

Tratamiento con forrajes suplementados, que incluye una guía de suplementos forrajeros y sus aplicaciones.

Los suplementos forrajeros, como microorganismos benéficos, biocarbón, humatos, melaza, polvo de roca, algas marinas, etc., así como semillas, pueden administrarse al ganado, generalmente mezclados con el forraje. Estos pueden mejorar la salud del ganado, aumentar el crecimiento de las plantas, promover la vida del suelo y mejorar su estructura y fertilidad, con los consiguientes beneficios económicos.

El ganado dispersa los suplementos y las semillas en su estiércol. Los escarabajos peloteros, las lombrices de tierra, los microbios y, en algunos lugares, las termitas, dispersan aún más el estiércol suplementado y lo incorporan profundamente en el suelo. Los túneles formados por escarabajos peloteros y lombrices de tierra, que contienen el estiércol suplementado, mejoran la disponibilidad de nutrientes y la estructura del suelo, la infiltración de aire y agua, y facilitan un crecimiento radicular más profundo y amplio, lo que resulta en un mayor crecimiento de las plantas y un florecimiento de la vida beneficiosa del suelo.

El ganado puede tratar/sembrar áreas como pastizales, campos de cultivo en barbecho, huertos y tierras degradadas. Esto mejora los suelos y establece o potencia la vegetación, con efectos acumulativos que conducen a una mayor salud del ecosistema, productividad ganadera y prosperidad económica.

El tratamiento con forraje suplementario funciona mejor con el pastoreo holístico planificado, donde el ganado se concentra en áreas pequeñas para tratar un área específica y se rota con frecuencia, en lugar de una carga fija. Los tratamientos se repiten para obtener mejoras acumulativas. Es probable que se requiera un seguimiento y ajustes continuos para obtener mejores resultados.

Es un principio casi universal que una de las mejores maneras de mejorar la mayoría de los suelos es añadir materia orgánica (material que contiene carbono). La materia orgánica generalmente mejora la fertilidad y la estructura del suelo, lo que a su vez mejora las relaciones aire-agua y la penetrabilidad de las raíces. La materia orgánica en los suelos proviene principalmente de las plantas a través de los exudados radiculares, la vida del suelo, como los hongos micorrízicos, y la descomposición de materiales vegetales y animales. Todo esto proviene del dióxido de carbono en la atmósfera. Las plantas de rápido crecimiento (plantas de alta biomasa), junto con una diversidad de especies vegetales, fijan más carbono, de modo que se añade más carbono a los suelos, lo que mejora los suelos, lo que a su vez favorece el crecimiento de las plantas, lo que a su vez añade más carbono a los suelos, y así sucesivamente, en un proceso sinérgico.

Si bien el Tratamiento con Forraje Suplementado implica trabajar de forma inteligente, aprovechando al máximo las actividades naturales del ganado y la vida del suelo, requiere cierta inversión de tiempo, dinero y trabajo. A pesar de ello, la combinación del SFT con el HPG debería generar beneficios sinérgicos y continuos que compensan con creces los costos, en un período relativamente corto.

Algunas de las sugerencias presentadas aquí son especulativas y necesitan más investigación; sin embargo, desde que publiqué por primera vez esta combinación de ideas en mi sitio web reforestation.me en noviembre de 2010, ha habido mucha más investigación y prácticas en granjas que han demostrado que muchas de estas técnicas son efectivas.

Es recomendable investigar por cuenta propia. Con solo escribir una consulta como "¿se puede añadir arcilla al forraje para el ganado?", por ejemplo, se obtendrá un resumen de IA, lo cual suele ser útil. Para una investigación más exhaustiva, busque en Google Académico y escriba palabras clave para acceder a artículos de investigación científica. Aun así, la

investigación es limitada, especialmente sobre las interacciones entre suplementos en combinación, por lo que se recomienda ser cauteloso, usar pequeñas cantidades al principio y solo aumentar la dosis si los resultados parecen ser beneficiosos en general.

Dispersión de suplementos y semillas mediante animales

Un gran número de animales activos agrupados depositarán y distribuirán el estiércol suplementado. Los escarabajos peloteros luego hacen túneles, enterrando el estiércol suplementado hasta 30 cm o incluso 100 cm de profundidad. Su círculo de influencia exterior puede ser de unos 90 cm de diámetro, por lo tanto, los depósitos de estiércol que están separados por un promedio de unos 100 cm o menos, deberían dar una distribución razonable. Es probable que sus túneles duren más de 10 años y formen canales para el crecimiento de las raíces y la infiltración de agua y aire. También aumentan la permeabilidad del subsuelo, fomentando una actividad biológica más profunda y el crecimiento de las raíces. Su actividad mezcla los suelos, trayendo el subsuelo a la superficie y enterrando la capa superficial. El estiércol, que se entierra rápidamente, experimentará muy pocas pérdidas debido a la volatilización, la lixiviación o la escorrentía superficial de nutrientes en los cursos de agua y lagos.

El Dr. Bernard Doube concluye que «los escarabajos peloteros, junto con las plantas perennes de raíces profundas y el pastoreo intensivo esporádico y controlado, favorecen la rentabilidad de las explotaciones y el almacenamiento de carbono en las profundidades del perfil del suelo». También estima que la introducción de escarabajos peloteros resulta en un aumento de entre un 20 % y un 40 % de las raíces y un incremento de al menos un 20 % en la producción de materia seca en prácticamente cualquier suelo, con un aumento equivalente en la capacidad de carga del ganado.

Las lombrices de tierra también hacen túneles y esparcen el estiércol suplementado, además de hacer que los nutrientes estén más disponibles para las plántulas en crecimiento (a través de la acción de la molienda y las bacterias en su tracto digestivo, las lombrices de tierra producen moldes en los que los nutrientes están más disponibles para la absorción y el crecimiento de las plantas).

La actividad de las lombrices también mejora la estructura del suelo y alivia su compactación. En algunas partes del mundo, las termitas también mezclan el estiércol con el suelo.

Tras el tratamiento con forraje suplementario, especialmente si incluye semillas, será necesario excluir al ganado durante el tiempo que las plantas tardan en establecerse o recuperarse, y posiblemente el tiempo suficiente para que produzcan semillas para la siguiente generación. Es posible que sea necesario controlar las malezas, los conejos u otras plagas, así como los incendios.

La primera regla al administrar enmiendas de suelo y semillas al ganado sería no dañar a los animales ni al medio ambiente y, preferiblemente, ser saludables, o al menos neutrales, para el ganado. Algunos de los materiales sugeridos aquí no han sido objeto de mucha investigación científica, y algunas dosis sugeridas son especulativas, por lo que se recomienda consultar con veterinarios, nutricionistas animales y edafólogos.

Un análisis de suelo puede ayudar a descubrir qué nutrientes son deficientes y, por lo tanto, a decidir qué suplementos utilizar, tanto para el suelo como para el ganado, considerando también qué es beneficioso y en qué cantidades y proporciones. Pequeñas adiciones de un nutriente gravemente deficiente pueden producir un resultado excepcionalmente bueno. Esto no siempre es necesario, ya que un aumento de la vida del suelo hará que los nutrientes existentes estén más disponibles para el crecimiento de las plantas. Una pulverización foliar de uno o más nutrientes deficientes es más rápida y proporciona una

cobertura más uniforme que la deposición de estiércol, por lo que es una buena opción inicial. Se recomienda consultar con expertos locales en suelos.

Incentivos para comer suplementos .

Para incentivar al ganado a consumir suplementos o semillas, puede ser necesario añadir melaza u otro jarabe, como glicerina, azúcar sin refinar o sal marina, diluido con agua tibia y mezclado con el forraje. Otras posibilidades incluyen diversas maltas, levaduras y vinagre de sidra de manzana.

Forraje rico en nutrientes.

Se podría establecer una zona de producción de forraje o un banco de forraje para producir forraje apetecible y rico en nutrientes (sistema de corte y acarreo). Se podría establecer un banco de forraje con riego por goteo y altos niveles de fertilización, con todos los nutrientes principales y oligoelementos, con especial énfasis en los nutrientes que puedan ser deficientes localmente. Los nutrientes podrían provenir de fuentes orgánicas o inorgánicas, según el costo, la disponibilidad o las preferencias personales. Cuando este forraje rico en nutrientes se administra al ganado, debería ser beneficioso para el ganado, y los beneficios deberían extenderse a la vida del suelo y a las plantas. Las plantas forrajeras se seleccionarían según el clima y el tipo de suelo locales , y las recomendaciones locales.

La alimentación del ganado con forraje suplementado puede requerir la supervisión del agricultor para garantizar que el alimento se distribuya de manera uniforme entre los animales individuales.

Otra posibilidad de forraje palatable es utilizar semillas germinadas de cebada o maíz, por ejemplo, en bandejas. Esto también se conoce como forraje hidropónico. Se pueden añadir suplementos a las bandejas, como biocarbón, y quizás polvos de roca como basalto y humatos, con semillas germinadas encima. Las semillas germinadas pueden ser útiles para abordar la escasez estacional de forraje.

La azolla, un helecho acuático flotante que fija nitrógeno, es otra opción, rica en proteínas y nutritiva. La azolla puede cultivarse solo con estiércol, pero también se pueden añadir al agua fertilizantes sintéticos como superfosfato simple, potasio o fertilizantes solubles completos para aumentar la productividad y la nutrición. Una fórmula con bajo contenido de nitrógeno sería la mejor opción.

Estiércol.

La producción de estiércol debe representar aproximadamente el 80% del alimento consumido, y la mayor parte del estiércol se elimina entre 24 y 48 horas después, pero hasta 96 horas después. Por lo tanto, los suplementos deben administrarse entre 24 y 48 horas antes de que el ganado trate una zona. Es probable que la deposición se produzca de 5 a 12 veces cada 24 horas por animal. La cantidad de estiércol producido puede alcanzar las dos toneladas de materia seca al año para un caballo de 500 kg estabulado o en corral, pero es más probable que sea de 1 tonelada de materia seca o menos al año para una vaca en condiciones menos ideales. En Nigeria, las cabras adultas con alimentación suplementaria producen 138 kg de estiércol seco al año por animal.

Suplementos.

Como recomendación general, en la mayoría de los casos, alimentar al ganado con forraje rico en nutrientes, además de biocarbón y humatos, producirá resultados positivos. También vale la pena probar con microorganismos y semillas benéficas en la mayoría de los casos, pero los resultados son menos predecibles y podrían requerir tratamientos repetidos para tener éxito.

Azolla. La azolla es un helecho acuático flotante que fija nitrógeno y es rico en proteínas y nutrientes. Es apetecible para la mayoría del ganado, incluyendo la mayoría de los mamíferos, además de aves de corral y peces. Crece mejor en semisombra y se puede cultivar durante todo el año en los trópicos. En los trópicos, *la Azolla pinnata* es la más común. La azolla se puede cultivar durante las épocas más cálidas del año en climas más fríos, donde *la Azolla filiculoides*... es más tolerante al frío. Puede cultivarse en estanques, presas o grandes contenedores. Debe lavarse con agua dulce antes de dárselo a los animales, especialmente si se ha usado estiércol como fertilizante.

La azolla ha aportado nitrógeno al cultivo de arroz húmedo durante siglos o más, y está ganando popularidad como forraje para el ganado en África Oriental y el Sudeste Asiático. Su administración al ganado también puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La azolla puede ser útil como fuente de proteína de fácil digestión en épocas del año en que el pasto se compone principalmente de forraje seco, deficiente en proteínas. Actualmente, la azolla se cultiva principalmente en los trópicos, pero *A. filiculoides* podría ser útil en climas con veranos cálidos o calurosos y secos, donde podría cultivarse a la sombra y ayudar a cubrir la escasez estacional de forraje. La azolla también puede ensilarse o secarse y almacenarse.

Microorganismos benéficos. Estos incluyen bacterias fijadoras de nitrógeno, hongos micorrízicos, especies de *Glomus* y otros. Los hongos micorrízicos crecen en simbiosis con las plantas, nutridos por los carbohidratos que exudan sus raíces. Sus hifas, al extenderse, representan una proporción importante del carbono en el suelo, mejorando su estructura mediante la formación de grumos y, en última instancia, humus.

Los hongos micorrízicos aumentan la superficie de contacto entre las raíces y el suelo y modifican la arquitectura radicular, mejorando así la absorción de nutrientes (especialmente fósforo) y agua, lo que resulta en un mejor crecimiento y tolerancia a la sequía. Las plantas pueden crecer entre un 10 % y un 20 % más rápido, o incluso más.

Los mamíferos y las aves parecen ser agentes dispersores eficaces de hongos micorrízicos. Una investigación realizada en Australia encontró esporas en el 57 % de las muestras de estiércol de 12 de las 17 especies de pequeños mamíferos. Experimentos de inoculación demostraron que las esporas que atravesaron los animales colonizaron con éxito las raíces de las plántulas de las plantas hospedantes. También se sabe que animales más grandes, como los walabíes de pantano, ingieren y propagan las esporas de hongos micorrízicos, y los dingos, al ingerir animales que han ingerido hongos, dispersan las esporas a lo largo de kilómetros, hasta diez kilómetros, en sus excrementos. Las lombrices de tierra también dispersan microorganismos.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno son otro microorganismo beneficioso. Es común recubrir las semillas de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógeno, lo que genera importantes beneficios económicos. La mezcla de semillas y esporas también puede ser utilizada como alimento para el ganado y ser diseminada por este, con resultados posiblemente variables.

Se podrían mezclar unos pocos miligramos o quizás gramos de esporas de microorganismos beneficiosos con el forraje junto con semillas apropiadas (y posiblemente oligoelementos deficientes, biocarbón, humatos y melaza diluida) y administrar a los animales para dispersarlos.

Una mezcla de melaza diluida, esporas y biocarbón podría removerse vigorosamente en un recipiente antes de administrarla directamente al ganado o añadirla al forraje. En teoría, las esporas podrían refugiarse en las profundidades de los microporos del biocarbón (y quizás en humatos o arcilla), lo que les permite una mayor tasa de supervivencia al atravesar el intestino del animal, sobrevivir mejor en los depósitos de estiércol y, finalmente, inocular el suelo. Si se añaden semillas, las raíces de las plántulas en germinación proporcionarán un

huésped para los microorganismos.

Otra posibilidad sería alimentar al ganado con esporas de probióticos. Esto podría mejorar la digestión y el crecimiento, además de ser beneficioso para los suelos (p. ej., *Lactobacillus subtilis* y levadura de cerveza), ofreciendo un doble beneficio por un solo costo.

Inocular los suelos con microorganismos benéficos puede requerir tratamientos repetidos y su aplicación es más eficaz cuando el suelo está húmedo y las plantas crecen activamente. Si no hay vegetación, sería necesario alimentar al ganado con semillas para proporcionar un huésped.

Se debe seleccionar un producto con una amplia gama de especies de microorganismos beneficiosos, ya que se desconoce en gran medida qué especies tendrán éxito. Un producto manufacturado puede no contener especies o cepas adecuadas para el clima o la zona local. Los microorganismos existentes en el suelo pueden competir con los introducidos.

Cuando los productos no están disponibles, son demasiado caros o parecen ineficaces, alimentar al ganado con una pequeña cantidad de tierra (de un sitio cercano y no perturbado en la naturaleza), que tal vez incluya raíces que tengan nódulos fijadores de nitrógeno, puede suministrar bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrízicos adaptados localmente.

El establecimiento de un cultivo de cobertura denso multiespecie debería propiciar la proliferación de los microorganismos benéficos existentes. Por el contrario, un suelo desnudo probablemente reduzca tanto la población como la actividad de estos microorganismos.

Biocarbón.

El biocarbón en el suelo es resistente a la descomposición y puede considerarse una forma duradera de materia orgánica, secuestrando carbono durante miles de años, como lo demuestra Terra Preta en la Amazonia.

Doug Pow, agricultor de Australia Occidental, ha realizado un trabajo pionero al alimentar al ganado con aproximadamente 300 g de biocarbón por cabeza al día, mezclado con melaza diluida o glicerina, y con el estiércol enterrado en el suelo por los escarabajos peloteros. Ha obtenido resultados positivos para el ganado, los suelos y los pastos. Los agricultores han alimentado con biocarbón al ganado vacuno, ovino, caprino, porcino y avícola, con evidentes beneficios.

La superficie altamente porosa del biocarbón puede promover el crecimiento de vida beneficiosa en el suelo, además de retener agua y nutrientes. El biocarbón (y el carbón de huesos) podría producirse en cocinas de bajo consumo de combustible, especialmente en países en desarrollo, como parte de un sistema rentable y sinérgico.

El carbón activado se utiliza para el tratamiento de intoxicaciones en humanos y ganado. En el caso de las personas, se administran de 60 a 100 gramos por vía oral. Una dosis adecuada de biocarbón puede ser de entre 2 y 8 g por kg de peso corporal al día, para la mayoría del ganado, o permitir el libre acceso. Todo el biocarbón pasará a través de los animales al suelo. Se ha demostrado que algunos tipos de biocarbón reducen la producción de metano del ganado.

En suelos compactados e infértiles, el uso inicial de maquinaria agrícola para incorporar grandes cantidades de biocarbón de producción industrial y otros suplementos puede ser una inversión rentable para impulsar el sistema. En comparación, el SFT tiene la ventaja de ser mucho más eficiente energéticamente, pero implica incorporar cantidades más pequeñas durante más tiempo.

Hueso carbonizado o quemado. Se ha reportado que el hueso carbonizado tiene un alto contenido de fósforo disponible en comparación con el hueso sin quemar, así como de calcio y magnesio, y el hueso sin quemar puede no descomponerse ni liberar su fósforo durante cientos de años.

Los huesos de mamíferos, peces, aves, etc., podrían quemarse y triturarse para alimentar al ganado. Serían estériles y no causarían enfermedades (debido a la alta temperatura), aunque en algunos países es ilegal alimentar con huesos al ganado que será consumido por humanos, ya que puede propagar el ántrax, el botulismo y la enfermedad de las vacas locas. Una dosis adecuada podría ser 1 g por kg de peso corporal del animal. Consulte a un veterinario.

Podría ser mejor y menos arriesgado alimentar a las lombrices con carbón de hueso (lo que debería aumentar aún más la disponibilidad de fósforo) y usar el vermicompost para cultivar forraje rico en nutrientes. Como alternativa, simplemente añada el carbón de hueso al suelo donde se cultivan las plantas forrajeras. Esto evitaría posibles problemas de enfermedades.

Lignito/humatos. Los humatos pueden considerarse materia orgánica prehistórica, como el lignito en polvo, con diversos tipos o nombres como lignito, leonardita, etc.

Los agricultores de Victoria y Australia Meridional han esparcido polvo de lignito en sus pastos, y se ha informado de un aumento de lombrices de tierra y escarabajos peloteros, así como de una mejora en la salud del ganado lechero. Los humatos aportarían rápidamente materia orgánica adicional a los suelos, lo que debería formar humus rápidamente, y mejorar la capacidad de retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico. Investigadores de Dakota del Norte, EE. UU., demostraron que el ácido húmico mejoraba los suelos sódicos mediante la quelación del sodio y que los extractos húmicos de lignito aumentaban la población de bacterias fijadoras de nitrógeno.

Dependiendo de su composición química, algunas fuentes de lignito u otros humatos pueden no ser adecuadas para la alimentación del ganado.

La combinación de forraje rico en nutrientes, humatos, semillas de plantas fijadoras de nitrógeno y el inóculo fijador de nitrógeno correspondiente debería dar buenos resultados. Se han administrado humatos a diversos tipos de ganado, incluyendo mamíferos y aves de corral, con mejoras en la salud, a dosis de 5 a 20 g por 100 g de peso corporal por semana. En términos de mejora del suelo, esta es una cantidad relativamente pequeña y podría ser útil solo en suelos con bajo contenido de materia orgánica. También se podrían utilizar humatos en mayores cantidades para cultivar forraje rico en nutrientes.

Arcilla. La arcilla es un complemento beneficioso y de eficacia comprobada para la dieta animal. La arcilla bentonita administrada al ganado mejora la ingesta, la conversión y la absorción del alimento entre un 10 % y un 20 %, lo que resulta en tasas de crecimiento superiores. Es posible que la alimentación continua con arcilla dificulte la absorción de algunos nutrientes, por lo que conviene usarla de forma intermitente. Lo mismo puede aplicarse al carbón vegetal y al biocarbón.

Muchos animales, desde los guacamayos de Sudamérica hasta los elefantes africanos, consumen arcilla para eliminar toxinas vegetales o minerales presentes. Es especialmente útil añadir arcilla a suelos arenosos, ya que aumenta la capacidad de retención de agua y el intercambio catiónico. Se puede administrar arcilla al ganado en una proporción de 3 a 10 g por kg de peso corporal, pero puede ser seguro permitir que los animales accedan libremente a ella, ya que probablemente autorregularán su consumo. Podría ser necesario mezclar melaza con la arcilla para incitar al ganado a consumirla.

Melaza. La melaza proporciona energía al ganado y contiene una amplia variedad de

nutrientes. Puede utilizarse como incentivo para que el ganado consuma otros suplementos, como humatos, arcilla o biocarbón, por ejemplo.

Plantas medicinales y suplementos. Existe mucha evidencia anecdótica sobre las propiedades medicinales de diversas plantas, pero esta no siempre está suficientemente respaldada por la investigación científica como para que se puedan usar con confianza. El ajo y el azufre pueden repeler garrapatas, mientras que el ajo o el cebollino pueden ser útiles para las lombrices intestinales. Las hojas secas de neem, administradas al ganado, pueden actuar contra las garrapatas. Las hojas de *Moringa oleífera* pueden mejorar la salud general. Se necesita más investigación.

Polvos de roca . Se trata de rocas finamente molidas o trituradas, también conocidas como polvos de roca o harinas de roca. La piedra caliza en polvo, la dolomita, el fosfato de calcio, el yeso, el azufre y el fosfato de roca se han utilizado con éxito en la alimentación del ganado o en la aplicación a los suelos. La roca fosfórica de algunas fuentes puede contener altos niveles de flúor y, por lo tanto, no ser adecuada como suplemento forrajero para el ganado. Otras fuentes incluyen polvos de basalto, escoria, zeolita, granito y depósitos glaciares. Dado que los depósitos glaciares suelen estar compuestos por una variedad de rocas, que contienen una amplia gama de minerales, a menudo pueden ser los mejores, seguidos de cerca por el polvo de basalto volcánico. En un ensayo en Queensland, Australia, el polvo de basalto volcánico añadido a los suelos aumentó el pH del suelo, la capacidad de intercambio catiónico, el P disponible y el Ca, Mg y K intercambiables (en siete suelos costeros tropicales lixiviados). Algunos de los suelos más fértiles del mundo derivan de rocas volcánicas.

En lugar de esperar a que la meteorización natural y los procesos biológicos transformen las rocas en partículas, añadir polvo de roca al suelo podría considerarse una forma de acelerar la restauración y formación de la capa superficial. El polvo de roca debería funcionar aún mejor si se combina con humatos, además de biocarbón, hongos micorrízicos y otros microbios beneficiosos para el suelo, y se administra a través del ganado. Esto significa que es posible "cultivar" nueva capa superficial del suelo o, como mínimo, acelerar el proceso.

Se podría administrar azufre al ganado para suelos alcalinos, o cal/dolomita/ceniza para suelos ácidos, para ajustar el pH con el tiempo, y oligoelementos según sea necesario.

Se podría administrar polvo de roca al ganado en dosis de 1 a 3 gramos por kg de peso corporal, y aumentar la dosis si todo parece ir bien.

El polvo de roca podría utilizarse en cantidades mucho mayores para cultivar forrajes ricos en nutrientes .

Harina de algas. El agua y los nutrientes fluyen ladera abajo, y los nutrientes perdidos a mayor altitud terminan en los cuerpos de agua y, por lo tanto, en plantas acuáticas como las algas marinas .

Las algas suelen contener todos los oligoelementos. Es posible que sea necesario lavarlas y secarlas antes de dárselas al ganado, y mezclarlas con melaza o similar para inducir su consumo.

Alimentar al ganado con algas marinas o plantas de agua dulce como la lenteja de agua o la azolla para que luego depositen su estiércol a mayores altitudes sería una forma eficiente de reciclar los nutrientes y la materia orgánica de los cuerpos de agua hacia tierras más altas.

Los caballos pueden recibir de 25 a 50 g al día, el ganado vacuno, de 50 g al día, y las ovejas, de 5 a 10 g al día, por animal. La sobrealimentación podría provocar toxicidad por yodo.

Alimentar al ganado con algas también puede reducir las emisiones de metano y óxido nítrico.

Semillas. Alimentar al ganado con semillas, que luego se depositan en el estiércol, puede aumentar la diversidad de especies en pastizales, bosques, huertos frutales, etc., o añadir variedades mejoradas. Esto se denomina intersembrado o siembra fecal, y se ha observado en la naturaleza en cuatro continentes el establecimiento eficaz de árboles fijadores de nitrógeno como Acacia y Prosopis mediante la dispersión del estiércol de ungulados.

Las plántulas pueden establecerse mejor si el pastoreo se realiza a ras de suelo, especialmente si el programa incluye el control de malezas, y si hay un alto impacto animal en las costras del suelo (si las hay). Las hendiduras de las pezuñas proporcionan micrositios donde se acumulan semillas, detritos y agua, lo que potencialmente mejora la germinación de las semillas.

Si bien la germinación de semillas en el estiércol puede ser espectacularmente exitosa, la siembra directa, por cualquier método, tiende a ser un proceso impredecible y puede requerir tratamientos repetidos y experimentación con diversas especies para que funcione. En pasturas niveladas, la siembra directa suele ser más exitosa y proporcionar una distribución más uniforme que la siembra indirecta. En terrenos ondulados o rocosos, donde no se puede utilizar maquinaria agrícola, la siembra directa ofrece otra opción.

La dispersión de semillas por medio de animales probablemente funciona mejor con grandes cantidades de semillas pequeñas, en particular de leguminosas fijadoras de nitrógeno, que pasan a través de animales grandes, como el ganado. En animales más pequeños, como las cabras, la supervivencia de las semillas tras su paso por el sistema digestivo puede ser de tan solo un diez por ciento.

Las semillas de leguminosas suelen tener una testa dura que puede requerir un pretratamiento con agua caliente o ácido. Puede que la germinación mejore o no, pero las plántulas crecerán bien en un depósito de estiércol suplementado, que incluye microorganismos y nutrientes beneficiosos adecuados. Las semillas pueden constituir hasta el 50% del alimento, en volumen, con melaza. Las semillas de algunas plantas pueden administrarse como frutos enteros o vainas.

Fertilizantes químicos sintéticos. La mayoría de los fertilizantes, como el NPK granulado, no son adecuados para la alimentación del ganado. En cambio, podrían utilizarse para fertilizar plantas forrajeras, que absorben los nutrientes para crear forraje rico en nutrientes y luego alimentar al ganado (para beneficio del ganado, el suelo y el crecimiento de las plantas).

Se utiliza comúnmente urea, y el fosfato monoamónico y diamónico aporta nitrógeno y fósforo al ganado y, posteriormente, a los suelos. Además, el fosfato dicálcico se añade con frecuencia al pienso.

Puede ser beneficioso para el establecimiento de legumbres si se agregan cantidades muy pequeñas de molibdeno, cobalto, hierro, calcio y superfosfato junto con los inóculos de Rhizobium, pero estos oligoelementos se pueden proporcionar de manera más segura a través de forrajes ricos en nutrientes.

La dosis de fertilizantes de eficacia comprobada podría ser de 0,1 a 1 g por kg de peso corporal. Consulte con su veterinario.

Ceniza de madera. La ceniza suele tener un alto contenido de potasio y calcio. Normalmente, la ceniza ayuda a alcalinizar los suelos ácidos, especialmente si la cal o la dolomita no están disponibles o son caras, como puede ocurrir en países en desarrollo. La adición de ceniza al suelo en Brasil ha mejorado notablemente el crecimiento de las

plantaciones de eucalipto.

Se ha observado que elefantes, chimpancés y animales domésticos consumen ceniza voluntariamente. Una dosis adecuada para animales podría ser de 1 a 5 g por kg de peso corporal.

Aplicaciones del Tratamiento Forrajero Suplementado.

Algunas posibles aplicaciones del SFT.

Secuestro de carbono. La adición de microorganismos benéficos aumentará el carbono del suelo mediante un mayor crecimiento vegetal y animal, así como la propia vida del suelo. Un mayor crecimiento vegetal, debido a la presencia de hongos micorrícicos, aumenta los exudados radiculares, etc.

Los humatos que se utilizan para alimentar al ganado deberían convertirse rápidamente en humus, con una vida útil de años o décadas. El biocarbón secuestra carbono en el suelo durante miles de años. Gracias al uso del SFT, los árboles podrían establecerse y crecer más rápido, y los desechos como la corteza y las ramas delgadas podrían transformarse en biocarbón y alimentar al ganado, en un ciclo sinérgico. Asimismo, el bambú y los desechos agrícolas, como la cáscara de arroz, pueden transformarse en biocarbón y ser reciclados de nuevo al suelo por el ganado.

Curvas de nivel. La Tecnología Agrícola para Terrenos en Pendiente (SALT, por sus siglas en inglés) se inventó en Filipinas y consiste en plantar árboles y plantas fijadores de nitrógeno horizontalmente en la curva de nivel de terrenos en pendiente. Esto intercepta el agua y los nutrientes, y recarga las aguas subterráneas. La SFT podría lograr esto utilizando cercas eléctricas portátiles en franjas a lo largo de la curva de nivel y debería ser especialmente eficaz con los escarabajos peloteros que construyen túneles para facilitar la infiltración del agua de escorrentía. En regiones áridas y semiáridas, las cunetas y medialunas en la curva de nivel podrían interceptar, almacenar e infiltrar aún más agua. El agua almacenada adicional brinda la oportunidad de cultivar árboles donde de otro modo no podrían crecer. Se pueden establecer árboles y otra vegetación en los bordes superior e inferior de la cuneta, o dentro de las medialunas.

Cultivos de cobertura. Estos cultivos pueden aumentar rápidamente el contenido de carbono del suelo. También se conocen como barbechos mejorados. Si bien pueden ser una sola especie, suelen ser una mezcla de diferentes tipos de plantas de diversas familias, con diferentes sistemas radiculares y distinta estructura superficial para interceptar completamente la luz solar y, por lo tanto, maximizar la producción de exudados radiculares. Algunos agricultores utilizan hasta veinticinco especies o incluso más, a menudo incluyendo plantas de las familias Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Poaceae y Chenopodiaceae, entre otras. Idealmente, las especies seleccionadas son apetecibles para el ganado.

Una mezcla de especies funciona como una póliza de seguro, ya que al menos algunas especies deberían crecer bien independientemente de las condiciones climáticas impredecibles. Se recomienda buscar asesoramiento local para seleccionar especies y combinaciones adecuadas para el lugar, que no sean malezas invasoras y que se ajusten a los objetivos del agricultor.

Los cultivos de cobertura suelen establecerse con éxito aplicando inicialmente herbicida o labranza para limitar el crecimiento de los pastos u otra vegetación existentes, y posteriormente se siembran directamente las semillas. Esto suele dar como resultado una cobertura uniforme y densa. El SFT también podría desempeñar un papel importante: en lugar de herbicida o labranza, se puede pastorear las plantas para reducir su competitividad y añadir estiércol suplementado antes de la siembra directa. El ganado podría alimentarse

con forraje rico en nutrientes, biocarbón y microorganismos benéficos para facilitar el establecimiento del cultivo de cobertura. La siembra directa puede no ser necesaria si el estiércol cubre el 50 % o más del terreno. Independientemente de cómo se establezca, el SFT podría aplicarse de nuevo al final del cultivo de cobertura/barbecho mejorado mixto, con los suplementos adecuados. Diversas estrategias que combinan cultivos de cobertura y SFT tienen el potencial de mejorar drásticamente el suelo.

Vea el trabajo de Gabe Brown y muchos otros en los EE.UU., y la investigación sobre barbechos mixtos mejorados en África Oriental.

Países en desarrollo . En estos países, muchos fertilizantes u otros productos podrían no estar disponibles o ser inasequibles. El carbón vegetal (como la mejor alternativa al biocarbón industrial y estandarizado) y las cenizas de leña utilizadas para cocinar y calentarse probablemente estén disponibles de forma gratuita, al igual que la arcilla, y podrían utilizarse para alimentar al ganado.

Los agricultores podrían cultivar forraje rico en nutrientes utilizando ceniza y carbón vegetal (y arcilla en suelos arenosos), además de carbón vegetal , orina humana y estiércol animal. En terrenos con pendiente, el forraje podría cultivarse en hoyos zai o medialunas. En regiones áridas con pendiente, la mejor opción probablemente sean los hoyos zai dentro de medialunas. En terrenos llanos , la tumbukiza debería ser exitosa.

En climas más cálidos, el pasto Súper Napier, el pasto Gamba , el pasto Guinea, *la Tithonia diversifolia* , *la Moringa oleifera* y *la Leucaena leucocephala* serían buenas opciones como plantas forrajeras. En climas más fríos, algunas posibilidades incluyen álamos híbridos, Phalaris, alfalfa, festuca alta y trébol de Bokhara. Se deben seleccionar plantas que no sean malezas invasoras en la zona. Este forraje podría utilizarse en el SFT para mejorar los suelos de los campos de cultivo y los pastos. Consulte con la comunidad local.

En los países en desarrollo, los agricultores de subsistencia suelen cultivar pequeñas parcelas de cereales como maíz, sorgo o mijo, rotadas ocasionalmente con barbechos mejorados mixtos . El SFT puede ser útil antes, después o en ambos casos. El SFT con semillas podría establecer barbechos mejorados mixtos , pero la distribución de las plántulas será irregular, a menos que la cobertura de estiércol sea de alrededor del 30 % o superior. Otro enfoque sería el SFT y la posterior siembra de *Mucuna pruriens* , por ejemplo, como abono verde fijador de nitrógeno de alta biomasa.

El estiércol suplementado, producido en sistemas de alimentación ganadera en establos, podría ser un producto valioso para vender a los productores de granos u otros cultivos.

Reducción de emisiones. Las emisiones de gases como el metano y el óxido nitroso pueden reducirse alimentando algas al ganado. Las investigaciones también han demostrado que algunos biocarbones pueden reducir el metano en muchos casos. La azolla también ha demostrado reducir las emisiones.

Combinar dos o más de estos puede ser incluso más eficaz. Se necesita más investigación científica para evaluar la posible mayor eficacia de las combinaciones.

Cárcavas erosionadas. La aplicación del SFT puede ayudar a solucionar el problema de las cárcavas erosionadas y otras zonas degradadas. En este caso, la capa superficial del suelo se ha erosionado, dejando el subsuelo desnudo, por lo que es necesario regenerarla y establecer vegetación.

Sería apropiada una combinación de polvo de roca, como basalto, además de biocarbón y humatos, junto con microorganismos beneficiosos.

Las semillas podrían incluir cubiertas vegetales de hoja ancha y extendidas, y gramíneas

que se propagan por estolones o rizomas, además de arbustos y árboles. También podrían incluirse plantas con raíces profundas y carnosas, como rábanos y nabos. Los escarabajos peloteros serán importantes para crear túneles en un subsuelo comúnmente compactado. Las presas de retención de agua pueden ser útiles; para más información, investigue sobre la agricultura de secuencia natural. Los bordes de las cárcavas también podrían tratarse para reducir la escorrentía hacia ellas, lo cual causa erosión.

Silvicultura y agroforestería. Un cultivo de cobertura multiespecífico, seguido de pastoreo intensivo y el SFT, antes de plantar árboles, sería beneficioso en la mayoría de los casos. Una vez que los árboles se han establecido y sus troncos son lo suficientemente altos como para limitar los daños por ramoneo, el SFT repetido mejoraría el suelo y, por lo tanto, las tasas de crecimiento de los árboles. Los residuos forestales podrían convertirse en biocarbón y alimentar al ganado.

Incendios. Donde el bosque natural o los pastizales se encuentran con tierras de cultivo o zonas suburbanas, los rebaños de cabras pueden ramonear y pastar árboles, arbustos y pastos altamente inflamables, reduciendo la carga de combustible y, por lo tanto, la intensidad de los incendios. Se podrían alimentar a las cabras con semillas de plantas autóctonas menos inflamables para intentar cambiar la vegetación a una menos inflamable, pero se necesitarían grandes cantidades de semillas, ya que la mayoría se destruiría antes de ser depositada en el estiércol.

Terreno elevado. El agua y los nutrientes asociados fluyen ladera abajo, por lo que es importante establecer una vegetación sana y aumentar la fertilidad del suelo en terrenos elevados. Los túneles de los escarabajos peloteros también contribuirían a la recarga de los mantos freáticos y a la rehidratación de las laderas. Elevar el nivel de nutrientes y materia orgánica del suelo debería ser una prioridad, de modo que se pueda alimentar al ganado con forraje rico en nutrientes, polvo de roca, biocarbón, humatos y microorganismos beneficiosos.

Se podrían incluir semillas de árboles, ya que la erosión de las nubes por los árboles en las cimas de las altas montañas puede aumentar las precipitaciones. Incluso a menor altitud, el agua puede condensarse en los árboles durante las noches frías y gotear sobre el suelo, aumentando así las precipitaciones generales en algunas partes del mundo.

Suelos arenosos infértiles. El forraje, cultivado específicamente para ser rico en nutrientes, especialmente en aquellos que se sabe que son deficientes en el suelo local, podría mejorar significativamente los suelos arenosos infértiles para fines agrícolas o forestales. La arcilla aumentaría la capacidad de retención de agua y de intercambio catiónico. Los humatos, el biocarbón y los microorganismos benéficos mejorarían la capacidad de retención de agua, la absorción de nutrientes y el almacenamiento de carbono. Es probable que se requieran aplicaciones repetidas para obtener resultados satisfactorios.

Huertos frutales. El forraje rico en nutrientes, con los suplementos adecuados, depositado por el ganado, puede mejorar los suelos y, por consiguiente, aumentar la productividad y la rentabilidad, además de producir frutos y nueces más nutritivos.

Las semillas SFT plus podrían aumentar la biodiversidad de la cobertura vegetal, por ejemplo, con plantas fijadoras de nitrógeno y plantas que atraen insectos beneficiosos. Muchas leguminosas herbáceas podrían cumplir ambos requisitos. Consulte con su comunidad sobre plantas adecuadas para la zona que atraen insectos beneficiosos.

Regiones semiáridas y áridas. Las zanjas, presas y semilunas son probablemente las técnicas más eficaces en regiones áridas. Sería ventajoso aplicar el SFT en una franja en la curva de nivel de la media ladera para interceptar e infiltrar el agua, y posteriormente se

podrían establecer más franjas por encima y por debajo de la media ladera.

En regiones áridas, Rodger Savory recomienda agrupar al ganado el tiempo suficiente para cubrir completamente el suelo con estiércol. Él lo llama "alfombra biológica", y la idea es que esto proporcione un ambiente húmedo y oscuro para que las semillas germinen y crezcan. El reto sería traer suficiente heno u otro forraje de fuera del sitio para producir suficiente estiércol, ya que en las regiones áridas es poco probable que haya suficiente alimento en el lugar.

El SFT podría agregar biocarbón, humatos, microbios beneficiosos y semillas para acelerar la restauración, y las semillas de plantas de hoja ancha y pastos autóctonos que cubren el suelo y que se propagan por rizomas o estolones (por ejemplo, *Cynodon* spp.), así como las suculentas, serían una prioridad.

Respecto a los árboles, las semillas de plantas autóctonas de los géneros *Acacia*, *Prosopis* y *Faidherbia albida* serían buenas opciones, dependiendo de la ubicación.

Suelos salinos y sódicos. El yeso podría utilizarse como alimento para el ganado, y los iones de calcio podrían desplazar a los iones de sodio, que posteriormente podrían filtrarse a niveles más profundos del suelo. El biocarbón y los humatos pueden ser útiles, junto con semillas de plantas tolerantes a la salinidad como *Atriplex* spp., la sativa de agua salada, el trébol de Bokhara y el pasto de trigo alto, o bien podrían sembrarse o plantarse posteriormente. La aplicación de plantas de cobertura vegetal y mantillo, como el heno, reduciría la evaporación de los suelos desnudos, lo que lleva la sal a la superficie por capilaridad. Se requiere asesoramiento local para elegir las especies vegetales adecuadas.

Cursos de agua. La vegetación que crece a lo largo de los cursos de agua reduce la escorrentía de nutrientes y reduce las inundaciones repentinas, así como la erosión. Se puede aplicar el SFT con semillas, pero sería importante el uso de escarabajos peloteros y quizás lombrices de tierra para incorporar el estiércol rápidamente, de modo que este no se arrastre a los cursos de agua y provoque la proliferación de algas.

Cortavientos. Se pueden establecer árboles y arbustos con semillas pequeñas o leguminosas de semilla dura con el SFT. Esto probablemente funcione mejor con ganado confinado con cercas eléctricas portátiles.

En regiones tropicales húmedas, *Leucaena leucocephala* y *Calliandra* spp. serían opciones obvias. Muchas especies de acacia pueden prosperar en diversos climas. Las semillas finas de eucalipto y otras plantas de la familia Myrtaceae podrían ser exitosas. El establecimiento de árboles mediante este método es impredecible, por lo que sería prudente protegerse y plantar diversas especies de árboles y arbustos en los espacios entre los depósitos de estiércol.

Los árboles pueden tener dificultades para crecer si compiten con otras plantas cercanas, por lo que alimentar con semillas de árboles a algunos animales y con semillas de pastos, cubiertas vegetales, etc., a otros animales debería ayudar a asegurar que el estiércol y las semillas estén separados espacialmente, reduciendo así la competencia. Puede ser necesario controlar el pastoreo de animales, así como el crecimiento competitivo de malezas y los incendios.

El tratamiento con forraje suplementario: un sistema sinérgico y holístico

El Tratamiento con Forraje Suplementado es un método rentable y sinérgico para la restauración o mejora de explotaciones agrícolas y ecológicas, con importantes beneficios económicos.

Con tratamientos repetidos, el Tratamiento de Forraje Suplementado, más semillas cuando

sea apropiado, junto con el Pastoreo Holístico Planificado, debería dar como resultado una mayor salud y ganancias del ganado, un mayor crecimiento de las plantas y suelos mejorados y, por lo tanto, una mayor prosperidad económica.

Con la excavación de túneles y la dispersión de estiércol suplementado por los escarabajos peloteros y la acción de las lombrices de tierra haciendo que los nutrientes estén más disponibles, además de la introducción o proliferación de vida beneficiosa del suelo, los suelos tratados deberían tener un almacenamiento de carbono mucho mayor, una mayor fertilidad, menores pérdidas de nutrientes, una estructura del suelo mejorada que resulta en una mayor infiltración de agua y capacidad de retención de agua, una mejor aireación y drenaje, una densidad aparente reducida con una penetrabilidad de las raíces más fácil y menores problemas de erosión.

La naturaleza holística y sinérgica del SFT mejora los suelos, incrementa el crecimiento animal, vegetal y económico, produciendo resultados excepcionales con costos mínimos, en un sistema relativamente simple, de baja tecnología y bajo costo. Esto lo hace accesible a agricultores y administradores de tierras tanto en países desarrollados como en desarrollo.

David Clode B. App. Sc. (Hort.), Cert. Diseño de Permacultura.

Originalmente llamado Tratamiento con Estiércol Animal Mejorado y publicado en mi sitio web reforestation.me en noviembre de 2010. Renombrado, revisado y actualizado en agosto de 2025.