

---

---

EMPLEO Y VENTAJAS  
DEL ESTIERCOL COMO ABONO

Prefacio

En el estado actual de la Agricultura, no puede haber cultivo continuado en que no sea conveniente, útil, necesario, el empleo de los abonos; aun en aquellas regiones en que el clima y circunstancias diversas parecen haber comunicado á la tierra una fertilidad inagotable, es necesario, al cabo de un cierto tiempo, en una época más ó menos lejana, tanto menos, cuanto el cultivo es más intensivo, el empleo de algún abono. El adelanto de la ciencia agrícola y circunstancias económicas, hacen cada día más imperiosa la necesidad de recurrir á los abonos. En efecto, la famosa teoría del filósofo Malthus, no ha sido confirmada en sus terribles efectos y la construcción de vías férreas, obras de riego, empleo racional de maquinaria en la agricultura, etc., han hecho que extensiones cada vez más vastas de terrenos, sean entregadas al cultivo. ¿El resultado? El aumento de producción, de oferta en el mercado, la baja de los precios y la necesidad en que llegan á verse los agricultores no sólo de aumentar, sino de mejorar sus productos, para luchar con la competencia en mejores condiciones.

¿Cómo conseguir esto? Empleando sistemas de cultivo cada vez más perfeccionados. Factor importantísimo de los modernos sistemas de cultivo, es el abono de las tierras. Una definición técnica de abonos: ¿Para qué? En la época actual, toda persona siquiera no sea rudamente ignorante, comprenderá el papel de los abonos en la vegetación. Pocas personas ignoran que si las plantas toman ciertos elementos del aire y el agua, no son pocos los que toman del suelo; es decir, que éste no sólo les sirve de sostén, sino que también es para ellas un almacén de sustancias alimenticias. Existen evidentemente tierras muy ricas en estas sustancias, y plantas que devuelven al suelo los materiales que han servido para la elaboración de sus hojas, tallos y raíces, que por circunstancias muy complejas que, no es este el lugar ni ocasión de analizar, el agricultor deja sobre el terreno; más aún, existen plantas, las leguminosas, que enriquecen al suelo en algunos principios. ¿Pero, cuál es el objeto de una explotación rural? ¿No se trata de obtener un producto que más tarde será vendido, es decir, exportado de la finca? Pues este producto, sea carne, lana, leche, cualquier fruto ó materia vegetal, sacará consigo entre otros materiales, los que forzosamente ha tomado del suelo: si es un producto animal, por intermedio de los forrajes consumidos; si vegetal, directamente por medio de sus raíces; así pues, si se devuelven al suelo hojas, tallos y raíces, aún se le deberán las sustancias importadas con los granos. La restitución será menor, pero es preciso hacerla en beneficio de cosechas ulteriores, proporcionando á la tierra abonos, que contengan las sustancias indicadas.

En una explotación ganadera, hojas, tallos y algunas

veces también raíces, son consumidos por los animales; una parte de las sustancias que forman las plantas, son exportadas, bajo forma de carne, grasa, leche, lana y demás productos animales ó se traducen en fuerza y producen trabajo. Pero las no digeridas, el 45% de la materia seca contenida en los forrajes, según Boussingault y Henneberg, más cierta cantidad de agua que el animal consume, constituyen las deyecciones sólidas y líquidas, que mezcladas entre sí, y con la paja ú otros materiales que en algunos lugares se ponen como cama á los animales, constituyen un abono completo excelente: el estiércol. Si bien las limitadas dimensiones de este trabajo no permiten extenderse tanto como se puede y el asunto lo merece, es tal la importancia del estiércol como abono, que debe ser el objeto de capítulo aparte, sino el de un boletín especial.

#### Conveniencia del estiércol como abono

Se ha dicho antes, que el estiércol es la mezcla de las deyecciones sólidas y líquidas de los animales; que está formado por materiales tomados del suelo; que por consiguiente, abonar con él la tierra, es restituir á esta una parte de las sustancias que las cosechas le quitan.

La importancia del estiércol, ha sido reconocida por los agricultores, desde la más remota antigüedad. El hombre primitivo, debe haber observado que en aquellos lugares donde se depositaban las deyecciones de los animales, las plantas se desarrollaban mejor; después, cuando ya no se conformó con observar los hechos sino que, quiso darse mejor cuenta de ellos, explicándoselos, emitió teorías. Pero como la Química no tomó

el carácter de ciencia sino hasta los tiempos modernos, no pudo explicarse completamente el papel del estiércol, ni de abono alguno, y creyó que la acción de estos era puramente física, que obraban como un mejorador únicamente.

Balcárcel, en su obra titulada: "Agricultura General y Gobierno de la Casa de Campo," editada en Valencia, España, en 1765, dice en el tomo II: "Verofísimamente los abonos, que se echan para la bonificación, de cualquiera especie que sea, sólo sirven á preparar esta tierra, defmenuzarla de modo que pueda penetrar en los vasos más tenues de las plantas."

Si bien no es cierto que la tierra penetra en los vasos de las plantas, sí ejerce el estiércol una acción física sobre el suelo disminuyendo la tenacidad de los arcillosos, por la interposición de sus partículas entre las de la arcilla, y dando cuerpo, haciendo menos sueltos á los suelos arenosos, al pegar entre sí, las partículas de arena, por su interposición entre ellas.

Además de desempeñar el estiércol los papeles ya citados; alimento para las plantas y de modificar ventajosamente las propiedades físicas y químicas de los suelos, les proporciona microorganismos útiles.

El estiércol es otro producto del ganado, que pagará los cuidados que origine, no sólo con su carne, leche, trabajo, lana, etc., sino también con estiércol, un excelente abono completo.

Y en nuestros extensos campos, donde el ganado es no sólo útil, sino necesario, ¿convendría dejar perder uno de sus utilísimos productos?

Los abonos químicos, son magníficos: permiten restituir al suelo, todos los materiales que se llevan las co-

sechas; los abonos verdes, dan excelente resultado; pero, es preciso asociar entre sí, debidamente, estos abonos químicos y vegetales. Sin una asociación racional de materias orgánicas y minerales, tal como nos la presenta el buen estiércol de establo, dice Damseaux, no hay prosperidad agrícola posible.

La composición de un abono verde asociado con abonos complementarios, perfectamente dosificados, se asemeja mucho á la de un buen estiércol de establo.

Por lo demás, la superioridad de un buen abono de estiércol, está reconocida por todos los técnicos, cuando lo toman como tipo, subordinando el empleo de los abonos químicos concentrados, á las cantidades en que, materias fertilizantes tan importantes como el ácido fosfórico, la potasa y el ázoe, entran en la composición de aquél. Así, se busca la cantidad de tal ó cual abono concentrado, que contiene tanto ázoe, potasa ó ácido fosfórico, como el contenido en 100 kilogramos de estiércol. A esta cantidad de un abono concentrado, se le llama equivalente.<sup>1</sup>

Una de las circunstancias que hacen difícil el empleo de los abonos químicos, es la dificultad de transporte, que suele alcanzar precios muy elevados. El estiércol se produce en la misma finca.

<sup>1</sup> Véase boletín núm. 54 de la Estación Agrícola Central, por el señor Ingeniero D. Gabriel Gómez.

Calidad de un estiércol.—Su composición.—Cantidad de estiércol fresco producido

La calidad relativa de un estiércol, depende forzosamente de su composición química; ésta, está subordinada á algunos factores, tales como la cantidad y calidad de alimentos que los animales reciben, productos que éstos rinden, estado de descomposición más ó menos avanzado del abono, tratamiento á que se le ha sujetado antes de su empleo y cantidad y calidad de los materiales empleados como cama de los animales, si se les ha puesto.

Examinemos cada uno de estos factores, siquiera sea someramente:

Es inconcuso, que la composición del estiércol deba estar íntimamente ligada á la composición de los alimentos recibidos por los animales que lo producen, pues si una parte de los elementos que á aquellos constituyen es fijada por el organismo, otra, el 45% proximate, pasa en las deyecciones sólidas y líquidas; en las primeras, las materias insolubles, bajo una forma casi idéntica á la que tenían en los alimentos; en las segundas, las solubles; esta cantidad, 45% no es, lo repetimos, sino aproximada, pues ya dijimos, que varía, según el producto que se exige al animal, porque una parte de los elementos nutritivos irá á constituir este producto. El animal que produzca mejor estiércol, será aquel que no debiendo producir ni trabajo, como el buey de trabajo y el caballo de silla ó tiro, ni carne como los animales de engorda, ni lana, como las ovejas, etc., recibía únicamente, una RACIÓN DE CONSERVACIÓN; las pérdi-

das de tal animal, serán casi únicamente, las que en oxígeno é hidrógeno (bajo forma de agua) y en ácido carbónico, pierda por la respiración. El ázoe contenido en los alimentos que dicho animal reciba, se encontrará en las deyecciones, en una proporción de 83 á 87%, encontrándose la mayor parte de esta cantidad en la orina, bajo forma de urea, de ácido úrico é hipúrico y el resto, la parte insoluble, en las deyecciones, bajo forma, según ya dijimos, casi idéntica á la que tenía en los alimentos. De las materias minerales, se encontrará hasta un 98.5% de las contenidas en los alimentos, correspondiendo más de un tercio de esta cantidad á las deyecciones líquidas. De la cantidad de potasa contenida en los forrajes, se ha encontrado en la orina hasta el 95%. En cuanto al ácido fosfórico, la cal, magnesia y sílice, una parte será fijada por el esqueleto y el resto, pasa casi exclusivamente en las materias sólidas. Sin embargo, esta distribución de la cal, ácido fosfórico, magnesia y sílice (que no fija la economía animal), entre las deyecciones sólidas y líquidas, varía según la naturaleza de los alimentos.

Un animal de engorda, forma su tejido muscular y adiposo á expensas casi exclusivamente del ázoe contenido en los alimentos que recibe; su estiércol, es por consiguiente rico, en materias minerales, si lo es el alimento que recibe.

Por el contrario, la oveja productora de lana, fija mucha materia mineral, para producir este material.

SE VE PUES, QUE LA COMPOSICIÓN DEL ESTIÉRCOL, ESTÁ ÍNTIMAMENTE LIGADA Á LA DE LOS ALIMENTOS CONSUMIDOS POR LOS ANIMALES QUE LO PRODUCEN Y Á LA DE LOS PRODUCTOS QUE Á ESTOS SE PIDEN.

Como la composición de un alimento determinado, es dentro de ciertos límites constante, así como la de tal ó cual producto, se han podido formar y entre otros, Lawes ha formado tablas, que en vista de las circunstancias enumeradas, permiten determinar la riqueza de un estiércol. Sin embargo, el análisis químico, es el único que da la composición exacta, si bien siendo difícil tomar una muestra que tenga la composición media anual, ya que ésta varía en las diversas estaciones según que el régimen alimenticio sea verde ó seco, bastará en la mayoría de los casos recurrir á dichas tablas, ya que dan datos bastante aproximados.

Dijimos que en algunas partes, se pone á los animales cierta cantidad de paja ú otros materiales tales como hojas secas, turba, etc., que les sirven de cama; Pues bien, ésta, absorbiendo cierta cantidad de las deyecciones líquidas, mezclándose con las sólidas, es parte integrante del estiércol y modifica con su composición, la composición misma del abono, reteniendo también, según sus propiedades, diversos productos gaseosos desprendidos por la fermentación de la masa, fermentación cuya rapidez modifica más ó menos.

La materia más comúnmente empleada como cama de los animales, es la paja de cereales; es excelente, bajo todos conceptos, aunque es preciso evitar que contenga semillas de malas hierbas ó emplear pajas atacadas por el chahuixtle ú otra enfermedad cualquiera. Es conveniente emplearla en fragmentos pequeños, que absorben mejor los líquidos y se mezclan más íntimamente, haciendo más homogénea la mezcla. La cantidad de paja que se debe proporcionar para cama de los animales, es aproximadamente, en peso, de un tercio ó un cuarto de

la cantidad de materia seca contenida en los alimentos, lo que equivale para una bestia bovina que pese 500 kilogramos á 4 ó 5 kgms., cada 24 horas; de 2 á 3 kilogramos, para un caballo y de  $\frac{1}{4}$  á  $\frac{1}{3}$  kilogramos para un borrego.

Se pueden también emplear, como ya se dijo, hojas secas de plantas diversas, que no sean dañosas para los animales, en vista de que estos pudieran comer algunas de ellas.

En algunos puntos de Europa, ha dado excelentes resultados el empleo de la turba como cama para los animales, tanto porque tiene un gran poder absorbente para los líquidos, pues absorbe 6 á 9 veces su peso, cuanto porque su composición contribuye á aumentar el valor del abono, sobre todo cuando éste se destina á tierras ligeras. Tiene además, sobre los gases una notable acción fijatriz debida al ácido húmico, por lo que desempeña el papel de desinfectante. Se la emplea en dosis de tres á cuatro kilogramos por caballo y día y de cuatro á cinco para la vaca. Debe ser dividida y no contener más de 20% de agua. Tiene la desventaja de obligar á tener amarrados á los animales de tal manera que no puedan comerla.

En los establos y caballerizas bien montados, suele ponerse como piso en los departamentos de cada animal, una especie de parrilla de madera, cuyos barrotes de sección rectangular, están bastante juntos para que los animales no puedan atorarse. Estas parrillas, se encuentran sólidamente sostenidas á cierta altura del suelo, donde se coloca una capa de tierra, destinada á absorber las deyecciones líquidas que pasan á través de las parrillas.

En todo caso, debe recogerse la orina de los animales para mezclarla con las deyecciones sólidas, pues de lo contrario, se pierde aproximadamente con cada hectolitro de líquido, un kilogramo de materia seca, fertilizante.

En cuanto á la cantidad de estiércol producido, está naturalmente en proporción directa con la clase y cantidad de alimentación que reciben los animales, así como con la cantidad de material que se les pone como cama.

Teniendo en cuenta que la proporción de materia seca y agua que contienen los estiércoles es, en las bestias bovinas, de 75% de agua por 25% de materia seca y que la cantidad de materia seca contenida en su estiércol es por lo general según ya se dijo de 45% ó sea aproximadamente la mitad de la contenida en los alimentos; que la cama representa un peso por término medio de materia seca  $\frac{1}{4}$  de la materia seca del forraje, se puede establecer para determinar el peso absoluto de un estiércol de establo, la siguiente fórmula:

$$P = 4 \left( \frac{S}{2} + s \right) = 2S + 4s.$$

En la cual, S, representa la suma de las materias secas contenidas en el forraje consumido, encontradas en las tablas de composición de forraje y s, la suma de las materias secas contenidas en las materias que sirvieron de cama á los animales.

M. Berthault, ha dado la siguiente tabla de coeficientes por los cuales es preciso multiplicar el peso vivo de cada animal, para encontrar el peso del estiércol producido por un año:

Caballo.....	23.9
Buey de trabajo.....	26.3
Buey de engorda.....	31.5
Vaca lechera.....	36.7
Borrego.....	18.8
Puerco.....	125.0

#### Preparación del estiércol

Distribuir el estiércol fresco en el terreno, tiene grandes ventajas; hay pocas pérdidas, porque los productos de descomposición tales como el anhídrido carbónico y el amoníaco, son retenidos por el suelo; descomponiéndose ya en el suelo poco á poco el estiércol, deja vacíos, que disminuyen la tenacidad de los suelos; en fin, las plantas, aprovechan el calor producido por la descomposición.

Pero, como no es fácil aplicar el estiércol diariamente á medida que se produce, y dejarlo en lugares descubiertos traería consigo pérdidas considerables, debidas á las lluvias, vientos y calor solar, así como al escurrimiento de sustancias líquidas, se recurre para evitar estas pérdidas, ó colocar el estiércol en lugares á propósito dispuestos, que reúnan condiciones de impermeabilidad y protección contra los agentes atmosféricos. Tales locales llamados *estercoleros*, serán descritos más adelante. El objeto que se persigue en dichos estercoleros, es no sólo conservar al estiércol su riqueza, sino también, originar en él transformaciones que lo hagan asimilable por las plantas y hacer una masa de composición tan homogénea como sea posible, á fin de que su efecto sea uniforme sobre toda la extensión del campo á que se aplique.

Para explicar el tratamiento que se debe dar al abono, conviene conocer, qué fenómenos se verifican en él, durante la fermentación.

Los cuerpos azoados disueltos, la urea principalmente, entran primero en descomposición; sufren en seguida este fenómeno, las substancias albuminoides y amidadas, contenidas en las deyecciones sólidas y más tarde aún, viene la descomposición de la paja, que ha servido de cama. Son las bacterias llevadas al estiércol por las deyecciones sólidas, las que originan la descomposición de las materias mencionadas habiendo unas, las aerobias, que necesitan del oxígeno del aire para respirar y atacan las materias orgánicas, con emisión de ácido carbónico; estas bacterias, constituyen los organismos de la putrefacción. Otras bacterias, las anaerobias, respiran también, pero no toman el oxígeno del aire, sino de la misma materia orgánica, de la celulosa de la paja, por ejemplo; su respiración, es intramolecular; estas bacterias, como las otras, dan origen á una emisión del ácido carbónico y empobrecen el residuo en ázoe; pero, ambas bacterias, no bastan para terminar la descomposición del estiércol, sino que, dejan este trabajo á un tercer grupo que goza de las propiedades de unas y otras, formando ácido carbónico, respirando el oxígeno del aire y utilizando el ázoe fijado; las bacterias que intervienen en la destrucción de los nitratos, están comprendidas entre estas últimas.

La fermentación comienza con las bacterias, aerobias, en la superficie del montón de estiércol y la descomposición se efectúa de una manera rápida, con desprendimiento de ácido carbónico; el estiércol, ha adquirido una consistencia pastosa, untuosa y comprimiéndose,

asentándose, forma una capa impermeable al aire; las bacterias anaerobias, continúan entonces la fermentación en el interior, con emisión de hidrógeno protocarbonado (metano) é hidrógeno sulfurado, etc.

La fermentación amoniacal, descompone los cuerpos amidados y la urea es transformada en carbonato de amoníaco, el ácido hipúrico en glicocol y ácido benzoico. En cuanto á las materias albuminoides contenidas en las deyecciones sólidas, pueden también perder su ázoe amoniacal.

Si el estiércol permanece amontonado, puede venir una formación de ácido nitroso primero y nítrico después, provenientes del amoníaco; por último, ciertas bacterias, pueden ocasionar una desnitrificación, por emisiones de ázoe libre.

Los cuerpos hidro-carbonados, el almidón y azúcar; y los ácidos orgánicos y sus sales, son atacados por fermentos diversos, dando origen á la formación de agua, hidrógeno, hidrógeno protocarbonado, ácidos acético y carbónico y cuerpos húmicos diversos, que dan su color negruzco al abono.

Todas las fermentaciones mencionadas, alcanzan un máximun de intensidad á la temperatura de 40 grados centígrados con una humedad suficiente y cuando el acceso del aire es limitado.

Si falta humedad, el estiércol se ve atacado por algunos hongos; la desintegración, se efectúa rápidamente, falta un disolvente para los cuerpos solubles y los gaseosos se pierden. Si hay exceso de humedad, los cuerpos solubles pueden también perderse; pero, sobre todo aunque esto no se verifique porque se recojan las

soluciones, las fermentaciones se verifican muy lentamente.

Es el agricultor, quien puede y debe evitar que haya pérdidas, cuidando de que las buenas condiciones se verifiquen.

En efecto, basta comprimir el estiércol, para impedir en lo posible el exceso de aire y regar con los mismos líquidos de escurrimiento, proporcionando en caso necesario, una cantidad suplementaria de agua, guiándose para esto del aspecto que va tomando la masa de estiércol. En cuanto á la temperatura, la misma fermentación produce la necesaria.

Voelker, da las siguientes cantidades de ázoe soluble é insoluble en el agua, en cien kilogramos de estiércol, antes y después de la fermentación.

	ESTIÉRCOL	
	Fresco	Fermentado
Azoe soluble en el agua.....	0.140	0.297
Azoe insoluble en el agua.....	0.494	0.309

A pesar de que la capa superficial del estiércol tenga un color subido, indicio de una buena fermentación, puede ser que en el interior de la masa, ésta no se verifique debidamente; puede esto conceirse por la coloración de los líquidos de escurrimiento, que tendrán una más ó menos obscura, según sea la fermentación más ó menos completa.

Cuando el estiércol permanece en los establos, cuadras, etc., hay pérdidas ocasionadas no sólo por la infiltración de las materias líquidas, cuando el piso no es impermeable, sino también por las emisiones de carbonato de amoníaco, proveniente de las orinas, emisiones altamente antihigiénicas.

Para evitar estas pérdidas, se recurre á los pisos impermeables y se añade cierta cantidad de yeso ó superfosfato de cal. Lo mejor, es construir un estercolero, en las debidas condiciones.

Si bien la fórmula antes establecida permite calcular con bastante aproximación la cantidad de estiércol producido, ésta se encuentra mermada cuando el estiércol se ha descompuesto. Así, al cabo de dos ó tres meses de fermentación, la reducción es en peso y volumen, de un 15 á 20%; si la fermentación continúa, hay pérdida de cuerpos orgánicos, y ésta llega á ser de 30 á 40%.

La densidad del estiércol varía dentro de límites muy alejados. Damseaux, ha hecho numerosas pesadas y ha encontrado los pesos siguientes:

Estiércol fresco .....	450 á 500	kgms. el metro cúbico.
Estiércol semi descompuesto.	700 „ 750	„ „ „ „
Estiércol muy descompuesto.	850 „ 900	„ „ „ „

En cuanto á la composición del estiércol descompuesto, ya se ha visto cuáles son las circunstancias que la hacen variar y cómo, por las tablas de Lawes, se puede llegar á determinar dicha composición de una manera aproximada.

Se verá por el siguiente cuadro debido á Damseaux, dentro de qué límites tan alejados, varía la composición de un estiércol moderadamente descompuesto.

Azoe total.....	de 0.39 á 0.67 %
Acido fosfórico.....	„ 0.15 „ 0.46 „
Potasa .....	„ 0.30 „ 0.67 „
Materia seca, total..	„ 20.00 „ 28.00 „
Agua .....	„ 80.00 „ 72.00 „