiegman y Polstroff. Estos hicieron un experimento muy sencillo. Tomaron dos crisoles de platino, y en lugar de tierra, en una echaron platino esponjoso y en otro azúcar quemada, esto es, carbón puro, substancias ambas de ninguna utilidad para las plantas. Pusieron en estos dos crisoles un determinado peso de semillas de guisantes, de las cuales habían determinado ya el peso de la ceniza por medio de muestra. Los rociaron con agua destilada, la cual no contiene sales minerales, y las semillas germinaron y dieron lugar a pequeñas plantas que crecieron hasta cierto punto, llegado el cual decayeron y murieron.

Wiegman y Polstroff tomaron estas plantas, las secaron, las quemaron y determinaron el peso de las cenizas. Este peso no era ni más ni menos que el mismo de las cenizas de las semillas.

De este hecho se deducía que las plantas no producen

la ceniza, como entonces se creía, y que, al contrario, la absorben del terreno.

Algunas de estas semillas, sembradas en una maceta con tierra, junto a los crisoles del experimento, habían dado lugar a plantas completas, con flores y frutos, las que al quemarse dieron un aumento considerable de ceniza.

Wiegman y Polstroff repitieron el experimento, rociando con soluciones de sales, en lugar de agua destilada, y obtuvieron flores y frutos y aumento en el peso de la ceniza.

Estos ensayos dirigieron el estudio de la nutrición de las plantas hacia un método práctico y claro. Así se pudo inmediatamente comprobar, por medio de estos cultivos artificiales y por medio de las soluciones nutritivas, la diversa importancia, que los elementos que se hallan en la ceniza y en las plantas, tienen en la fisiología vegetal.

Las plantas se componen de 15 elementos, de los cuales el carbono es proporcionado por el aire, el oxígeno y el hidrógeno por el agua. El ázoe es proporcionado por el aire a las leguminosas y por los nitratos de la tierra en general a todas las plantas.

Por medio de los cultivos artificiales en agua destilada, iniciados por De Saussure (1808) y por Davy (1812), proseguidos por Hartig (1840), por Knop (1851-1853), y completados por Sachs (1857-1858)¹ en

¹ Estas soluciones nutritivas se obtenían disolviendo una mezcla de gr. 0,5 a gr. 1,5 de sales minerales que contienen todos los principios nutritivos para las plantas. Reproduzco dos de estas fórmulas:

Cloruro de potasio.....	gr.	0.207	
Nitrato de calcio	gr.	0.456	0.25
Sulfato de magnesio.....	gr.	0.171	0.25
Fosfato de hierro.....	gr.	0.133	0.02
Fosfato monopotásico	gr.	0.033	0.25
Nitrato potásico.....	gr.	0	1.00

ayuda a la teoría de Liebig, y después de los experimentos de Wiegman y Polstroff, se ha podido establecer que si en la solución nutritiva falta uno de estos elementos: fósforo, ázoe, potasio, calcio, magnesio, azufre y hierro, la planta no puede vivir. Por consiguiente, los siete elementos arriba mencionados fueron declarados indispensables.

Útiles, pero no indispensables, se comprobaron los siguientes: silicio, cloro, fluor, sodio y manganeso.

Resumimos en la tabla sinóptica siguiente:

Elementos constitutivos de las plantas	Indispensables	1. Carbono, del anhídrido carbónico del aire.
		2. Oxígeno
		3. Hidrógeno
		4. Azoe, del terreno y por las leguminosas también del aire.
		5. Fósforo.
		6. Potasio.
		7. Calcio.
		8. Magnesio.
		9. Hierro.
		10. Azufre.
	Útiles	11. Silicio.
		12. Cloro.
		13. Fluor.
		14. Sodio.
		15. Manganeso.

del agua.
del terreno.

Estudios recientes descubrieron también, además de estos elementos, otros que reaccionan como excitantes de la vegetación. Propiedades excitantes fueron también descubiertas en el manganeso.

En el estudio de los elementos indispensables para

la nutrición de las plantas se ha descubierto la *ley de solidaridad* que gobierna este fenómeno.

Esta ley se explica del modo siguiente: "*Los elementos que concurren en la nutrición de las plantas no accionan separadamente, sino como partes de un todo armónico.*"

"*Por consiguiente, si uno de éstos falta, los otros no pueden accionar con resultado útil.*"

Lo cual significa que si en un terreno falta uno de los elementos indispensables para la nutrición de las plantas, no hay fertilidad, no obstante que haya abundancia de los otros elementos.

De esta ley se deduce otra, que se llama *ley del mínimo*, la cual se formula de la manera siguiente: "*Los elementos de la nutrición de las plantas accionan en relación al que figura en cantidad mínima.*"

Todo viene a decir que la fertilidad de un terreno no es regulada por los elementos fertilizantes en más abundancia, sino por aquellos que se hallan en menor cantidad.

Pablo Wagner, comentando tales leyes, dice que la planta con sólo ázoe o con sólo el anhídrido fosfórico, o con la potasa sola, no puede formar ni hojas, ni tronco, ni semillas; es preciso que las diversas materias nutritivas estén todas presentes en el terreno, para que la planta misma pueda servirse de ellas en proporciones determinadas, según su naturaleza.

Cuando, por ejemplo, una planta necesita diez partes de fósforo, diez de ázoe, cuatro de potasio, una de hierro, una de magnesio, y falta uno de estos elementos necesarios, la planta no se desarrolla; y si en vez de faltar del todo uno de tales elementos, se hallase en

el terreno solamente en parte, por ejemplo, cinco de fósforo en lugar de diez, ocurrirá que la asimilación de los otros elementos se efectuará en relación a este más escaso y en lugar de diez de ázoe, cuatro de potasio, una de hierro y una de magnesio, etc., la planta asimilará solamente cinco de ázoe, dos de potasio, 0.5 de hierro, y 0.5 de magnesio, etc., con gran pérdida en su producción.

Como se ve, es el elemento más escaso que regula las cosechas.

En un caso semejante bastaría añadir al terreno, bajo la forma de abono, aquel 5 de fósforo que falta, para utilizar completamente los otros elementos según las necesidades de la planta, y conseguir abundantes cosechas.

Sobre estos principios se funda la agricultura moderna, y en ellos está la verdadera clave del cultivo racional.

La ley de solidaridad no sólo se verifica entre los elementos de la nutrición vegetal, sino también entre todos los factores que contribuyen al fenómeno vegetativo, como, por ejemplo, el agua, la luz, el calor, etc. Para demostrar con una forma gráfica y de manera clara esta ley, el Prof. Dobeneck de Berlín recurrió a un medio muy genial: tomó un número de duelas de diversa longitud, correspondiendo cada duela a uno de los factores de la vegetación, y las reunió construyendo un tonel.

La producción máxima vegetal es representada por la capacidad del tonel para los líquidos.

Por consiguiente ésta depende de la duela más corta, es decir, del factor que está en cantidad mínima.

Para aumentar la capacidad, esto es, la producción



vegetal, es preciso alargar la duela más corta, que no permite que el nivel del líquido interior suba, en otras palabras, es preciso aumentar el factor que en el ambiente está en cantidad mínima.

Podemos alargar todas las otras duelas sin lograr utilidad alguna.

Pero alargando solamente la duela más corta, obtendremos un aumento de la capacidad hasta que esta duela llegue al nivel de aquella que esté inmediatamente arriba; y de esta manera es evidente que aumentando sólo el factor mínimo, la producción sube únicamente hasta el punto en que queda otro factor mínimo.

Esta es la ley de solidaridad.

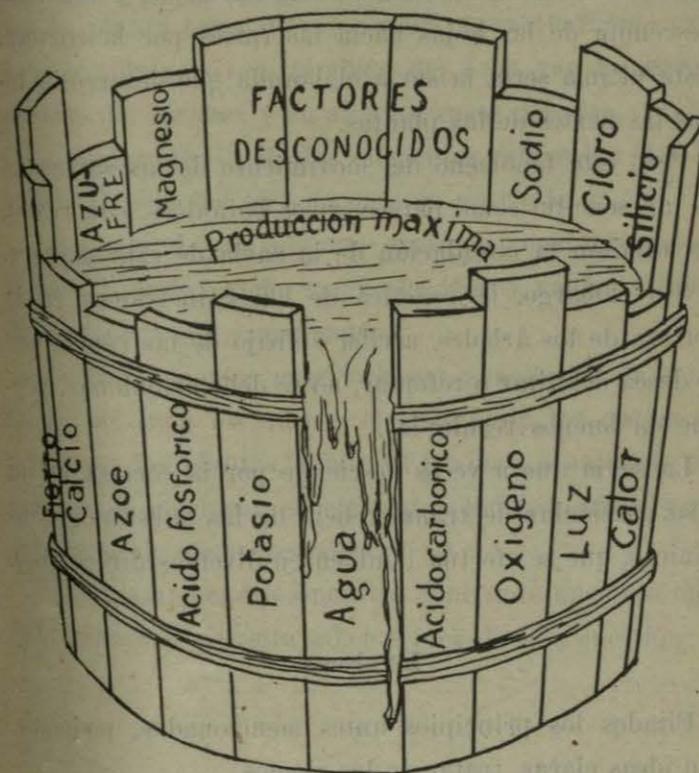
En nuestra figura el factor que dirige la vegetación es el agua; y en este caso ningún abono podría aumentar la cosecha sin añadir agua. Lo mismo puede decirse si la duela más corta fuese aquella que representa el potasio, o el ácido fosfórico, etc.

* * *

¿Y cómo las soluciones de las sales del terreno circulan en las plantas?

Después de ser penetradas por endósmosis en los tejidos de las raíces, estas soluciones suben por efecto de la hinchazón de las celdillas, que empuja la savia en dirección de la menor resistencia, que en las estaciones calientes son los canalitos abiertos del corazón del tronco. Esta fuerza se llama *impulso de las raíces*, y los botánicos Hales, Mirbel, Clarke y otros, demostraron que en primavera es superior a la presión atmosférica.

De esta manera las soluciones salinas llegan a las hojas y a todas las partes verdes de las plantas, donde se combinan con los elementos que las plantas toman del aire y del agua, funcionando las hojas como ver-



El tonel de Dobenek

daderos crisoles, en los cuales los químicos hacen sus combinaciones y reacciones.

La energía que la substancia verde, o clorofila, de las hojas, emplea para hacer estas *síntesis químicas*, es aquella de la luz y del calor del sol, luz y calor que se pueden extraer, como las sales minerales (ceniza), de los productos orgánicos, por ejemplo, de la madera, quemándolos.

El hecho de la ascensión de las soluciones nutritivas por el corazón del tronco, y la observación que las sustancias elaboradas pasan por la corteza, habían inducido a admitir en los árboles dos corrientes de savia, una que subía de las raíces hacia las hojas, y otra que descendía de las hojas hacia las raíces por la corteza. Esta última sería la savia elaborada que desarrolla todas las partes de las plantas.

Pero este fenómeno del movimiento de las savias no es tan sencillo como parece, y los botánicos, con razón, no admiten la circulación de la savia de esta manera.

Sin embargo, la práctica de hacer incisiones en la corteza de los árboles, arriba o abajo de las ramas que se desea debilitar o reforzar, no se debe abandonar, porque da buenos resultados.

La savia que a veces desciende por la corteza es un caso particular de transferencia de las sustancias orgánicas, que se efectúa también en diversas direcciones.

Los abonos

Fijados los principios antes mencionados, podemos, con ideas claras, tratar de los abonos.

Pero primero haremos algunas consideraciones que resuman lo dicho, abriendo y facilitando el camino.

Todas las veces que se quema un producto agrario cualquiera (leña, paja, etc.), se desarrolla luz, calor, sustancias gaseiformes, y se obtiene ceniza.

Así como nada se crea, ni nada se destruye en la naturaleza, así la luz como el calor, tanto las sustancias gaseiformes cuanto la ceniza, deben tener una causa, un origen.

La luz y el calor, esto es, la energía luminosa y la calorífica que salen de los productos agrarios, derivan del sol, y de ellos la planta paulatinamente se apodera, con su delicada labor de síntesis química.

Las sustancias gaseiformes derivan de los elementos que la planta toma del aire y del agua (carbono, oxígeno e hidrógeno), y también del ázoe que la planta absorbe del terreno, y en algunos casos del aire.

La ceniza deriva de los elementos minerales que la planta absorbe del terreno para su nutrición.

La ceniza de las plantas contiene constantemente: fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, azufre, silicio, cloro, fluor, sodio y manganeso.

Con los elementos gaseiformes y aquellos de la ceniza, se obtienen los quince elementos de los cuales se componen las plantas, y que ya tuvimos ocasión de conocer y de clasificar en elementos indispensables y en elementos simplemente útiles.

El siguiente cuadro sinóptico pone ante nuestros ojos todo cuanto se necesita saber acerca de esta cuestión:

Elementos constitutivos de las plantas.	Indispensables.	Inagotables.	<p>1.—<i>Carbono</i>.—Las plantas toman el carbono del anhídrido carbónico (CO²) del aire.</p> <p>2.—<i>Hidrógeno</i>.—Lo toman del agua.</p> <p>3.—<i>Oxígeno</i>.—Del agua.</p> <p>4.—<i>Azoe</i>.—Las plantas cultivadas en general toman el ázoe de los nitratos del terreno por medio de las raíces. Solamente las leguminosas, entre las plantas cultivadas, pueden utilizar el ázoe del aire, y en virtud de los microbios (<i>Bacillus radicularis</i>, Bey.) que viven en sus raíces, en simbiosis (vida en sociedad) con ellas.</p>
		Agotables. Estos cuatro elementos son aquellos que tenemos que restituir a la tierra con los abonos, si deseamos mantenerla fértil.	<p>5.—Fósforo.</p> <p>6.—Potasio.</p> <p>7.—Calcio.</p>
	Útiles.	Casi siempre en suficiente cantidad en las tierras.	<p>8.—Hierro.</p> <p>9.—Magnesio.</p> <p>10.—Azufre.</p> <p>11.—Silicio.</p> <p>12.—Cloro.</p> <p>13.—Fluor.</p> <p>14.—Sodio.</p> <p>15.—Manganeso.</p>

Los elementos que las plantas toman del aire y del agua no interesan al agricultor práctico, porque el aire se agita continuamente y se renueva alrededor de las plantas, y por esto no puede ser agotado, y de agua hay

siempre bastante cantidad para permitir a las plantas tomar de ella el hidrógeno y el oxígeno que necesitan, y se renueva también con frecuencia.

Para las necesidades de la agricultura práctica debemos ocuparnos de los elementos que las plantas toman del terreno, porque éste no puede renovarse alrededor de ellas, como ocurre con el aire y con el agua, y por eso está sujeto a agotarse por efecto de las continuas cosechas, que se reducen por el terreno en subtracciones de sales minerales.¹

Los elementos útiles están contenidos en los terrenos casi siempre en cantidad suficiente para las necesidades de las plantas, mientras que los elementos indispensables raramente están contenidos todos en bastante cantidad, y aquellos que más frecuentemente están contenidos en cantidades mínimas o insuficientes son los que las plantas más exigen y en mayor cantidad: el ázoe, el fósforo, el potasio, y a veces también el calcio.

El hierro, el magnesio y el azufre se hallan casi siempre en los terrenos en cantidad suficientemente abundante.

¹ Una cosecha de maíz asociada con frijol quita del terreno, por hectárea, los elementos siguientes:

Azoe	Kg.	78 ó 79
Potasa	"	64 ó 65
Anhídrido fosfórico.....	"	20 ó 30

Una cosecha de trigo de 31 hectolitros y correspondiente cantidad de paja, quita:

Azoe	Kg.	82 u 83
Potasa	"	56 ó 57
Anhídrido fosfórico.....	"	36 ó 37

Un prado de alfalfa que produzca 15,000 Kgs. de alfalfa seca por hectárea, quita:

Azoe.....	Kg.	345
Potasa.....	"	219
Anhídrido fosfórico.....	"	79
Cal	"	378

Como se ve, con las cosechas se quitan del terreno fuertes cantidades de elementos fertilizantes, y es claro que para mantener y elevar la fertilidad de las tierras es preciso, no solamente restituir estos elementos que se quitan, sino restituirlos en mayor cantidad.

dante, en relación a las exigencias de las plantas, y de ellos, en efecto, poco se preocupan los agricultores.

Los elementos que es preciso tener siempre presentes, cuando se habla de fertilidad de las tierras, son los cuatro arriba mencionados: ázoe, fósforo, potasio y calcio.

De ellos las plantas tienen también mayor necesidad, y en las tierras más frecuentemente se hallan en muy pequeña cantidad, y aun escasa, a excepción del calcio, que a veces abunda en los terrenos calizos.

Estos elementos tienen tanta importancia en agricultura práctica, que el Dr. Baldari, muy ilustrado amigo mío, aconseja a los agricultores hacer el signo de la cruz del modo siguiente:



Para que una tierra esté suficientemente provista de elementos fertilizantes, es preciso que contenga bajo el punto de vista químico, a lo menos:

- 1 por mil de ázoe (N).
- 1 por mil de anhídrido fosfórico ($\text{Ph}^2 \text{O}^5$)

2 por mil de potasa ($\text{K}^2 \text{O}$)

50 por mil de cal (CaO)

Ahora ocurre que los análisis químicos de las tierras de muchas regiones de la República Mexicana revelan fuertes faltas de potasa, de cal, y muy a menudo de anhídrido fosfórico, en unión, en ocasiones, de notable riqueza de ázoe.

Es natural que esta riqueza de ázoe no se pueda utilizar por el hecho de la falta de las provisiones necesarias de los otros elementos, por la *ley de solidaridad* y la del *mínimo*, que ya conocemos. ¿Cómo remediar este inconveniente? Con los abonos, que a continuación vamos a estudiar.

El estiércol

Empezamos desde este antiguo abono, y ponemos en evidencia sus buenas cualidades, estudiando también los medios para valerse de él de la mejor manera.

El estiércol es un abono completo, porque contiene todos los elementos de la fertilidad.

Aquí está, según Wolf, el contenido en principios fertilizantes de las diversas clases de estiércoles:

	Azoe	Anhídrido fosfórico	Potasa
Estiércol de ganado vacuno.....	0.84 %	0.16 %	0.40 %
„ „ caballar.....	0.58 „	0.28 „	0.33 „
„ de ovinos.....	0.83 „	0.23 „	0.67 „
„ de cerdos.....	0.45 „	0.19 „	0.60 „

Según los análisis de Wolf, Voelcker, Grandeau y otros, el estiércol mixto tiene una composición media como la siguiente:

Por mil.....	{ Azoé	5
	{ Anhidrido fosfórico.....	3
	{ Potasa.....	5

Como se observa, bajo el punto de vista químico, el estiércol es muy pobre en elementos fertilizantes; sin embargo, ejerce en los terrenos una acción fertilizante considerable. Y esto no tanto porque obra solamente por los elementos químicos de la fertilidad que contiene, cuanto por su gran masa de materia orgánica, de *humus*.

Esta materia orgánica o *humus* del estiércol ejerce en las tierras una acción complexa, que viene a modificar las propiedades físicas de las mismas tierras, volviéndolas más blandas y más húmedas, si son tenaces y secas; más adherentes y pastosas, si están arenosas; y de estas y otras modificaciones físicas mucho se aprovechan las plantas.

Hoy el *humus*, aunque no sea más estimado como alimento directo de las plantas, es, sin embargo, apreciado por su justo valor, como uno de los coeficientes indirectos de la fertilidad, la cual no depende solamente de los elementos químicos, sino también de las condiciones físicas de las tierras.

El *humus*, además de accionar físicamente y por los elementos fertilizantes que contiene, acciona a la vez químicamente en beneficio de las plantas, porque forma, con las sales minerales del terreno y de los abonos minerales, especiales combinaciones, que proporciona a las raíces de las plantas en un estado más fácil de asimilación.

Y por esto el estiércol, que proporciona el *humus*, es

considerado en general como muy útil y hasta indispensable en el ejercicio de la agricultura. Pero con el solo estiércol no se puede sostener una agricultura continuamente remunerativa; porque con el estiércol producido en una hacienda, nosotros no podemos restituir todos los elementos que quitamos del terreno con las cosechas. Después, el estiércol refleja las condiciones especiales del lugar, de los terrenos. Por ejemplo, si la tierra de nuestra hacienda es pobre, ya sea de fósforo, lo que sucede la mayor parte de las veces, la hierba con que nutrimos los animales que nos producen el estiércol será aún pobre de fósforo, porque nace y crece en tierra carente de este elemento.

Los animales quitan, además, de esta hierba, por el procedimiento de la digestión, aquel poco de fósforo que contiene, para constituir y desarrollar sus huesos, los cuales están formados de fosfato tricálcico, fosfato quitado de la fertilidad de la hacienda.

Por consiguiente, se encontrará muy poco fósforo en el estiércol, y de esta suerte no podremos satisfacer a las necesidades de fósforo de la tierra, y además irá agotándose, hasta dejarla improductiva.

Como se ve, una agricultura con base de estiércol no sería racional y no podría conseguir grandes cosechas.

Es necesario completar las deficiencias del estiércol por medio de abonos minerales o químicos, los cuales deben considerarse como *complementarios*.

El estiércol, en fin, siendo un abono completo, de fórmula fija, no podría económicamente ser útil para corregir las deficiencias de alguna unidad de los elementos del terreno, porque frecuentemente está limitada la cantidad de que se dispone.