

# Manejo de estiércol y compostaje para el cultivo de ajo en Cuyo (Argentina)

Burba, J.L; Lipinski, V.M y Lopez, A.M.

Estación Experimental Agropecuaria La Consulta  
2020



## Manejo de estiércol y compostaje para el cultivo de ajo en Cuyo (Argentina)

BURBA, J.L.; LIPINSKI, V.M. y LOPEZ, A.M.

En Mendoza y San Juan, debido a las características edafo-climáticas, la restitución de la materia orgánica es una de las prácticas necesarias y fundamentales en los programas de fertilización. El ajo ha sido, y sigue siendo, un cultivo asociado al "enguanado" como práctica corriente, a tal punto que algunos antiguos dichos populares indicaban "si quieren lograr 20 toneladas de ajo por hectárea deben utilizar 20 toneladas de guano por hectárea".

Antiguamente los productores "maduraban (compostaban), los guanos en los callejones", sin embargo esta práctica se fue abandonando y en la actualidad, argumentando problemas financieros, la mayoría de ellos adquiere y aplica los guanos frescos muy próximos a la fecha de plantación.

Esto significa grandes pérdidas de nutrientes por volatilización y la necesidad de mover grandes volúmenes, con serios riesgos que "se queme el suelo" en los lugares de descarga. Además las normas BPA (buenas prácticas agrícolas) obligan en la actualidad a utilizar guanos compostados, debido a los efectos negativos que presentan los guanos frescos en el equilibrio biológico del suelo.

Desde el punto de vista agrícola, y en especial considerando los aspectos relativos a la fertilidad, la materia orgánica **humificada** ejerce las siguientes funciones:

- Aumenta la capacidad hídrica del suelo por su mayor retención de humedad.
- Mejora la estructura e imparte a ésta mayor estabilidad.
- Mantiene por sus cualidades nutritivas, una adecuada actividad microbiana y la de otros organismos benéficos, como las lombrices de tierra y las micorrizas; aumentando con ellas el ritmo de la dinámica de los nutrimentos.
- Por su carácter de coloide, el humus incrementa la capacidad de intercambio catiónico y por ende, la fertilidad actual del suelo.
- Es una permanente fuente de nitrógeno y otros nutrientes esenciales que se libera por mineralización.

Por lo expuesto, se advierte que la materia orgánica desempeña un importante papel en lo que respecta a las condiciones generales de fertilidad global de los suelos cuyanos.

El estiércol o guano es un material formado por el conjunto de las deyecciones tanto sólidas como líquidas de los animales de corral, más los restos vegetales que les sirven de "cama". Cuando ese conjunto es de reciente data, se lo denomina "**estiércol fresco**" (con olores desagradables).

Si estuvo estacionado durante algunos meses en condiciones controladas, transformándose en un producto estable, se lo llama "**estiércol maduro**" (con olores a tierra fresca), y en él los procesos de descomposición y formación de compuestos orgánicos más complejos están cumplidos en mayor o menor medida.

Este último constituye un abono de primer orden no solo desde el punto de vista orgánico, sino también como fertilizante, por los importantes tenores de nutrimentos que aportan a los cultivos cuando son incorporados en las cantidades adecuadas.

La relación C/N indica el grado de descomposición de la sustancia orgánica. Mientras más alto es el valor de la misma indica una mineralización más lenta, es decir menos maduro está el estiércol.

Para obtener los mejores resultados en los aspectos físico y nutricional del suelo, la relación C/N en los guanos al momento de su incorporación, tiene que estar entre 15:1 y 30:1, es decir entre 15 y 30 veces más fibras (Carbono), que Nitrógeno.

Relaciones C/N menores de 15, producen una rápida e intensa actividad biológica con pronta liberación de nutrientes, mientras que C/N mayores de 30 la actividad biológica es muy reducida y prolongada, además se puede producir inmovilización del N del suelo al principio.

Los guanos de gallina comúnmente se comercializan con diferentes estados de maduración y composición variable, de acuerdo a los métodos empleados de producción (ponedoras, parrilleros) recolección (con y sin piso), conservación y manipulación (camas de arroz, girasol, etc.), como se puede ver en las muestras del Cuadro 1, por ello, toda compra debería efectuarse bajo un análisis previo, ya que puede haber grandes diferencias de calidad entre los distintos lotes.

Cuadro 1 - Valores expresados en porcentaje de algunos rubros de muestras de guano de gallina Provenientes de diferentes orígenes.

Variables	Muestras		
	1	2	3
Humedad	18,7	23,3	34,2
MO	56,6	57,3	33,0
Cenizas	24,7	19,4	32,7
Nitrógeno	2,5	2,0	2,0
C/N	13,1	16,5	9,7

Los análisis (expresados en %), que se recomiendan para tal fin son:

- contenidos de humedad,
- cenizas y
- materia orgánica
- Nitrógeno total

Altos contenidos de humedad pueden indicar que el guano es muy fresco, esto irá acompañado de alta temperatura en la "pila", o bien que está adulterado con agua. En este último caso el guano estará frío.

Altos contenidos de cenizas indicarían adulteración con tierra o que los estiércoles han sido extraídos con mucho material de cama. En cualquiera de los dos casos la calidad del guano disminuye notoriamente. Es por eso que aportes de iguales cantidades de guano, manifiestan respuestas diferentes en los cultivos.

Los datos analíticos en porcentaje permiten ubicar a los estiércoles y guanos comunes en el momento de comercialización (Cuadro 2), dentro de los siguientes niveles medios:

Cuadro 2 – Variación de niveles en porcentaje de guanos de gallina

Variables	Concentración (%)
Humedad	20-70
Cenizas	20-40
MO	20-60
Nitrógeno	0,60 - 3,00
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,15 -1,50
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0,40 -1,40

Si se tiene en cuenta que el principal objetivo del uso de guanos es la incorporación de la MO y el aprovechamiento de todas sus ventajas, no se debe comparar su precio con los fertilizantes químicos.

### Determinación de la calidad de estiércol fresco

Conociendo a través de estos análisis lo que posee el guano se puede regular con mayor eficiencia las posteriores fertilizaciones químicas, si éstas hicieran falta, respondiendo así a los requisitos de las Buenas Prácticas Agronómicas.

El estiércol caprino popularmente conocido como *guano de cabra* es el estiércol que tradicionalmente se usaba en esta región, ya sea de procedencia local o de provincias vecinas como La Rioja o San Luis.

Este abono es similar al estiércol ovino, sin embargo, teniendo en cuenta que la cabra consume no solamente pastos sino una variada gama de vegetación, la composición del guano difiere en los niveles de algunos nutrimentos. Los valores medios porcentuales se consignan en el Cuadro 3.

Cuadro 3 - Composición media de estiércoles frescos de cabra, conejo y oveja (Porcentaje sobre materia seca).

Nutriente	Caprino	Conejo	Gallina
Materia orgánica (%)	52,8	63,9	54,1
Nitrógeno total (%)	1,55	1,94	2,38
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %)	2,92	1,82	3,86
Potasio (K <sub>2</sub> O, %)	0,74	0,95	1,39
Calcio (CaO, %)	3,2	2,36	3,63
Magnesio (MgO, %)	0,57	0,45	0,77

En el cultivo del ajo, la incorporación de 10 t/ha de estiércol de gallina "con cama" aportaría 264 kg de N, 66 kg de P (elemento) y 139 kg de K (elemento) en promedio. En cambio, un guano de gallina "de jaula" incorpora 281 kg de N, 97 kg de P (elemento) y 162 kg de K.

Hay que tener en cuenta que el guano aplicado no está seco y tiene como mínimo 30 % de agua por lo tanto, teniendo en cuenta los datos analíticos que presenta en el Cuadro 3 los cálculos indican que se está aplicando con 10 t de guano fresco de gallina 183 kg N/ha, 130 kg de P elemento/ha y 89 kg de K elemento /ha.

De esta cantidad se calcula que **solo estará disponible un 60 % el primer año** y el resto queda para un cultivo siguiente (como puede ser tomate para industria). Esto se contrapone con lo del Cuadro 4.

Hay que tener en cuenta que el proceso de descomposición (mineralización/humificación) del estiércol en el suelo depende del estado de maduración del mismo. Por esta razón es aconsejable determinar a través de un análisis la relación Carbono /Nitrógeno a fin de poder establecer el **momento oportuno de aplicación**, antes de la plantación.

### ¿Cuándo incorporar el guano?

Hay que tener en cuenta que el proceso de descomposición (mineralización/humificación) del estiércol en el suelo depende del estado de maduración del mismo. Por esta razón, como ya hemos expresado, es aconsejable determinar a través de un análisis la relación C/N a fin de poder establecer el momento oportuno de aplicación, antes de la plantación.

A modo de referencia, en el Cuadro 4 se presentan la disponibilidad de N de acuerdo a la tasa de mineralización.

Cuadro 4 – Grupos de mineralización de estiércoles

<b>Grupos de mineralización de estiércoles</b>			
<b>GRUPO</b>	Guano de pollo o gallina jaula con alto N total (4 % aprox.)	Guano vacuno fresco y otros con alto N total (3.5 % aprox.)	Guanos secos de vacuno, cabra, oveja, aves e piso con N total (- 2 % N aprox.)
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	Urea, ácido úrico y proteínas de fácil mineralización	50 % de N como urea y ácido úrico; el resto en compuestos orgánicos de lenta mineralización	Casi la totalidad del N se encuentra en compuestos orgánicos de lenta liberación
<b>Mineralización del nitrógeno a lo largo de años</b>			
1er año	90 %	75 %	40 % - 20 %
2do año	91 %	79 %	55 % - 28 %
3er año	92 %	81 %	58 % - 32 %

Por otra parte, es oportuno recordar que las normas de certificación EUREPGAP y Producción Orgánica recomiendan someter a los estiércoles a un proceso controlado de descomposición y maduración previa su incorporación en el cultivo.

### ¿Qué sucede si se aplica guano sin la suficiente antelación? ¿Cómo se puede subsanar?

Si bien el momento de incorporación del estiércol ha sido definido, es frecuente que en el momento establecido para la incorporación del guano, aparezcan problemas de índole meteorológicos, prácticos o económicos que retrasan considerablemente dicha fecha.

Para no generar un problema de competencia entre las bacterias descomponedoras y el cultivo es conveniente agregar un fertilizante nitrogenado químico como la urea evitando deficiencias de N en la planta.

### ¿Son interesantes los aportes de macronutrientes secundarios y micronutrientes?

Los tenores de macronutrientes secundarios y de micronutrientes no son determinados en los análisis de rutina en los guanos, pero estos están presentes en niveles interesantes en muchos de ellos. En el Cuadro 5 se indican los valores de los mismos en estiércol vacuno.

Cuadro 5 - Tenores de nutrientes secundarios (kg/t) y micronutrientes (g/t) presentes en estiércol vacuno

Nutrientes y micronutrientes	kg/t	g/t
Calcio	7-10	
Magnesio	2-3	
Azufre	2-3	
Manganeso		50-100
Zinc		20-40
Boro		10-15
Hierro		50-400
Cobre		10-12

Fuente: Dominguez Vivancos

El **compostaje** ("higienización" del estiércol por 30 días + maduración por 3 meses cuando se trata de estiércol fresco), previa su incorporación en el cultivo, es una práctica muy recomendada y tiene como finalidad asegurar la eliminación de agentes patógenos, semillas de malezas y probables efectos negativos en el suelo durante las fases de transformación de la materia orgánica ya que el proceso estabiliza los nutrientes que se encuentran en formas volátiles y disminuye el volumen para facilitar la aplicación. Durante el período que pueda durar el proceso, las reducciones de peso se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6 – Variación estimada de peso de residuos orgánicos frescos en el proceso de compostado, dependiendo de la composición química y la humedad.

Residuos frescos	→		Compost
	3 meses	6 meses	
0 meses	3 meses	6 meses	9 meses
100 kg	60 kg	50 kg	35 kg

### Condiciones del compostaje

Para lograr un buen compostaje debemos controlar cuatro variables: la relación C/N; la humedad de la pila; la aireación y la temperatura de la misma.

- **Relación C/N:** Este valor surge de un análisis de laboratorio y debe estar inicialmente en 15-30 a 1, es decir 15 a 30 veces más fibras (Carbono), que Nitrógeno. Si la relación es baja habrá que agregar más fibras (pajas u hojas secas)

- **Humedad:** La humedad inicial de estiércol fresco debe ser de 50 % a 70 %. Una forma práctica de medirla es tomando un puñado y apretarlo fuertemente. Si cae alguna gota es correcta. Si sale un chorro de agua hay que mezclar con otros más secos o añadir materia seca (paja), y si no se desprende ni una sola gota es necesario mojar la pila.

Cuando la pila está muy seca la fermentación se detiene y la pila no se calienta. Cuando está demasiado húmeda, falta aire, se compacta y se generan malos olores.

- **Aireación:** Los microorganismos responsables de la "higienización" del estiércol requieren que la pila esté bien aireada, por lo que en la primera etapa la pila no debe estar compactada.
- **Temperatura:** La pila debe alcanzar entre 45 °C y 70 °C en las primeras etapas. Si esta es superior el estiércol se quema y hay presencia de cenizas en superficie (Figura 1). Si la temperatura es muy alta se puede mover la pila o humedecerla.

Lo ideal es disponer de termómetros con sondas para controlar que la temperatura llegue a 55 °C durante los primeros 15 días. Si esto ocurre la "higienización" del estiércol estará garantizada. Como no todas las capas logran la misma temperatura la pila debe ser volteada para mezclarlas.



Figura 1 – Pila de estiércol fresco quemándose por exceso de aireación o secado

### **Etapas del compostaje**

Las distintas etapas de la "higienización" y la maduración del estiércol son provocadas por microorganismos (hongos y bacterias), que tienen funciones específicas, y que las van cumpliendo en el tiempo, y como ya se indicó, la temperatura es el mejor indicador de la marcha del proceso de compostado (Figura 2).

- **Primera etapa:** Se denomina de **activación** y se inicia con temperaturas de aproximadamente de 30 °C a 40 °C y dura entre pocas horas a unos cuantos días.
- **Segunda etapa:** Alcanza temperaturas entre 45 °C y 70 °C (se la denomina de **calentamiento** o "golpe de fuego"). Dura entre pocas horas hasta una semana, dependiendo de la composición y el tamaño de la pila.

En esta etapa se termina la "higienización" del estiércol, sin embargo, si se producen picos de temperatura superiores a 70 °C existen riesgos que el estiércol se quemé. En estos casos hay que mojar y compactar la pila.

- **Tercera etapa:** Se la denomina etapa de **enfriamiento** y la temperatura vuelve a los 40 °C de promedio por varias semanas.
- **Cuarta etapa:** Es la etapa de **maduración** con temperaturas inferiores a 30 °C y puede durar varios meses, permitiendo que, cuando maduro, no tenga olores desagradables y no permita que se distingan semillas, huevos de insectos ni mohos (Figura 3).

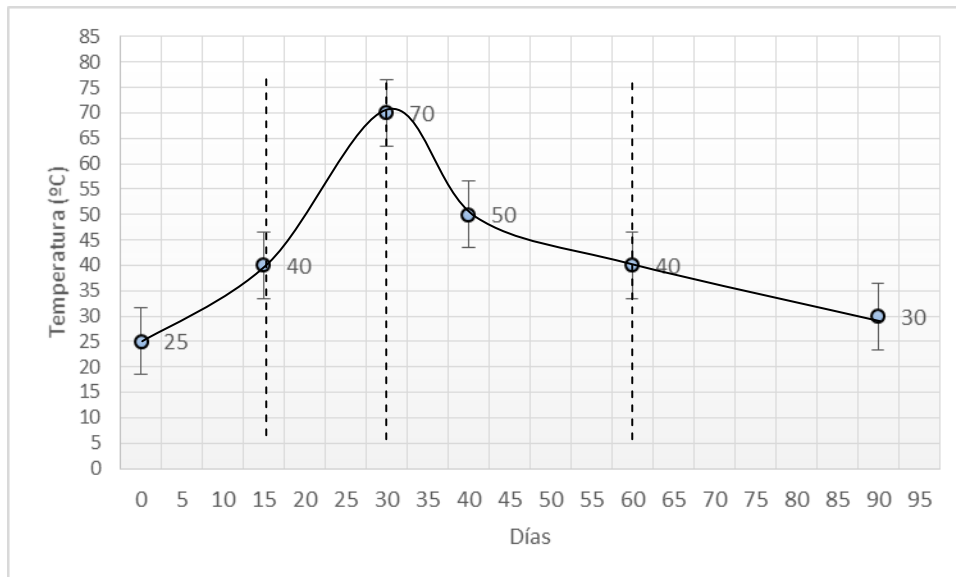


Figura 2 – Fases del proceso de compostaje





Figura 3 – Compost de estiércol maduro “Maduración” de estiércol en grandes volúmenes

- **Ubicación del estercolero**

El estiércol, una vez analizado, se dispone en una superficie plana pero permeable en un terreno relativamente alto (que no se inunde ni encharque), pero que a su vez no permita que la lluvia lleve arrastre el lavado del mismo hacia acequias, represas o cultivos. El lavado de nitratos puede ser un contaminante de gran importancia.

Preferiblemente debe estar localizado en un lugar fresco y a la sombra. No es conveniente que la base del estercolero sea de cemento ni esté impermeabilizada. Suele aconsejarse colocar una cama de paja seca (o viruta), sobre el terreno para que mejore la aireación y absorba el lavado de los nutrimentos. También puede realizarse un “cavado” en forma de “silo puente” donde se descargará el estiércol y de esa manera evitar pérdidas de nutrientes.

- **Carga del estercolero**

El estiércol se descarga en capas de aproximadamente 25 a 30 cm que se uniformiza mediante el uso de palas o cuchillas niveladoras y rastras. Para no generar un problema de competencia entre las bacterias descomponedoras es conveniente agregar entre capas, y al voleo, un fertilizante nitrogenado químico como la urea evitando deficiencias de N en la pila y facilitando el “arranque” del proceso de fermentación. La dosis dependerá del análisis del estiércol. Una dosis tentativa es de 60 kg por cada 10 toneladas de estiércol fresco. Haciendo el cálculo de un guano fresco con 1,2 % de N y 48 % MO tiene una relación C/N de 23 y queremos llevarla a 15 debemos agregar 13 kg de urea por 10 toneladas de guano.

La pila puede alcanzar hasta 1,5 m de altura, y un ancho cuyo valor sea múltiplo del ancho operativo de la maquinaria (rastra, pala cargadora, tanque regador), pero no debe superar los 4,5 m, con un largo tanto como se pueda. El ancho de la pila debe considerar la necesidad eventual de “voltear” la pila (invertir la posición de las capas), mediante el uso de maquinaria como zanjadores y bordeadores. El estiércol más seco deberá quedar al centro de la pila para que se humedezca durante el proceso.

Si le estiércol está muy compactado y seco los microorganismos demorarán para iniciar su trabajo, por lo que se aconseja tritararlo con rastra o arado rotativo ("rotavator"). Existen equipos mecánicos específicos para el volteo de pilas de estiércol, como lo muestra la Figura 4.



Figura 4 – Equipos de tracción para el volteo de pilas de estiércol

- **Cubierta del estercolero**

Es muy conveniente cubrir la pila para evitar lavados por lluvia o evitar secado excesivo. Esto se puede realizar con tejidos media sombra (Figura 5), de manera tal que evite el lavado de lluvias intensas y evite parcialmente la evaporación, conservando la humedad. No es conveniente tapar con polietileno ya que la falta de oxígeno y el exceso de humedad provocarán fermentaciones indeseables.



Figura 5 – Pilas de estiércol madurándose bajo cubierta de tela media sombra

### Problemas y soluciones durante el compostado

Problema	Causa	Solución
Pila olorosa	Fermentación sin oxígeno por falta de humedad. Excesiva compactación o falta de fibras (Carbono)	Voltear la pila, ventilarla o agregar restos vegetales
Pila fría	No hay fermentación. Falta de fibras o estiércol con altos niveles de antibióticos	Añadir fibras y estiércol fresco y/o riego con gota fina de la pila
Pila seca	Ventilación o insolación excesiva, exceso de fibra, textura muy gruesa o calentamiento excesivo.	Humedecer la pila con gota fina y cubrir la pila
Pila lavada	Lluvias o riegos excesivos	Armar la pila sobre cama de paja o viruta

### Logística para el desarrollo del compostero - Ejemplo

- Para una finca donde se plantarán 10 ha de ajo a mediados de marzo, se desea abonar con 10 t/ha de guano de gallina fresco.
- El período de recepción del guano debería estar entre mediados de octubre y mediados de diciembre, es decir que se realizarán tres estercoleros, en tres etapas.
- El guano fresco adquirido tiene una densidad promedio de  $350 \text{ kg/m}^3$ , por lo que se requiere pilas de  $28 \text{ m}^3/\text{ha}$ .
- La pila de forma triangular con 10 toneladas para 1,00 ha debe tener aproximadamente 3 m de ancho, 1,5 m de altura y 13 m de longitud.
- Esa pila perderá peso y volumen en los próximos 3 meses a medida que se vaya madurando. La reducción del peso será del 40 %, por lo que quedarán 6,0 toneladas secas. La reducción del volumen será de 50 %, por lo que quedarán  $14 \text{ m}^3$ , es decir que la densidad pasó de  $350 \text{ kg/m}^3$  a  $430 \text{ kg/m}^3$ .
- Si un chasis carga  $23 \text{ m}^3$  de guano fresco, serán 8 toneladas por chasis. Si se necesitan para toda la finca 100 toneladas, se requerirán aproximadamente 12 o 13 chasis.
- Si el guano se receipta durante 3 meses, se requerirán 4 chasis por mes, es decir  $93 \text{ m}^3$  o 24 toneladas. Si son 4 chasis por mes da 32 t con tus cálculos y 42 con los míos o se a la densidad del material fresco 91 y  $121 \text{ m}^3$
- Cada estercolero (mensual) tendrá las siguientes dimensiones: ancho 3 m, altura 1,5 m y 40 m de longitud.
- Los tres estercoleros ocuparán una superficie neta de  $360 \text{ m}^2$  ( $120 \text{ m}^2$  mensuales), más los callejones de carga y descarga (de 5 m de ancho), lo que totalizan prácticamente  $2.000 \text{ m}^2$ .

## **Bibliografía**

ABARRATALDEA (2004). Manual práctico de técnicas de compostaje. <https://www.abarrataldea.org/manual.htm>

BERMEJILLO, A. Y M.F. FILIPPINI. Abonos orgánicos: una práctica agronómica revalorizada en la horticultura sustentable. Dpto. de Ingeniería Agrícola. Cátedra Química Agrícola. UN Cuyo. Mimeografiado, 9 p.

ENEEK. (2013). Compostaje de estiércol en agricultura ecológica. [https://www.eneek.eus/files/2018/01/GUIA\\_COMPOST\\_ENEEK\\_2013-1.pdf](https://www.eneek.eus/files/2018/01/GUIA_COMPOST_ENEEK_2013-1.pdf)