Nº 6568

MINISTERIO DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO

MEMORIA

DE LAS

EXPERIENCIAS REALIZADAS

EN LA

ESCUELA PRÁCTICA DE AGRICULTURA REGIONAL

DE JEREZ DE LA FRONTERA

ACERCA DE LA

NITRIFICACIÓN NATURAL DE LOS TERRENOS

BASADA SOBRE EL

ESTUDIO DE LAS AGUAS DE DRENAJE

Formulado por su Ingeniero Director

D. EDUARDO NORIEGA

MADRID

IMPRENTA DE LOS HIJOS DE M. G. HERNÁNDEZ

Libertad, 16 duplicado, bajo.

1907

R-41.459

MINISTERIO DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO

MEMORIA

DE LAS

EXPERIENCIAS REALIZADAS

EN LA

ESCUELA PRÁCTICA DE AGRICULTURA REGIONAL

DE JEREZ DE LA FRONTERA

ACERCA DE LA

NITRIFICACIÓN NATURAL DE LOS TERRENOS

BASADA SOBRE EL

ESTUDIO DE LAS AGUAS DE DRENAJE

Formulada por su Ingeniero Director

D. EDUARDO NORIEGA

MADRID

IMPRENTA DE LOS HIJOS DE M. G. HERNÁNDEZ

Libertad, 16 duplicado, bajo.

1907

Ilmo. Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio.

ILMO. SR.:

Es evidente que una de las causas que más se oponen á que nuestra decadente agricultura abandone las tortuosas sendas que eviten las grandes decepciones que los más entusiastas por el progreso agrícola registran en la mayoría de los casos al tratar de llevar á la práctica reformas que, á fuerza de vulgarizarlas en libros y revistas, llegan á considerarse como verdaderos axiomas, es el adquirir el hábito de recurrir á la investigación científica que, analizando los diversos agentes que concurren á la realización de un fenómeno, sienta los primeros jalones para deducciones prácticas, base, generalmente, de profundas y radicales reformas en los procedimientos culturales. Así se observa que la mayoría de las innovaciones que en nuestro país se vienen realizando en este último período, principalmente en lo que se refiere al empleo de los abonos para la nutrición vegetal, tienen por base trabajos realizados por eminentes agrónomos, sí, pero en países muy diferentes al nuestro, circunstancia que no se tiene en cuenta; y cómo, subyugados por el estado próspero y floreciente de aquellos á quienes miramos siempre como llamados á ejercer sobre nosotros una acción tutelar, se aceptan ciegamente to-

das las prácticas y procedimientos modernos que, si en aquellos países tienen su razón de ser, en el nuestro necesitan ser sometidos á seria discusión.

Si las innovaciones sin previo análisis pueden aceptarse en otras industrias después de resuelta la cuestión económica, que es lo que determina su mayor ó menor bondad, no así en la industria agrícola, en la que no cabe generalización más que en circunstancias idénticas y en las que, principalmente las condiciones meteorológicas, sean iguales, condición esta última que justifica la necesidad de repetidas investigaciones para deducir la conveniencia de su adopción en cada caso, y señalar los límites fuera de los que no sería prudente el aceptarlas.

Hoy que se inicia una reacción favorable en el empleo de abonos químicos, se ha creído conveniente dar principio á una serie de trabajos que sirvan de base para resolver alguno de los importantes problemas relativos á la nutrición vegetal, dando la prioridad al estudio del empleo de las sustancias nitrogenadas como abono, punto éste de verdadera importancia, en evitación de que prosigan prácticas viciosas que redundan en perjuicio, no sólo del propio agricultor, sino que hasta afectan á la riqueza pública.

La importancia de las conclusiones deducidas en este primer año de investigaciones se consigna en la adjunta Memoria que se somete al ilustrado criterio de V. I., y de cuyo examen se podrá deducir si son ó no exactas nuestras apreciaciones.

Es cierto que importantes problemas cuya resolución es de sumo interés para nuestra agricultura no se hace más que bosquejarlos ligeramente en este trabajo; pero si se consigue llamar la atención de los que cuentan con valiosos medios y reconocida competencia para investigaciones más serias, no resultarán inútiles las iniciativas de este Centro.

Termino, V. I., haciendo presente la valiosa cooperación prestada en el curso de este trabajo por el Inge-

niero D. José Sánchez que, sin desatender otros servicios, ha conseguido, poniendo á contribución su celo y buen deseo, el que hayan podido realizarse los múltiples análisis que figuran en los estados que acompañan á esta Memoria.

Dios guarde á V. I. muchos años.—Jerez de la Frontera 31 de Diciembre de 1906.—*El Ingeniero Director*, EDUARDO NORIEGA.

MINISTERIO DE FOMENTO

Dirección general de Agricultura, Industria y Comercio.

Vista la Memoria formulada por V. S. acerca de los estudios que viene realizando relativos á la nitrificación natural de los terrenos, basada sobre el estudio de las aguas de drenaje, y el informe que á la misma ha emitido la Junta Agronómica, teniendo en cuenta lo conveniente que es la divulgación de toda esta clase de conocimientos para que puedan ser estudiados por la clase agricultora y sirva al propio tiempo de estímulo á los Ingenieros encargados de establecimientos agrícolas que tanto pueden contribuir á levantar el espíritu de nuestro país, esta Dirección general ha acordado la publicación de la expresada Memoria, la que irá precedida del informe emitido por la Junta Agronómica, debiendo V. S. continuar los estudios emprendidos para poder llegar á obtener conclusiones definitivas.—Lo que comunico á V. S. para su conocimiento y demás efectos. —Dios guarde á V. S. muchos años. Madrid 15 de Febrero de 1907.—El Director general, *El Vizconde de Eza.*— Sr. Director de la Escuela práctica de Agricultura regional de Jerez de la Frontera.

CUERPO DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

JUNTA AGRONÓMICA

ILMO. SR.:

Remitida por V. I. con fecha 4 del corriente á informe de esta Junta la Memoria acerca de la nitrificación natural de los terrenos, basada en el estudio de las aguas de drenaje, formulada por el Director de la Escuela Práctica de Agricultura Regional de Jerez de la Frontera, D. Eduardo Noriega, tengo el honor de trasmitir á V. I. el dictamen recaído, que es como sigue:

La Memoria citada es un notable trabajo que revela desde luego gran copia de antecedentes científicos y aquella escrupulosidad de ejecución que requiere esta clase de investigaciones.

Siguiendo los caminos trazados por el eminente profesor Mr. Deherain, y estableciendo acertadas comparaciones entre los datos que el sabio agrónomo francés obtuviera para los campos de Grignon y los que en los actuales ensayos se consignan para la región más meridional de nuestra Península, el Sr. Noriega ha podido deducir que las circunstancias naturales favorecen por extremo en mucha parte del territorio andaluz los fenómenos de la nitrificación, y que en numerosos casos

la aplicación de los abonos químicos azoados es innecesaria de todo punto; consecuencias del mayor interés para la agricultura local, ya sospechadas por algunos prácticos observadores.

Lo complejo de las causas que determinan la mayor ó menor actividad de los fermentos nitrificadores da origen á que estas experiencias, aun realizadas con el esmero é inteligencia que lo han sido al presente, tengan para su aplicación límites muy circunscritos, difiriendo, no sólo para cada zona geográfica, sino también para los diversos parajes y situaciones en que se encuentran los terrenos en una misma comprendido. Además, las variaciones anuales en el carácter meteorológico de la región hacen necesarios una serie de varios años de observaciones y de análisis para derivar, con alguna certeza, principios técnicos de relativa generalidad; y estas consideraciones, que seguramente no han escapado á la notoria perspicacia del distinguido Ingeniero autor de la Memoria que se informa, señala la medida del justo valor en que han de tenerse las cifras alcanzadas para este primer período de la experimentación.

Expuestos con claridad y método los precedentes que justifican la utilidad suma de las emprendidas investigaciones; estudiadas las influencias principales que en la nitrificación ejercen los agentes de la naturaleza y que dan motivo á que aquélla se produzca en muy diverso grado y abundancia, según las condiciones de tiempo y de lugar; descritos por bien ordenada manera el planteamiento y la marcha de las operaciones experimentales, y compendiados, por último, en numerosos cuadros los resultados que con suficiente prolijidad sintetizan los datos obtenidos, fuera empeño vano entrar en detenido examen de los indicados extremos que, sobre ser difuso en demasía, jamás haría excusable la lectura íntegra de la importante Memoria á que nos referimos. Así, pues, nos cumple únicamente respecto al particular aplaudir con fervor la oportuna iniciativa y la delica-

da tarea llevada á cabo en el Centro regional de enseñanza agrícola que el Sr. Noriega dignamente dirige.

La segunda parte de la Memoria es una recopilación de los datos adquiridos en la campaña experimental y en que se relacionan y totalizan las cifras que representan la riqueza en nitrógeno nítrico de los suelos ensayados y la parte que en cada estación es arrastrada por las lluvias á las capas inferiores. Con estos elementos suministrados por el análisis se deducen las conclusiones que ponen término á la obra y que aun calificadas de provisionales encierran, sin embargo, grandísimo interés.

Las que de dichas conclusiones se refieren á la acción poderosa con que en aquellos climas se verifica la nitrificación natural y por consiguiente lo inútil que en la generalidad de los casos es el adicionar abonos azoados, sobre todo el nitrato de sosa, salvo en los cultivos muy exigentes de estas substancias, y á la recomendación de emplear materias orgánicas preferentemente que faciliten el carbono necesario para el trabajo activo de los fermentos, las juzgamos muy aceptables en la práctica y creemos que no habrán de sufrir considerables modificaciones por las experiencias de los años subsiguientes; pero en lo que respecta á la supresión absoluta del barbecho que tan radicalmente se propone, no podemos menos de pensar que el autor ha ido más allá de lo que permite el sentido de la realidad. Hay cuestiones que aunque lleguen á resolverse en las abstracciones de la ciencia no son capaces de engendrar fecundos principios técnicos si se prescinde del estado social y económico del país en que han de tener efecto; y tal acontece con la supresión del barbecho, que en su totalidad es, y será por mucho tiempo en nuestro sentir, una seductora utopía.

Lejos está de nuestro ánimo iniciar siquiera una discusión que consideramos impropia del momento, pero que no rebajaría en manera alguna los relevantes méritos que nos complacemos en reconocer en la obra del

Sr. Noriega, de cuya publicación y divulgación surgirán sin duda ventajas positivas para el adelanto del saber agronómico y para la reforma de los procedimientos del cultivo, base firmísima de la vida nacional.

La repetición de semejantes experiencias en las demás regiones, ya que en cuanto concierne á la agricultura todo ha de ser concertado con las condiciones físicas y económicas de cada localidad, abrirá amplios horizontes á los progresos rurales; y los estímulos de la voluntad, excitados por tan saludable ejemplo, contribuirán quizás lenta pero sólidamente á la regeneración agraria, tan anhelada y que no ha de lograrse á grandes saltos, sino por esfuerzos perseverantes y continuos.

Tal es el dictamen aprobado en sesión del día 8 del corriente mes, que tengo el honor de trasladar á V. I. por acuerdo de esta Junta, con devolución de la Memoria, á los efectos que en su superior criterio estime oportunos.

Dios guarde á V. I. muchos años. Madrid 9 de Febrero de 1907.—*El Presidente de la Junta*, GUMERSINDO FERNÁNDEZ DE LA ROSA.—Por acuerdo de la Junta, *El Ingeniero Secretario*, MANUEL RODRÍGUEZ AYUSO.

Ilmo. Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio.

PRIMERA PARTE

I

Consideraciones generales acerca de la importancia que entraña el estudio de la nitrificación natural de los terrenos.

De los tres elementos que con importancia primordial concurren á la nutrición vegetal, ninguno tan importante, bajo el punto de vista económico, como el nitrógeno. Efectivamente, el ácido fosfórico y la potasa son retenidos por la tierra labrantía con bastante energía para que las aguas de drenaje no arrastren más que pequeñas cantidades de esos cuerpos, y sin importancia las pérdidas que se originen. Además de esto, el ácido fosfórico y la potasa son utilizados por las plantas en menores proporciones que el nitrógeno, y su existencia en el suelo, por lo mismo que son estables, es fácil determinar perfectamente para que el agricultor pueda deducir la conveniencia de adicionar tal ó cual cuerpo y en la proporción debida. El ácido fosfórico y la potasa abundan también más en las tierras labrantías, y cuando esto no sucede, su adquisición es menos dispendiosa, pues además de no ser necesarias grandes cantidades, tenemos la seguridad de que lo que se adicione al suelo será, ó absorbido por las recolecciones, ó quedará en el suelo como reserva para años sucesivos. Los

yacimientos de estas sustancias son enormes y no cabe preocuparse por la penuria de estas sustancias. Fosforita que nos proporcione ácido fosfórico, existe en todos los países y en proporciones de importancia para que sea posible su adquisición en buenas condiciones económicas. La potasa se encuentra también abundante, y los yacimientos de Stasfurt pueden proporcionar potasa para las atenciones del cultivo durante muchos siglos, sin contar con las reservas enormes que contienen las aguas del mar.

El nitrógeno, en cambio, se está movilizando continuamente; su proporción en el suelo varía sin cesar á causa de los fenómenos de la nitrificación, y no sólo las aguas de lluvia al atravesar los terrenos llevan en disolución y fuera de la acción de las raíces grandes cantidades de nitrógeno bajo la forma de ácido nítrico, sino que ciertos fenómenos, entre ellos la desnitrificación, esparcen en la atmósfera cantidades relativamente grandes bajo forma de nitrógeno gaseoso, ó combinado con el oxígeno, ácido nitroso, ó con el hidrógeno formando el amoníaco.

Parece extraño que constituyendo nuestra atmósfera las cuatro quintas partes de nitrógeno sea la penuria de éste la que más influencia tenga en el resultado de las cosechas; pero como el nitrógeno, á pesar de los progresos de la química, resiste á la síntesis, sin que hasta el día hayamos podido dedicar parte del que existe en la atmósfera á combinaciones industriales para que unido al oxígeno obtener el ácido nítrico, ó al hidrógeno para formar el amoníaco, resulta de aquí que el nitrógeno tenemos que adquirirlo á altos precios en las nitrerías naturales ó suministrarlo en combinaciones orgánicas; sobre el alto precio de su adquisición, la certeza de que el que no sea asimilado en un período relativamente corto del desarrollo de las plantas ha de ser perdido por el agricultor en las aguas que atraviesan los terrenos en el período de las lluvias, llamadas aguas de drenaje, ó bien bajo la forma de nitrógeno gaseoso.

Esto explica el interés que reviste el conocer con todo detalle los fenómenos bioquímicos en los que tenga intervención el nitrógeno, pues sin este conocimiento no podremos modificar en sentido favorable y determinado las variadas transformaciones de que este cuerpo es susceptible, principalmente aquellas que tienen verdadero interés para la agricultura.

Siendo indudable que, fuera de ciertas plantas capaces de inducir el nitrógeno atmosférico, la totalidad de materias nitrogenadas, aparte de la pequeña cantidad que suministran las aguas de lluvia, son proporcionadas por las reservas cuantiosas de nitrógeno que se encuentra en todos los suelos merced á despojos de vegetales y de estercoladuras y abonos aplicados con anterioridad, la facultad nitrificadora de los terrenos tiene una importancia inmensa, puesto que ésta es la que hace movilizar el nitrógeno orgánico poniendo á disposición de la planta tan precioso elemento, que de otra suerte permanecería inerte y sin ninguna utilidad para la planta.

Si la cantidad de nitrógeno orgánico de los suelos fuese reducida, poca importancia, bajo el punto práctico, podrían tener los estudios de la nitrificación natural de los terrenos, puesto que, una vez transformado en nitrógeno asimilable el nitrógeno inerte de un suelo, habría que recurrir á la adición de grandes masas de materias orgánicas nitrogenadas para impedir que aquél quedase improductivo, pero no sucede así. Ya Liebig, al estudiar los fundamentos en que había de basar su llamada *teoría mineral*, encontró y comprobó por medio de repetidos análisis que las tierras cultivadas contienen siempre cantidades enormes de nitrógeno, puesto que, calculando el peso de la tierra, del suelo activo de una hectárea, en 4.000 toneladas, deducía, por sus análisis, que esta capa de tierra contenía de 4 á 8 toneladas de nitrógeno orgánico combinado, al lado de la que los 40 ó 50 kilogramos que proporciona al suelo una estercoladura abundante, bien puede decirse carecen de impor-

tancia. Limitóse Liebig á investigar el nitrógeno, por lo que, desconociendo la riqueza de los terrenos en ácido fosfórico y potasa, por no haberse practicado en aquel entonces determinaciones de estos cuerpos, deducía que la riqueza de los abonos debía de ser valorada según la proporción que tuvieran de ácido fosfórico y de potasa.

Lawes y Gilbert, estudiando el suelo de Rothamsted hasta la profundidad que alcanzan las raíces, han determinado que, en una hectárea de terreno, se encuentran hasta 22.000 kilogramos de nitrógeno combinado; bien es verdad que se trata de un suelo bastante fértil y profundo.

Que estas cifras no tienen nada de exageradas nos lo demuestra un sencillo cálculo: una tierra laborable de 35 centímetros con una densidad por metro cúbico de 1.200 kilogramos representa un peso por hectárea de 5.200 toneladas. Si el análisis de la referida tierra acusa una riqueza de nitrógeno de 1 por 100, que corresponde á una tierra más bien pobre que regulamente dotada de este elemento, resultaría que dicha hectárea contendría 5.200 kilogramos de nitrógeno, cantidad cuya importancia se comprende comparándola con los 30 ó 40 kilogramos que por término medio reclama una cosecha media de cereales en dicha superficie.

El remanente en nitrógeno es tan considerable que sólo el movilizar una pequeña parte de lo que el suelo contiene para las atenciones de los cultivos es de sumo interés para el agricultor, que si bien tendrá necesidad de ir suministrando al suelo materias orgánicas más ó menos ricas en nitrógeno, no se verá obligado, en cambio, á suministrar grandes cantidades de nitratos ó compuestos amoniacales, que tan caros le cuestan y que tan expuestos se hallan á que, lejos de nutrir las cosechas, se pierdan disueltos en las aguas subterráneas, pues como las materias nitrogenadas del suelo no son completamente inertes, y si la nitrificación en la primavera es bastante enérgica, la planta no puede absorber

todo el nitrógeno que se encuentra á su disposición y el excedente irá en las aguas de drenaje á capas inferiores.

Hay otro fundamento más que hace que los estudios de la nitrificación tengan indiscutible ventaja para el agricultor. Se sabe que el ácido fosfórico y la potasa sufren trasformaciones químicas lentas de por sí, siendo, por lo tanto, más difícil el buscar medio de movilizar estos principios, por variados que sean los procedimientos que se pongan en práctica; pero, en cambio, estos principios son con energía retenidos por la tierra, no siendo de temer las pérdidas que se registran en el nitrógeno por las aguas de drenaje. De suerte que el agricultor tiene el convencimiento de que el ácido fosfórico y la potasa, ó son absorbidos por las cosechas, ó quedarán de reserva en el terreno para ser utilizados en años sucesivos; en cambio, que el nitrógeno se transforma fácil y continuamente mediante reacciones bio-químicas, más complejas sí, pero más fácil de dotarlas de mayor actividad y cuyo proceso es conocido desde hace poco tiempo.

Los grandes descubrimientos de Pasteur demostrando que la materia orgánica resiste á los agentes atmosféricos, al oxígeno del aire, hasta tanto que su acción no es favorecida por los microorganismos ó fermentos que funcionan en determinadas condiciones, fueron los primeros jalones que señalaban el camino que había de seguirse para llegar á conocer los misteriosos y complejos procesos de la nitrificación, haciendo caer por su base la teoría de que dicho fenómeno no tenía otro origen que la acción del oxígeno, y era, por tanto, consecuencia de una acción química.

Hoy conócese perfectamente cómo se desarrollan estos fenómenos, siendo preciso, para su realización, además de seres organizados, aire, humedad, una base salificable alcalina ó alcalino-térrea y temperatura conveniente. Claro está que si la movilización del nitrógeno depende de la armonía, de la concordancia entre estos factores, es indudable que el agricultor unas veces, y

el medio otras, pueden acelerar ó retardar este fenómeno en términos que, si en circunstancias determinadas puede la nitrificación natural ser suficiente para satisfacer las necesidades de las plantas, en otras será preciso adicionar nitrógeno en forma asimilable, dada la premura con que las plantas lo reclaman en determinadas épocas.

No hay duda que algunas de las condiciones que el nitrógeno necesita para movilizarse pueden ser facilitadas por el agricultor, como sucede con la aireación del terreno por medio de labores, gradeos, desterronado, etc., que pulverizando la capa vegetal la hace más accesible á dicho agente, y con la adición de bases salificables como la potasa y cal, encargadas de saturar ó fijar el ácido nítrico que se forme; pero los elementos primordiales de calor y humedad (esta última, abstracción hecha de los terrenos regables), éstos solamente pueden ser modificados por condiciones especiales del medio, que es lo que constituye la climatología local. Por esta razón, si la mayor parte de los fenómenos agrícolas son de difícil generalización por efectuarse siempre en condiciones de una complexidad extrema, en lo que se refiere á la nitrificación su limitación es grande, como se comprende con sólo enumerar los factores que la determinan, que pueden variar dentro de límites muy extensos.

No nos son, por tanto, suficientes los trabajos realizados por eminentes agrónomos extranjeros para deducir consecuencias prácticas aplicables á nuestra región: de esos trabajos sólo debemos utilizar el plan seguido en esas investigaciones, teniendo que determinar para cada región cómo y en qué proporción se forman los nitratos ó se moviliza el nitrógeno orgánico, único medio de poder deducir de estos estudios resultados de verdadera importancia para la agricultura regional.

Que las circunstancias locales influyen poderosamente en el resultado de este fenómeno, nos lo demuestra no sólo el estudio comparativo de la marcha seguida

por la nitrificación en localidades diversas, sino en un mismo punto, en años en que las condiciones climatológicas han sido diferentes. Deherain, el gran maestro que con una habilidad y constancia admirables ha estudiado con gran éxito las causas determinantes de los diversos grados de nitrificación en los terrenos, nos suministra en uno de sus trabajos pruebas indudables de nuestras aseveraciones. Discurriendo este agrónomo sobre las causas que en los ensayos del campo de experiencias de Grignon en 1895 motivaron el que los trigos de las variedades Scholey y Porion dieran poco resultado, á pesar de la adición de buena cantidad de nitrato de sosa, comparado con el de las parcelas que no habían disfrutado de este beneficio, dice así:

« ¿Á qué causa obedece el fracaso de un abono habi-
» tualmente de una eficacia bien reconocida? Numero-
» sas experiencias que llevo realizadas en algunos años,
» me han enseñado que los fermentos, cuya actividad
» determina la formación de nitratos, está en su máximo
» en el otoño; ella se aminora durante el frío del invier-
» no, y es lenta en recabar su energía en la primavera;
» pero si el otoño es *particularmente dulce*, estos fer-
» mentos pueden conservar su energía, que será sufi-
» ciente para producir en la primavera una cantidad de
» nitratos que quitará toda utilidad á la adición de
» nitratos. »

En el citado trabajo prosigue diciendo:

« Si nos referimos al cuadro meteorológico que enca-
» beza el referido trabajo, vemos que los meses de Oc-
» tubre, Noviembre y Diciembre han gozado de una tem-
» peratura relativamente benigna, y quizá los fermentos
» hayan quedado bastante activos para anular toda uti-
» lidad al aportamiento de nitratos. Punto es éste que
» conviene ser profundizado hasta permitir ligar la
» distribución del nitrato de sosa con las temperaturas
» del otoño, esta distribución teniendo más causas de
» buenos resultados después de un otoño riguroso que
» después de una estación de temperatura elevada. »

Como la expresión de temperatura elevada á que se refieren las anteriores líneas es muy abstracta, hemos querido determinar su verdadero significado y compararla con la media de un quinquenio en esta zona, como medio de poder deducir si nosotros nos podremos encontrar dentro de esas especiales condiciones que determinan una actividad en los fermentos durante la primavera, capaz de quitar toda utilidad á la distribución de los nitratos:

MESES	TEMPERATURAS MEDIAS	
	Grignon.	Jerez.
Octubre.....	8,6	18,7
Noviembre	6,3	14,0
Diciembre..... ..	2,4	10,0
Enero.....	— 1,0	10,0
Febrero.	— 6,7	12,7
Marzo.....	4,2	13,2

Es suficiente fijarse en las cifras que quedan anotadas para evitarnos todo comentario y justificar la necesidad de estos estudios, dejando de ser imitadores poco reflexivos acatando prescripciones que, si tienen su razón de ser en otros países, en el nuestro, principalmente en la zona meridional, deben de ser objeto de seria discusión hasta aquilatar su conveniencia.

Hemos de citar otro testimonio que, por tratarse de un agricultor entendido, lo estimamos de algún valor. Mr. Truillet, ocupándose del efecto de las labores en países cálidos, dice lo siguiente:

« He empleado en Francia el nitrato de sosa en el cul-
» tivo de cereales y visto emplear á mis vecinos este
» abono en primavera. Se llega muy pronto á apreciar
» aproximadamente por comparación del aspecto de las
» plantas la dosis de nitrato que ha sido aplicada. Ba-
» sándonos en la experiencia así adquirida, yo estimo
» que una labor en primavera ejecutada en Túnez sobre
» un campo de mediana fertilidad, provoca en el suelo
» la formación de una cantidad de nitrógeno asimilable

» igual á la que aportaría 100 kilogramos de nitrato de » sosa por hectárea. »

Determinada la importancia que para el agricultor puede tener el estudio de la nitrificación en cada zona como medio de poder conocer cuándo y en qué proporción se moviliza el nitrógeno orgánico, y siendo por otra parte evidente que de su transformación en ácido nítrico depende el aumento de la producción, por ser ésta la forma bajo la que la planta lo asimila, es necesario estudiar la marcha de este fenómeno, variable en energía, como lo son las circunstancias que lo determinan dentro de las condiciones locales, por ser éste el único medio de poder deducir conclusiones prácticas.

II

Condiciones favorables que reune esta zona para la nitrificación natural de los terrenos.

No hemos de ocuparnos del examen de aquellas condiciones que influyen en la mayor ó menor energía de este fenómeno y que se encuentra siempre el agricultor en disposición de modificarlas á su antojo, puesto que éstas pueden considerarse como de empleo general; pero sí hemos de estudiar las dependientes del clima, por no estar en manos del agricultor el modificarlas, aunque son las que más influyen en el resultado de este fenómeno, como son, el calor y la humedad.

Las experiencias de Deherain demuestran que la nitrificación depende de una manera directa de la temperatura, llegando el máximo de intensidad cuando ésta asciende á 37°. Bien es verdad que en algunos casos, una vez iniciada la nitrificación, parece que conserva su actividad sin guardar una relación invariable con el aumento de temperatura, es decir, aunque varíen algo

las condiciones del medio; pero fuera de esta ligera anomalía, la temperatura influye de una manera bien patente, sobre todo en los primeros períodos de la nitrificación, iniciándose este fenómeno cuando la temperatura marca de 8 á 10°.

La mejor demostración de la influencia que la temperatura ejerce en el fenómeno que nos ocupa será el consignar algunos de los resultados obtenidos por Deherain en sus importantes experiencias con tierras puestas á nitrificar en su laboratorio. He aquí algunos de los datos entresacados de sus importantes trabajos:

Nitrógeno nitrificado por hectárea.

		Á la temperatura ordinaria. — Kilogramos.	Á 30 grados. — Kilogramos.
Tierra de Grignon...	27 de Marzo....	54	78
	10 de Abril.....	66	78
	24 de ídem.....	76	97
Tierra de Palbost....	27 de Marzo....	40	69
	10 de Abril.....	75	237
	24 de ídem.....	100	240
Tierra de Marmilhat.	27 de Marzo....	109	140
	10 de Abril.....	137	175
	24 de ídem.....	157	200

Lo expresivo de estas cifras nos releva de hacer más consideraciones encaminadas á demostrar la influencia decisiva que la temperatura ejerce en la nitrificación.

Igual ó mayor importancia tiene el grado de humedad. El ya citado agrónomo ha estudiado tierras en su laboratorio facilitándolas la humedad conveniente cuando se iniciaba el período de desecación al aire libre, y en ciento noventa días que duraron los ensayos encontró que, una tonelada de tierra, hubiera dado en estas condiciones 220 gramos de nitrógeno nitrificado, lo que supone para la superficie de una hectárea, con una profundidad de 32 centímetros de la capa laborable, 800 kilogramos de nitrógeno.

Estos trabajos han permitido deducir que, sin cam-

biar las demás circunstancias, la nitrificación es muy regular cuando la tierra contiene de 10 á 15 por 100 de humedad, variando su intensidad á partir de esta proporción. Es muy lenta y tarda en iniciarse cuando el grado de humedad es de 5 por 100, y con dosis de 25 por 100 parece ser que se determinan causas destructoras de nitratos.

Siendo el calor y la humedad los principales agentes de la nitrificación, es indudable que, para determinadas zonas, ha de marcarse cierta regularidad en las diversas estaciones del año. En Grignon, en los estudios realizados durante los años de 1890 al 92, ha resultado que las tierras puestas á nitrificar han dado los siguientes términos medios de nitrógeno nítrico contenido en las aguas de drenaje con relación á la hectárea:

	Kilogramos.
Primavera	17,8
Verano	26,4
Otoño	40,6
Invierno	11,8
TOTAL	96,6

Refiriéndose estas experiencias á un país en el que las lluvias son regulares durante todo el año, resulta de ellas que la nitrificación tiene importancia en las estaciones en las que mejor se armonizan la humedad y la temperatura, resultando evidente la conveniencia de buscar los medios de provocar en los momentos oportunos la actividad de los fermentos nítricos, como medio de conseguir el reducir todo lo posible el tener que suministrar fuertes cantidades de nitratos que, de no ser absorbidos inmediatamente por la planta, corren el riesgo de que sean perdidas para el agricultor.

También explican estos datos el por qué es preciso en dichos países la adición del nitrato de sosa, puesto que en la primavera, precisamente en el período de actividad de las plantas, cuando necesitan más nitrógeno para

realizar su crecimiento, la nitrificación es muy escasa, habiendo nacido de estos estudios precisamente el consejo del empleo en esta época de grandes cantidades de nitratos para suplir la deficiencia de la nitrificación natural. En cambio, en el otoño, cuando la tierra está sin vegetación, los nitratos formados á últimos de verano y principios del otoño son arrastrados á capas inferiores por las frecuentes lluvias, sin beneficio alguno para el labrador, pudiendo deducirse al conocer la marcha de este importante fenómeno en esos países, que éste se realiza siempre á deshora, sin que se pueda utilizar este poderoso elemento de fertilización, debido á la poca concordancia que reina entre la distribución de ciertos fenómenos meteorológicos y la época de actividad de la planta.

III

Cuándo debe ser la nitrificación activa en esta región.

Dependiendo la nitrificación de la intensidad armónica de los dos agentes calor y humedad, lo primero que debemos de hacer es un estudio comparativo entre las condiciones meteorológicas de aquellos países cuyos trabajos sobre este particular han llegado á la perfección y el nuestro. Elegimos para esta comparación el clima de Grignon, en cuya Escuela de Agricultura se han realizado importantes estudios durante muchos años por Deherain acerca de la nitrificación natural de los terrenos, y de cuya localidad poseemos observaciones meteorológicas, eligiendo entre éstas las correspondientes al año agrícola de 1893 á 94, por ser uno de los de invierno más benigno, de lluvias más regulares y, por lo tanto, el más apropiado para generalizar las deducciones.

Lluvia y temperaturas medias desde Octubre de 1894 á Octubre de 1895 en Grignon, comparadas con las medias de un quinquenio en Jerez de la Frontera.

MESES	LLUVIA EN MILÍMETROS		TEMPERATURAS MEDIAS	
	Grignon.	Jerez.	Grignon.	Jerez.
Octubre	28,30	104,32	10,0	18,66
Noviembre	42,25	93,18	3,7	13,98
Diciembre	46,25	71,70	1,57	10,05
Enero	55,90	78,52	2,2	10,19
Febrero	26,35	99,80	4,4	11,50
Marzo	26,75	91,80	8,9	13,12
Abril	35,20	62,06	13,2	16,13
Mayo	33,90	41,72	10,2	17,40
Junio	41,40	22,32	20,0	21,28
Julio	64,40	2,72	17,8	23,84
Agosto	47,10	»	16,4	25,56
Septiembre	83,10	31,36	15,0	22,20
	530,90	700,50		

En este año, en Grignon, el rendimiento de las cosechas fué magnífico, la nitrificación muy activa, notándose también que la adición de nitratos resultó sin eficacia, y el invierno tan benigno que no se recuerda otro como el citado.

Pues bien, en estas condiciones comparemos la humedad y el calor en las estaciones de invierno y primavera de los dos países y comprenderemos que, en esta región, la nitrificación no se interrumpe en ninguna época por falta de temperatura apropiada para mantener la actividad de los fermentos nítricos, y como consecuencia, el que, aumentando la energía de éstos con la mayor humedad del suelo, es indudable que durante el invierno y la primavera, en los que las lluvias son abundantes relativamente, la nitrificación tiene que ser activa. Pero la vegetación es función del calor y la humedad, y como en estas dos estaciones es cuando su desarrollo alcanza mayores proporciones, es evidente que la planta ha de tener en estas épocas á su disposición suficiente cantidad de nitratos para sus atenciones.

Debemos de fijar la atención en la característica de nuestras primaveras. Temperaturas elevadas; lluvias

que, ni escasas ni excesivas, mantienen siempre la tierra en un grado de humedad conveniente para una nitrificación activa, pues nosotros, después de veinte días de sequía en el mes de Marzo, hemos encontrado 15 por 100 de humedad á profundidad de 12 centímetros, que son las condiciones más favorables para que la nitrificación se realice. Tenemos, pues, en la primavera humedad y calor en las proporciones que en otros países más septentrionales sólo consiguen en los meses de verano, cuando el suelo está ya desprovisto de vegetación ó ésta es muy poco exigente por estar en el período de la madurez la mayoría de las plantas, y no estimamos aventurado el suponer que, la activa nitrificación que en esos países se registra en la mencionada época, y que ordinariamente es más perjudicial que útil, por estar destinados esos nitratos á ser arrastrados por las aguas otoñales, corresponde en nuestro clima á los últimos del invierno y toda la primavera, en cuya época los terrenos cubiertos ya de vegetación, han de ampararse de todo el nitrógeno nitrificado, para presentarnos ese desarrollo herbáceo exuberante, que tan grandes esperanzas hace siempre concebir por esta época á los labradores.

Tan ciertas son estas aseveraciones, como lo es el que, al finalizar Mayo, ya, en sus últimos días, empiezan á desvanecerse esas ilusiones de obtener grandes rendimientos, siendo el análisis de las tierras el que da la explicación de estos resultados. Las cosechas en verde tienen á su disposición la mayor parte de los elementos que necesitan para su desarrollo; nitrógeno abundante, algo de potasa y pequeñas porciones de ácido fosfórico, el suficiente para que la formación de la lecitina, que, con el nitrógeno, constituye el fundamento de la célula y de la clorofila, coadyuvando á este resultado una temperatura elevada y una humedad conveniente; pero llega el último período del desarrollo de la planta, y ésta, que no ha podido acumular reservas abundantes, para que, al emigrar del sitio en donde se almacenan,

puedan nutrir á recolecciones abundantes, tiene que ultimar sus fases de una manera anormal, y de aquí la tortura á que someten su imaginación los agricultores para aparentar que, ya que sus pronósticos han salido fallidos, al menos conocen la causa de estos contratiempos. No es que nosotros desconozcamos la influencia funesta que en la granazón ejercen los fuertes calores prematuros y los asoladores levantes que impiden pueda formarse lentamente el almidón, que viene á representar el 74 por 100 del grano; pero es indudable que, aun dentro de estas condiciones, mucho podrían contrarrestar los efectos de esos fenómenos si las tierras estuvieran bien labradas y beneficiadas, como lo prueba el hecho de que, dentro de una misma zona y en análogos terrenos, soportan los ruedos de nuestros cortijos los rigores del clima, obteniéndose satisfactorios rendimientos, mientras que en los terrenos mal cuidados sólo se registran verdaderos desastres. En resumen: estos hechos registrados nos demuestran que las plantas encuentran en nuestros terrenos, en la mayoría de los casos, y no tratándose de terrenos muy esquilmados, nitrógeno suficiente para poder constituir esa gran masa de producción herbácea que soportan en la primavera nuestros campos, pero que les falta el ácido fosfórico y la potasa para realizar una buena fructificación.

Siguiendo el estudio comparativo del anterior estado, deducimos también lógicamente que, pasada la primavera, aunque la temperatura aumenta en esta zona, la humedad decrece de una manera notable, por lo que la nitrificación tiene que resultar casi nula, hecho que también tiene su ventaja, puesto que, desprovista la tierra de nitratos, al llegar las aguas otoñales, éstos no pueden ser arrastrados fuera de la acción de las raíces en época en que el suelo está desprovisto de vegetación, como sucede en otras regiones.

Podemos condensar lo que llevamos expuesto manifestando que del estudio razonado de los datos que anteceden se deduce que, en esta zona, las condiciones

más favorables para que se realice una abundante nitrificación se encuentran precisamente en las épocas en que la mayoría de las plantas están en plena actividad vegetativa y, por tanto, todo el nitrógeno que se vaya nitrificando ha de ser absorbido en su mayoría por las plantas, sin que se registren esas grandes pérdidas de nitratos que en otras localidades se ocasionan, como lo prueba el análisis de las aguas de drenaje.

Ésto, que tiene en su apoyo la sana lógica y hechos comprobados y bien conocidos por parte de los agricultores, necesita demostración plena, investigación detenida para que lo complejos que muchas veces resultan los fenómenos vegetativos no inspiren duda acerca de la certeza de las deducciones; y esto es lo que nos hemos propuesto, basando estas experiencias en el estudio de las aguas de drenaje, pues es evidente que, si nosotros, en las tierras sometidas á estos ensayos, determinamos la proporción de nitrógeno, ya orgánico, ya nítrico, que contienen al principio y al finalizar los ensayos, y sometemos á las aguas que atraviesen ó filtren estas tierras á determinaciones del ácido nítrico que puedan llevar disuelto, fraccionando estos ensayos en períodos apropiados, podemos seguir paso á paso el fenómeno de la nitrificación, investigando su intensidad en cada período, relacionarla con la temperatura y lluvia caída, con la evaporación y con las exigencias de los vegetales; estudio que nos permitirá sacar deducciones prácticas, que tal vez permitan aconsejar modificaciones radicales en el empleo de algunos abonos y de determinados trabajos culturales.

De la discusión que precede hemos deducido que en nuestra zona la nitrificación debe de ser más activa que en los países más septentrionales, principalmente en el invierno y en la primavera; pero se ocurre el preguntar: ¿se podrá dar á este fenómeno una actividad tal que resulte suficiente para las atenciones de las cosechas? Si nuestras condiciones meteorológicas fueran semejantes á las de aquellas regiones que han sabido dar á estos

BIBLIOTECA · Granada

estudios la importancia debida, desde luego, generalizando, podríamos contestar á este extremo. Pero siendo aquéllas muy diferentes, sólo podemos decir que, dada la gran cantidad de nitrógeno que en un año se nitrifica en terrenos regularmente cultivados, casi puede asegurarse que si en nuestra región toda la cantidad nitrificada se realiza en los períodos de vegetación activa, el agricultor tendrá que abandonar la práctica de adicionar grandes cantidades de nitratos en la primavera, y sólo preocuparse de facilitar á los fermentos materia orgánica favorable á su desarrollo por la facilidad con que estas materias ceden el carbono suficiente á la nutrición del fermento, y procurar, sí, el ir facilitando la reposición del nitrógeno bajo esta misma forma para que la nitrificación lenta, peculiar de la materia que le da origen, impida la pérdida de este elemento en grandes dosis, como sucede cuando se adiciona grandes cantidades de nitratos.

Este problema sólo puede resolverse con estudios continuados y asiduos, siguiendo paso á paso la marcha del fenómeno que nos ocupa durante varios años y con distintas tierras que comprueben las deducciones que se vayan obteniendo, procurando lígar los resultados á las condiciones climatológicas, muy variables de suyo dentro de determinados límites, medio sólo de poder conseguir resultados de generalización inmediata.

Estos estudios pueden permitirnos también el aconsejar la modificación de ciertas prácticas culturales, pues vista la conexión íntima que existe entre la nitrificación y la humedad, y siendo ésta en las tierras desnudas ó barbechadas mucho mayor que en las tierras cultivadas, podemos sacar reglas prácticas para la preparación de los barbechos, guiados por la idea de que la nitrificación abundante que por esta causa en estos suelos se inicia no sea perdida al sobrevenir las aguas otoñales. De igual suerte, influyendo la aireación del terreno de una manera poderosa en la formación de nitritos y nitratos por la oxidación rápida que sufre el amoníaco,

que es lo que constituye el primer período de la nitrificación, podemos, del estudio de este fenómeno, indicar las épocas y la clase de labores que han de ser más eficaces para el fin que nos proponemos conseguir.

En resumen: el conocimiento de cómo se realiza este fenómeno nos ha de servir de guía para determinar cuándo y en qué proporción deben de adicionarse las substancias nitrogenadas para evitar pérdidas de este producto que tan caro cuesta al agricultor, para fijar la época más conveniente de ciertas labores, para activar la acción de los fermentos ó amortiguar ésta según convenga; en una palabra, puede ser nuestro guía en la mayoría de los trabajos culturales que la explotación del suelo reclama.

Un solo ejemplo bastará para comprender cómo puede influir el conocimiento de cómo se realiza la nitrificación en las prácticas culturales. No es raro el que algunos agricultores, guiados por el buen deseo de utilizar las ventajas que el empleo de los abonos proporcionan, sigan al pie de la letra los consejos de los expendedores de esas substancias, empleando grandes dosis y sin faltar, como es natural, el empleo en cobertera del nitrato de sosa. Pues bien, en tierras regularmente dotadas de materia orgánica, esta práctica resultará antieconómica, porque estas tierras producen en la primavera en nuestro clima grandes cantidades de nitratos por la facilidad con que nitrifica el nitrógeno orgánico, y, añadida á ésta la proporción de nitrógeno asimilable de los nitratos, el vegetal padece plétora de nitrógeno, y no pudiendo asimilar más que el que demanda su desarrollo limitado, el exceso tiene que ser arrastrado á capas inferiores, sin ninguna utilidad para el agricultor.

Otros varios hechos podríamos citar en apoyo de la importancia que debe de concederse á estos estudios, pero lo dejamos para más adelante, por tener lugar apropiado en el curso de este trabajo, creyendo que con lo expuesto es suficiente para justificar el dar comienzo á este género de investigaciones.

IV

Cómo se han dispuesto las experiencias.

Hemos de limitar los estudios de este primer año de experiencias á investigar la nitrificación natural de los terrenos completamente desnudos de vegetación, como medio de comprobar la intensidad de la nitrificación en esta zona que tan especiales condiciones reune para que aquélla sea enérgica, y ver si realmente la exuberante vegetación que se observa obedece principalmente á que las plantas disponen de suficiente nitrógeno para que la multiplicación de las células sea grande, y, como consecuencia, predisponga á las plantas á buenos rendimientos, sobre todo en el período de desarrollo herbáceo.

Son los elementos de que nos hemos valido para estos ensayos vasos ó macetones de barro barnizado para hacerlos completamente impermeables, de un diámetro de 0,38 m. y de una altura de 0,40 m., de la que deducidos unos 0,05 m. ocupados en la parte inferior por grava bien lavada con ácido clorhídrico, para facilitar la salida de las aguas de drenaje, resultan unos 0,35 m. para el espesor de la tierra que ha de someterse á los ensayos.

Estos vasos van á la altura de un metro sobre el terreno, en un banco ó soporte de madera, el que, recubierto de tabla en casi su altura, evita el calentamiento de los vasos, y, como consecuencia, la desecación rápida de la tierra, que tanto influye en la marcha regular de la nitrificación, permitiéndonos esta disposición acercarnos algo á lo que sucede en la tierra labrantía.

Cada vaso lleva en la parte inferior un tapón de caucho con un agujero al que se ajusta un grueso tubo de

cristal, penetrando su extremidad en frascos de 4 litros de cabida, destinados á recoger las aguas de drenaje después de haber atravesado la tierra en todo su espesor.

Completa la instalación un gran pluviómetro de hierro colocado á igual altura y sobre el mismo banco, teniendo igual diámetro que los vasos, para tener así la seguridad de que la cantidad de lluvia que cada vaso recibe es igual á la recogida por el pluviómetro, pues sabido es la falta de concordancia que se observa usando éstos de distintos diámetros. La lectura de las aguas de lluvia recogidas en este pluviómetro se hace para mayor seguridad en centímetros cúbicos, pudiéndose luego reducir á milímetros de altura, toda vez que conocemos la superficie exacta del pluviómetro.

El número de vasos colocados en esta instalación es de 12, divididos en dos series, con objeto de que no se interrumpa el trabajo por algún contratiempo, llevando cada grupo de dos, igual clase de tierra, siendo, por tanto, seis las tierras puestas en ensayo.

En la elección de las muestras de tierra se ha tenido el mayor cuidado posible con objeto de que resulte bien homogénea y represente el tipo medio de la tierra que ha de ensayarse.

Estas tierras, antes de ser analizadas, se cribaron y desecaron al aire, determinándose también la humedad que retenían por desecación á 105°. El análisis que se efectuó se redujo á determinar el nitrógeno nítrico que las tierras contenían al iniciarse los ensayos, el nitrógeno orgánico y la materia orgánica. Esta última, de naturaleza muy compleja y variable, se ha deducido determinando el carbono orgánico, que viene á representar próximamente la mitad de la materia húmica, procedimiento que, si no es exacto en absoluto, es el que da resultados más aproximados. Para el nitrógeno orgánico hemos empleado el método de Schloesing por el percloruro de hierro, y para el nitrógeno total el procedimiento clásico de Kjedhal.

El lavado de las tierras sometidas al ensayo para la determinación del nitrógeno nítrico se ha realizado tomando 100 gramos de tierra desecada al aire, que se ha puesto en un frasco de litro, y adicionando agua destilada hasta formar dicho volumen, y después de un contacto de algunas horas y varias agitaciones, se ha puesto sobre un filtro, y el agua filtrada se ha evaporado hasta reducirla á unos 20 centímetros cúbicos que se han puesto en el aparato de percloruro de hierro.

Estas determinaciones son las esenciales para el estudio de la nitrificación, haciendo caso omiso de los demás cuerpos porque éstos no alteran en nada los resultados.

V

Número y naturaleza de las tierras ensayadas.

Aunque en años sucesivos hemos de someter á ensayo tierras que puedan considerarse como tipos de las que constituyen el suelo de esta región, en este primer año nos limitaremos á utilizar las que tenemos en esta Granja, habiendo elegido las que presentaban caracteres más salientes y que conceptuábamos de fertilidad más variable. Las seis clases de tierra sometidas al experimento se han señalado cada una con una letra mayúscula y minúscula para cada dos vasos, conteniendo igual clase de tierra. El origen ó procedencia de cada tierra es el siguiente:

A - a = Tierra de la hoja núm. 1, arcillo-silícea.
B - b = Idem de la íd. núm 2, silíceo-caliza.
C - c = Idem de la íd. núm. 7, silíceo-caliza.
D - d = Tierra silícea, destinada á pastos naturales.
E - e = Tierra silícea, sin abonar.
F - f = Tierra silícea, destinada á jardín.

Efectuados los análisis que hemos indicado, dieron los resultados que se consignan en el siguiente estado:

PROCEDENCIA DE LAS TIERRAS	Nitrógeno nítrico por kilogramo — Gramos.	Nitrógeno total por kilogramo. — Gramos.	Materia orgánica por kilogramo. — Gramos.	Tierra contenida en cada vaso. — Kilogs.	Agua por kilogramo. — Gramos
A - *a* = De la hoja número 1.....	0,036	1,370	17,00	40	50,3
B - *b* = De la hoja número 2... .	0,012	1,040	7,00	40	79,7
C - *c* = De la hoja número 7.....	0,012	1,080	27,00	34	97,1
D - *d* = Tierra de pastos naturales	0,006	1,700	36,40	36	71,3
E - *e* = Tierra silícea..	0,019	0,750	11,00	36	64,7
F - *f* = Tierra del jardín (silícea).	0 009	1,040	19,04	36	63,2

Del examen de estas cifras resulta que, con relación al nitrógeno total, dos de ellas están bien dotadas de dicho elemento, tres están regularmente provistas y una es pobre en esta sustancia.

Con relación á la materia orgánica, dos de ellas están bien dotadas; dos regularmente y dos son relativamente pobres, sin que haya concordancia entre la riqueza en nitrógeno y la materia orgánica.

Dispuesto así el material para estos estudios, se procedió á su instalación en una parcela contigua al observatorio meteorológico, y el día 1.° de Diciembre del pasado año dan comienzo las observaciones, pues aunque nuestro propósito era que éstas hubieran principiado el 1.° de Noviembre, por coincidir esta fecha con lo que nosotros conceptuamos como principio del año agrícola, no fué posible por no estar la instalación terminada en dicha época.

VI

Lluvia y aguas de drenaje recogidas.

Ya hemos dicho que la cantidad de lluvia caída se medirá en centímetros cúbicos como procedimiento más exacto, y éstos se reducirán á milímetros de altura fácilmente sabiendo que la superficie del pluviómetro es de 11,34 centímetros cuadrados, que es la que corresponde á un diámetro de 0,38 metros.

Empiezan las observaciones en 1.º Diciembre; las primeras lluvias poco abundantes y las tierras con poca humedad al ser puestas en experiencia, no se saturan tan fácilmente, no dejando correr aguas de drenaje, y sólo después de las lluvias del 29 es cuando empiezan á correr algunos drenes; pero en escasa proporción y no con carácter general, pues los vasos *A* - *a* y *B* - *b*, cuyas tierras necesitan sin duda más agua para saturarse, no dan agua alguna, sucediendo lo mismo con *D* y dando muy escasa cantidad *d*. Los vasos *C* - *c* dejan pasar alguna cantidad, aunque poca, notándose entre ellos alguna diferencia. Los vasos *E* - *e* son los que han dado más agua; pero notándose marcada diferencia entre uno y otro á pesar de tener igual tierra, demostrando esto lo difícil que es conseguir la regularidad en ensayos de esta naturaleza, que siempre originan indecisiones al generalizar los resultados, pero que nosotros podemos hacer caso omiso de ellas para el objeto que perseguimos, y con más motivo cuando podemos tomar los términos medios de los datos que se obtengan, pues en evitación de grandes errores es por lo que se han dispuesto las experiencias por duplicado. Por último *F* - *f* dan también alguna agua de drenaje, y aunque la dife-

rencia es bien marcada, no es tan importante por tratarse de pequeñas cantidades.

En el segundo período del invierno las lluvias son poco intensas aunque frecuentes; pero reinando fuertes vientos que activan mucho la evaporación, lo que origina que las tierras, no llegando al grado de saturación, no dejen correr nada de agua por los drenes.

Marzo tiene lluvias algo frecuentes, recogiéndose el día 8, 3,400 centímetros cúbicos en el pluviómetro, pero sin que los vasos den agua alguna. El 23 de dicho mes se reproduce el temporal de lluvias, que dura hasta el día 31, recogiéndose en este período 4,039 centímetros cúbicos, empezando á correr los drenes el día 26 y durando hasta el 2 de Abril.

Debe notarse que en estas dos épocas, en las que se ha recogido aguas de drenaje, los vasos A - a no han dado absolutamente nada; bien es verdad que éstos son los que llevan las tierras más fuertes ó arcillosas.

El mes de Abril pasa sin lluvias de importancia, pero en la segunda decena de Mayo vuelven lluvias algo intensas, dando los vasos bastante agua de drenaje que corre hasta el día 21, pero sin que los vasos A - a dejen pasar nada, y lo mismo los E - e y F - f, que dieron agua en las primeras lluvias del invierno.

El 7 y 13 de Junio caen escasas lluvias que, como es de suponer reinando ya altas temperaturas, no pasa nada á los drenes, con lo que se puede ya dar por terminado el primer periodo, es decir, el período de vegetación de las principales plantas cultivadas, pues no sólo porque las aguas son nulas durante el verano, sino porque la nitrificación ha de ser muy escasa durante esta época por falta de humedad en las tierras, nada importante se ha de registrar hasta que sobrevengan las lluvias otoñales.

Para mayor claridad, consignamos en el estado que se inserta á continuación las cantidades de lluvia recogidas

en el pluviómetro durante los principales períodos, y las de drenaje ocasionado por éstas, comprendiendo solamente desde 1.° de Diciembre hasta el 30 de Junio, que comprende el período de actividad de las principales plantas cultivadas en esta región.

DESIGNACIÓN de las tierras.	Agua de drenaje recogida. — *Litros.*	Volumen del bióxido de nitrógeno obtenido. — *Cents. cúbs.*	EQUIVALENTE EN		Agua de drenaje que corresponde á la hectárea. — *Litros.*	Nitrógeno nítrico que corresponde al metro cúbico. — *Miligramos.*	Nitrógeno nítrico en el agua de una hectárea. — *Kilogramos.*	Equivalente en nitrato de sosa. — *Kilogramos.*
			Ácido nítrico. — *Gramos.*	Nitrógeno. — *Miligramos.*				
Primer período.—Del 1.º al 29 de Diciembre.								
A	»	»	»	»	»	»	»	»
a	»	»	»	»	»	»	»	»
B	»	»	»	»	»	»	»	»
b	»	»	»	»	»	»	»	»
C	0,232	193,7	0,439	114,3	20,456	490,5	10,034	62,7
c	0,367	224,0	0,508	131,6	32,360	358,6	11,604	72,5
D	»	»	»	»	»	»	»	»
d	0,010	7,0	0,016	4,1	882	410,4	0,362	2,2
E	0,325	695,0	1,576	408,5	28,657	1.256,9	36,019	225,1
e	0,712	353,0	0,800	207,4	62,780	291,3	18,289	114,3
F	0,041	60,0	0,134	35,2	3,614	858,6	3,104	19,4
f	0,153	152,0	0,344	89,3	13,490	583,7	7,824	48,9
Segundo período.—Del 29 de Diciembre al 31 de Marzo.								
A	»	»	»	»	»	»	»	»
a	»	»	»	»	»	»	»	»
B	0,670	1,021,0	2,197	569,7	59,096	850,8	58,232	407,7
b	0,029	29,0	0,062	16,2	2,577	554,1	1,428	9,0
C	0,680	682,0	1,469	380,9	59,958	560,1	33,585	209,4
c	0,375	362,0	0,719	202,0	33,065	538,7	17,811	111,3
D	0,720	699,0	1,504	390,0	63,485	541,7	34,388	214,8
d	0,112	149,0	0,320	83,1	9,875	741,9	7,327	45,8
E	0,081	79,0	0,171	44,1	7,142	544,4	3,888	23,0
e	»	»	»	»	»	»	»	»
F	»	»	»	»	»	»	»	»
f	»	»	»	»	»	»	»	»
Tercer período.—Del 31 de Marzo al 31 de Mayo.								
A	»	»	»	»	»	»	»	»
a	»	»	»	»	»	»	»	»
B	0,813	647,0	1,385	359,0	71,688	442,0	31,653	197,8
b	0,252	260,5	0,559	145,0	22,220	575,0	12,785	79,9
C	0,115	95,0	0,204	53,0	10,140	461,0	4,673	29,2
c	0,163	110,5	0,235	61,0	14,372	374,0	5,379	33,6
D	0,715	614,0	1,315	341,0	63,044	477,0	30,067	187,8
d	0,362	300,5	0,644	167,0	31,919	462,0	14,725	92,0
E	»	»	»	»	»	»	»	»
e	»	»	»	»	»	»	»	»
F	»	»	»	»	»	»	»	»
f	»	»	»	»	»	»	»	»

DESIGNACIÓN de las tierras.	INVIERNO		PRIMAVERA			TOTAL en el período.
	1.º al 29 de Diciembre	29 de Diciembre al 8 de Marzo.	8 al 31 de Marzo.	31 de Marzo al 9 de Mayo.	9 al 31 de Mayo.	
Lluvia recogida en centímetros cúbicos.						
	8,362	20,018	4,454	3,464	5,861	42,159
Aguas de drenaje en centímetros cúbicos.						
A	»	»	»	»	»	»
a	»	»	»	»	»	»
B	»	»	670	»	813	1,483
b	»	»	29	»	252	281
C	232	»	670	»	115	1,017
c	367	»	375	»	163	905
D	»	»	720	»	715	1,435
d	10	»	112	»	362	484
E	325	»	81	»	»	406
e	712	»	»	»	»	712
F	41	»	»	»	»	41
f	153	»	»	»	»	153
Término medio.	184	»	266	»	242	692

Los datos que quedan expuestos son tal y como se han obtenido de las observaciones recogidas; pero para poder relacionar las deducciones y compararlas con las obtenidas en otros países en trabajos análogos, es conveniente reducir los centímetros cúbicos á milímetros de altura, tomando al propio tiempo el término medio entre los vasos conteniendo igual clase de tierra. Esta conversión es fácil de realizar sabiendo que la relación de la hectárea á la superficie de los vasos es igual á 88,175.

Á continuación se inserta el indicado estado:

DESIGNACIÓN de las tierras.	INVIERNO		PRIMAVERA			TOTAL en el período.
	1.º al 29 de Diciembre	29 de Diciembre al 8 de Marzo.	8 al 31 de Marzo.	31 de Marzo al 9 de Mayo.	9 al 31 de Mayo.	
Lluvia en milímetros de altura.						
	73,70	176,51	39,28	32,55	51,68	373,72
Aguas de drenaje en milímetros de altura.						
A — a	»	»	»	»	»	»
B — b	»	»	3,08	»	4,69	7,77
C — c	2,65	»	4,60	»	1,22	8,48
D — d	»	»	3,66	»	4,75	8,41
E — e	4,57	»	0,36	»	»	4,60
F — f	0,86	»	»	»	»	0,86
Término medio.	1,62	»	2,34	»	2,13	6,07

Bien sabemos que en estas experiencias hay algunos defectos que señalar, como lo es la mayor desecación de las tierras en atención á la escasa masa que representan, la mayor temperatura que tienen que adquirir, etc., etc.; pero en análogas ó peores condiciones se han efectuado en otros países, de suerte que, si los resultados que obtengamos no reflejan con toda exactitud lo que pasa en la tierra laborable, no hay duda que sí son perfectamente comparables con los obtenidos por aquellos experimentadores que han seguido análogos ó iguales procedimientos.

Podemos, pues, deducir de los datos consignados la relación entre la cantidad de agua caída y la recogida en el drenaje durante las dos primeras épocas del ensayo, y esta comparación con lo que arrojan las observaciones recogidas en otros países, algo ha de demostrarnos.

	Lluvia — Milímetros.	Agua de drenaje — Milímetros.	Relación entre la lluvia y el drenaje.
Invierno.....	250,21	1,62	154,4
Primavera.....	123,51	4,47	27,6

Nótase en estos resultados una anomalía que tiene fácil explicación, y es, que la relación de la lluvia al drenaje sea mayor en invierno que en la primavera, siendo doble la cantidad de lluvia recogida y evidentemente menor la evaporación; pero como los ensayos han dado principio en Diciembre después de las abundantes lluvias otoñales y las tierras han sido puestas en los vasos desecados al aire libre, han necesitado ampararse de gran cantidad de humedad para saturarse y dejar correr los drenes. En el año sucesivo desaparecerá ya esta anomalía.

Con relación á la primavera, ya podemos deducir alguna consecuencia de este resultado, viendo que la relación entre la lluvia y el drenaje es grande aun en tierras desnudas, que siempre conservan mejor la humedad, siendo lógico el suponer, que en esta zona las pérdidas de nitrógeno han de ser nulas ó casi nulas, pudiendo tener el convencimiento de que el nitrógeno asimilable ha de ser absorbido por las plantas en su totalidad en vez de perderse en las aguas de drenaje.

Para que se comprenda el valor relativo de los números hallados, insertamos á continuación los resultados obtenidos en otras regiones. En Grignon, de Junio de 1889 á 1890, se han obtenido los siguientes resultados:

	Lluvia. — Milímetros.	Agua de drenaje. — Milímetros.	Relación entre la lluvia y el drenaje.
Primavera.....	152,5	46.6	3,2
Verano.....	164,0	7,6	21,5
Octubre.....	79,5	59,5	1,3
Noviembre á Febrero.....	105,3	76,6	1,4
	501,3	190,3	2,7

Los datos que consigna M. Warington con relación á Rothamsted, en un período de observaciones de treinta años, concuerdan algo con los de Grignon; pero ambos difieren mucho de los obtenidos en esta zona, como difieren las condiciones climatológicas. He aquí los datos recogidos por Warington en el citado período:

	Lluvia. — Milímetros.	Agua de drenaje. — Milímetros.	Relación entre la lluvia y el drenaje.
Marzo á Junio..	244	81	3,0
Julio á Septiembre.....	235	76	3,0
Octubre á Febrero	375	292	1,27
	854	449	1,90

Relación algo parecida á la anterior, como análogos son también los climas, pero variando, como es natural, la cantidad de agua de drenaje con la cantidad de lluvia caída.

Conviene insistir sobre los resultados que hemos obtenido para poner de relieve su importancia. Deherain califica de excepcional la relación por él obtenida durante el verano entre las aguas de lluvia y el drenaje, mientras que nosotros consignamos en la primavera relación más elevada que la correspondiente al verano de Grignon, y si bien es cierto que la primavera del actual año no ha sido muy lluviosa, puesto que sólo se han recogido unos 123 milímetros, desde luego se puede pronosticar que en años de lluvias más abundantes esta relación ha de ser más crecida, y por consiguiente el suelo se mantendrá con mayor grado de humedad para que la nitrificación sea más activa, no siendo de temer pérdidas por drenaje, puesto que es sabido que en esta época sólo llueve en esta región para sostener la vegetación, pues por grandes que sean las aguas de lluvia, contrarresta sus efectos la gran evaporación que en esta época tiene lugar.

Iguales consideraciones pudiéramos hacer con relación al invierno, pero nos lo impide el tener que consi-

derar la falta de humedad de las tierras al ser puestas en experiencia, dejando de hacer deducciones hasta años venideros.

¿Á qué causas obedece esta diferencia tan notable observada al comparar distintas zonas entre la lluvia caída y las que nos suministran los drenes en estos ensayos? Ciertamente que á la evaporación, que es dependiente de muy variadas causas, como son la temperatura, el estado higrométrico del aire, la frecuencia de vientos fuertes y cálidos, la temperatura del suelo, y muy principalmente, de cómo se distribuyen las lluvias, pues lluvias copiosas, aunque sean de corta duración, han de dar más agua de drenaje que la misma cantidad de lluvia caída lentamente y con grandes intermitencias. A pesar de estas variadas causas que intervienen en la evaporación, los resultados obtenidos á grandes intervalos guardan bastante analogía, pues, por lo mismo que aquéllas son tan varias, se establece una especie de compensación que da origen á cierta uniformidad de este fenómeno en los diversos años, lo que no sucede, por ejemplo, con la cantidad de lluvia, que varía entre límites muy extensos.

Para poder formar juicio más exacto de lo que la evaporación varía de un clima á otro, insertamos los siguientes datos relativos á la evaporación media en diversos países:

ABRIL Á SEPTIEMBRE	Lluvia. — m/m	Drenaje. — m/m	Evaporación. — m/m
Rothamsted.	409,10	109,82	299,28
Grignon	316,50	54,20	266,40
Jerez.....	94,23	2,13	92,10

Es decir, que mientras en Romthasted la cantidad de lluvia evaporada en este período viene á ser el 73 por 100 del agua caída y en Grignon el 82 por 100, en Jerez asciende ésta al 97 por 100, resultado que nos dice, que en tierras desprovistas de vegetación casi es evaporada toda el agua caída, impidiendo esto las pérdidas

de nitrógeno por las aguas de drenaje, lo que se explica perfectamente, puesto que siendo las lluvias poco intensas no llegan á alcanzar grandes profundidades en el terreno y tienen que ser evaporadas por las altas temperaturas que reinan, acompañadas con frecuencia con fuertes vientos de Levante.

Aunque estos datos se refieren á tierras desnudas, resultados análogos ó superiores se han de anotar en los terrenos cultivados, porque el agua de lluvia, al llegar á la esfera de las raíces, tiene que ser absorbida por el vegetal, y si bien no ha de ser conducida por capilaridad á la superficie del terreno para ser evaporada, irá también á parar á la atmósfera por la transpiración vegetal.

VII

Análisis de las aguas de drenaje.

Las aguas que las tierras han dejado filtrar eran recogidas y medidas con el mayor cuidado, filtradas y evaporadas para reducir su volumen á las necesidades del análisis, y cuando no era posible el efectuar éstos en seguida, se adicionaba una pequeña cantidad de alcohol para evitar el desarrollo de vegetaciones criptogámicas al amparo de las sustancias nitrogenadas.

Las aguas concentradas de cada experiencia, después de adicionarles unas gotas de ácido acético para destruir los carbonatos, se ponían en el aparato de protocloruro de hierro siguiendo el procedimiento de Schloesing, y, medido el volumen del bióxido de nitrógeno que las aguas desprendían, se determinaba la cantidad de ácido nítrico comparándolo con el que se obtenía de una disolución normal de nitrato de sosa, evitando así tener que hacer correcciones de presión y temperatura.

Limitamos á la determinación del nitrógeno el análisis de estas aguas por ser el de verdadero interés bajo el punto de vista práctico. Cierto que las aguas de drenaje contienen además del nitrógeno materia orgánica, cloruro de sodio, sulfato de cal en abundancia y trazas de ácido fosfórico y de potasa; pero puede juzgarse de la utilidad de estas determinaciones sabiendo que todos estos cuerpos no llegan á pasar de 500 gramos por metro cúbico, entrando á formar parte de esta proporción la materia orgánica á razón de 3 gramos por metro cúbico. El resultado de los análisis practicados desde que empezaron los ensayos hasta la entrada de verano en sus diversos períodos se expresan en el adjunto cuadro:

ANÁLISIS DE LAS AGUAS DE DRENAJE

DESIGNACIÓN de las tierras.	Agua recogida. — *Mililitros.*	Volumen del bióxido de nitrógeno. — *Cents. cúbs.*	Ácido nítrico. — *Gramos.*	Nitrógeno. — *Miligramos.*	Agua de drenaje que corresponde á la hectárea. — *Litros.*	Nitrógeno nítrico en un metro cúbico de agua. — *Miligramos.*	Nitrógeno nítrico en agua de una hectárea. — *Kilogramos.*	Equivalente en nitrato de sosa. — *Kilogramos.*
Primer período.—Del 1.º al 29 de Diciembre.								
A	»	»	»	»	»	»	»	»
a	»	»	»	»	»	»	»	»
B	»	»	»	»	»	»	»	»
b	»	»	»	»	»	»	»	»
C	0,232	193,7	0,439	114,3	20,456	490,5	10,034	62,7
c	0,367	224,0	0,508	131,6	32,360	358,6	11,604	72,5
D	»	»	»	»	»	»	»	»
d	0,010	7,0	0,016	4,1	882	410,4	0,362	2,2
E	0,325	695,0	1,576	408,5	28,657	1,256,9	36,019	225,1
e	0,712	353,0	0,800	207,4	62,780	291,3	18,289	114,3
F	0,041	60,0	0,134	35,2	3,614	858,6	3,104	19,4
f	0,153	152,0	0,344	89,3	13,490	583,7	7,824	48,9
Segundo período.—Del 30 de Diciembre al 31 de Marzo.								
A	»	»	»	»	»	»	»	»
a	»	»	»	»	»	»	»	»
b	0,029	29,0	0,062	16,2	2,577	554,1	1,428	9,0
C	0,680	682,0	1,469	380,9	59,958	560,1	33,585	209,4
c	0,375	362,0	0,719	202,0	33,065	538,7	17,811	111,3
D	0,720	699,0	1,504	390,0	63,485	541,7	34,388	214,8
d	0,112	149,0	0,320	83,1	9,875	741,9	7,327	45,8
E	0,081	79,6	0,171	44,1	7,142	544,4	3,888	23,0
e	»	»	»	»	»	»	»	»
F	»	»	»	»	»	»	»	»
f	»	»	»	»	»	»	»	»
Tercer período.—Del 1.º de Abril al 21 de Mayo.								
A	»	»	»	»	»	»	»	»
a	»	»	»	»	»	»	»	»
B	0,813	647,0	1,385	359,0	71,688	442	31,653	197,8
b	0,252	260,5	0,559	145,0	22,220	575	12,785	79,9
C	0,115	95,0	0,204	53,0	10,140	461	4,673	29,2
c	0,163	110,5	0,235	61,0	14,372	374	5,379	33,6
D	0,715	614,0	1,315	341,0	63,044	477	30,067	187,8
d	0,362	300,5	0,644	167,0	31,919	462	14,725	92,0
E	»	»	»	»	»	»	»	»
e	»	»	»	»	»	»	»	»
F	»	»	»	»	»	»	»	»
f	»	»	»	»	»	»	»	»

Examinando los datos que en el citado estado se consignan se nota desde luego diferencias de importancia en la cantidad de nitratos producidos, no sólo por distintas tierras, sino entre las de la misma procedencia. Esta irregularidad depende principalmente de que, á causa de las escasas lluvias de la primavera, las tierras han sufrido desecaciones desiguales en los distintos vasos, y, agrietándose aquéllas, han permitido un drenaje directo en vez de verdadera filtración á través de la masa, condición precisa para que las aguas recogidas guarden en su composición cierta concordancia, por lo menos entre tierras de igual origen. Sin embargo, tomando términos medios entre cada grupo de tierras, principalmente entre las que han drenado con alguna regularidad en los diversos períodos, se nota alguna analogía, como lo prueban las cifras que se insertan á continuación:

GRUPO DE TIERRAS	Nitrógeno. Miligramos.	Términos medios.
B..	928,7	544,9
b.....	161,2	
C.....	548,2	471,4
c.....	394,6	
D.....	731,0	492,6
d.....	254,2	
E.....	452,6	330,0
e.....	207,4	

Estos datos nos enseñan que, si bien no puede establecerse una relación exacta y rigurosa entre la cantidad de nitrógeno nítrico obtenido y la cantidad de nitrógeno orgánico que las tierras contienen, en cambio se ve que las mejor dotadas de este elemento son las que han dado aguas de drenaje más ricas en nitratos, y en cambio las pertenecientes al último grupo, que son las que contienen menos nitrógeno orgánico, son las que menos han nitrificado, como es lo natural.

Las circunstancias especiales que nos hicieron demorar el principio de estas experiencias hasta pasadas las fuertes lluvias otoñales, y que, como hemos dicho, son

la causa de la irregularidad observada en la cantidad de agua de drenaje recogida, nos impiden hacer consideraciones en esta parte primera de este trabajo relativas á cómo nitrifican las diversas tierras puestas en experiencia. Tal vez al finalizar el año, cuando las lluvias del otoño sean abundantes, se normalice el régimen de los drenes, y entonces podremos consignar algo sobre el particular. Pero no por eso es poco instructivo el resultado obtenido con relación al primordial objeto que se persigue, que es el de demostrar que la nitrificación es activa en esta región durante la época del desarrollo de las plantas, y que debemos, por lo tanto, ser muy parcos en la adición de nitratos y no seguir los consejos, sin previa discusión, de los que tratan de difundir la buena práctica del empleo de abonos químicos, no extendiéndonos en otro género de consideraciones hasta que totalicemos los resultados del año que terminará en 30 de Noviembre.

Mientras tanto nos limitaremos á hacer el resumen del análisis de las aguas de drenaje recogidas, agrupando las tierras de una misma procedencia para simplificar y hacer más patente el resultado:

DESIGNACIÓN de las tierras.	AGUAS DE DRENAJE		NITRÓGENO NÍTRICO		Equivalente en nitrato de sosa.
	Recogidas en cada vaso. — *Litros.*	Que corresponde á la hectárea. — *Litros.*	Contenido en un metro cúbico de agua. — *Gramos.*	Que corresponde á la hectárea. — *Kilogramos*	— *Kilogramos.*
A — a	»	»	»	»	»
B — b	0,882	77,771	618	48,062	300
C — c	0,961	84,737	487	41,267	258
D — d	0,960	84,649	513	43,225	270
E — e	0,559	49,290	590	28,081	175
F — f	0,097	8,553	641	5,482	35

Vemos, pues, que los vasos que han dado regular proporción de agua de drenaje acusan bastante riqueza en nitrógeno nítrico para que estas aguas, llevadas fuera

de la acción de las raíces, las pérdidas que por esta causa se registren sean de alguna importancia; pero dejaremos el hacer consideraciones sobre las pérdidas que ocasionan las aguas de drenaje para la segunda parte de esta Memoria, en la que podremos totalizar los resultados obtenidos durante el año total.

Por ahora sólo nos interesa poner de manifiesto que, por el resultado que arroja el análisis de las aguas de drenaje en esta primera época de los ensayos, la nitrificación es bastante activa para poder suministrar á las plantas durante la primavera este principal elemento para su desarrollo, pues si bien algunas plantas industriales son más exigentes en nitrógeno, todo se reducirá á suministrar en estos casos especiales algún suplemento; pero con relación á los cereales y leguminosas, que sólo exigen 40 ó 50 kilogramos de nitrógeno, es evidente que lo ha de suministrar toda tierra que esté regularmente dotada de materia orgánica.

Estas primeras consideraciones que dejamos anotadas no son perfectamente exactas, porque no hay que olvidar que hemos empezado las observaciones poniendo tierras en los vasos que contenían cantidades de relativa importancia de nitrógeno nítrico que, indudablemente, fué nitrificado en el otoño antes de la toma de muestras de las parcelas, y por eso mismo hemos querido completar las investigaciones determinando el nitrógeno nítrico que las tierras conservaban al finalizar este primer período del ensayo, tomando todas las precauciones posibles para evitar errores.

Como las tierras estaban al comienzo del verano completamente secas, sobre todo en sus dos tercios superiores, fué preciso habilitar una sonda especial para poder tomar una muestra media en todo su espesor, con objeto de que esta muestra representase bien el tipo medio de la tierra de cada vaso con relación al nitrógeno nítrico. La sonda extraía la tierra de dos ó tres puntos de cada vaso, se mezclaba muy bien, y de esta mezcla se tomaban 200 gramos para someterla al

análisis, volviendo el resto de la tierra extraída á los vasos respectivos, puesto que estas tierras, cuya riqueza en nitrógeno se conoce, han de ser utilizadas en ulteriores investigaciones.

Una vez determinado el ácido nítrico que cada clase de tierra contiene, podemos, con los datos que ya poseemos, hacer un balance muy exacto del nitrógeno nitrificado durante este primer período, pudiéndose confirmar al finalizar estos trabajos si las operaciones han sido bien realizadas, puesto que el nitrógeno nitrificado tiene que corresponder al nitrógeno orgánico que de las tierras ha desaparecido durante las experiencias.

Las muestras de tierra recogidas de los vasos fueron sometidas á levigaciones metódicas para conseguir arrastrar los nitratos que pudieran contener, después se concentraron hasta obtener unos 20 centímetros cúbicos, y llevadas al aparato de percloruro de hierro se ha determinado el ácido nítrico que contenían, cuyos resultados se figuran en el siguiente estado, que nos permitirá hacer el resumen para poder apreciar en definitiva la cantidad de nitrógeno nitrificado desde el principio de las experiencias hasta que las tierras completamente secas quedaron impropias para que en su seno pudiera continuar el fenómeno de la nitrificación:

Determinación del ácido nítrico contenido en las tierras al final de los ensayos.

DESIGNACIÓN de las tierras.	Bióxido de nitrógeno recogido. — Centms. cúbicos.	Equivalente en nitrógeno por kilogramo de tierra. — Gramos.	Acido nítrico por kilogramo de tierra. — Gramos.
a.....	17,20	0,095	0,366
b.....	10	0,055	0,212
c.....	12,50	0,069	0,266
d.....	22,25	0,122	0,471
e.....	14	0,077	0,297
f.....	22,25	0,122	0,471

De las anteriores cifras se desprende el fundamento para poder totalizar el rendimiento en nitrógeno nítrico de las diversas tierras, debiendo de advertir que estos análisis no se han hecho más que con una serie de vasos por no multiplicar cifras que en nada modificarían el resultado, puesto que cada serie tiene igual cantidad y clase de tierra.

Con estos datos, y los que figuran en el curso de este trabajo, vamos á totalizar la nitrificación natural de las tierras en este primer período, en la forma que se expresa en el siguiente estado:

RESUMEN de los análisis efectuados en las aguas de drenaje y en las tierras durante el primer período de ensayos.

DESIGNACIÓN de las tierras.	Lluvia caida en cada vaso durante el ensayo. — *Litros.*	Agua de drenaje dada por cada vaso durante el ensayo. — *Litros.*	Ácido nítrico suministrado por las aguas de drenaje. — *Gramos.*	Ácido nítrico contenido en las tierras al empezar los ensayos. — *Gramos.*	Ácido nítrico contenido en las tierras al final del ensayo. — *Gramos.*	Ácido nítrico formado en el curso de los ensayos. — *Gramos.*	Nitrógeno nitrificado por hectárea. — *Kilogramos.*	Equivalente en nitrato de sosa. — *Kilogramos.*
a	42,149	»	»	5,300	13,904	8,604	1,992	123,2
b	—	0,281	0,621	1,700	7,804	6,725	1,542	96,4
c	—	0,905	1,462	1,400	8,566	8,628	1,978	123,6
d	—	0,484	0,980	0,800	15,747	15,927	3,653	228,2
e	—	0,712	0,800	2,500	10,000	8,300	1,903	118,9
f	—	0,153	0,394	1,200	15,884	15,078	3,456	216 »

Con los resultados que se consignan en el preinserto estado, creemos dejar suficientemente demostrado, y sin dejar lugar á dudas, que las tierras nitrifican con una energía tal, que son capaces de movilizar una cantidad de nitrógeno superior á la que necesitan las cosechas por exigentes que éstas sean, siempre que las tierras contengan alguna cantidad de materia orgánica algo nitrogenada; y estos resultados, de gran importancia, son avalorados por la concordancia que guardan con las observaciones recogidas en el campo de ensayo de abonos, en los que no hemos podido nunca apreciar los beneficiosos resultados que en otras zonas más septentrionales se notan con la aplicación del nitrato de sosa, ni durante el período vegetativo de las plantas, ni en el rendimiento obtenido, como lo comprueban algunos ejemplos entresacados de los estados de producción de las parcelas del campo de ensayo de abono:

		PRODUCCIÓN
Trigo.—Abono mineral con 150 kilogramos de nitrato de sosa por hectárea.....	Hectolitros.	41,80
Igual cantidad de abono mineral, pero sin nitrato de sosa.....	Hectolitros.	42,54
Patatas.—Abono mineral con 250 kilogramos de nitrato de sosa por hectárea....	Kilogramos.	17.400
Abono mineral en igual cantidad, pero sin nitrato de sosa...	Kilogramos.	16.000
Maíz forrajero.—Abono mineral con 200 kilogramos de nitrato de sosa..... .	Kilogramos.	72.000
Abono mineral en igual cantidad, pero sin nitrato de sosa.....	Kilogramos.	71.200

Es decir, que sólo en el cultivo de la patata hemos encontrado una pequeña diferencia en la producción que no compensa, ni con mucho, los gastos de adquisición del nitrato, diferencia que tal vez obedezca á error de experimentación, cosa que comprobaremos en otros ensayos.

Termina aquí la primera parte de este trabajo, en el que queda comprobada nuestra principal hipótesis, que es que en esta zona la nitrificación es suficientemente activa durante el período vegetativo de las principales

plantas cultivadas, no sólo para poder nutrir las cosechas, sino para originar pérdidas por las aguas de drenaje, y, por lo tanto, los agricultores deben de proceder con excesiva prudencia en la aplicación de abonos nitrogenados en dicha época en previsión de fracasos inevitables, siendo lo más conveniente, como medida de precaución, establecer pequeñas parcelas de ensayo que nos evidenciarán con sus resultados si nuestras tierras necesitan ó no nitrógeno, si es que no hay facilidad de que las tierras sean analizadas para determinar su tenor en materia orgánica y nitrogenada.

En la segunda parte de esta Memoria no sólo haremos otro género de consideraciones nacidas del estudio de las aguas de drenaje, sino que algo diremos de los medios más prácticos y económicos para restituir el nitrógeno que la nitrificación natural moviliza merced á las condiciones favorables de nuestro clima, al propio tiempo que se indicarán algunas modificaciones en nuestras prácticas culturales, encaminadas á mantener en el suelo, para que sea utilizado por las cosechas, tan importante elemento de nutrición como es el nitrógeno.

SEGUNDA PARTE

Determinado uno de los puntos más esenciales del problema que se trataba de resolver, cual es si la nitrificación natural de los terrenos era suficiente para atender á las necesidades de la planta durante el período de su vegetación, hemos de continuar los estudios totalizando los resultados que se obtengan durante todo el período ó año agrícola, como medio de poder deducir conclusiones más generales é interesantes y de verdadera utilidad práctica.

VIII

Lluvia y aguas de drenaje.

Prosiguiendo nuestro estudio, diremos que el verano se pasó como es frecuente y característico de esta zona, sin recoger agua alguna en el pluviómetro, y, como es natural, la tierra de los vasos puesta en experimentación sufre una sequedad casi absoluta, no encontrándose indicios de humedad más que en las capas muy profundas. Consecuencia de esta carencia de humedad es el que las tierras tuvieron que suspender su período de nitrificación, ó lo harían de una manera muy pobre, por

la ausencia de uno de los principales agentes que intervienen en este fenómeno.

Entramos en el mes de Septiembre, en el que, hacia la segunda quincena, se suelen iniciar las lluvias otoñales; pero en este año son algo más prematuras y con intensidad desusada. El 3, 4 y 5 de dicho mes llueve con tormentas y se recogen en el pluviómetro 3,933 centímetros cúbicos que no originan filtraciones más que muy escasas en algunos vasos, pero que sí son suficientes para saturar de humedad las tierras puestas en ensayo, que se encontraban desecadas en sus dos tercios superiores. Reinan después días de temperaturas elevadas, lo que contribuye á que las tierras se desequen bastante, causa de que las lluvias regulares del 22 y 23 del expresado mes no produzcan aguas de drenaje, lo que sucede después del 29, en cuyo día caen abundantes lluvias que, encontrando á las tierras saturadas de humedad por lluvias anteriores, originan el que los drenes corran en abundancia, aun en aquellos vasos que no habían suministrado ninguna desde el principio de las experiencias, como son los señalados con las letras *A*-*a*.

Observando el estado en que se consignan las cantidades de agua caída y recogidas por el drenaje, se ve que algunos vasos, como el *E*, ha cedido el 55 por 100 del agua caída, mientras que el vaso *a* no ha dado más que el 4 por 100. Iguales comparaciones hechas entre tierras idénticas de otros vasos comprueba lo que ya hemos dejado apuntado anteriormente, y es que no se observa relación alguna con tierras de igual procedencia, lo que en esta zona obedece á que las lluvias son poco constantes y la evaporación bastante elevada, causas que motivan el que en muchas ocasiones las aguas recogidas proceden de filtración directa á través de las cisuras ó intersticios que la desecación produce en las tierras y no por verdadero drenaje á través de toda la masa, suposición que queda confirmada con los datos registrados, pues cuando acaecen lluvias regulares dentro de un período de escasa evaporación se ve que el

drenaje se generaliza en todos los vasos y guardan concordancia entre tierras iguales.

De todas suertes, nótase que en este clima, solamente cuando sobrevienen aguas abundantes en escasas horas, es cuando se obtienen aguas de drenaje en regular proporción, pues con lluvias poco copiosas el efecto de la gran evaporación se deja sentir y nunca las tierras rinden gran cantidad de agua de drenaje, como sucede en climas menos cálidos.

Cesan las lluvias hasta el 10 de Octubre, en cuyo día se recogen en el pluviómetro 2,060 centímetros cúbicos, y á pesar de esto y de recogerse el dia 17, 9,06 centímetros cúbicos, las tierras no dan agua de drenaje. Más abundantes son las aguas del 23 y 24 de dicho mes, que ascienden á 2,801 centímetros cúbicos; pero á pesar de esto continúan sin correr los drenes, hecho que confirma cuanto hemos dejado expuesto anteriormente y que, repetimos una vez más, obedece, más que á la capacidad absorbente de las tierras, á la gran evaporación que sostiene la temperatura elevada y los frecuentes vientos secos y cálidos.

El 31 de Octubre se recogen 1,775 centímetros cúbicos, que no hacen más que predisponer las tierras para que las abundantes lluvias del 5, 6 y 7 de Noviembre pasen á través de las tierras en proporciones considerables, dejando á éstas tan saturadas de humedad que los drenes continúan dando agua hasta la tercera decena de Noviembre.

Como complemento de lo dicho, insertamos á continuación el estado resumen de las observaciones recogidas en cada uno de los vasos desde el principio de los ensayos:

LLUVIA Y AGUAS DE DRENAJE.—1.° de Diciembre de 1905 á 30 de Noviembre de 1906.

DESIGNACIÓN de las tierras.	INVIERNO		PRIMAVERA			VERANO		OTOÑO							AÑO total.
	1.° al 29 de Diciembre.....	29 de Diciembre al 8 de Marzo.	8 al 31 de Marzo.	31 de Marzo al 9 de Mayo.....	9 al 31 de Mayo.	1.° al 12 de Junio.	12 de Junio al 1.° de Septiembre.	1.° al 5 de Septiembre.....	5 al 23 de Septiembre.....	23 al 29 de Septiembre.....	29 de Septiembre al 2 de Octubre.	2 de Octubre al 6 de Noviembre...	6 al 8 de Noviembre.....	8 al 30 de Noviembre.....	
Aguas de drenaje recogidas en centímetros cúbicos.															
A	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1768	4090	4080	1000	10938
a	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	294	3500	3840	845	9479
B	»	»	670	»	813	»	»	»	»	»	2945	4087	3810	900	13225
b	»	»	29	»	252	»	»	»	»	»	1052	3996	3840	862	10031
C	232	»	680	»	115	»	»	»	»	»	2117	4080	4080	960	12264
c	367	»	375	»	163	»	»	»	»	»	1325	3993	4020	1040	11283
D	»	»	720	»	715	»	»	»	»	»	620	4080	3840	940	10915
d	10	»	112	»	362	»	»	»	»	»	423	4100	3833	870	9710
E	325	»	81	»	»	»	»	»	»	»	3933	4080	4030	1010	13459
e	712	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1030	3620	3462	903	9727
F	41	»	»	»	»	»	»	»	»	»	990	4050	4050	1080	10211
f	153	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1540	4070	3870	997	10630
Luvia recogida en centímetros cúbicos.															
	8362	20018	4454	3464	5861	1360	»	»	7463	7115	»	13,148	5178	»	76,413

Con objeto de simplificar algo el examen de los datos que quedan transcritos, figuramos en otro estado las mismas observaciones; pero tomando los términos medios de las aguas de drenaje suministradas por iguales clases de tierras, y conociendo la superficie de cada vaso, reduciremos aquéllas á milímetros de altura, obteniendo así cifras de más fácil comparación y que dan de una manera más exacta y clara la mayor ó menor intensidad de los fenómenos registrados:

LLUVIA Y AGUAS DE DRENAJE.—1.º de Diciembre de 1905 á 30 de Noviembre de 1906.

DESIGNACIÓN de las tierras	INVIERNO		PRIMAVERA			VERANO		OTOÑO							AÑO total.
	1.º al 29 de Diciembre	29 de Diciembre al 8 de Marzo....	8 al 31 de Marzo....	31 de Marzo al 9 de Mayo.....	9 al 31 de Mayo.....	1.º al 12 de Junio.....	12 de Junio á 1.º de Septiembre..	1.º al 5 de Septiembre.....	5 al 23 de Septiembre.....	23 al 29 de Septiembre.....	29 de Septiembre al 2 de Octubre.....	2 Octubre al 6 de Noviembre..	6 al 8 de Noviembre...	8 al 30 de Noviembre...	
Aguas de drenaje recogidas en milímetros de altura.															
A — a	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,08	33,46	34,91	8,13	85,60
B — b	»	»	3,07	»	4,69	»	»	»	»	»	17,61	35,63	33,63	7,76	102,51
C — c	2,63	»	4,64	»	1,22	»	»	»	»	»	15,17	35,58	35,71	8,81	103,80
D — d	0,04	»	3,66	»	4,74	»	»	»	»	»	4,59	36,06	33,82	7,98	90,91
E — e	4,56	»	0,36	»	»	»	»	»	»	»	21,87	33,94	33,03	8,44	102,20
F — f	0,85	»	»	»	»	»	»	»	»	»	11,15	34,93	34,93	9,13	91,89
Lluvia recogida en milímetros de altura.															
	73,70	176,51	39,28	30,55	51,68	12,00	»	»	65,81	62,74	»	115,94	45,65	»	673,86
Aguas de drenaje en centímetros cúbicos.															
A — a	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,031	3795	3960	922	9,708
B — b	»	»	349	»	532	»	»	»	»	»	1,998	4041	3825	881	11,625
C — c	229	»	527	»	139	»	»	»	»	»	1,721	4036	4050	1000	11,772
D — d	5	»	416	»	538	»	»	»	»	»	521	4090	3836	905	10,311
E — e	518	»	40	»	»	»	»	»	»	»	2,481	3850	3746	956	11,591
F — f	97	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,265	4062	3962	1036	10,422
Lluvia recogida en centímetros cúbicos.															
	8362	20,018	4454	3464	5861	1360	»	»	7463	7115	»	13148	5178	»	76,413

Nada más fácil que, con los datos anotados, hacer consideraciones análogas á las que hicimos en la primera parte de este trabajo, determinando la relación que guardan las aguas caídas con las obtenidas en el drenaje. Para ello haremos uso del último estado que expresa las aguas en milímetros de altura, y agruparemos los resultados por estaciones como medio de poder formar juicio aproximado de la marcha de estos fenómenos en las diversas épocas en que consideramos dividido el año agrícola:

ESTACIONES	Lluvia en milímetros.	Agua de drenaje. — Milímetros.	Relación entre la lluvia y el drenaje.
Invierno	250,21	1,34	186,7
Primavera	121,51	3,73	32,6
Verano y otoño	302,14	90,88	3,3

NOTA. — Durante el verano no hubo agua de drenaje, por lo que se agrupa esta estación con el otoño.

Si comparamos los resultados arriba indicados con los que se figuran en otro lugar respecto á las observaciones recogidas en Grignon y en Rothamsted, se ve desde luego la elevada relación que se obtiene en Jerez á pesar de las excesivas lluvias caídas en el otoño, que representan aproximadamente la mitad de la que corresponde al año entero.

Resulta evidente que, durante la primavera, verano é invierno, la relación de la lluvia al drenaje es tan grande que no hay temor de que, aun en tierras desnudas, se puedan registrar grandes pérdidas de nitrógeno por el drenaje, y con menos razón en las tierras cultivadas, siendo éste el fundamento más valioso en pro de la hipótesis sustentada de que durante el invierno y la primavera, que coinciden con el desarrollo de las plantas en esta zona, la nitrificación natural ha de ser suficiente para sostener la vegetación de las principales plantas cultivadas en tierras regularmente dotadas de nitrógeno orgánico.

No sucede lo mismo con relación al otoño. Aunque en

el actual las lluvias han sido más abundantes que de ordinario, es indudable que los drenes han de correr siempre en abundancia, hecho que desde luego tiene que traducirse en pérdidas de nitrógeno de importancia, como demostraremos más adelante. Pruébanos esto que uno de los principales fundamentos para justificar la conveniencia del barbecho es completamente erróneo, toda vez que si por las continuas labores nosotros conseguimos activar el fenómeno de la nitrificación, las aguas otoñales son las encargadas de arrastrar á capas inferiores y fuera de la acción de las raíces este poderoso elemento de fertilidad, ocasionando pérdidas que sólo el desconocimiento de su cuantía consiente el sostenimiento de una práctica altamente antieconómica. Sobre este importante extremo insistiremos más adelante.

Los datos que dejamos recopilados nos suministran también datos muy interesantes respecto á cómo se conduce la evaporación en nuestra zona. No hemos de repetir las variadas causas que en la evaporación influyen, pero sí hemos de hacer constar la abundante que resulta durante todas las épocas del año, principal causa de que las aguas de drenaje no corran más que en muy contadas ocasiones, y sólo después de copiosas lluvias, lo que hace que las pérdidas por este concepto sean de poca importancia, como no sea en el otoño.

Formaremos juicio más aproximado de cómo se conduce este fenómeno en esta región comparando los datos obtenidos con los de otros países:

	Lluvia. — m/m	Agua de drenaje. — m/m	Evaporación	Relación entre el agua caída y evaporada.
Grignon.....	501,3	189,3	212,0	2,64
Rothamsted..	854,0	449,0	405,0	1,90
Jerez (1906).....	673,8	96,2	577,6	1,16

Estos datos nos relevan de hacer más consideraciones sobre este particular, viendo que la relación entre la cantidad de lluvia caída y evaporada es bastante dife-

rente entre los tres países, á pesar de haber caído en Jerez aguas muy abundantes durante el otoño, y que dicha relación se aproxima en esta zona á la unidad.

Podemos concluir de lo expuesto que la lluvia en esta zona, excepción hecha del otoño, rara vez consigue el disolver y arrastrar los nitratos fuera de la acción de las raíces, y que su efecto ha de limitarse á prestar humedad conveniente á las capas de tierra vegetal para que en armónico consorcio con la temperatura pueda constituir un medio adecuado para que los fermentos nitrificadores llenen su importante cometido de movilizar el nitrógeno orgánico para ponerlo á disposición de las plantas, deducción lógica que nos explica esa exuberante vegetación que en esta región se manifiesta en aquellas épocas en que una humedad conveniente se aúna con temperaturas algo elevadas.

No insistimos más sobre este hecho por no repetir algunas de las consideraciones ya apuntadas, pasando á relacionar la cantidad de agua que las diversas tierras ensayadas han dejado atravesar, aunque por ser éstas de la misma finca, no pueden establecerse más que dos tipos bien distintos: uno compuesto de la tierra fuerte *A-a*, y las restantes que pueden considerarse como silíceas, aunque variando en ellas la proporción de la escasa cantidad de arcilla que contienen.

Desde luego se nota, al examinar el estado relativo á las aguas de lluvia y de drenaje, que aquellas tierras en las que predomina el elemento arcilla, son las que demuestran menos facilidad para dejarse atravesar por las aguas, hecho que está suficientemente comprobado por la práctica, y que además de ser originado por la mayor capacidad absorbente de la arcilla, tiene la explicación siguiente. La tierra, cuando á un período de lluvia sucede otro de sequedad, empieza á evaporar su superficie, equilibrando esta pérdida de humedad de las capas superiores el agua de las capas inferiores que asciende por capilaridad. Natural es, por tanto, que en tierras arcillosas, compuestas de partículas más tenues,

se desarrolle una atracción capilar mucho mayor que en las tierras de grano grueso.

Las demás tierras, aunque algunas de ellas, como son las procedentes de las hojas 2 y 3, que son algo más fuertes que las restantes, predomina, sin embargo, en ellas la sílice y están formadas de partículas tan tenues, que se asemejan mucho por esta circunstancia al aspecto físico de la primera parcela, razón por la que, no es de extrañar las escasas diferencias que se notan en la cantidad de agua de drenaje suministrada por las diversas tierras puestas en ensayo.

En el caso actual, más relación parece guardar la riqueza de la tierra en materia orgánica con la cantidad de agua de drenaje suministrada, puesto que las que han dejado pasar mayor cantidad son las *B-b* y *E-e*, pobres en materia orgánica, y las *D-d*, ricas en este elemento, han retenido mejor la humedad, pero sin que las diferencias encontradas sean de importancia para que merezca deducir consideraciones prácticas.

De cualquier suerte, dada la forma en que se han realizado los ensayos, debemos de conceder poca importancia á los datos referidos y que necesitan comprobación repetida, pues ya hemos dicho que, á causa de las desecaciones frecuentes de las tierras, alguna cantidad de las aguas caídas han pasado por drenaje directo, sin verdadera filtración, alterando esto la exactitud de los resultados.

En años posteriores se procurará elegir para estos ensayos tipos de tierra de composición más distinta, y entonces se apreciarán los resultados de una manera más patente.

IX

Análisis de las aguas de drenaje.

Los mismos procedimientos que hemos dejado indicados en la primera parte de este trabajo hemos adoptado en la ocasión presente, limitando las investigaciones al nitrógeno por ser el que realmente reviste importancia en estos estudios, en razón á la proporción crecida en que suele encontrarse en estas aguas.

Consignamos en el siguiente estado las investigaciones practicadas desde el principio de los ensayos, sin perjuicio de ir dando forma diversa á los resultados obtenidos, con objeto de poner más de relieve alguna de las conclusiones que podamos deducir:

DESIGNACIÓN de las tierras.	Del 1.º al 29 de Diciembre. — *Gramos.*	Del 29 de Diciembre al 31 de Marzo. — *Gramos.*	Del 31 de Marzo al 31 de Mayo. — *Gramos.*	Del 31 de Mayo al 2 de Octubre. — *Gramos.*	Del 2 de Octubre al 6 de Noviembre — *Gramos.*	Del 6 al 8 de Noviembre. — *Gramos.*	Del 8 al 30 de Noviembre. — *Gramos.*	**AÑO total.** — *Gramos.*
A	»	»	»	3,207	8,988	7,358	0,816	20,379
a	»	»	»	1,289	4,901	8,102	0,953	15,245
B	»	2,197	1,385	4,811	3,210	0,756	0,852	13,211
b	»	0,062	0,559	1,831	6,548	1,333	0,136	10,669
C	0,439	1,469	0,204	8,966	2,824	2,575	0,173	16,650
c	0,508	0,719	0,235	5,846	2,848	1,142	0,164	11,462
D	»	1,504	1,315	1,131	7,684	2,216	0,479	14,329
d	0,016	0,320	0,644	0,414	7,170	1,521	0,596	10,681
E	1,576	0,171	»	6,896	5,274	0,881	0,091	14,889
e	0,800	»	»	0,653	6,554	1,670	0,248	9,925
F	0,134	»	»	0,294	6,757	0,516	0,078	7,779
f	0,344	»	»	4,809	10,275	0,576	0,068	16,032

Al examinar los datos que figuran en el anterior estado, desde luego se notan ciertas anomalías inherentes á este sistema de experimentación, cosa que ya preveíamos, como lo prueba el hecho de haber duplicado los experimentos, lo que nos permite anular en parte estos errores de detalle y poder generalizar mejor los resultados. Un hecho sí deducimos, y es que la tierra que ha dado mayor cantidad de nitrógeno nítrico es la que del análisis resultaba tener más nitrógeno orgánico. Estas tierras son las *A - a* y las *B - b*. Pero también las *D - d* son ricas en materia orgánica y, sin embargo, son las que menos han nitrificado. ¿Tiene explicación este resultado? La misma anomalía arrojan los trabajos realizados por Deherain y Paturel al estudiar cómo nitrifican las tierras de prados, lo que nos induce á creer que esto no obedece á un error en nuestra manera de operar. La tierra *D - d* procede de parte del predio destinado á pastos naturales, y es un hecho demostrado que estas tierras nitrifican difícilmente, aunque son ordinariamente las más ricas en nitrógeno orgánico, habiendo resultado siempre con menos nitrógeno movilizado que las restantes, aunque éstas sean más pobres. Esto justifica algunos de los resultados con el cultivo de cereales en prados recién roturados, en los que es frecuente obtener mejores resultados en el segundo año de siembra que en el primero, lo que tal vez obedezca á que la materia orgánica acumulada en estas tierras durante largo tiempo no se encuentra suficientemente descompuesta para que pueda servir de alimento á las plantas.

Las diferencias que se notan en la nitrificación de las tierras iguales tiene su explicación en el caso actual á causa de lo difícil que es que tierras iguales den cantidades iguales de agua de drenaje. Cualquier diferencia en la colocación de las tierras en sus vasos respectivos ocasiona drenaje diferente, y es natural que, siendo la humedad uno de los factores que más influyen en la nitrificación, esté ésta en razón inversa de la cantidad de agua de drenaje suministrada; pero repetimos que estas

anomalías en nada desvirtúan la importancia de los resultados obtenidos.

En el estado que antecede se figura en la última columna datos expresivos de la importancia que la nitrificación alcanza en esta región; pero iremos simplificando la exposición de datos tomando términos medios entre los resultados que arrojan las tierras de igual procedencia, continuando este mismo sistema de condensar los resultados obtenidos en corto número de cifras, medio de que las conclusiones puedan tener carácter más general, empezando por recopilar en un estado los más importantes datos obtenidos durante las experiencias, datos que nos pueden servir para sacar deducciones de bastante importancia:

DESIGNACIÓN de las tierras.	Aguas de drenaje recogidas. — *Litros*	Bióxido de nitrógeno obtenido de las aguas de drenaje. — *Cents. cúbs.*	EQUIVALENTE EN		Agua de drenaje que corresponde á la hectárea. — *Metros cúbs.*	NITRÓGENO NÍTRICO		Equivalente en nitrato de sosa. — *Kilogramos.*
			Ácido nítrico — *Gramos.*	Nitrógeno. — *Gramos.*		Que corresponde al metro cúbico. — *Gramos.*	Que corresponde á la hectárea. — *Kilogramos.*	
A	10,903	9082,0	20,380	5,2838	964,5	482	458,85	2867
a	8,805	7945,7	17,870	4,6332	776,4	526	408,39	2552
B	10,574	4815,4	10,610	2,7507	932,4	261	243,36	1521
b	9,402	4312,0	9,853	2,5545	829,0	272	225,49	1409
C	13,082	5813,8	12,882	3,3399	1153 5	255	294,14	1838
c	13,895	6785,3	14,998	3,8885	1224,8	280	242,94	1512
D	11,348	6250,3	13,893	3,6021	1000,6	317	317,19	1982
d	10,317	4159,2	9,304	2,4124	909,3	234	212,87	1330
E	10,643	6513,6	14,408	3,7356	1026,6	321	329,54	2059
e	9,687	4336,5	9,769	2,5327	854,2	261	222,95	1393
F	10,546	4274,5	9,422	2,4433	929,7	232	215,74	1348
f	10,630	7205,7	16,071	4,1666	937,3	392	367,42	2229

Aunque en el estado que queda inserto condénsase los datos más elocuentes para poder establecer conclusiones de verdadero carácter práctico, hemos de establecer otra agrupación como medio de poder estudiar el fenómeno de la nitrificación en los diversos períodos en que hemos considerado dividido el año, punto éste de verdadera importancia para el objeto que nos proponemos:

DESIGNACIÓN de las tierras.	INVIERNO — 1.º de Diciembre al 8 de Marzo. — *Gramos.*	PRIMAVERA — 8 de Marzo al 31 de Mayo — *Gramos.*	VERANO — 31 de Mayo al 1.º de Septiembre. — *Gramos.*	OTOÑO — 1.º de Septiembre al 30 de Noviembre. — *Gramos.*	AÑO total. — *Gramos.*
A — a	»	»	»	4,958	4,958
B — b	»	0,544	»	2,084	2,628
C — c	0,123	0,348	»	3,144	3,615
D — d	0,002	0,490	»	2,514	3,006
E — e	0,308	0 220	»	2,804	3,332
F — f	0,062	»	»	3,242	3,304
Término medio.	0,083	0,287	»	3,124	3,474

Del examen de los anteriores estados se desprende la confirmación de la hipótesis sustentada al principio de este trabajo, de que la nitrificación en esta zona conserva sobrada energía durante la mayor actividad vegetativa de las plantas para que la aportación del nitrato de sosa resulte ineficaz en la mayoría de los casos, aun en aquellas tierras que solamente estén regularmente dotadas de nitrógeno orgánico. Las plantas encuentran siempre nitrógeno suficiente para su normal desarrollo, y, por consiguiente, el empleo de abonos nitrogenados fácilmente solubles presenta el riesgo de que no sea absorbido por las plantas, que no será arrastrado por las aguas de drenaje de la primavera, siempre escasas, pero sí por las del otoño, más abundantes, lo que se traduce en un gasto completamente inútil para el agricultor.

Los referidos datos facilitan también el poder deducir

consecuencias de importancia para aquilatar en su justo valor una de las prácticas más generalizadas en nuestro país, como es el barbecho; y tan importante es esto, que por sí sólo sería suficiente para que desapareciera ó se restringiera en gran escala este sistema de cultivo, que sólo proporciona la ventaja de limpiar algo el terreno de malas hierbas á cambio de grandes pérdidas de nitrógeno, y de mantener improductivas grandes extensiones de terrenos. Ligeras consideraciones demostrarán la veracidad de nuestro aserto.

Supongamos que las tierras de donde proceden las muestras puestas en ensayo hubieran sido sometidas á los trabajos de barbecho, para lo que habríamos practicado idénticas operaciones que las realizadas con las muestras del ensayo; es decir, habríamos dado dos hierros durante el invierno y otros dos durante la primavera para mullir el suelo y matar las malas hierbas. Desde luego conseguiríamos esto último, pero movilizando gran parte del nitrógeno orgánico que las tierras poseían en estado inerte, transformándolo, merced á los trabajos de los fermentos nitrificadores, primero en amoníaco, más tarde en ácido nitroso, y, por último, en ácido nítrico, todos ellos muy solubles. Este nitrógeno movilizado no ha podido ser absorbido por la vegetación espontánea, porque nuestro principal objeto ha sido destruir ésta con las labores para mantener el suelo lo más limpio posible, y claro es que todo este nitrógeno en las primeras aguas otoñales, que suelen ser abundantes y que sobrevienen en épocas en que la evaporación ha perdido parte de su actividad, será arrastrado á capas inferiores, porque aun cuando en esta época es la conveniente para realizar la siembra, por tempranas que éstas sean, ni sus necesidades orgánicas son grandes ni sus raíces lo suficientemente profundas para evitar estos perjuicios. Los nitratos formados durante el año serán perdidos para el agricultor, siendo su cuantía de una importancia mayor de lo que á primera vista aparece, como demostraremos más adelante.

El último estado indica el nitrógeno arrastrado por las aguas de drenaje en las diversas estaciones del año. ¿Pero se puede de él deducir la nitrificación natural de las diversas tierras en las cuatro épocas en que hemos considerado dividido el año? Ciertamente que no. En esta región las aguas de drenaje son nulas, ó casi nulas, excepción hecha del otoño, porque la saturación de las tierras de humedad es muy poco frecuente, y es evidente que el nitrógeno nítrico formado se ha de repartir entre las aguas de drenaje y el agua que queda constituyendo el grado de humedad; por lo tanto, las cifras que en el mencionado estado se figuran no nos indican la nitrificación en cada época, sino las pérdidas de nitrógeno nítrico que cada tierra habrá experimentado en cada período. La nitrificación sólo puede valorarse con exactitud determinando, no sólo el nitrógeno nítrico arrastrado por las aguas de drenaje, sino el que queda en la tierra, como hemos hecho al establecer el balance del nitrógeno nitrificado en la primera parte de este trabajo.

Consideramos, sin embargo, de importancia el consignar la nitrificación según los datos que suministran las aguas de drenaje en las diversas épocas, como lo hacemos á continuación:

	Nitrógeno nítrico por hectáreas. — *Kilogramos.*
Invierno	7,32
Primavera	24,40
Verano	»
Otoño	273,78
Año total	305,50

Este resultado ha sido deducido tomando términos medios entre todas las tierras ensayadas para generalizar los resultados, viendo que las aguas de drenaje arrastran escasas proporciones de nitrógeno nítrico durante el invierno, de alguna más importancia en la primavera, ninguna durante el verano, y de gran impor-

tancia en el otoño. Hemos de señalar, sin embargo, que este resultado se debe á que las tierras ensayadas son en su mayoría de naturaleza silícea y, por lo tanto, sumamente permeables, pues tratándose de tierras en las que la arcilla predomine, las aguas de drenaje son nulas en todas las épocas del año, excepto en el otoño, como lo han comprobado los vasos *A - a*, que no han dado agua de drenaje hasta el mes de Octubre.

Si tuviéramos que atenernos á la cantidad de nitrógeno nítrico arrastrado por las aguas de drenaje para determinar la nitrificación de las tierras en determinadas épocas, encontraríamos que ésta era deficiente para sostener una vegetación activa en los principales cultivos, y, por lo tanto, estaría justificado el empleo de algunas cantidades de nitrato de sosa ó de sulfato amónico, especialmente en la primavera; pero véase el balance del nitrógeno nitrificado durante el período vegetativo de las principales plantas cultivadas en esta región y se encontrará demostrado el que las tierras contienen sobrado nitrógeno asimilable para subvenir á las necesidades de aquéllas, resultando la escasez del drenaje circunstancia beneficiosa para conservar en nuestras tierras todo ó la mayor parte del nitrógeno movilizado, y que podemos aprovechar estas reservas si á este fin supeditamos nuestras prácticas culturales.

Vamos á expresar en pocas cifras los principales resultados obtenidos en estos ensayos, fijándonos especialmente en las pérdidas de nitrógeno por las aguas de drenaje en las tierras sin cultivo, valorando estas pérdidas para que los agricultores fijen bien su atención en asunto de tan gran importancia.

DESIGNACIÓN de las tierras.	Agua de drenaje correspondiente á la hectárea. — *Metros cúbs.*	Nitrógeno nítrico contenido en las aguas de una hectárea. — *Kilogramos.*	Equivalente en nitrato de sosa. — *Kilogramos.*	Valor del nitrato de sosa que representa el nitrógeno arrastrado por hectárea. — *Pesetas.*
A — a	870,45	433,62	2709	948,15
B — b	880,70	224,43	1465	512,75
C — c	1189,15	268,54	1675	586,25
D — d	955,15	265,03	1655	579,25
E — e	940,40	276,25	1726	604,10
F — f	933,60	295,58	1788	625,80
Término medio.	961,57	294,90	1836	642,60

Los resultados que quedan anotados hacen comprender sobradamente que el dejar improductivas grandes extensiones de terreno empleando recursos de importancia en labores para despojar á los barbechos de una cantidad de nitrógeno que, valorada al precio de coste de abonos similares, resulta una suma de importancia, no obteniéndose más resultado que el limpiar el suelo de plantas espontáneas, es una práctica que no resiste á la más ligera crítica, y con más motivo cuando iguales resultados podemos obtener siguiendo otros procedimientos más económicos, modificando prudencialmente nuestros sistemas de cultivo, sustituyendo el barbecho por plantas escardadas, pues si hasta aquí ha podido subsistir dicho sistema, hoy no puede conservarse alegando otro fundamento que el apego á la rutina.

No se nos oculta que las cifras que aparecen como resumen de este trabajo pudieran ser algo exageradas á causa de que nosotros hemos operado en condiciones algo excepcionales, con tierras cuya riqueza en materia orgánica y nitrógeno era regular, que las tierras han sido pulverizadas al ponerlas en experiencia, que se han

tenido siempre limpias de malas hierbas, que tal vez las tierras puestas en los vasos hayan disfrutado mayor temperatura á causa de su poca masa; pero aun colocándonos en circunstancias ordinarias, aunque estas pérdidas por las aguas de drenaje se redujeran en alguna proporción, ¿no es indudable que siempre estas pérdidas resultarán de gran cuantía en las tierras de barbecho, y que sostener prácticas sin fundamento científico ni resultados económicos es querer labrar la propia ruina? Ciertamente que sí, y esta conclusión es la que interesa discutir á los agricultores, sirviéndoles de guía para modificar lo que hasta ahora se tenía como insustituible. Mantengan en sus alternativas la hoja de *manchón*, ya que el sistema de explotación que domina en casi toda la Península subordina éste al deseo de obtener productos exportables, impidiendo el poder establecer la natural y lógica solidaridad entre la producción ganadera y agrícola; sigan con el sistema de limitar la producción á unas cuantas cereales y leguminosas; conserven en el olvido las plantas forrajeras é industriales, principalmente las raíces y tubérculos, de los que tantos beneficios podrían obtener bajo el doble punto de vista agrícola y económico, pero abandonen el *barbecho en blanco*, pues son excesivos los sacrificios que el labrador se impone para obtener tan exiguas ventajas. Con la supresión del barbecho no sólo pondríamos en producción grandes extensiones de terrenos que dejamos actualmente improductivos, sino que las plantas que ocupasen éstos se irían amparando del nitrógeno nítrico formado, no consintiendo que se acumulasen esas grandes reservas que luego habían de ser arrastradas por las aguas otoñales sin ningún beneficio para el agricultor. En esta zona la actividad de la nitrificación es precisamente en la época en que las plantas están en vegetación, porque entonces es cuando se armonizan la humedad y el calor, es casi nula en el verano por falta de humedad, y, evidentemente, si las plantas ocupasen el terreno durante el período de la nitrifi-

cación activa, las reservas de nitrógeno al llegar el otoño serían escasas, y las pérdidas ocasionadas por las aguas otoñales se reducirían al mínimo.

Sólo nos resta determinar el tanto por ciento de su nitrógeno que las tierras nitrifican y esto es lo que consignamos á continuación, para lo que supondremos que el peso de la tierra de una hectárea hasta la profundidad de $0^{m},35$ es de 4.000 toneladas:

DESIGNACIÓN DE LAS TIERRAS	Riqueza en nitrógeno por hectárea — Kilogramos.	Nitrógeno nitrificado por hectárea — Kilogramos.	Tanto por ciento.
A - a	5.480	436	7,9
B - b	4.560	240	5,3
C - c	4.320	329	7,6
D - d	6.800	264	3,8
E - e	3.000	260	8,6
F - f	4.560	291	6,3
Término medio	4.790	303	6,3

De estas cifras deducimos la energía que en esta zona tiene la nitrificación natural de los terrenos, puesto que el primer año llegan á movilizar el 6,3 por 100 de su nitrógeno total como término medio, comprobándose, como ya hemos indicado en otro lugar, que las tierras de pastos, á pesar de su riqueza en materia orgánica, son las que más lentamente dejan transformar su nitrógeno.

Para juzgar de lo que estas cifras significan diremos que, en Grignon, Deherain ha deducido que la nitrificación natural de los terrenos viene á ser el 1 por 100 de su nitrógeno total. Bien es verdad que esta cifra es deducida de varios años de observaciones, estando comprobado que esta facultad de nitrificar va descendiendo paulatinamente de año en año, pero que esto no es óbice para señalar este hecho comprobado, al que tal vez sea debido la rapidez con que las tierras se esquilman

en esta región cuando no se atiende á restituir oportunamente el nitrógeno nitrificado.

Todas estas consideraciones se refieren á las tierras desprovistas de vegetación, prometiendo en el venidero año poner en experiencias algunas de estas tierras sembradas con alguna cereal y leguminosa, con lo que podremos obtener conclusiones de no menor importancia que las que se han mencionado en el curso de este trabajo.

X

Consecuencias prácticas.

No abrigamos la pretensión de que algunas de las deducciones sustentadas en el curso de esta Memoria no tengan que experimentar algunas modificaciones en años sucesivos; pero aun con carácter provisional hemos de sintetizar algunas de las provechosas enseñanzas que arrojan los estudios realizados, pues aunque en toda experimentación agrícola lo complejo de los problemas pueden ocasionar algunos errores, creemos que los que hayan podido cometerse en la ocasión presente no afectarán gran cosa á la finalidad que perseguimos.

Nuestro principal objeto, al intentar realizar estos estudios, era determinar cómo nitrificaban las tierras en esta región durante el período vegetativo de las plantas, y poder juzgar si las aportaciones de abonos minerales nitrogenados serían ó no convenientes en todos los casos; y hase demostrado de una manera evidente que, en tierras aún pobres de nitrógeno orgánico, la nitrificación es suficientemente activa para sostener una vegetación exuberante; y de aquí la necesidad de aconsejar al agricultor que si, en todos los casos, el empleo de abonos minerales deben de emplearse con gran

prudencia, con relación al nitrógeno toda precaución es poca, si es que no queremos exponernos á realizar gastos completamente inútiles.

Otra de las consecuencias de valor indiscutible es la condenación radical del sistema de barbecho, al que tan apegados se encuentran nuestros agricultores, el que debe de proscribirse, no sólo por lo que afecta á la riqueza pública el condenar á la inacción grandes extensiones de terreno, sino por resultar antieconómico para el agricultor, puesto que inconscientemente disminuímos, con este proceder, la riqueza de nuestro suelo, sin vislumbrar siquiera un ulterior aprovechamiento de esa riqueza, puesta para siempre fuera del alcance de la producción agrícola.

Algunas otras consideraciones dignas de mención, aunque de menor importancia, hemos de apuntar en esta última parte de este trabajo, procurando ser todo lo concisos posible, medio de que resulte más de relieve su utilidad:

1.° Siendo evidente que las tierras nitrifican durante el invierno y la primavera grandes cantidades de nitrógeno, no se precisa, en la generalidad de los casos, la adición de grandes cantidades de nitrato de sosa en dicha época, para evitar pérdidas irremediables. Sólo en el caso de cultivarse plantas muy exigentes en nitrógeno, como remolacha, tabaco, etc., es cuando está indicado el empleo de algunas cantidades de abonos nitrogenados.

2.° En el caso de que se trate de tierras muy pobres en nitrógeno ó que nitrifiquen muy lentamente, es cuando haremos uso de abonos nitrogenados, estimándose preferible el sulfato amónico por ser más lento en nitrificar, ó de emplearse el nitrato de sosa, que sea en el invierno, pasadas las grandes lluvias, pues dada la gran evaporación que es frecuente y la pequeña cantidad de agua de drenaje que las tierras rinden, no hay peligro de que se registren pérdidas grandes de nitratos.

3.° En tierras que contengan 1 por 1.000 de nitrógeno orgánico parece ser que la nitrificación es bastante intensa para facilitar alimento nitrogenado á una buena cosecha de cereales ú otra cualquier planta que no sea de las muy exigentes en este elemento, puesto que en estos ensayos tierras que contenían 0,7 por 1.000 han nitrificado en abundancia para resultar inútil el empleo de nitrato de sosa. Pero no debe olvidarse de que es necesario el empleo de materia orgánica, en el caso de que aquélla no la contenga, que facilite alimento á los fermentos.

4.° Resulta más recomendable, mejor que el empleo de grandes cantidades de nitrato de sosa ó de sulfato amónico, el *empleo de abonos orgánicos* que, además de nitrificar lentamente, facilitan materia carbonada necesaria para el trabajo activo de los fermentos. Si estas estercoladuras periódicas no pueden facilitarse, se debe de recurrir á *enterrar cosechas en verde*, habas, altramuces, ú otras leguminosas de gran desarrollo, procedimiento económico y que puede efectuarse en la hoja de barbecho, con lo que conseguimos evitar la pérdida del nitrógeno acumulado en el suelo, al propio tiempo que la tierra se enriquece con el nitrógeno inducido por la leguminosa. Una siembra de habas en la hoja de barbecho realizada temprano y segada y enterrada á primeros de Marzo, puede suministrar materia nitrogenada y carbonada para sostener las tierras en aptitud de nitrificar bien durante dos ó tres años.

5.° La nitrificación de las tierras siendo muy escasa durante el verano á causa de la falta de humedad conveniente, las pérdidas de nitratos en las tierras cultivadas durante el otoño han de ser escasas. En cambio, en las tierras barbechadas son considerables, por lo que resulta conveniente el efectuar siembras tempranas que han de ampararse de parte de las reservas de nitrógeno nítrico acumulado durante el año.

6.° Debe tenderse á suprimir por completo el sistema de barbecho, base de nuestro sistema de cultivo, susti-

tuyéndole por plantas escardadas ó forrajeras, pues ambos procedimientos nos darán por resultado el sostener el suelo limpio de malas yerbas, que es lo único práctico que se consigue con el barbecho, y además mantener en el terreno las reservas de nitrógeno asimilable que no hayan sido utilizadas por estas cosechas.

Y 7.° Las labores de alzar manchones y rastrojos deben de darse en seco, para que el arado de vertedera voltee grandes bloques de tierra que, dejando almacenar el agua en las capas inferiores, conserve, sin embargo, la cohesión en las capas removidas para que las lluvias no se filtren á través de la tierra vegetal y arrastren los nitratos almacenados; ó pasada la época de las grandes lluvias, para que la vegetación espontánea que se desarrolle, y la falta de permeabilidad del suelo, originen pocas aguas de drenaje y menos cargadas de nitratos. Las demás labores complementarias se darán después de pasadas las grandes lluvias, desmenuzando la tierra todo lo posible, pues así predisponemos al suelo á una abundante nitrificación, sin temor á que las aguas de primavera ocasionen grandes pérdidas.

*
* *

Aquí damos por terminado este trabajo, en el que sólo hemos dado alguna amplitud á las observaciones pertinentes al objeto que nos proponíamos, conociendo de sobra que algunas interesantes cuestiones, que solamente hemos apuntado, entrañan importancia suma para que sean relegadas á segundo término.

Pero las múltiples enseñanzas que del estudio de las aguas de drenaje pueden derivarse, exigen continuadas y asiduas observaciones que no pueden realizarse en un solo año, por lo que prometemos en los sucesivos sin variar el sistema de investigación propuesto, dirigir nuestros esfuerzos á intentar resolver alguno de los im-

portantes problemas que entraña *la alimentación nitrogenada de las plantas en su relación con la nitrificación natural de los terrenos*, asunto éste de interés capital para el progreso de nuestra agricultura.

Jerez de la Frontera 31 de Diciembre de 1906.

El Ingeniero-Director,

EDUARDO NORIEGA.

INDICE

Páginas.

Oficio dirigido al Ilmo. Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio..... 5
Orden de la Dirección general de Agricultura, Industria y Comercio... 9
Informe de la Junta Agronómica..... 11

PRIMERA PARTE

I.—Consideraciones generales acerca de la importancia que entraña el estudio de la nitrificación natural de los terrenos 15
II.—Condiciones favorables que reune esta zona para la nitrificación natural de los terrenos..... 23
III.—Cuándo debe ser la nitrificación activa en esta región..... 26
IV.—Cómo se han dispuesto las experiencias..... 33
V.—Número y naturaleza de las tierras ensayadas..... 35
VI.—Lluvia y aguas de drenaje recogidas..... 37
VII.—Análisis de las aguas de drenaje..... 47

SEGUNDA PARTE

VIII.—Lluvia y aguas de drenaje..... 61
IX.—Análisis de las aguas de drenaje..... 71
X.—Consecuencias prácticas..... 83