

# Tasas de Aplicación de Estiércol para la Producción de Forraje en el Oeste de Oregón

T. Downing y Dan M. Sullivan



Foto: Calvin Christensen

## Resumen

Esta publicación incluye lo siguiente:

1. Valores de extracción de nutrientes por los cultivos forrajeros en las granjas lecheras del oeste de Oregón. Los valores de extracción de nutrientes presentados en esta publicación son valores típicos. La extracción real de nutrientes depende del sitio y de varios factores de manejo. Es muy recomendable monitorear el rendimiento real y la extracción real de nutrientes en el forraje cosechado.
2. Ejemplos de cómo una mayor intensidad de manejo puede aumentar la capacidad de absorción de nutrientes en los pastizales de pasto perenne.
3. Información sobre las tasas de aplicación de estiércol líquido necesarias para aplicar una cantidad determinada de nitrógeno (N) para los cultivos forrajeros, basándose en un análisis de N en el estiércol.
4. Recomendaciones para el monitoreo de potasio (K) en el suelo y en el forraje para asegurar que el forraje sea apto para las vacas secas.
5. Otras publicaciones de Extensión recomendadas que abordan temas relacionados al manejo de estiércol.

## Contenido

Manejo de nitrógeno .....	2
Cultivos forrajeros en el oeste de Oregón .....	2
Extracción de nutrientes por el cultivo .....	4
Análisis de nutrientes del estiércol .....	4
Tasas de aplicación de agua de lagunas y de lechada .....	5
Monitoreo de P y K en el suelo .....	5
Monitoreo de K en el suelo y en el forraje .....	5
Para más información .....	8

Troy Downing, especialista de Extensión en granjas lecheras y profesor, Departamento de Ciencias de Animales y Pastizales; Dan M. Sullivan, especialista de Extensión en ciencias de suelos y profesor, Departamento de Ciencias de Cultivos y Suelos, ambos de Oregon State University.



## Manejo de nitrógeno

En esta publicación se supone que el manejo de N se basa en un método conocido como equilibrio de masa; el objetivo es mantener un equilibrio entre el N suministrado por el estiércol y la extracción de N mediante la cosecha de forraje:

*insumos de N (estiércol) = extracción de N en el forraje cosechado*

Este equilibrio sencillo de N es más apto para los campos tratados con estiércol por entre 3 y 5 años o más. Este equilibrio se conoce también como tasa agronómica y es una simplificación excesiva de los procesos que influyen en la dinámica de N en los campos. Sin embargo, es el método más usado en los planes de manejo basados en el N (Natural Resources Conservation Service, 2020; Oregon Department of Agriculture, 2016). Un tratamiento más detallado de la dinámica de N se encuentra en *Estimating Plant-available N from Manure* (EM 8954) y en *Baseline Soil Nitrogen Mineralization: Measurement and Interpretation* (EM 9281).

Cuando los insumos de N son superiores a la extracción de N, se puede lograr un equilibrio de N reduciendo la tasa de aplicación de estiércol o mejorando el manejo para aumentar el rendimiento del cultivo y la extracción de N.

Esta publicación no habla del equilibrio de nutrientes en los pastizales donde la cosecha se realiza principalmente por el pastoreo de animales. Para sugerencias para pastizales específicos, vea *Nutrient Management for Pastures: Western Oregon and Washington*, EM 9224 ([catalog.extension.oregonstate.edu/em9224](https://catalog.extension.oregonstate.edu/em9224)) y *Keeping Track of Manure Nutrients in Dairy Pastures*, PNW 549 (<https://catalog.extension.oregonstate.edu/pnw549>).

## Cultivos forrajeros en el oeste de Oregón

Esta sección proporciona información para guiar la selección de “cultivos” (las filas de las tablas 1 y 2) para un plan de manejo de nutrientes. Cada cultivo tiene características inherentes, tales como la longevidad y su(s) temporada(s) de crecimiento. En el caso de algunos cultivos (por ejemplo, los pastos perennes), la extracción de nutrientes por la cosecha varía según los insumos de manejo y las prácticas de cosecha.

**Trébol rojo.** El trébol rojo es una planta perenne de poca duración. Por lo general, se cosecha y se ensila varias veces al año o se siembra como componente de una mezcla de ensilaje. A menudo se siembra durante el otoño. El trébol rojo es muy productivo durante varios años, luego disminuyendo a través de los años.

**Heno de alfalfa.** La alfalfa es un cultivo perenne que se cosecha varias veces durante la temporada de crecimiento. El ejemplo presentado en las tablas 1 y 2 representa el heno de alfalfa cosechado tres veces al año.



Foto: Troy Downing, © Oregon State University

**Pasto perenne.** A continuación, se presenta tres ejemplos del manejo de pastos perennes: sistemas de baja, mediana y alta intensidad. En realidad, tanto el rendimiento como la utilización de nutrientes varían. El monitoreo de la producción, la materia seca y la proteína cruda del forraje le ayudará a determinar en qué punto del continuo se encuentra su granja.

- Bajos insumos, baja intensidad. Ejemplo: Un pastizal nativo que no se abona con regularidad. El heno se cosecha una vez al año a mediados de junio, rindiendo 3 toneladas de materia seca por acre con un contenido de proteína cruda en la materia seca del 10%. Anualmente, la extracción de N por el cultivo es aproximadamente 32 lb N/t de materia seca o 96 lb N/acre.
- Manejo de mediana intensidad. En un pastizal de baja intensidad, un aumento del manejo y de los insumos de nutrientes puede aumentar la producción de forraje y la extracción de nutrientes. Ejemplo: El campo se abona en marzo y se corta dos veces anualmente: un corte para ensilar a mediados de abril (2 toneladas de materia seca) y un corte de heno a fines de junio (2 toneladas de materia seca). La producción de biomasa es aproximadamente 4 toneladas de materia seca con un contenido de proteína cruda del 15%. La extracción anual de N es aproximadamente 48 lb/t de materia seca, es decir 192 lb N/acre.
- Manejo de alta intensidad: Una mayor intensificación de los factores de producción puede aumentar el rendimiento y la extracción de nutrientes. Ejemplo: El uso de especies mejoradas de pasto, el monitoreo y el manejo activo de insumos de nutrientes, el riego oportuno y eficiente y un programa de cosecha de cuatro o cinco cortes al año. Cada corte rinde aproximadamente 1.5 toneladas de materia seca con una concentración de proteína cruda del 18%. La extracción de N por el cultivo es aproximadamente 58 lb N/t de materia seca. Si el pasto se corta cuatro veces al año, la extracción anual de N es aproximadamente 348 lb/acre.

**Raigrás anual.** Por lo general, el raigrás anual se siembra en el otoño como cultivo de cobertura invernal. Se cosecha una o dos veces durante la primavera siguiente. La primera cosecha típicamente se realiza durante marzo o abril. Si la primera cosecha se realiza en marzo, otra cosecha tal vez sea posible en mayo. Si no se puede realizar una cosecha hasta abril, por lo general una sola cosecha será posible. Un sistema de dos cortes es más apto para el pasto sembrado a principios de otoño y bien establecido antes del invierno.

**Ensilaje de maíz.** Las tablas 1 y 2 presentan valores de extracción de nutrientes por el maíz forrajero; éstos se pueden usar para la planificación. Estos valores se encuentran en *Silage Corn (Western Oregon) Nutrient Management Guide (EM 8978)*.

**Granos pequeños.** Los cereales sembrados en el otoño se cosechan durante la primavera siguiente al estado de bota o al estado de grano pastoso. Si se cosechan al estado de bota, los cereales podrán volver a crecer y se podrá realizar un segundo corte menor. Un sistema de dos cortes dará mejores resultados si el pasto se siembra a

principios de otoño y si las condiciones de crecimiento durante la primavera favorecen el crecimiento vegetativo rápido.

## Extracción de nutrientes por el cultivo

Las tablas 1 y 2 presentan las cantidades estimadas de N, P y K extraídas por una tonelada de forraje cosechado en las granjas lecheras del oeste de Oregón. Los valores de nutrientes en la tabla 1 se expresan en base a materia seca (100% MS). La tabla 2 presenta los valores de nutrientes en base verde o base húmeda. Por ejemplo, cuando el contenido de materia seca del forraje es del 25%, 1 tonelada de materia seca equivale a 4 toneladas de forraje húmedo.

Los datos en las tablas 1 y 2 muestran que, para muchos tipos de forraje, las cantidades de N y K extraídas por la cosecha son semejantes, mientras que la extracción de P es mucho menor. En estas dos tablas, los valores de nutrientes extraídos por el cultivo representan situaciones típicas de manejo en el oeste de Oregón. La extracción de nutrientes por el cultivo se maximiza con buenas prácticas de manejo, tales como:

- La selección de especies y variedades mejoradas de forraje.
- La aplicación de cal para mantener un pH adecuado en el suelo.
- El riego para promover el crecimiento durante el verano.
- El control de malezas.
- El corte del forraje para favorecer el crecimiento vegetativo durante toda la temporada de crecimiento.

El rendimiento potencial también depende de las características del suelo (por ejemplo, el pH, la fertilidad y el drenaje). Los valores relativos de rendimiento potencial para las unidades de mapeo de suelos se pueden obtener del NRCS. En el caso de cultivos producidos sin riego donde el suelo tiene baja capacidad de retención de agua o sin drenaje artificial donde el drenaje natural es inadecuado, es posible que no se alcancen los valores de absorción de nutrientes indicados en las tablas 1 y 2.

Tenga en mente que los valores de extracción de nutrientes en las tablas 1 y 2 se presentan como herramienta de planificación inicial. En las granjas lecheras establecidas, el monitoreo campo por campo del rendimiento de forraje y del contenido de proteína es la mejor manera de obtener valores precisos de la extracción de N por los cultivos.

## Análisis de nutrientes del estiércol

Un análisis de nutrientes del estiércol es de suma importancia para una determinación de la tasa de aplicación correcta. Los planes de manejo de nutrientes a menudo especifican la frecuencia del muestreo de estiércol y cuáles nutrientes se deben analizar. Como mínimo, se recomienda un análisis de nitrógeno total (N), nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), fósforo (P), potasio (K) y materia seca. Los laboratorios a menudo incluyen



Foto: Troy Downing, © Oregon State University





Foto: Troy Downing, © Oregon State University

estos análisis en un paquete “estándar” de análisis. Vea *Sampling Dairy Manure and Compost for Nutrient Analysis* (PNW 673) para detalles sobre el muestreo de estiércol y los protocolos de análisis. En muchas granjas lecheras, se aplica más de un tipo de estiércol a los campos. La incorporación de material de lecho o agua en el estiércol puro diluye el estiércol y disminuye la concentración de nutrientes. Se recomienda que se realice un análisis separado de cada tipo de estiércol (por ejemplo, el agua de lagunas o el estiércol proveniente de un pozo de recepción).

## Tasas de aplicación de agua de lagunas y de lechada

La tabla 3 indica la cantidad de estiércol líquido o de lechada necesaria para aplicar una cantidad determinada de N. Para simplificar, las tasas de aplicación de estiércol líquido y de lechada que se encuentran en la tabla 3 suponen que todo el N en el agua de lagunas o en la lechada está disponible para la absorción por las plantas. La publicación EM 8954, *Estimating Plant-Available Nitrogen from Manure*, incluye estimaciones más precisas del N disponible bajo situaciones específicas de manejo. Como se ve en la tabla 3, es difícil aplicar una dosis baja de N (menos de 50 lb N/acre) usando el estiércol líquido o la lechada porque las cantidades de estiércol tendrían que ser muy bajas. La mayoría de los cañones estercoleros tienen una tasa mínima de aplicación de aproximadamente 0.25–0.30 pulgada. Las tasas de aplicación de lechada pueden variar de entre 7,000 y 30,000 gal/acre. Para instrucciones detalladas sobre la calibración del equipo de aplicación, vea *Calculating Manure Nutrient Application Rates* (EM 8768).

## Monitoreo de P y K en el suelo

Cuando hay un equilibrio entre el N suministrado por el estiércol y la extracción de N por el forraje cosechado, el estiércol casi siempre suministra más P y K de lo extraído por la cosecha (tabla 1). Un análisis agronómico del suelo indicará si hay una diferencia entre las cantidades de P y K suministradas por el estiércol y las cantidades extraídas por el cultivo. Para mayor información sobre el muestreo de suelos, los análisis apropiados y la interpretación del análisis de suelos, vea EM 9224, *Nutrient Management for Pastures: Western Oregon and Western Washington* ([catalog.extension.oregonstate.edu/em9224](http://catalog.extension.oregonstate.edu/em9224)) y EM 8978, *Nutrient Management for Silage Corn in Western Oregon* ([catalog.extension.oregonstate.edu/em8978](http://catalog.extension.oregonstate.edu/em8978)). Su plan de manejo de nutrientes podría también especificar la profundidad del muestreo de suelos, la frecuencia de muestreo y los análisis requeridos. El Índice de Fósforo para el oeste de Oregón (NRCS, 2013) indica el riesgo de que el P se pierda fuera del sitio, basado en una muestra de suelo recolectada a una profundidad de entre 0 y 12 pulgadas.

## Monitoreo de K en el suelo y en el forraje

La fertilización con potasio (K) se recomienda para lograr el crecimiento máximo del forraje sólo en el caso de que el suelo contenga menos de 200 ppm de K. En las granjas lecheras, el suelo casi siempre contiene más de 200 ppm de K, así que la fertilización con K generalmente no es necesario para maximizar el rendimiento de forraje. En el caso de suelos con menos de

200 ppm de K, vea las recomendaciones de fertilización en EM 9224 (para los pastizales) o EM 8978 (para el maíz forrajero).

Una concentración elevada de K en los piensos para vacas secas puede causar problemas con fiebre de leche al inicio de lactación. En la mayoría de los casos, el forraje para las vacas secas debe contener menos del 2% de K en base a materia seca. Un nivel de K en el suelo superior a 200 ppm resultará en una concentración elevada de K en el forraje, pero no aumentará el rendimiento. Esta situación se conoce como “consumo de lujo,” es decir, las plantas absorben más K de lo necesario para maximizar el rendimiento.

Si el N se suministra mediante aplicaciones de estiércol y si los piensos comprados y suplementos minerales contienen K, a menudo es difícil mantener una concentración baja de K en el forraje. El potasio en el estiércol no se pierde en forma de gas, y por lo general no se lixivia en el suelo. Por eso una gran parte del K en los piensos comprados se acumula en el suelo a través de los años. Para disminuir la concentración de K en el forraje, se recomienda el monitoreo de K en los piensos, sobre todo en el caso de mezclas minerales. También se debe limitar la importación de K en los piensos tanto como se pueda.

El monitoreo de K en el suelo y en el forraje también puede identificar los campos que producen forraje apto para las vacas secas. En muchos casos, el forraje con menor concentración de K se encuentra en los campos de heno lejos del granero donde el estiércol no se aplica regularmente.

**Tabla 1. Rendimiento forrajero y concentración y extracción de nutrientes de los cultivos forrajeros perennes y anuales en el oeste de Oregón.<sup>z,y</sup>**

*Valores expresados en base a materia seca.*

Cultivo	Cortes/año	Materia seca (MS)	Rendimiento anual	Proteína cruda	N	P	K	N extraído	P extraído	K extraído
		%	MS t/acre	% en MS	lb/t MS	lb/t MS	lb/t MS	lb/acre	lb/acre	lb/acre
Trébol rojo	1	100	4	18	58	8	50	230	32	200
Heno de alfalfa	3	100	5	20	64	8	50	320	40	250
Pasto perenne (baja intensidad)	1	100	3	10	32	6	40	96	18	120
Pasto perenne (mediana intensidad)	2	100	4	15	48	6	50	192	24	200
Pasto perenne (alta intensidad)	4	100	6	18	58	8	60	346	48	360
Raigrás anual	1	100	3	12	38	6	50	115	18	150
Raigrás anual	2	100	4.5	15	48	7	50	216	32	225
Ensilaje de maíz	1	100	8	8	26	4	24	205	32	192
Granos pequeños (estado de bota)	2	100	5	12	38	5	40	192	25	200
Granos pequeños (estado de grano pastoso)	1	100	4	8	26	5	30	102	20	120

<sup>z</sup>Los análisis típicos de forraje en esta tabla representan el mejor juicio profesional de los autores. Otros valores típicos de nutrientes en el forraje se encuentran en *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (National Research Council, 2001).

<sup>y</sup>La concentración de N (%) en el forraje se basa en un análisis de proteína cruda, suponiendo que una concentración de proteína de 6.25% = 1% N = 20 lb N/t MS.

**Tabla 2. Rendimiento forrajero y concentración y extracción de nutrientes de los cultivos forrajeros perennes y anuales en el oeste de Oregon.<sup>2</sup>**

*Valores expresados en base verde.*

Cultivo	Cortes/año	Materia seca (MS)	Rendimiento anual	Proteína cruda	N	P	K	N extraído	P extraído	K extraído
		% de peso húmedo	t húmeda/acre	% peso húmedo	lb/t húmeda	lb/t húmeda	lb/t húmeda	lb/acre	lb/acre	lb/acre
Trébol rojo	1	25	16.0	4.5	14	2.0	13	230	32	200
Heno de alfalfa	3	30	16.7	6.0	19	2.4	15	320	40	250
Pasto perenne (baja intensidad)	1	30	10.0	3.0	10	1.8	12	96	18	120
Pasto perenne (mediana intensidad)	2	30	13.3	4.5	14	1.8	15	192	24	200
Pasto perenne (alta intensidad)	4	30	20.0	5.4	17	2.4	18	346	48	360
Raigrás anual	1	30	10.0	3.6	12	1.8	15	115	18	150
Raigrás anual	2	25	18.0	3.8	12	1.8	13	216	32	225
Ensilaje de maíz	1	25	32.0	2.0	6	1.0	6	205	32	192
Granos pequeños (estado de bota)	2	30	16.7	3.6	12	1.5	12	192	25	200
Granos pequeños (estado de grano pastoso)	1	30	13.3	2.4	8	1.5	9	102	20	120

<sup>2</sup>Los análisis típicos de forraje en esta tabla representan el mejor juicio profesional de los autores. Otros valores típicos de nutrientes en el forraje se encuentran en *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (National Research Council, 2001).

En esta tabla, los valores de rendimiento anual por acre y los valores de extracción de nutrientes por acre son equivalentes a aquéllos en la tabla 1.

Para ajustar los valores en esta tabla, se supone un porcentaje de materia seca en el forraje y se aplican las siguientes ecuaciones:

- Rendimiento (tonelada húmeda/acre) = Rendimiento de materia seca (tabla 1; t/acre) x 100/MS% del forraje cosechado
- Concentración de nutrientes en el forraje verde (lb/t) = Concentración de nutrientes en la materia seca (tabla 1; lb/t;) x (MS% en el forraje cosechado/100)

**Tabla 3. Volumen de estiércol líquido o lechada que se debe aplicar, basado en un análisis del estiércol y el objetivo de N.**

Estiércol	Contenido de N en el estiércol		Objetivo de N (lb/acre)		
	lb N/mil gal	partes por millón (ppm)	50	100	150
líquido	2	240	0.9	1.8	2.8
	4	480	0.5	0.9	1.4
	6	720	0.3	0.6	0.9
	8	960	0.2	0.5	0.7
lechada	10	1200	5	10	15
	15	1800	3	7	10
	20	2400	3	5	8
	25	2990	2	4	6
	30	3590	2	3	5

1 acre-pulgada = 27,000 gal/acre.

## Para más información

### Manejo de nutrientes

*Nutrient Management for Pastures: Western Oregon and Western Washington.* 2019. EM 9224. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em9224>

*Nutrient Management for Silage Corn in Western Oregon.* EM 8978. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em8978>

### Análisis de estiércol

*Interpreting Compost Analyses.* 2018. EM 9217. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em9217>

*Sampling Dairy Manure and Compost for Nutrient Analysis.* 2015. PNW 673. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/pnw673>

### Monitoreo y mantenimiento de registros

*Cálculo de Tasas de Aplicación de Estiércoles Nutrientes de Granja Lechera.* 2015. EM 8768. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em8768>

*Date, Rate, & Place: The Field Book for Dairy Manure Applicators.* 2017. PNW 506. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/pnw506>

*End-of-Season Corn Stalk Nitrate-Nitrogen Test for Post-Harvest Evaluation.* 2019. WSU Extension Factsheet FS336E. <https://pubs.extension.wsu.edu/end-of-season-corn-stalk-nitrate-nitrogen-test-for-post-harvest-evaluation>

*End-of-Season Corn Stalk Nitrate-Nitrogen Test for Post-Harvest Evaluation—A Case Study.* 2019. WSU Extension Factsheet TB66E. <https://pubs.extension.wsu.edu/end-of-season-corn-stalk-nitrate-nitrogen-test-for-post-harvest-evaluation-2>



*Estimating Plant-Available Nitrogen from Manure*. 2020. EM 8954. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em8954>

*Keeping Track of Manure Nutrients in Dairy Pastures*. 2001. PNW 549. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/pnw549>

*Post-Harvest Soil Nitrate Testing for Manured Grass and Silage Corn (West of the Cascades)*. EM 8832. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/em8832>

## ***Planificación del manejo de nutrientes***

National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition*. The National Academies Press. Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/9825>.

Natural Resources Conservation Service (NRCS). 2013. Phosphorus Index worksheet—western Oregon. En: Appendix 1, Agronomy Technical Note 26. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/or/technical/ecoscience/agronomy/>

Natural Resources Conservation Service (NRCS). 2020. Conservation Practice Standard Code 590. Nutrient management. En: *NRCS Field Office Technical Guide (FOTG)*. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/technical/fotg/>

Oregon Department of Agriculture. 2016. Animal Waste Management Plan (AWMP) Implementation and Compliance. Section S3.A (p.17). En: State of Oregon Confined Animal Feeding Operation Permit Program CAFO NPDES General Permit #01 and Evaluation Report and Fact Sheet. <https://www.oregon.gov/ODA>

---

Esta publicación estará disponible en formato accesible a petición. Favor de ponerse en contacto con [puborders@oregonstate.edu](mailto:puborders@oregonstate.edu) o 1-800-561-6719. © 2021 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 en base a la raza, color, origen nacional, religión, sexo, identidad de género (incluyendo la expresión de género), orientación sexual, discapacidad, edad, estado civil, estado familiar/estado de padres, ingresos derivados de un programa de asistencia pública, creencias políticas, información genética, estado de veteran o represalia por actividad previa de los derechos civiles. (No todos los términos prohibidos se aplican a todos los programas.) El Servicio de Extensión de Oregon State University es una institución de AA/EOE/Veterans/Disabled.

---

febrero de 2021