

REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

PUBLICACIÓN MENSUAL

Preparación y distribución del estiércol

POR

M. P. P. DEHERAIN

TRADUCIDO PARA LA REVISTA DE LA FACULTAD
POR CONRADO MARTIN UZAL, INGENIERO AGRÓNOMO

El estiércol difiere esencialmente de todos los abonos del comercio, que en mayores ó menores cantidades, adquieren los cultivadores hábiles; aportan un elemento indispensable para mantener la fertilidad, que es el hùmus. Contiene sin duda otras materias fertilizantes de un alto valor: ázoe, casi 5 kilos por tonelada, potasa en la misma cantidad, ácido fosfórico en menor proporción, puesto que una tonelada de estiércol no contiene arriba de 3 kilos; pero lo que le da un valor muy particular y que impide reemplazarlo ni por el nitrato de soda, ni por los superfosfatos, ni por las sales de potasa, es que una gran parte de su ázoe está encerrado en esta combinación compleja designada con el nombre de hùmus.

La fabricación debe de ser conducida de manera que se favorezca la transformación de la paja de las camas, en hùmus. Esta transformación es la obra de fermentos cuyo origen y modo de trabajar son hoy en día muy conocidos.

Las pajas empleadas como camas encierran pequeñas cantidades de materias azoadas, azúcares, taninos; están esencialmente formadas de tres substancias diferentes: una goma, una celulosa que se emplea comunmente en la fabricación de papeles ordinarios, y en fin una última substancia la vasculosa la que asociada á las materias azoadas caracteriza al humus.

Consumir el estiércol, es destruir por fermentación la goma de la paja y la celulosa para poner en libertad la vasculosa, que mez-

clada á las materias azoadas constituye la *manteca negra* de los estiércoles consumidos.

Las deyecciones líquidas de los animales embeben las camas de carbonato de potasa y de urea, muy pronto transformadas en carbonato de amoniaco; éste proviene, además, de la transformación parcial de las materias azoadas contenidas en las camas.

Las deyecciones sólidas aportan los fermentos que tapizan una gran parte del intestino de los animales y son arrastrados hasta las camas.

Estos fermentos aparecen al microscopio bajo dos formas distintas; son pequeños gusanos, cortos, medianamente ágiles ó forman pequeños puntos brillantes; la forma animada se llama bacteria; la forma inmóvil, espóros, estos no parece que puedan cambiar de estado sino bajo la influencia del aire. Estos fermentos viven en las disoluciones muy cargadas de carbonato de potasio y de carbonato de amoniaco y no prosperan sino en estos medios alcalinos; resisten á la elevación de la temperatura hasta 70° pero perecen entre 70° y 80°; a 52° presentan su máximum de actividad.

La disposición adoptada en Grignon para fabricar el estiércol permite seguir todas las fases de la transformación que sufre la paja de las camas. Se han hecho impermeables á los líquidos, a dos superficies de diez metros de costado, ligeramente bombeadas hacia el centro para que el purin escurra á las canaletas cuyas pendientes se dirijen hacia un orificio que comunica con la fosa de purin. Sobre tres de las paredes de la pila el estiércol se acomoda de manera que forma un muro vertical, y sobre el cuarto costado se dispone en plano inclinado con algunos tablones para facilitar el acarreo con carretillas, que hacen los peones de la granja.

Si damos una vuelta alrededor de un monton concluído, que se eleva hasta cerca de tres metros, no apercibiremos ningún olor fuerte; á un metro del suelo veremos escurrir, sobre las paredes verticales, largas chorreras negras que al secarse recubren las pajas de una capa impermeable parecida al barniz. Para llevar más lejos nuestro examen, introduzcamos en la masa, á unos 50 centímetros de la superficie superior, una varilla de hierro después retirémosla é introduzcamos en la abertura que haya dejado un termómetro común; la temperatura es muy elevada, más ó menos 60°. ¿Cuál es la causa de esta elevación de temperatura? Para saberlo, reemplazaremos nuestro termómetro por un tubo de vidrio y después con la ayuda de un chorro de agua hagamos afluir hacia un

frasco en que el agua se escape poco á poco, los gases confinados en el estiércol. Están formados en su tercera parte por ácido carbónico y por las otras dos terceras partes de ázoe; habitualmente no hay trazas de oxígeno. Esta fuerte proporción de ázoe prueba que el aire ha penetrado y como no encontramos oxígeno sino ácido carbónico, estaremos ciertos que el oxígeno del aire ha quemado algunos de los elementos de la paja y que la elevación de temperatura se debe á esta combustión. La parte de la paja que desaparece parcialmente durante esta primera faz de la operación, es la goma. Nuestra paja comienza entonces á desgregarse; de los tres principios esenciales que ella encierra, uno tiende á desaparecer por combustión lenta.

Recomencemos nuestros sondajes y nuestras recolecciones de gas, pero esta vez á 75 centímetros ó un metro de la superficie y el análisis nos revela además del ázoe y anidrido carbónico una pequeña cantidad de hidrógeno mezclado al gas de los pantanos. Este hidrógeno proviene de la fermentación amoniacal de las materias azoadas.

Recomencemos nuestras recolecciones de gas, pero tomémosle á un metro ó metro y medio hacia el fondo; no encontraremos más que en la parte superior pero la cantidad de ácido carbónico es más débil, la del ázoe mucho menos que en el gas tomado en lo alto del montón. ¿De qué está formada entonces la atmósfera confinada? Esencialmente de gas de los pantanos, llamado también hidrógeno carbonado, metano ó formeno, como dicen los químicos, todos estos diferentes nombres se aplican á la misma materia. Cuando se ha recojido una campana de gas de estiércol y que se le ha extraído el ácido carbónico con la ayuda de la potasa, se quema muy fácilmente el gas restante.

La combustión que ha producido en lo alto del montón la temperatura de 60°, y la reacción que dá origen al gas de los pantanos, es la obra de los fermentos; si se agrega estiércol y se lleva toda la masa á 100°, aún cuando se la someta después á temperaturas favorables no se sacará más que trazas de ácido carbónico y nada de gas de los pantanos; los fermentos se han muerto, no se tiene delante de sí nada más que un montón de paja inerte.

Cuando al contrario los fermentos están vivos trabajan aún cuando se hallen fuera del contacto del aire, en estas nuevas condiciones atacan la celulosa. Nada es más fácil de demostrar.

Se llena un frasco de una disolución de carbonato de potasa y

de carbonato de amonio; se agrega un poco de fosfato de amoniac, después se sumerjen en este liquido, pedazos de algodón, filazas, papel, todas las materias formadas esencialmente de celulosa; en fin se mantiene á 52° más ó menos, se fecunda con algunas gotas de purin, y si el frasco está munido de un tapón y de un tubo de gas, se recibe, después de algunos días, una mezcla de gas de los pantanos y ácido carbónico.

El segundo elemento esencial de la paja se destruye también en las partes del montón donde el aire no llega más. La vasculosa restante, mezclada á las materias azoadas de la paja, á la de las deyecciones sólidas, se disuelve en los carbonatos alcalinos de las orinas y forma las estalactitas negras que chorrean á lo largo del montón.

Sin duda no toda la paja sufre esta descomposición completa pero la alteración es tanto más profunda cuanto más activas hayan sido las fermentaciones.

Sucede algunas veces que en lugar de favorecer estas fermentaciones, se las retarda ó aún se las detiene en agregando al montón de estiércol sulfato de fierro ó yeso. De seguro que no se hacen estas adiciones sin invocar alguna razón; se dicen que tienen por objeto impedir la difusión del amoniaco.

En el estiércol, en efecto, el amoniaco combinado con el ácido carbónico es muy volátil, y es perfectamente cierto que metamorfoséandolo en sulfato, con la ayuda del sulfato de fierro ó del yeso este gas no se pierde.

Pero esta transformación es á la vez dañina é inútil: dañina, porque como se ha dicho los fermentos que entran en juego en la fabricación del estiércol no trabajan sinó en un medio cargado de carbonatos, en una palabra, en un medio *alcalino*. Cuando se cambia los carbonatos al estado de sulfatos, que son neutros al papel de tornasol, todo se detiene, los fermentos languidecen ó mueren, se retarda ó se impide la fabricación que se había comenzado.

Esta adición de sulfatos es no solo dañina sinó que es también inútil. Yo he buscado, en distintas investigaciones, caracterizar el carbonato de amoniaco en la atmósfera del estercolero de Grignon y no he encontrado más que débiles cantidades. Se dosa, cuando el estiércol no se ha regado bien, de 2 á 3 miligramos en un volumen de 100 litros de aire. Sin embargo, existen montones de los que se desprenden olores amoniacaes. Una sola razón pue-

de haber para que tal suceda: son muy secos; no se les riega con frecuencia y la fermentación es poco activa.

Los riegos con la ayuda del purin son absolutamente suficientes para impedir el desperdicio del amoniaco; tienen otra utilidad y muy grande: favorecen la penetración del aire atmosférico en el estiércol y hacen pasar á los esporos de los fermentos á la forma activa. Cuando se toma la temperatura de un montón de estiércol antes de un riego, dos ó tres días después se reconoce, por la elevación de temperatura producida, que la fermentaciones se han hecho más enérgicas. Se concede facilmente que así sea. Después de algunos días la atmósfera confinada en el estiércol no contiene más oxígeno: el que ha sido introducido por la adición de nuevas capas ha sido transformado en ácido carbónico y la combustión lenta entretenida por el oxígeno libre que determina la elevación de temperatura, no tiene lugar. Reguemos; el ácido carbónico que forma una parte de la atmósfera confinada es disuelto, la presión es en el interior más débil que afuera, el aire penetra y las combustiones retornan tanto más activas cuanto más actúe el oxígeno sobre los esporos de los fermentos convirtiéndolos en la forma que más trabajan enérgicamente.

La fabricación de estiércol de buena calidad no requiere más que una sola condición, pero que es muy *necesaria*: construcción de una fosa de purin para que elevándolo con la ayuda de una bomba pueda regarse. Valdría mil veces más en los tiempos de seca, regar con agua si el purin no es suficiente que dejar de regar del todo. Cuando los riegos son copiosos el estiércos se mejora pero es preciso no propasarse en los riegos.

Algunos cultivadores introducen en el estiércol un poco de polvo de fosfatos fósiles; si bien es cierto que esta práctica no presenta grandes ventajas no tiene tampoco inconvenientes, puesto que contrariamente á lo que se creía los fosfatos mezclados al estiércol no adquieren más solubilidad que la que poseían antes de efectuar esta mezcla.

Todo lo contrario sucedería si en lugar de fosfatos fósiles se incorporara al estiércol escorias de desfosforación; estas contienen por lo general cal cáustica que apropiándose del ácido carbónico determina el desprendimiento de amoniaco.

De todas las adiciones la más perniciosa será siempre la de los superfosfatos, como se verá más adelante.

TRATAMIENTO DEL ESTIÉRCOL POR LOS ÁCIDOS

Se dan, hace algunos años, á los cultivadores algunos consejos que considero como absolutamente funestos. Se les ha dicho que era necesario mezclar á las camas de los animales, superfosfatos muy ácidos con el objeto de reducir las pérdidas de ázoe constatadas en las caballerizas, establos, etc.

Que se producen desprendimientos de carbonato de amoniaco, lo saben todas las personas que han penetrado en los locales donde duermen los animales cuando estos están mal ventilados.

Estas pérdidas son algunas veces considerables, ¿pero es necesario emplear para restringirlas el método indicado?

No creo y se verá más adelante como es de fácil el evitar las pérdidas de amoniaco.

Lo que deseo discutir en este momento, es una proposición hecha hace largo tiempo en Aleman:

«¿Es necesario tratar por el ácido sulfúrico el estiércol, antes de esparcirlo, preparado según los métodos habitados?».

Conviene desde luego recordar como ha surgido esta proposición.

Un agrónomo alemán, M. Wagner, notando que muy amenudo no se obtiene del estiércol todos los resultados que hay que esperar de su composición, tuvo la idea de que el estiércol pudiese contener fermentos capaces de descomponer los nitratos.

En efecto, se ha sabido hace largo tiempo que existe en la tierra unos fermentos que descomponen los nitratos y que desprenden ázoe.

Esta reducción ha sido observada por M. Schloesing, por M. M. Gayon y Dupetit por una parte y por Maquenne y yo por otra: más recientemente M. Bréal ha descubierto sobre la paja un fermento reductor de los nitratos que trabaja también al aire libre.

En la experiencia ejecutada por Wagner, una fracción notable los nitratos introducidos en una tierra, desaparecen cuando á esta tierra se incorpora estiércol fresco ó bosta de caballo. Persisten sin embargo en la tierra que no ha recibido estiércol.

De aquí estas conclusiones: el estiércol es un abono peligroso y dañino, contiene fermentos capaces de descomponer los nitratos; es necesario antes de desparramarlo en el campo deseubarazarlo

de estos fermentos y el método más simple á emplear es tratarlo por el ácido sulfúrico.

El estiércol un abono dañino!

Esta idea ha parecido bizarra! Es posible que todos los cultivadores se hayan equivocado respecto á este punto desde las más remotas antigüedades? En lugar de quejarse de lo escaso de su montón do estiércol debieran entonces felicitarse!

¿El estiércol descomponiendo los nitratos?

¿Cómo es entonces que las estercoladuras más eficaces comprendan conjuntamente el estiércol y los nitratos y que el empleo de estas dos substancias sea precisamente la condición misma de abundantes cosechas?

A priori, debía haber en las proposiciones de los agrónomos alemanes algún punto que entendimos mal y que convendría desde luego repetir las experiencias de M. Wagner, M. Pagnol en Arras y yo mismo en Grignon hicimos muchos ensayos.

Una tierra recibió estiércol y nitratos; después de algunas semanas procedióse á efectuar lavajes con el objeto de verificar si los nitratos habían desaparecido. Encontramos los dos que al contrario, que habían aumentado. Los estiércoles, las deyecciones animales, las pajas, no encierran entonces los fermentos reductores de nitratos que M. Bréal y M. Wagner habían señalado? Si verdaderamente.

Me decidí á cultivar estos fermentos en líquidos que contenían nitratos, un poco de fosfato de potasa y almidón, que al parecer es su alimento preferido.

Cuando se mantienen estas culturas á la temperatura de 30° en una estufa, se ve á los nitratos preferidos.

Los fermentos reductores de nitratos existen en todos los suelos; sembrando, en efecto, una disolución de nitratos adicionada de almidón en la tierra, se ven desaparecer aún los nitratos.

Así que las observaciones de M. Wagner son exactas; existen fermentos reductores de nitratos en el estiércol, en las deyecciones y en la tierra misma. La acción de estos fermentos no es sin embargo, muy enérgica, porque cuando se mantiene una tierra húmeda y bien aireada, á una buena temperatura, se la ve cargar de una cantidad de nitratos formidables. Es muy fácil obtener algunas veces el resultado inverso y hacer desaparecer los nitratos de esta tierra húmeda y bien aireada: es suficiente agregarle almidón.

Cuando las bacterias encuentran este alimento que les conviene particularmente, pululan con rapidez; se convierten en lejión, se apoderan del oxígeno de los nitratos desprendiendo el ázoe y dejando en el lugar un carbonato.

Esta observación nos da la clave de los hechos que habíamos constatado cuando quisimos repetir la experiencia de M. Wagner. Habíamos introducido en la tierra enriquecida de nitratos una dosis de estiércol ó de bosta de caballo análoga á la que emplean los cultivadores, mientras que en su experiencia M. Wagner había incorporado á la tierra una enorme cantidad y en efecto, operando como él, es decir, introduciendo en dos kilos de tierra 200 gramos de bosta de caballo y manteniendo á la estufa á 30°, yo reduje una gran parte de los nitratos introducidos. A frio no hubiera logrado otro tanto.

Poco importa el resto; lo esencial era reproducir esta experiencia que hiciera tanto ruido. Para ver á los nitratos destruirse ha sido necesario incorporar 200 gramos de bosta á 2 kilos de tierra, es decir, la décima de su peso.

Se estima habitualmente que una hectárea de tierra presenta un peso de 4000 toneladas; para obtener el efecto indicado por el agrónomo alemán sería necesario esparcir por hectárea de tierra 400 toneladas de bosta! 400.000 kilos de bosta; como se haría, aún cuando se quisiera hacerlo así, para encontrar á mano semejante cantidad de estiércol en cada granja?

La experiencia de Wagner no es más que una experiencia de laboratorio que no tiene ninguna aplicación agrícola.

Para ver los fermentos del estiércol su acción reductriz es necesario que el suelo los contenga en masas compactas; cuando se les introduce en dosis moderadas como se hace habitualmente son menos numerosos y por consiguiente sus propiedades nocivas son despreciables.

Yo he introducido en la misma tierra, una mezcla de estiércol de 80 toneladas por hectárea, (es decir, un peso que representa la $\frac{1}{200}$ partes del peso mismo de la tierra) y una fuerte dosis de nitratos; después de algunas semanas busqué los nitratos y lejos de haber desaparecido habían aumentado. Si se tiene presente que una estercoladura de 80 toneladas de estiércol, por hectárea, es ya demasiado fuerte y que además uno distribuye el estiércol en otoño y el nitrato en primavera, se puede estar cierto que los

fermentos reductores de nitratos que el estiércol contiene no influirán mucho.

Hagamos notar por fin que tratar el estiércol por el ácido sulfúrico ocasionaría un gasto enorme y que en lugar de conducir á los campos un abono que conviene á todos los suelos, se llevaría una mezcla de paja, de sulfato de potasa, de sulfato de amoniaco, muy poco eficaz sobre tierras ligeras y funesto sobre tierras calcáreas.

No sería necesario objetar que si el estiércol no da todos los resultados esperados es porque se disipa en el aire mucho ázoe del que contiene. Este desperdicio no se produce sinó cuando el estiércol queda expuesto al aire, como veremos más adelante.

En realidad el estiércol contiene sales amoniacaes que se transforman en nitratos en gran parte muy rapidamente, de lo que se deduce el efecto que se palpa el mismo año de su distribución. El estiércol contiene además materias orgánicas azoadas cuya acción es lenta y que los fermentos del suelo no las transforman sinó poco á poco, después de separar el carbono, al estado de ácido carbónico y el ázoe al estado de amoniaco que á su vez se que-
ma para aparecer por fin bajo la forma de nitratos. Una tierra bien abonada con estiércol, produce así, durante largos años y todos los prácticos saben como se prolonga la fertilidad adquirida por las tierras que han recibido copiosas estercoladuras con estiércol que es el más eficaz de los abonos.

Este estiércol, es, pues, el abono por excelencia y en creencia de un daño quimérico no deben arrostrarse gastos tan considerables como inútiles.

CÓMO SE IMPIDEN LAS PÉRDIDAS DE ÁZOE

Hemos dicho que no se deben tratar los estiércoles por los ácidos con el fin de impedir el desperdicio de ázoe. ¿Es tan considerable esta pérdida? *Cuando se opera mal es enorme!* M. M. Muntz y Girard que han publicado sobre este tópico una memoria justamente célebre, la evalúan en un tercio y algunas veces en la mitad del ázoe, contenido en los alimentos consumidos por los animales.

Se estima en 800 millones el valor del estiércol producido anualmente en Francia; si se impide el desperdicio de la tercera

parte del mas precioso de sus elementos, el ázoe, se realiza una economía de 260 millones de francos.

La cuestión merece entonces un estudio atento y es muy importante el conocer el mecanismo de esta volatilización, para tratar de impedirla.

Cuando se penetra en un establo mal ventilado se percibe un fuerte olor de amoniaco, es entonces, á lo menos parcialmente, bajo esa forma de amoniaco, que el ázoe se escapa y en efecto la producción de este amoniaco es constante.

La orina de los animales contiene, entre otras materias azoadas, la urea, que es una sustancia cristalizada, de un hermoso color blanco, que se conserva indefinidamente mientras no sea atacada por los fermentos; los encargados de transformarla son extremadamente esparcidos, de tal suerte, que la orina casi inodora cuando se emite, despide algunos días después un olor nauseabundo.

Fermentando la urea se transforma en carbonato de amoniaco, cuerpo sólido, blanco, volátil y con fuerte olor á amoniaco.

Es la volatilidad del carbonato de amoniaco que ha inducido á todo el mundo en el error y ha impedido descubrir mucho antes, como es necesario operar para evitar las perdidas de amoniaco durante la fabricación del estiercol. Se ha creído que era suficiente impedir la volatilización del carbonato de amoniaco; ese es el error; no es la volatilidad del carbonato de amoniaco lo que determina las pérdidas, más bien su descomposición. Se debía saber esto porque hace ya quince años que M. M. Berthelot y André, han demostrado que el carbonato de amoniaco en el agua se descompone en sus dos elementos: ácido carbónico y amoniaco, y es esta reacción la que da la solución del problema, buscada.

Desearía hacer ver, en poco tiempo, como se puede asegurar de esta descomposición.

La experiencia muy fácil de realizar se repite hoy dia en todos los cursos de química-agrícola. Se coloca en frasco, que tenga un tapón de dos orificios, una solución diluída de carbonato de amoniaco. Uno de los orificios del tapón recibe un tubo recto que se sumerge en el liquido. el segundo tubo no pasa más del espesor del tapón; este tubo recurvado dos veces arriba, hacia un segundo frasco, munido igualmente de un tapón con dos agujeros, en uno de ellos pasa el tubo que viene del frasco precedente y el otro lleva un tubo ligado con un cauchú á un aspirador.

Se coloca en este segundo frasco una solución de ácido sulfú-

rico, muy diluída, y se la colorea con una materia colorante, el anaranjado Poirrier, que puesto en presencia de este ácido toma un tinte cereza que pasa al de amarillo limón en cuanto se encuentra en presencia de un pequeño exceso de amoniaco. La reacción es tan sensible que es suficiente un décimo de milígramo de amoniaco para producirla.

Estando así dispuesto el aparato, se hace pasar una corriente de aire á travéz de la disolución de carbonato de amoniaco: muy rápidamente el anaranjado pasa del color cereza al amarillo limón, lo que demuestra que el amoniaco es arrastrado.

Se sustituye después á la corriente de aire por otra de ácido carbónico, el color cereza persiste; se puede continuar durante dos horas la corriente de ácido carbónico sin que el líquido cambie de color; el carbonato de amoniaco no se descompone en una atmósfera de ácido carbónico.

Nosotros nos hemos asegurado, M. C. Dupont, químico de la estación agronómica de Grignon y yo, que esta estabilidad del carbonato de amoniaco completa en una atmósfera que no contenga más de 12 á 15 centésimos de ácido carbónico: ahora bien, es ésta una proporción de ácido carbónico que se encuentra siempre en el estiercol cuando está suficientemente húmedo y además hemos reconocido por repetidas experiencias que haciendo pasar al travéz del ácido sulfúrico los gases contenidos en el estiercol, no arrastran ni aún miligramos de amoniaco y la mayor parte del tiempo ni trazas. La volatilización es absolutamente nula en un estiercol donde la fermentación es activa y produce una buena dosis de ácido carbónico,

De estas experiencias sacamos nuestras reglas de conducta.

Los animales pernoctan en los estallos, sobre camas de paja que reciben sus deyecciones. En algunos días, la urea de la orina se transforma en carbonato de amoniaco, que expuesta al aire pierde inmediatamente su ácido carbónico y después su amoniaco, cuyo olor picante percibimos.

Es, durante ese lapso de tiempo, en que los animales duermen varios días sobre la misma cama, cuando las pérdidas se producen; pero saquemos diariamente las camas, dispongámoslas regularmente sobre la plataforma, reguémoslas con purín y se establecerá en la masa una fermentación muy activa que desprende torrentes de ácido carbónico, el que se opondrá absolutamente al desprendimiento

de amoniaco; porque como ya he dicho, no se encuentra amoniaco en una atmósfera cargada de ácido carbónico tal como es la confinada en el montón de estiercol.

Si me he detenido á explicar bien la causa del desprendimiento de amoniaco, se comprenderá que se evitarán absolutamente este desprendimiento colocando el estiercol en masas bien arregladas y regadas convenientemente con purín, con el objeto de tener siempre una fermentación sumamente activa; cuando las capas superiores llegan hasta 50 ó 60° se puede estar cierto que no se desprende más amoniaco, porque esta elevación de temperatura es debida á la combustión de algunos principios de la paja, combustión que produce una enorme cantidad de ácido carbónico.

La regla á seguir es entonces muy simple: sacar las camas sucias y conducir las sobre la plataforma, con lo que no sufrirán desde ese momento ninguna pérdida, puesto que la urea no se ha transformado aún en carbonato de amoniaco; muy luego serán cubiertas por nuevas capas; después de algunos días, la fermentación de la urea se establece, pero como las camas están envueltas por una atmósfera de ácido carbónico y por consiguiente no se desprende amoniaco.

En un gran número de granjas bien dirigidas no requerirá grandes trabajos el seguir estas prescripciones aplicadas á toda clase de establos; pero por lo común se acostumbra especialmente en los apriscos, no recoger el estiercol sino una vez por mes. Cuando se penetra en un aprisco y que se percibe el olor del amoniaco, es porque se opera mal. Se sufren pérdidas de ázoe y se mantienen los animales en una atmósfera dañina á su salud. Es necesario entonces cuidar más el aprisco de lo que se hace habitualmente. Además la estadía de los animales sobre sus camas, por tan largo tiempo, no es tan peligrosa como pudiera creerse. He buscado el amoniaco en las camas del aprisco de Grignon sin encontrarlo. La fermentación se había establecido y el ácido carbónico producido impedía la diseminación del amoniaco.

Queda aún un punto por dilucidar: cuando las camas no son tan espesas, son incapaces para embeber todas las orinas, y estas se deslizan en las canaletas, se descomponen y el amoniaco se escapa. Es necesario lavar abundantemente las canaletas dirigiendo los líquidos hacia la fosa de purín, donde llegan igualmente los jugos del estiercol. Nuestra fosa de purín de Grignon comunica con el aire por un orificio munido solamente de una reja. Yo deseaba sa-

ber si la atmósfera de esta fosa contenía amoniaco. No lo encontré pero constata la presencia del ácido carbónico.

El purín no pierde amoniaco aún cuando sea agitado durante varios días por una corriente de aire, lo que este arrastra no es más que ácido carbónico. Analizando el purín antes y después del pasaje del aire, se encuentra que la proporción de ázoe ha quedado invariable y en cambio la de ácido carbónico ha aumentado. La materia orgánica contenida en el purín se quema constantemente y el ácido carbónico producido, impide absolutamente el desprendimiento de amoniaco.

En resumen, se evitarán las pérdidas de amoniaco del estiercol siguiendo las prescripciones siguientes:

1.º Sacar frecuentemente, todos los días por ejemplo, las camas sucias, conduciéndolas á la plataforma.

2.º Amontonar bien el estiercol, disponiéndolo por capas sucesivas, igualar la superficie con la horquilla y regar frecuentemente. Todas las veces que la temperatura de la masa se haya elevado, tendremos la prueba que la combustión producida por los fermentos es activa y que hay desprendimiento de ácido carbónico. Lo que impide la exalación de amoniaco, lo que no nos cansaremos de repetir.

3.º No dejar jamás escurrir las orinas en las canaletas, ni dejarlas en ellas de un día para otro, teniendo cuidado de arrastrarlas hacia la fosa de purín con lavajes repetidos.

4.º Estando éste sumamente cargado de ácido carbónico, puede volcarse sobre el estiercol impunemente; su exposición al aire no implica pérdida ninguna de amoniaco.

Es entonces, cuando las camas quedan largo tiempo sin sacarse ó cuando éstas se abandonan sin cuidarias en el corral de la granja donde no fermentan, que se producen las pérdidas de amoniaco. La salvaguardia del amoniaco es el ácido carbónico, que aparece tan pronto como las fermentaciones entran en actividad. Por consecuencia, es necesario abstenerse absolutamente de agregar á los estiércoles ninguna sal ni ácido, porque éstos impedirían ó por lo menos retardarían la fermentación.

DISTRIBUCIÓN Y ENTIERRO DEL ESTIERCOL

Nuestra cosecha se ha recojido, los atalajes están disponibles, será necesario comenzar los trabajos de preparación del suelo, con-

ducir el estiércol: todavía en esta operación se expone el agricultor á pérdidas serias cuando no se opera regularmente.

He indicado más arriba como debe conducirse la fabricación del estiércol para evitar el desperdicio de amoniaco. He demostrado que no se produce en un estiércol bien apilado y regado, donde se establece una fermentación enérgica, productora de ácido carbónico. Cuanto más abundante sea este gas en la atmósfera de la masa, el amoniaco queda en disolución en el agua y no se escapa para afueza y cuando en lugar de dejar las camas varios días sin sacarlas ó abandonándolas sin cuidados en el corral de la granja, se les incorpora rápidamente á la masa en fermentación, se evita todo desperdicio.

Este cuidado cotidiano, de las vaquerías, caballerizas, ó de porquerizas no presenta ninguna dificultad seria, pero no es lo mismo en los apriscos. Sucede á menudo, en efecto, que el pisoteo de de las ovinos apelmaza muy bien las camas y la fermentación se establece y las pérdidas de amoniaco no se producen. Se puede guiar por el olfato; hay que tener mucho cuidado de que no se perciba el olor característico del amoniaco. He dejado ya tratada esta cuestión en el párrafo tercero para hablar del acarreo del estiércol. El carro cargado llega al campo que hay que abonar; se saca la puerta del carro y después con la ayuda de una horquilla, un obrero saca una cantidad de estiércol y hace un pequeño montículo; el atalaje avanza algunos pasos, se para y el obrero forma un nuevo montículo; se continúa así hasta vaciar el carro y se procede lo mismo con una nueva carrada.

Ya tenemos el estiércol en tierra y en este momento podemos operar de dos maneras distintas. Unos dejan expuestos al aire, durante varios días, estos montículos y algunas veces varias semanas; no comienzan á labrar y á enterrar el estiércol hasta que todo haya sido acarreado sobre el terreno.

Otros cultivadores envían sobre el mismo terreno el carro de estiércol y el arado. Tan pronto como el estiércol está en tierra se desparrama y se entierra con el arado. No se quiere que el estiércol quede al aire, pero en cambio se exige que sea inmediatamente enterrado. En lugar de dos operaciones que se suceden con intervalos más ó menos largos, no se hace más que una sola. Tan pronto como el estiércol llega al campo se entierra.

¿Cuál de estos dos modos de operar es el mejor? ¿Es indiferente dejar los montículos expuestos al aire ó al contrario, este abandono

algunas veces prolongado del estiércol á las intemperies tiene inconvenientes que se evitan enterrándolo inmediatamente?

Es necesario recordar, desde luego, que la estada prolongada sobre un terreno, de pequeños montones de estiércol, da lugar á la siguiente primavera á un triste aspecto.

Encima de los lugares donde estuvo el estiércol las plantas sembradas presentan un color verde oscuro que contrasta con el tinte amarillento de las otras. Estas plantas más vigorosas se elevan por encima de sus vecinas. Este campo desigual es muy desagradable á la vista.

No sería necesario decir que la estética no tiene nada que hacer aquí y que nos es indiferente que el campo presente un mal aspecto si la cosecha es buena. Esto sería hablar muy ligeramente por que es raro que un campo desigual produzca grandes rendimientos. Yo he visto siempre á los agricultores poner su poco de amor propio, cuando son hábiles para conservar y atender sus campos y que se apresuran á destruir toda mala yerba que pretenda estarlos así como quieren siempre que sus cultivos sean por todo iguales y uniformes y tienen sobrada razón de quererlo así. Supongamos, en efecto, que se haya sembrado trigo sobre el terreno recientemente cubierta por los montículos de estiércol y á la siguiente estación veremos una madurez desigual. Los piés débiles estarán amarillos y buenos para cortar mientras que sobre los sitios donde se ubicaron los montículos las espigas estarán verdes y será necesario esperar para segar. Ahora bien, cuando se deja en pié una cosecha que debiera ser segada, esta disminuye regularmente de peso y queda además, expuesta á todos los accidentes.

Otra razón, y muy fuerte, debe hacer abandonar el método de los montículos, porque exponiendo al aire el estiércol sufre un fuerte desperdicio de amoniaco.

El aire arrastra en efecto el amoniaco contenido en el estiércol y cuando esta exposición al aire libre es suficientemente prolongada, *todo el amoniaco contenido* en el estiércol concluye por escaparse.

Es muy fácil de demostrarlo experimentalmente. se introduce estiércol, cuya saturación de amoniaco sea conocida, en un grueso tubo de vidrio cerrado en sus extremidades por dos tapones munitos de tubos de gas; se hace pasar aire á través del estiércol de tal suerte que el que se escapa pase por un líquido con ácido sul-

fúrico, en el cual abandona el amoniaco arrastrado y en seguida se dosa.

En una de estas experiencias ejecutadas por mi, recibí en el ácido sulfúrico *todo el amoniaco* que contenía el estiércol empleado. La experiencia, es verdad, tuvo larga duración; se tuvo el estiércol en el tubo durante veinte y seis días, haciendo pasar la corriente de aire con seis intervalos de tiempo.

Se dirá: jamás dejamos los montículos durante veinte y seis días; nuestras carradas de estiércol se entierran después de algunos días cuando más y nuestro método es menos malo de lo que se pretende.

Bien avisado es aquel que sabe predecir el tiempo! El estiércol está en montículos, está entendido, y tenemos la intención de enterrarlo, pero si llueve no se puede tocar la tierra porque se hace barro ó los hielos impiden las labores, el estiércol quedará expuesto al aire y las pérdidas se producen. Es de hacer notar, por lo demás, que estas pérdidas son muy rápidas. En la experiencia que he citado, el estiércol habia abandonado ya á la corriente de aire las dos terceras partes de su amoniaco en las primeras veinticuatro horas.

Conjuntamente con la experiencia que acabo de describir dispuse otra; el estiércol seguia expuesto á la corriente del aire, pero debajo del estiércol habia colocada una capa de tierra de cinco centímetros de espesor que debia ser atravesada por el aire antes de llegar al ácido sulfúrico que debia retener el ázoe escapado del estiércol. En estas condiciones solo se encuentran trazas de amoniaco en el ácido sulfúrico, porque el que se ha desprendido del estiércol queda retenido por la tierra húmeda.

Así, cuando el estiércol es enterrado el amoniaco, aún cuando se escape, no se perderá, quedará en la tierra, donde las raices lo podrán aprovechar, mientras que cuando se disipa en la atmósfera está irrevocablemente perdido.

No puede dudarse entonces que el método de los montículos de estiércol, que permanezcan muchos días sobre el campo, es malo y no podrá dudarse que el enterramiento inmediato es excelente. Los cultivadores que lo practican hacen muy bien, su fineza de observación los ha llevado á operar regularmente y las investigaciones que hemos expuesto justifican absolutamente su manera de proceder.

Tienen mucha más razón de la que ellos se imaginan; el ázoe se

encuentra en el estiércol en dos estados diferentes combinado al hidrógeno constituyendo el amoniaco, y además haciendo parte integral de una materia orgánica, análoga al humus de la tierra, que una vez expuesta al aire esa materia se quema y el ázoe que contiene se escapa al estado gaseoso.

Nada más fácil de demostrar, se introduce en un tubo grueso de vidrio una cierta cantidad de estiércol cuya saturación de ázoe orgánico se haya determinado de antemano y se hace pasar la corriente de aire, que se prolonga durante unos quince días. Se constata que el aire arrastra constantemente ácido carbónico, lo que prueba que el estiércol se quema lentamente. Esta combustión consume la materia orgánica azoada, porque cuando finaliza la experiencia se encuentra que el ázoe óe la materia orgánica ha disminuido de un 16 á un 20 %.

En que se convierte el ázoe desaparecido; no es transformado en amoniaco porque no se encuentra ni más ni menos que al principio; no se encuentra ninguna combinación oxigenada del ázoe: nitritos, nitratos, de donde debe sacarse la consecuencia que el ázoe se ha desprendido al estado libre.

Ahora, si el ázoe combinado tiene tal valor fertilizante que no hestiamos en hacer grandes gastos para adquirir los abonos que lo contienen; si encontramos bien el que se esparzan sobre nuestras tierras el nitrato de soda, el sulfato de amoniaco, la sangre desecada, las tortas en polvo, es porque estamos convencidos de que el ázoe atmosférico no tiene ningún valor. Cuando dejamos escapar al estado libre el ázoe del estiércol, sufrimos una pérdida, sin ninguna compensación.

Esta pérdida se produce porque la materia orgánica azoada del estiércol expuesta á la acción del aire se quemó completamente; su carbono se convierte el ácido carbónico, su hidrógeno en agua y su ázoe por fin se escape al estado gaseoso.

En el estiércol expuesto al aire son muy activas. Todo el mundo sabe que los hortelanos aprovechan el calor que producen las camas de estiércol para la *cultura forzada* de hortalizas finas.

Es muy curioso constatar que esas combustiones son provocadas por fermentos, por pequeños seres imposibles de apereibir á simple vista pero que el microscopio permite apreciar debidamente. Si los destruimos, todas las combinaciones se detienen y las materias orgánicas, aún los más fácilmente descomponibles, pueden quedar al aire sin alterarse.

Una gran industria, la fabricación de leche esterilizada, reposa sobre estas observaciones. Cuando se haya privado á la leche de los numerosos fermentos que habitualmente contiene, no se altera más y puede guardarse en la cueva como si fueran botellas de vino, las botellas llenas de leche.

Para desalojar los fermentos es necesario elevar la temperatura de los líquidos fermentecibles, hasta un grado de calor variable con las materias á esterilizar. Si se calienta el estiércol a 120 grados y se deja enfriar, al pasar el aire á su través no arrastra sino trazas de ácido carbónico y la materia azoada no pierde más su ázoe.

Visiblemente no debe procurarse esterilizar el estiércol, pero se puede evitar la combustión de la materia azoada sustrayéndola de la acción del aire libre.

Cuando el estiércol está expuesto, los fermentos que contiene prosperan y queman completamente la materia orgánica, desprendiéndose el ázoe al estado libre. Enterremos el estiércol rápidamente y busquemos lo que sucederá. Parece que en esas condiciones las fermentaciones sean menos activas y que la materia orgánica azoada no da más ázoe libre, pero en cambio da amoniaco.

Los Sres. Muntz y Coudon han demostrado, en efecto, que si la tierra húmeda se abandonaba á si misma, veía aparecer el amoniaco pero que este no se producía si ésta tierra se calentaba fuertemente para matar los fermentos que contenía.

Así, pues, estos fermentos pueden trabajar utilmente ó causar-nos pérdidas sensibles, según las condiciones en que se encuentren.

Cuando el estiércol se expone al aire su materia orgánica se quema, lo repetimos; no da más amoniaco pero en cambio desprende su ázoe al estado libre. Cuando se impide el exeso del aire, enterrando el estiércol, se reconoce que la fermentación no cesa absolutamente, porque se encuentra en las tierras recientemente estercoladas mayor cantidad de ácido carbónico que en las que no han recibido abonos orgánicos y se encuentra el amoniaco también; la combustión queda incompleta, lo que es muy favorable.

En resúmen, hemos visto que el estiércol expuesto al aire pierde su ázoe bajo dos formas; ya sea bajo la forma de amoniaco, en que se escapa completa ó parcialmente, según sea su exposición más ó menos larga ó ya en la forma de ázoe libre. Todos estos inconvenientes desaparecen enterrando rápidamente el estiér-

col y es digna de encomio la disposición de algunos cultivadores de enterrar inmediatamente el estiércol en vez de dejarlo en montículos sobre el campo durante algún tiempo. A estos prácticos avisados nada enseñaremos puesto que sus concientes observaciones han sido precedidas por nuestras experiencias de laboratorio, podremos únicamente darles argumentos científicos para que mejor convenzan á los que no siguen su ejemplo.

Estos mismos prácticos han renunciado, después de largo tiempo, á estercolar en cubierto, (1) lo que era muy útil cuando no se disponía de otro abono que el estiércol. Era precisamente cuando en el otoño habían impedido las intemperies las estercoladuras, que habia que recurrir á este medio, sembrando en la primavera sin abonar y en cuanto los campos permitian sorportar las carretillas, por su consistencia, se esparcia el estiércol sobre los jóvenes plantas. Es claro que en estas condiciones pierde el estiércol una parte de su valor y que vale más forzar un poco la dosis de abonos comerciales que emplear el estiércol en condiciones tales que equivale desperdiciarlo.

¿Puede afirmarse entonces, que siempre sea posible llevar y enterrar inmediatamente en el campo, el estiércol? Evidentemente no! Los trabajos de una granja están subordinados al estado de la tierra, á la disponibilidad de los atalajes, etc. Es evidente que entre el emparve de las gavillas, el levantamiento de los rastros, la cosecha y acarreo de las raíces y tubérculos, habrá un momento favorable para el transporte del estiércol cuando el otoño se presente seco; siempre debe aprovecharse ese momento en que las tierras están duras y los carros no se entierran, y no esperar hasta que el estado del suelo no permita las labores.

En nuestros departamentos del este, donde los inviernos son rigurosos, se aprovecha el momento en que las tierras heladas son accesibles. para conducir el estiércol aún cuando entonces sea de todo punto imposible el laboréo.

No niego ninguna de esas dificultades y está bien claro, que en ciertos casos será necesario elejir de dos males el menor y consentir en la conducción del estiércol sin poderlo enterrar; pero debe también tanto como sea posible, arreglar los trabajos de tal modo, que únicamente por descuido ó ignorancia se conduzca todo el estiércol de una vez, sin que en seguida se le entierre con una

(1) Cuando hayan germinado las plantas cultivadas.

labor. Las indicaciones que hice en el transcurso de este trabajo muestran que es necesario operar en seguida enterrando, siempre que sea posible, tan pronto como el estiércol llegue al campo.

Laboratorio de Química

Del Hospital de Clínicas de esta Facultad fueron remitidos á este Laboratorio *dos frascos de vísceras de un perro* por existir sospechas de envenenamiento, y otro frasco conteniendo *las vísceras de un pato*.

Las notas que á continuación se expresan dan cuenta del resultado obtenido.

La Plata, Noviembre 12 de 1901.

Señor Profesor de Química, Ingeniero Agrónomo D. JUAN PUIG Y NATTINO.

Tengo el honor de adjuntar á Vd. dos frascos, uno de ellos conteniendo las vísceras y otro el líquido recogido en la cavidad abdominal, de un perro que ha sido enviado á esta Clínica con el objeto de conocer si está envenenado.

De la autopsia practicada no se tiene sospecha de cual pueda ser la sustancia tóxica, como tampoco de los datos suministrados por el portador del perro.

Saluda á Vd. atte.

R. DILLON.

La Plata, Diciembre 28 de 1901.

Señor Profesor de Clínica, Médico Veterinario D. RICARDO DILLON

En constestación á su nota de fecha 12 de Noviembre ppdo., con la cual se me adjuntaban dos frascos conteniendo las vísceras y un