

GRANJA-ESCUELA EXPERIMENTAL

DE

ZARAGOZA

LOS ABONOS MINERALES

EN EL

CULTIVO DEL TRIGO

EN REGADIO



ZARAGOZA

HIPO-LITOGRAFIA DE FÉLIX VILIAGRASA

1896





GRANJA-ESCUELA EXPERIMENTAL DE ZARAGOZA

Reconocida hoy la importancia real que tienen en el moderno cultivo los abonos minerales, como complementarios del estiércol común, cree este Centro oportuno, exponer algunas breves consideraciones relacionadas con la aplicación racional de dichos abonos en el cultivo del *trigo en regadío*, pues las experiencias realizadas en la Granja y observaciones recogidas tanto en el cultivo corriente del Establecimiento como en el de ilustrados agricultores, demuestran que de la referida aplicación depende en *gran parte*, el conseguir que el cultivo de tan importante cereal sea remunerador y no ruinoso, como sucede generalmente siguiendo los procedimientos usuales en esta región. Y decimos en gran parte, porque para obtener de los abonos minerales todo su efecto útil, es indispensable que su acción vaya unida, á la práctica de buenas *labores* y *riegos* bien entendidos.

Habiendo de dirigirse las consideraciones que hemos de hacer, principalmente á los labradores que desconocen el uso de los abonos minerales, creemos útil hacer previamente una exposición sumaráisima, del fundamento de su aplicación.

Las plantas toman los elementos de que se componen del *aire* y de la *tierra* en que vegetan. De los primeros no tiene que ocuparse el agricultor y de los segundos únicamente de aquellos que escasean en el terreno, y que por tal causa debe adicionarlos para aumentar de modo conveniente la producción.

Los cuerpos que en general se encuentran en cantidad deficiente en las tierras son cuatro, que reciben los nombres de *nitrógeno*, *ácido fosfórico*, *potasa* y *cal*.

En las tierras *calizas* bastante frecuentes en el cultivo, se comprende que no hay necesidad de emplear la *cal* y en los terrenos *arcillosos* ó fuertes, existe generalmente bastante cantidad de *potasa*, para las necesidades de los cereales de invierno, poco exigentes en este elemento

Ahora bien, siendo las tierras dominantes de la vega de Zaragoza *arcilloso-calizas*, se deduce que el labrador de esta huerta, no necesita emplear en el cultivo del trigo, abonos *potásicos* ni *cal*, quedando muy simplificado el problema de los abonos, y reducido á adicionar *nitrógeno* y *ácido fosfórico* en la forma conveniente de que luego nos ocuparemos

Debemos añadir, que se encuentran también en esta zona tierras *salitrosas*, las cuales poseen por el salitre que contienen, suficiente cantidad de *nitrógeno*, bastando por consiguiente para fertilizar estas tierras ⁽¹⁾ la adición de *ácido fosfórico*, llegándose de este modo al límite de la sencillez y economía en el empleo de las materias fertilizantes.

Los cuerpos citados pueden suministrarse al terreno bajo la forma de estiércol ú otros *abonos orgánicos*, y por medio de *abonos minerales*.

No nos ocuparemos de los primeros cuyos efectos son perfectamente conocidos de los labradores, debiendo solo hacer una observación que creemos importante, y es que para lograr producciones *remuneradoras* de trigo con estiércol, debe completarse este con abonos minerales que contengan *ácido fosfórico*, para armonizar de modo conveniente para el trigo, los elementos que contiene dicho estiércol. Las dosis que en este caso pueden emplearse de abonos fosfatados, son próximamente la mitad de las que luego indicaremos

Pasando á ocuparnos de los *abonos minerales*, objeto especial de nuestro estudio, veamos cuales son los que contienen los dos cuerpos ya citados, útiles en esta región, ó sean el *nitrógeno* y *ácido fosfórico*.

(1) Es necesario para que estas tierras sean cultivables, que no contengan un gran exceso de salitre

El primero de estos cuerpos, lo encontramos en los abonos denominados *nitrate de sosa* y *sulfate de amoniacó*.

El nitrate de sosa contiene de 15 á 16 por 100 de nitrógeno, en forma inmediatamente asimilable por las plantas, por cuya razón y por ser facilmente soluble en el agua, sus efectos son muy rápidos, observándose ya á los pocos dias de su distribución.

Su acción sobre el trigo se manifiesta de modo sensible en el cambio de color de las hojas, que toman un tinte verde oscuro, signo como saben los labradores de vitalidad en la planta, y en su mayor desarrollo, consecuencia de una mejor nutrición. Como el citado fenómeno es muy marcado, los labradores que emplean por primera vez dicho nitrate tienden á exagerar sus buenos efectos, inclinándose á emplear preferentemente este abono sobre los demás, pero debemos notar que no basta su empleo exclusivo para lograr buenas cosechas de trigo, porque su acción se ejerce más especialmente en el desarrollo del tallo y hojas, ó sea de la paja, sin perjuicio del aumento consiguiente del grano, pero este aumento no se verifica en proporción relativa al de aquella.

El nitrate de sosa ofrece tambien la particularidad de no ser retenido facilmente por las capas superficiales del terreno, llegando por filtración al *subsuelo* ó capas inferiores, donde en gran parte es perdido para las plantas, y de aquí la conveniencia de no distribuir este abono hasta la primavera, hecho confirmado repetidamente en las buenas prácticas culturales, llegandose en algun caso, para disminuir dichas pérdidas, á la repartición del nitrate en dos veces en la citada época.

El *sulfate de amoniacó* contiene de 20 á 21 por 100 de nitrógeno, ó sea una tercera parte más que el nitrate de sosa, pero necesita para hacerse asimilable por la planta, experimentar un fenómeno de nitrificación, ó transformación en el terreno, circunstancia que explica la mayor lentitud de su acción, y la consiguiente necesidad, de que se encuentre mayor tiempo á disposición del vegetal, por cuyo motivo se distribuye este abono en otoño, poco antes de la siembra del trigo.

Debemos hacer constar, como resultado de las experiencias verificadas en esta Granja y en otras de nuestro país, que el sulfato de amoniaco en las tierras de regadio, produce efectos análogos al nitrato de sosa, empleados en las épocas citadas, mientras que en las tierras de secano del Centro y Norte de Europa, semejantes por sus condiciones de humedad á las de nuestras provincias del Norte, el nitrato de sosa ofrece mejores resultados que el abono que nos ocupa.

Hechas las anteriores indicaciones respecto á los abonos nitrogenados, vamos á hacer observaciones análogas por lo que se relaciona con las materias fertilizantes que contienen *ácido fosfórico*.

Muy diversos son los abonos minerales *fosfatados* que se emplean en el cultivo, ⁽¹⁾ pero debiendo limitarnos á los que por hoy pueden aplicarse en esta región, queda reducido nuestro estudio al de los abonos conocidos con el nombre de *superfosfatos*. En ellos se encuentra el ácido fosfórico bajo forma soluble, ya en el agua ó en un reactivo denominado *citrato amónico*, y teniendo próximamente igual valor dicho ácido fosfórico en uno ú otro estado, se venden generalmente los superfosfatos garantizando una riqueza ó proporción determinada de ácido fosfórico *soluble al citrato*.

La proporción de dicho elemento útil, en los superfosfatos es muy variable, pero conviene casi siempre la adquisición de los que son ricos en dicho ácido fosfórico, como los que contienen de 16 á 18 por 100 de este cuerpo. Existen también superfosfatos llamados dobles ó concentrados, porque tienen doble proporción de ácido fosfórico, pero no se encuentran fácilmente en el comercio de abonos de esta región.

Cuando se distribuyen estos abonos en el terreno, el ácido fosfórico entra en una nueva combinación no soluble en el agua, lo que impide sea arrastrado por las lluvias ó riegos al subsuelo, circunstancia muy digna de fijar la atención del agricultor, pues aun cuando se emplee una cantidad algo mayor de la indispensable, no es perdida para la vegetación, ni por consecuencia el capital que dicho exceso representa.

(1) Comienzan á importarse en España los abonos fosfatados denominados escorias Thomas, que ensayaremos en este Centro desde el presente año

Si á lo expuesto se añade que las tierras en general y muy especialmente las arcillosas, necesitan una cierta cantidad para saturarse en parte, y si además se tiene en cuenta lo pobres que ordinariamente son los terrenos de esta zona regable en elemento tan esencial como el ácido fosfórico, se comprende fácilmente la necesidad de aplicar los primeros años, una dosis mayor de estos abonos, que la cantidad normal que despues ha de ser indispensable para mantener la producción en límites económicos convenientes

De la breve exposición que acabamos de hacer, se deduce que por hoy, los abonos minerales que debe emplear el agricultor de esta región son los *superfosfatos* en primer término, en unión del *nitrato de sosa* y del *sulfato de amoniaco*.

Veamos ahora en qué forma y en qué cantidad deben ensayarse según los casos más frecuentes del cultivo. Cuatro casos vamos á considerar, á saber: tierras de *fertilidad media* u ordinaria; tierras *esquilgadas*; tierras *salitrosas* y por último tierras *fértiles*

Antes de examinar estos diferentes casos, hemos de hacer una observación general. La falta de fertilidad de las tierras puede depender de deficiencia ó escasez de los elementos útiles ó de propiedades físicas defectuosas, como lo son para el trigo las que ofrecen las tierras pedregosas, sueltas ó muy arenosas, de poco fondo, y las no permeables propiedad de estas últimas y de los terrenos extremadamente arcillosos.

En esta clase de suelos los abonos producen poco efecto ordinariamente, y puede suceder que el aumento de producto no compense el gasto del abono, por cuya razón conviene hacer ensayos previos, antes de emplear los abonos minerales u orgánicos en gran escala.

Hecha esta observación pasemos al estudio de los cuatro casos anteriormente citados.

1.º *Tierras de fertilidad media* —Es el caso más general, y debemos distinguir las tierras en que por primera vez se aplican los abonos minerales, de aquellas otras, en que se haya hecho uso desde algún tiempo de los mismos.

En las primeras y por las razones que ya expusimos, conviene aumentar la dosis de fosfatos, pudiendo aconsejarse como promedio la cantidad de unos 80 kilogramos de ácido

fosfórico por hectárea, que correspondé á la de 500 kilogramos de superfosfato de 16 á 18 por 100, los cuales deben repartirse á volco en el terreno, antes de dar el riego que precede á la siembra, si se hace esta de tempero, ó antes de la última labor si la siembra ha de hacerse á agua civera. Como para la buena distribución de los superfosfatos que son muy finos y algo ligeros, conviene un tiempo de calma, es de recomendar el que la operación se efectue con la posible anticipación, para no verse obligado á retrasar el momento de la siembra, si sobrevinieran vientos en esta época.

Cuando en la tierra que se va á abonar, se han empleado anteriormente abonos fosfatados, basta generalmente aplicar sobre 50 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea, equivalente á unos 300 kilogramos de superfosfato de la riqueza expresada anteriormente, debiendo efectuarse la distribución como en el caso anterior. Esta proporción de ácido fosfórico basta en periodo normal, puesto que cada hectólitro de trigo con la paja correspondiente, extrae del terreno por término medio un kilogramo de dicho cuerpo, y por consiguiente se podrían alcanzar cosechas de más de 40 hectólitros con la cantidad citada de abono, y como la producción media es menor en condiciones ordinarias, quedará cada año un pequeño remanente en el terreno, muy útil para la mejora del mismo.

Vemos pues que por lo que se refiere al ácido fosfórico se debe restituir todo el que la planta contiene y un pequeño excedente, para subvenir á las ligeras pérdidas que puedan originarse en el terreno y aumentar progresivamente su riqueza natural en dicho elemento.

Respecto al *nitrógeno* no hace falta suministrar todo el que la planta contiene, porque parte de él procede de fenómenos de nitrificación en que interviene el nitrógeno del aire. De las experiencias verificadas en este Centro, conformes con las de otros, y de las observaciones recogidas en el cultivo corriente, resulta que es suficiente en general aplicar unos 30 kilogramos de nitrógeno por hectárea, en el caso que venimos estudiando.

Como el terreno suponemos que tiene una fertilidad regular, y las necesidades del trigo en el primer periodo son pe-

queñas, basta ordinariamente el nitrógeno que hay en el suelo, para subvenir á tales necesidades, razón por la cual, el abono nitrogenado no debe repartirse hasta la segunda quincena de Marzo ó primera de Abril, en que toma gran impulso el desarrollo de los cereales.

Por lo anteriormente expuesto sabemos, que el abono indicado para distribuirlo en esta época, es el *nitrato de sosa*, del que habrá de aplicarse unos 200 kilogramos por hectárea, que contienen los 30 kilogramos de nitrógeno á que antes nos referimos.

Como el nitrato de sosa, suele presentar trozos más o menos compactos, hay que deshacerlos para que quede convenientemente pulverizado y facilitar su distribución. Esta se efectúa á voleo como para los superfosfatos, debiendo tener especial cuidado en que los obreros lo distribuyan con bastante igualdad, por ser su acción muy sensible sobre el desarrollo del trigo, pudiendo apreciarse por tal causa al poco tiempo, la mayor o menor perfección de dicho trabajo.

Repartido el nitrato, debe seguidamente efectuarse el riego del campo, pues de otro modo puede originar algún perjuicio dicho abono.

Aplicando el sistema que acabamos de exponer, se han obtenido en los terrenos de la Granja de calidad solo regular, ⁽¹⁾ y que figuran por tanto en el caso que consideramos, la cantidad de 33'11 hectólitros de trigo de invierno por hectárea, equivalentes á 8 cahices, 6 hanegas y 4 almudes por cahiz de 20 cuartales, como promedio de diez años de cultivo en el campo de demostración, habiendo resultado el precio medio de coste algo inferior á 14 pesetas por hectólitro ó 25 pesetas por cahiz.

2.º *Tierras esquilmadas* —El segundo caso que tenemos que considerar es el de los terrenos esquilmados ó pobres, por deficiencia en los elementos fertilizantes.

Este caso es por desgracia muy frecuente en esta vega, en las tierras algo alejadas de las poblaciones y en las fincas de gran extensión, debido principalmente al sistema seguido

(1) Las tierras de la Granja son muy fuertes, arcillo-calizas, algo pobres, y presentan el grave defecto de tener poca profundidad la capa laborable.

en el cultivo, alternando los cereales con el barbecho sin el concurso de abonos, siendo además defectuosas las labores y riegos, todo lo que ha conducido lógicamente y fatalmente al esquilamiento del terreno y á producciones escasas que no compensan en modo alguno los gastos de cultivo.

Estas tierras son muy pobres generalmente en ácido fosfórico y también en nitrógeno, hasta el punto de necesitar la planta un suplemento de este último cuerpo en el primer periodo ó comienzo de su desarrollo, circunstancia que caracteriza el modo de abonar estos terrenos.

La práctica más recomendable consiste en poner antes de la siembra el superfosfato mezclado con sulfato de amoníaco, y después en primavera nitrato de sosa. Pueden emplearse las cantidades de 300 kilogramos de superfosfato de 16 á 18 por 100, ó su equivalente ⁽¹⁾ con 100 kilogramos de sulfato de amoníaco en otoño, y cerca 200 kilogramos de nitrato de sosa en primavera, bien entendido que son terminos medios, que la práctica y la observación en cada finca, deben aquilatar más adelante. La distribución se hace como explicamos en el caso anterior, procurando que la mezcla del superfosfato y sulfato de amoníaco sea bien homogénea, para que la repartición resulte uniforme.

Las tierras que consideramos, exigen como se comprende mayores gastos para su fertilización que las primeramente estudiadas, dando generalmente menos beneficio los primeros años, pero es indispensable no economizar aquellos gastos si se ha de llegar á un periodo más lucrativo, bien entendido que partimos del supuesto de que queda un beneficio mayor ó menor, con el empleo de dichos abonos, aun en el primer periodo, pues de no ser así, debe modificarse el sistema de cultivo, armonizándolo con las condiciones ó circunstancias en que opere el agricultor.

3.º *Tierras salitrosas.*—El tercer caso que debemos estudiar es el de las tierras *salitrosas*, ⁽²⁾ algo comunes en la cuenca del Ebro, y aun más en la del río Gállego.

(1) Recordamos que los primeros años conviene reforzar algo la dosis de ácido fosfórico.

(2) Nos hemos de referir á los terrenos que tienen suficiente cantidad de salitre para las exigencias del trigo, pero sin ser excesiva.

El salitre no es otra cosa que el *nitrato de potasa*, abono mineral aun más eficaz que el nitrato de sosa, porque además del nitrógeno proporciona *potasa* á las plantas, y ya hemos indicado que este elemento si bien poco importante para los cereales, lo es bastante para ciertos vegetales como la remolacha y algunas plantas forrajeras.

Dedúcese por lo tanto, que las tierras arcillo-calizas y algo salitrosas, poseen todos los elementos útiles para las plantas cultivadas, excepción hecha del ácido fosfórico, de suerte que basta añadir simplemente fosfatos para ver transformarse gran número de estas tierras hoy despreciadas, cuando no poseen una cantidad excesiva de salitre dando excelentes cosechas donde antes se obtenían producciones muy escasas. (1)

Son pues las tierras de que se puede sacar mayor utilidad ó partido, pues no necesitando más que la adición de un solo elemento para fertilizarlas convenientemente, y cotizándose hoy á precio bastante económico los superfosfatos, se consigue el abonar estas tierras con un pequeño gasto durante algunos años.

La cantidad del superfosfato ya citado, que debe aplicarse en estas tierras, es como en el caso anterior, de 400 á 500 kilogramos el primer año, reduciendo después paulatinamente la proporción hasta 300 kilogramos para la extensión de una hectárea.

Al principio conviene poner las dosis máximas por estar generalmente muy agotados estos suelos en ácido fosfórico, pudiendo obtenerse resultados deficientes, como hemos tenido ocasión de observar, cuando se aplican cantidades pequeñas de este elemento, que no bastan para saturar el terreno en la medida necesaria.

Este sistema de fertilización exclusiva con superfosfatos, no puede continuarse *indefinidamente*, pues consumiendo los cereales gran cantidad de nitrógeno, llega un momento en que se hace indispensable la adición de este cuerpo, y tal

(1) Hemos tenido ocasión de comprobar este hecho con la remolacha azucarera en grandes extensiones de terreno en el pueblo de Villanueva de Gállego, y con el trigo en diferentes puntos de la cuenca de este río y del Ebro

necesidad se revela cuando el trigo no presenta el color verde oscuro ó característico, de una buena alimentación nitrogenada. (1)

4.º *Tierras fértiles*.—Debemos por último ocuparnos de las tierras *fértiles*, que escasean mucho en esta región y en las que, abonadas con solo estiércol, los trigos vierten ó vuelcan fácilmente, dificultando esta circunstancia el obtener grandes rendimientos.

El fenómeno que acabamos de citar, revela que estas tierras poseen un exceso de nitrógeno y una cantidad no proporcionada de ácido fosfórico, de suerte que el medio para fertilizarlas consistirá en adicionar ácido fosfórico en dosis moderadas los primeros años y nitrato de sosa en pequeña cantidad en primavera, si se observara un desarrollo algo deficiente, ó se prescindiría de este abono nitrogenado si como sucede frecuentemente en estas tierras el trigo tuviera un color verde oscuro, signo como ya hemos indicado de suficiente nitrógeno en el suelo.

En estos terrenos podía ensayarse la aplicación del superfosfato citado en cantidad de 200 á 300 kilogramos por hectárea, con un suplemento de 100 á 150 kilogramos de nitrato en primavera si fuese necesaria la intervención de este abono.

Creemos útil añadir que un medio poderoso, para evitar que los trigos vuelquen en esta clase de tierras, además de abonar en la forma expresada consiste en sembrar más claro que se hace generalmente, para dar una mayor aireación á los tallos, que así toman mayor consistencia, contribuyendo al propio tiempo á una buena granazón, que tanto influye en el buen rendimiento de los cereales.

Estudiados ya los cuatro casos que nos proponíamos, debemos insistir nuevamente en que las cantidades de abonos que hemos aconsejado, solo deben considerarse como términos medios que pueden servir de *norma* al agricultor que comience á ensayar los abonos minerales, pues solamente las observaciones y experiencia de varios años, pueden

(1) Para obtener buenos resultados en el cultivo del trigo en terrenos salitrosos, es muy conveniente el dar buenas labores con arados de vertedera, sembrar de tempeo y no regar hasta la primavera.

fijar las cantidades que debe emplear en cada caso, bien entendido que en general las cantidades definitivas no se separarán mucho de los términos medios que hemos aconsejado, deducidos de las experiencias de la Granja y datos recogidos en el cultivo corriente, durante más de diez años

Por todo lo expuesto, se vé que el problema de la fertilización del trigo, empleando los abonos simples citados, ó sean los superfosfatos, nitrato de sosa y sulfato de amoníaco, no ofrece dificultades prácticas, pero hemos de hacer una observación que estimamos de importancia para el labrador

Consiste en recomendar como lo viene haciendo este Centro desde su fundación, el empleo *exclusivo* de dichos abonos simples ó materias primeras, por entender que es la *única* manera conveniente de hacer uso de los abonos minerales por las dos razones siguientes. Es la primera que de este solo modo, puede el agricultor estudiar la influencia de cada uno de los elementos útiles sobre las plantas y en los terrenos que cultiva, llegando por tal medio á conocer las cantidades convenientes en cada caso, sin hacer gastos inútiles, adicionando un exceso de elementos fertilizantes; y la segunda razón consiste en que adquiriendo los abonos simples, resultan los principios fertilizantes á un precio más económico que comprando abonos compuestos ó mezclas ya preparadas, sin ventaja para el labrador, pues en el caso de tener que hacerlas, lo que es poco frecuente, la operación no presenta dificultad alguna, conocidas las proporciones de los componentes.

Por ambas razones debe prescindirse de la compra de abonos compuestos, limitándose á la adquisición de las materias primeras por ser el método más *científico, práctico y económico* del empleo de los abonos minerales.

Al adquirir dichas materias fertilizantes, debe exigir el agricultor la garantía de la composición del abono, expresada de modo claro en la factura de venta, con facultad de análisis en un laboratorio, para la comprobación de dicha garantía si se estimase necesaria. La manera sencilla de hacer efectiva tal garantía, consiste en asociarse el número suficiente de labradores, para comprar por cantidades desde un vagón en adelante, y al verificarse la recepción del abono en presencia del vendedor ó de los representantes, elegir las

muestras que han de servir para los análisis de comprobación. (1)

Siguiendo el sistema que aconsejamos, ó sea la adquisición de *abonos simples con garantía de análisis*, confiamos en que el consumo de abonos minerales tomará gran desarrollo como los hechos lo vienen demostrando, con ventaja manifiesta de los fabricantes y comerciantes de buena fe y del progreso agrícola de esta región.

Terminaremos presentando en un cuadro ó estado, las cantidades que pueden emplearse por término medio y en periodo normal, en el cultivo del trigo de regadío en esta comarca, referidas dichas cantidades á la hectárea y cahiz de 20 cuartales, consignando además las épocas de distribución, todo ello como síntesis ó resumen de las consideraciones expuestas en el presente trabajo.

Zaragoza 15 de Septiembre de 1896.

M. Rodríguez Ayuso.

(1) El laboratorio de la Granja se encuentra á disposición de los agricultores para efectuar dichos análisis.

Naturaleza del terreno	ABONOS	Por hectarea — Kilogramos	Por cañiz DE 20 cuartales — Kilogramos	Epoca de distribución
Tierras de fertilidad media.....	Superfosfato de 16 á 18 por 100 de ácido fosfórico (1)..... Nitrato de sosa de 15 á 16 por 100 de nitrógeno.....	300 200	143 95	En otoño antes de la siembra. En primavera antes de un riego.
Tierras esquilgadas.....	Superfosfato de 16 a 18 por 100... Sulfato de amoniaco de 20 á 21 por 100 de nitrógeno.....	300 100	143 47	En otoño antes de la siembra previamente mezclados.
Tierras salitrosas (2).....	Nitrato de sosa.....	150 á 200	84	En primavera antes de un riego.
Tierras fértiles.....	Superfosfato de 16 a 18 por 100... Superfosfato de 16 á 13 por 100... Nitrato de sosa.....	300 300 100 á 150	143 143 60	En otoño antes de la siembra, En otoño antes de la siembra En primavera antes de un riego.

(1) Si se emplea un superfosfato de diferente riqueza, se pondría la cantidad equivalente.

(2) Véanse las observaciones consignadas en las paginas 10 y 11