

# Cálculo de Tasas de Aplicación de Estiércoles Nutrientes de Granja Lechera

EM 8768-S • April 2015

T. Downing and M. Valencia

Si su objetivo es administrar aplicaciones de estiércol para balancear nitrógeno (N) o fósforo (P), el conocimiento de la cantidad de nutrientes que usted está aplicando a sus campos es un paso crucial hacia el manejo ideal del estiércol. Determinar la relación entre el volumen de estiércol y la cantidad de nutrientes aplicados es esencial.

Esta publicación describe cómo estimar la cantidad de nutriente en cierto material aplicado (la tasa del nutriente) y cómo calibrar el equipo de manejo de residuos. Cubre el equipo que se encuentra típicamente en las granjas lecheras. Nitrógeno es utilizado en los ejemplos pero las mismas técnicas se pueden usar para el fósforo.

Generalmente es preferible no aplicar más de 100 libras de nitrógeno por acre de una sola vez. Vea las publicaciones listadas en la sección “Para más información” (página 5) para aprender a determinar tasas apropiadas de aplicación de nutrientes para su cultivo y su ubicación.

## Haciendo los cálculos

Para calcular la tasa de nutrientes debe saber tres cosas:

- La concentración del nutriente en estiércol
- La cantidad de estiércol (libra o galón) que ha aplicado
- El área que recibió la aplicación. Esta puede ser dada en pies cuadrados (abreviado  $\text{ft}^2$  en inglés) o en acres.

## Cálculo de las tasas con un cañón estacionario

### 1. Mida la cantidad de estiércol aplicada

Coloque varios baldes, con lados derechos y fondo plano en el área donde el cañón aplicará el líquido (Figura 1). Active el cañón de riego por un tiempo

predeterminado (por ejemplo, 30 minutos) y luego apague la bomba. Vierta el contenido de todos los baldes en un sólo balde y mida la profundidad del líquido. Divida la profundidad entre el número de baldes. El resultado es la cantidad promedio de estiércol líquido, en pulgadas (abreviadas “in” en inglés), aplicada en 30 minutos. Digamos que usted aplicó  $\frac{1}{2}$  pulgada en 30 minutos.

### 2. Mida el área cubierta

La línea que divide a un círculo en dos partes iguales se llama diámetro. La mitad del diámetro se llama radio. Para calcular el área de un círculo, multiplique lo que mide el radio dos veces por sí mismo, y multiplique este resultado por 3.14. Por ejemplo, si su cañón cubre un círculo de 180 pies de ancho el radio es 90 pies (en inglés se usa “ft” para abreviar esta medida de longitud llamada pie o pies). Multiplique 90 pies x 90 pies x 3.14 para obtener el área total en pies cuadrados (25,434 pies cuadrados). Hay 43,560 pies cuadrados en un acre (o 43,560  $\text{ft}^2/\text{acre}$ ). Entonces, 25,434 pies cuadrados es aproximadamente 0.58 acres:

$$\frac{25,434 \text{ ft}^2}{43,560 \text{ ft}^2/\text{acre}} = 0.58 \text{ acre}$$

### 3. Convierta las pulgadas aplicadas a galones

Si tuviera un promedio de  $\frac{1}{2}$  pulgada de estiércol líquido en sus baldes, usted puede asumir que aplicó  $\frac{1}{2}$  pulgada encima de 25,434 pies cuadrados.

- a. Primero, convierta los pies cuadrados a pies cúbicos, dividiendo 25,434 entre 24 ( $\frac{1}{2}$  pulgada en el balde es  $\frac{1}{24}$  de un pie). Esto es equivalente a 1,060 pies cúbicos (abreviado  $\text{ft}^3$  en inglés) de estiércol líquido.

$$\frac{25,434 \text{ ft}^2}{24} = 1,060 \text{ ft}^3$$

- b. Ahora, convierta los pies cúbicos a un galón (gal). Hay 7.5 galones por cada pie cúbico, entonces

multiplique 1,060 ft<sup>3</sup> por 7.5. El resultado es 7,950 galones bombeados en 30 minutos.

$$1,060 \text{ ft}^3 \times 7.5 \text{ gal/ft}^3 = 7,950 \text{ gal}$$

#### 4. Calcule la cantidad total de nitrógeno aplicado

Si la concentración de nitrógeno del estiércol es de 10 libras (lb) por cada 1,000 galones, y usted aplicó 7,950 galones, entonces ha aplicado 79 libras de nitrógeno por acre.

$$\frac{7,950 \text{ gal} \times 10 \text{ lb N}}{1,000 \text{ gal}} = 79 \text{ lb N}$$

#### 5. Calcule la cantidad de nitrógeno aplicado por acre

Ya que usted ha cubierto 0.58 acres, ha aplicado el equivalente de 136 libras de nitrógeno por acre.

$$\frac{79 \text{ lb N}}{0.58 \text{ acres}} = 136 \text{ lb/acre}$$

## Cálculo de tasas de nutrientes usando un cañón viajero

Calibrando un viajero involucra los mismos principios descritos para el cañón estacionario, pero necesita hacer ajustes que consideren la velocidad del cañón viajero (Figura 1).

Necesita saber la anchura de aplicación, el número de pies de manguera que ha sacado (distancia cubierta por un sólo pase), y la velocidad en que se mueva el cañón. Digamos por ejemplo que su aplicación es 240 pies de ancho, cada pase es 1,000 pies de longitud (para un área total de 240,000 pies cuadrados), y el viajero se mueve a 6 pies por minuto.

#### 1. Mida la cantidad de líquido aplicada

Durante la aplicación ponga varios baldes sobre el área de pase. Después de un pase, combine el líquido de todos los baldes en uno sólo y mida la profundidad del líquido contenido. Divida esta cantidad entre el número de baldes. El resultado es la cantidad promedio de líquido (en pulgadas) aplicado en un pase. Por ejemplo, digamos que su aplicación tuvo un promedio de  $\frac{1}{3}$  de pulgada.

#### 2. Convierta las pulgadas aplicadas a galones

a. Primero, convierta los pies cuadrados a pies cúbicos, dividiendo 240,000 entre 36 ( $\frac{1}{3}$  pulgada en el balde es  $\frac{1}{36}$  de un pie). Esto es equivalente a 6,667 pies cúbicos de estiércol.

$$\frac{240,000 \text{ ft}^2}{36} = 6,667 \text{ ft}^3$$



Figura 1. Calibrar un viajero involucra los mismos principios descritos para el cañón estacionario, pero necesita hacer ajustes que consideren la velocidad del cañón viajero.

b. Ahora, convierta a galones. Hay 7.5 galones en un pie cúbico, entonces multiplique 6,667 pies cúbicos por 7.5. El resultado es 50,002 galones.

$$6,667 \text{ ft}^3 \times 7.5 \text{ gal/ft}^3 = 50,002 \text{ gal}$$

#### 3. Calcule la cantidad total de nitrógeno aplicado

Si el estiércol contiene 8 libras de nitrógeno por 1,000 galones, y usted aplicó 50,002 galones, entonces aplicó 400 libras nitrógeno.

$$\frac{50,002 \text{ gal} \times 8 \text{ lb N}}{1,000 \text{ gal}} = 400 \text{ lb N}$$

#### 4. Calcule la cantidad de nitrógeno aplicado por acre

Cuatrocientas libras de nitrógeno aplicado sobre 5.5 acres (aproximadamente 240,000 pies cuadrados) equivale a 73 libras de nitrógeno por acre.

$$\frac{400 \text{ lb N}}{5.5 \text{ acres}} = 73 \text{ lb N/acre}$$

#### 5. Calcule la tasa de aplicación con varias velocidades

Con estos cálculos, usted puede crear una tabla que fácilmente enseñe la cantidad de nitrógeno aplicado a varias velocidades (Tabla 1). En el ejemplo de arriba, la velocidad del viajero fue 6 pies por minuto. A 3 pies por minuto, la cantidad aplicada sería lo doble que a 6 pies por minuto, o 146 libras nitrógeno por acre.

## Cálculo de tasas con un tanque de líquido o manguera tirada

A continuación se presentarán dos maneras de calibrar tanques conteniendo líquidos para determinar la cantidad de nutrientes aplicados.

**Tabla 1. Ejemplo de tabla de calibración**

Velocidad del viajero (pies/minuto)	Pulgadas aplicadas	N aplicado por acre (lb) (si 8 lb N/1,000 gal)	Total de N aplicado (lb)		
			500 pies manguera tirada	1,000 pies manguera tirada	1,500 pies manguera tirada
2.0	1	219	600	1,200	1,800
3.0	0.66	146	400	800	1,200
4.0	0.5	109	300	600	900
6.0	0.33	73	200	400	600

**Llene los números de su propio rancho aquí**

Velocidad del viajero (pies/minuto)	Pulgadas aplicadas	N aplicado por acre (lb) (si 8 lb N/1,000 gal)	Total de N aplicado (lb)		
			500 pies manguera tirada	1,000 pies manguera tirada	1,500 pies manguera tirada
2.0					
3.0					
4.0					
6.0					

### Método más común

Determine el volumen total de líquido aplicado al campo, luego calcule los nutrientes aplicados.

#### 1. Mida la cantidad de líquido aplicada

Si usted transporta 30 cargas de líquido con un tanque de 3,000 galones de capacidad, usted transportó 90,000 galones de líquido.

$$30 \text{ cargas} \times 3,000 \text{ gal} = 90,000 \text{ gal}$$

Es importante darse cuenta que aunque los tanques tengan un volumen específico, el volumen efectivo es menor. Por ejemplo, un tanque de 3,000 galones probablemente sólo puede repartir 2,700 galones en el campo.

#### 2. Calculate the per-acre manure application rate

Si el estiércol es aplicado a un campo de 10 acres, esto equivale a 9,000 galones por acre.

$$\frac{90,000 \text{ gal}}{10 \text{ acres}} = 9,000 \text{ gal/acre}$$

#### 3. Calcule la cantidad de nitrógeno en un acre

Si el estiércol tiene una concentración de nitrógeno de 10 libras nitrógeno en 1,000 galones, usted ha aplicado 90 libras por acre.

$$\frac{9,000 \text{ gal} \times 10 \text{ lb N}}{1,000 \text{ gal}} = 90 \text{ lb N}$$

### Segundo método

Este método mide el volumen de líquido aplicado a un área pequeña, y usa esa cantidad para calcular el volumen aplicado sobre todo el campo. Este método asume que la aplicación es constante.

#### 1. Mida la cantidad de líquido aplicada.

Coloque varias bandejas, sartenes, o baldes en el campo para contener el líquido que aplique con un sólo pase (Figura 2). Vacíe los contenidos de todos los baldes dentro de un sólo balde, y mida la profundidad del líquido. Divida este número entre la cantidad de baldes usados. El resultado es el estiércol líquido aplicado (en pulgadas) en un solo pase. Vamos a asumir que usted aplicó ½ pulgada.

#### 2. Convierta pulgadas aplicadas, a galones aplicados en un acre

a. Primero, convierta las pulgadas a pies cúbicos por acre dividiendo 43,560 (el número de pies cuadrados equivalentes a un acre) entre 24 (½ pulgada en el balde es 1/24 de pie cúbico). Esto equivale a 1,815 pies cúbicos de estiércol líquido por acre.

$$\frac{43,560 \text{ ft}^2}{24} = 1,815 \text{ ft}^3/\text{acre}$$

b. Ahora, convierta los pies cúbicos por acre a galones por acre. Un pie cúbico es equivalente a



Figura 2. Coloque varias bandejas, sartenes, o baldes en el campo para contener el líquido aplicado con un sólo pase en aplicaciones de manguera arrastrada o con tanque.

7.5 galones. Entonces multiplique 1,815 pies cúbicos por 7.5. El resultado es 13,612 galones por acre.

$$1,815 \text{ ft}^3/\text{acre} \times 7.5 \text{ gal}/\text{ft}^3 = 13,612 \text{ gal}/\text{acre}$$

### 3. Calcule la tasa de aplicación de nitrógeno

Si la concentración de nitrógeno son 10 libras por 1,000 galones de mezcla, la cantidad aplicada es 136 libras por acre.

$$\frac{13,612 \text{ gal}/\text{acre} \times 10 \text{ lb N}}{1,000 \text{ gal}} = 136 \text{ lb N}/\text{acre}$$

## Cálculo de tasas con un separador de sólidos

A continuación se presentan dos maneras de calibrar separadores de sólidos.

### Método más común

Calcule el nutriente (ejemplo: nitrógeno) contenido en cada carga del separador y multiplique ese número por las cargas en un acre o por cada campo.

#### 1. Calcule la capacidad (en pies cúbicos) de su separador de sólidos

Si su separador mide 16 pies de largo, 5 pies de ancho, y 5 pies de profundidad, entonces contiene 400 pies cúbicos por cada carga.

$$16 \text{ ft} \times 5 \text{ ft} \times 5 \text{ ft} = 400 \text{ ft}^3$$

#### 2. Calcule la tasa de aplicación de nitrógeno

Si el estiércol sólido contiene 10 libras nitrógeno por 100 pies cúbicos de sólidos, entonces usted está aplicando 40 libras de nitrógeno en cada carga de sólidos.

$$\frac{400 \text{ ft}^3 \times 10 \text{ lb N}}{100 \text{ ft}^3} = 40 \text{ lb N}$$

#### 3. Calcule la cantidad de nitrógeno aplicado al campo

Anote el número de cargas transportadas a cada campo. Multiplique el número de cargas por la cantidad de nitrógeno en cada carga. Por ejemplo, si ha transportado 25 cargas de sólidos, multiplique 25 cargas por 40 libras de nitrógeno por cada carga, para una aplicación total de 1,000 libras de nitrógeno.

$$25 \text{ cargas} \times 40 \text{ lb N}/\text{carga} = 1,000 \text{ lb N}$$

#### 4. Calcule el número de libras de nitrógeno aplicado por acre

Divida la cantidad total de nitrógeno aplicado entre el número de acres, en este ejemplo 10 acres.

$$\frac{1,000 \text{ lb total N}}{10 \text{ acres}} = 100 \text{ lb N}/\text{acre}$$

## Segundo método

Este método mide las libras de sólidos aplicadas a un área pequeña, y usa esa cantidad para calcular la cantidad aplicado sobre todo el campo. Asumiendo que la cantidad de aplicación es constante.

#### 1. Mida la cantidad de sólidos aplicados

Coloque una lona o pedazo de plástico en el campo y aplique sobre el área (Figura 3). Una lona de 10 pies por 10 pies mide 100 pies cuadrados. Hay 43,560 pies cuadrados en un acre, entonces 100 pies cuadrados es igual a  $\frac{1}{435}$  de un acre.

$$\frac{100 \text{ ft}^2}{43,560 \text{ ft}^2/\text{acre}} = \frac{1}{435} \text{ acre}$$

Después de esparcir en el área de muestra, doble la lona y pese los sólidos recogidos en ella.

#### 2. Convierta las libras a toneladas mojadas por acre

a. Primero, convierta las libras recolectadas en el área muestra a libras por acre multiplicando 110 por 435. Esto es equivalente a 47,850 libras por acre.

$$110 \text{ lb} \times 435 = 47,850 \text{ lb}/\text{acre}$$

b. Ahora, convierta libras por acre a toneladas mojadas por acre dividiendo 47,850 entre



Figura 3. Coloque una lona o pedazo de plástico en el campo y aplique los sólidos sobre el área.

2,000 (el número de libras en una tonelada). El resultado es 24 de toneladas mojadas por acre.

$$\frac{47,850 \text{ lb/acre}}{2,000} = 24 \text{ toneladas mojadas/acre}$$

### 3. Calcule la tasa de aplicación de nitrógeno

Si la concentración de nitrógeno es 5 libras por tonelada mojada, la cantidad de nitrógeno aplicado es 120 libras nitrógeno por acre.

$$24 \text{ toneladas mojadas/acre} \times 5 \text{ lb N/tonelada mojada} = 120 \text{ lb N/acre}$$

## Muestras y análisis del estiércol

La mejor manera de determinar la concentración de nutrientes es el análisis de una muestra del abono. Analizar el estiércol en su contenido de nutrientes es relativamente fácil. Sin embargo, puede ser difícil obtener una muestra que represente la concentración de nutrientes en una carga entera de estiércol. La concentración de nutrientes puede variar bastante en una carga, y la agitación típicamente es inadecuada para lograr una mezcla completa. Un análisis de las muestras tomadas durante la calibración es el método más deseable, especialmente cuando se analiza el nitrógeno, porque estos valores deben representar lo que llega a la tierra. Este método considera las pérdidas de los

nutrientes que ocurren durante el almacenamiento y aplicación.

Tome muestras de un tanque de líquido o una laguna sólo después de la agitación.

Los valores dados en libros (hay estimaciones en publicaciones del Servicio de Extensión.) son una alternativa razonable si las pruebas no son factibles, pero los valores pueden variar de un rancho a otro dependiendo de la cantidad de agua añadida, composición de alimento (cantidad y calidad), edad y etapa de lactancia del ganado, y el sistema del almacenamiento del estiércol.

## Para más información

Hay otras publicaciones del Servicio de Extensión de OSU que pueden ser de ayuda y están disponibles en el sitio internet <https://catalog.extension.oregonstate.edu/>

- *Laboratories Serving Oregon: Soil, Water, Plant Tissue, and Feed Analysis* (EM 8677)  
<https://catalog.extension.oregonstate.edu/em8677>
- *Nutrient Management for Dairy Production: Manure Application Rates for Forage Production*, (EM 8585-E)  
<https://catalog.extension.oregonstate.edu/em8585>

© 2015 Oregon State University. El trabajo de Extensión es un programa de cooperación de Oregon State University (la Universidad Estatal de Oregon), el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y los condados de Oregon. El Servicio de Extensión (Extension Service) de Oregon State University ofrece programas educativos, actividades, y materiales sin discriminación basada sobre edad, color, incapacidades, identidad o expresión de identidad sexual, información genética, estado matrimonial, origen nacional, raza, religión, sexo, orientación sexual, o estado de veterano. El Servicio de Extensión de Oregon State University es una institución que ofrece igualdad de oportunidades.