



Universidad Nacional del Litoral

Escuela de Agricultura Ganadería y Granja

Trabajo de Investigación programa EduCREA:

“ASI SON LOS SUELOS DE MI PAÍS”

“SUSTITUCIÓN DE FERTILIZANTES QUÍMICOS”

Integrantes: Carignano, Tiago; Castro Martínez, Uriel; Durá, Francisco; Giménez, Juan Cruz; Insaurralde, Ramiro; Julio, Brenda; Martínez, Yadira; Ramírez, Tomás; Rossi, Agustín; Sylvester, Agustín; Valpondi, Gimena; Volta, Iván.

Docente colaborador: Flaviani, María Inés

Setiembre de 2019

INDICE

1.- Introducción.	Página 3
2.- Objetivos.	Página 3
3.- Caracterización del área de estudio.	Página 4
4.- Marco teórico - Fertilizantes Sintéticos.	Página 5
5.- Nutrientes de importancia productiva.	Página 7
6.- Influencia en la disponibilidad de nutrientes y el Ph del suelo.	Página 10
7.- Fertilizantes Orgánicos. Estiércoles como recurso de nutrientes	Página 11
8.- Fases del compostaje.	Página 12
9.- Proceso de incorporación de nutrientes generados por compostaje.	Página 14
10.- Conclusiones.	Página 16
11.- Bibliografía.	Página 16

1. Introducción

El siguiente trabajo de investigación fue realizado en el marco del programa “Así son los Suelos de mi País” impulsado por EduCREA. El mismo cuenta con la participación de todos los alumnos de quinto año de la Escuela de Agricultura Ganadería y Granja, como también con la colaboración de docentes de dicha institución. En el proceso de investigación recurrimos a diferentes profesionales del área: Felli Osvaldo docente de edafología e Imhoff Silvia docente especialista en efluentes, ambos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNL. Alcaraz Rubén productor agropecuario especialista en compost de efluentes de origen animal, como también ingenieros agrónomos y docentes de nuestra institución.

En la actualidad una de los mayores desafíos a nivel mundial es el desarrollo de sistemas productivos que además de beneficios económicos a los productores, permitan la sustentabilidad o la permanencia de las actividades en el tiempo. Todo ello sin afectar, limitar o reducir las posibilidades de explotación de los recursos naturales y permitiendo que estos sean cuidados para poder ser aprovechados por las generaciones futuras en la satisfacción de sus necesidades.

Tomando como premisa básica esta preocupación, teniendo en cuenta las actividades productivas de la zona y el tipo de suelo que poseemos, nos enfocaremos en detallar particularmente cuales son las desventajas agroecológicas de un insumo que resulta indispensable como lo es el uso de fertilizantes sintéticos. Investigaremos de dónde podemos obtener sustitutos orgánicos que no generen perjuicios al ambiente, aporten los mismos nutrientes que los inorgánicos y se determine cómo debemos suministrar dichos sustitutos al suelo de la manera más eficiente posible, aprovechando este recurso al máximo de su capacidad.

2. Objetivos

2.1- Poner en evidencia cuáles son los inconvenientes ecológicos del uso de los fertilizantes químicos en cuanto a la estructura de suelo, reducción de la disponibilidad de otros nutrientes por interacción entre ellos, aumento o disminución del Ph, contaminación de acuíferos y generación de gases de efecto invernadero.

2.2- Exponer a partir de qué recursos orgánicos podemos aportar nutrientes al suelo, en calidad y cantidad suficientes y que reemplacen a los químicos sin generar mayores complicaciones, además de comentar de qué manera se puede inocular el suelo para permitir la correcta utilización del fertilizante.

2.3- Desarrollar un método de aplicación eficiente para los fertilizantes orgánicos que serán obtenidos de desechos de las distintas producciones de origen animal.

2.4- Investigar las propiedades químicas y físicas de los distintos residuos de establecimientos agropecuarios para conocer el aporte nutricional que estos realizan luego de su compostaje.

2.5- Medir a través de experimentación a campo la incidencia de cada uno de ellos de acuerdo a su origen, a sus propiedades y a la dosis establecida en cada ensayo.

3. Caracterización del entorno del área de estudio

3.1- Condiciones climáticas:

- La precipitación media anual varía entre 800 milímetros (mm) en el Oeste y 1200 mm en el Este con una distribución del 70% de las mismas en primavera-verano, 23% en otoño y solo el 7% en el invierno. La principal característica es la irregularidad de las precipitaciones, por lo que se producen déficits hídricos de diferente magnitud. Son un elemento de suma importancia por su incidencia en los procesos climáticos, la génesis del suelo y en el escurrimiento superficial.
- Los valores mínimos de precipitación se dan en los meses invernales y los mayores en los meses de estación otoñal. Un factor importante es la intensidad con que suelen producirse esas lluvias erráticas ya que pueden ocasionar desastrosas inundaciones y riesgo de erosión hídrica.
- La temperatura media anual es de 18.9° C, las temperaturas más altas en promedio son en enero de 25.8° C y en julio las temperaturas más bajas son en promedio de 12.4° C. La variación en la temperatura anual está alrededor de 13.4 ° C.

3.2- Características generales de los suelos de la región:

- Profundos, pueden alcanzar 2 metros de profundidad, sin presentar limitaciones en el perfil, lo que les permite una alta retención de humedad.
- La textura es media, con diferentes contenidos de arcilla lo que diferencia a los complejos de suelos predominantes (Esperanza y Recreo), la permeabilidad es moderada y no dificulta el desarrollo radicular.
- Presentan un buen contenido de materia orgánica, característica que ha sido modificada por el laboreo constante, lo que motivó la pérdida de la misma como también de nutrientes como el Nitrógeno y el Fósforo, además de una acidificación creciente de los suelos.
- Son susceptibles a la degradación física lo que se traduce en una reducción de la infiltración (planchado de suelo) con el consiguiente aumento de los escurrimientos superficiales que provocan la erosión hídrica y dificultan la emergencia de los cultivos.

3.3- Características específicas del suelo localizado en la zona de producción hortícola intensiva de la Escuela de Agricultura, Ganadería y Granja:

- **Serie Cululú: CUL 2b ws; IP: 31%**
- Clasificación taxonómica: Natralbol típico.
- Familia: Arcillosa fina, mixta, térmica (mineralogía no determinada).
- Drenaje: Imperfecto/pobre.
- Textura del horizonte superficial: franco-limoso.
- Clase 4: Aptitud media/baja. Ganadera-Agrícola. Los niveles de producción son reducidos seriamente y/o la elección de cultivos está limitada y/o las prácticas culturales con frecuencia no pueden realizarse oportunamente y/o los riesgos de

degradación del suelo son altos. La eventual degradación de los horizontes superiores requiere un lapso muy prolongado para su recuperación.

Los siguientes son parámetros que serán evaluados en el sector de cultivo intensivo hortícola de la escuela:

Porcentaje de materia orgánica; Fósforo total; Nitrógeno total; Capacidad de Intercambio por conductividad eléctrica; PH; Porosidad. (1)

(1) Nota: serán evaluados en laboratorio de análisis de la FCA de la UNL y a la fecha no contamos con los resultados, los mismos estarán expuestos para la instancia de exposición oral.

MARCO TEÓRICO

4. Fertilizantes sintéticos

4.1 - Definición de Fertilizante:

Un fertilizante es toda sustancia mineral o mezcla de sustancias minerales que incorporada al suelo o aplicada sobre la parte aérea de las plantas, suministre él o los elementos que requieren los vegetales para su nutrición, con el propósito de estimular su crecimiento, aumentar su productividad y mejorar la calidad de las cosechas. No obstante esto, los compuestos pueden repercutir negativamente en el ambiente debido a su utilización inadecuada.

4.2 - Impacto Ambiental

En cultivos intensivos se pueden generar las siguientes situaciones:

4.2.1 Antagonismo con otros nutrientes: El aporte excesivo de un elemento asimilable puede hacer desaparecer el aprovechamiento de otros elementos. Por ejemplo:

- Un aporte excesivo de K interfiere en la asimilación del Mg y este termina siendo arrastrado por el agua de lluvia. También se producen efectos antagónicos del K frente al Ca, Na y Bo.
- Un exceso de Ca puede provocar el bloqueo de otros elementos asimilables como Fe, Mn, Zn y Cu.
- Un exceso de fertilizantes nitrogenados o fosfóricos también pueden provocar deficiencias de Cu, el cual influye en la salud de los animales, en la buena conservación de los productos y en la resistencia de la planta a condiciones atmosféricas adversas.

4.2.2 Modificación del PH del suelo: Los fertilizantes minerales pueden incrementar la acidez o disminuir la misma del suelo. Muchos fertilizantes químicos contienen ácido sulfúrico y clorhídrico que si se usan en exceso pueden causar un grave daño a los microorganismos, así mismo hay otros que no toleran suelos alcalinos, lo que trae aparejado un deficiente desarrollo de las plantas. Cabe destacar que el común de las plantas que no toleran un pH ácido o alcalino, requiriendo valores entre 6,6 y 6,8.

Algunos fertilizantes nitrogenados como el Fosfato amónico, el Cloruro amónico, Sulfato amónico y la Urea tienen un efecto residual de acidificación en el suelo.

Algunos fertilizantes como el Nitrato potásico dan reacción alcalina en el suelo.

La modificación del ambiente y su impacto puede ser a nivel global:

4.2.3 Contaminación del agua: La contaminación de las aguas subterráneas por los productos y residuos de agroquímicos es uno de los problemas más importantes en casi todos los países desarrollados y, cada vez más, en muchos países en desarrollo.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse y llegar a las aguas subterráneas o ser arrastrados por cursos de agua superficiales. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos.

En Argentina esto se da principalmente en los sistemas de producción agrícola intensiva, generalmente en cultivos de muy alto valor (frutas y verduras en invernaderos) y en los semi-intensivos cultivos hortícolas a cielo abierto como por ejemplo papa, zanahoria, etcétera. Los suelos dedicados a estos cultivos son generalmente los de mejor calidad y se ubican cerca de los centros de consumo formando cinturones verdes de las ciudades. Estos suelos son sometidos a laboreos agresivos y frecuentes, lo que afecta en principio las propiedades físicas, generalmente son regados con agua de calidad regular y son fertilizados con dosis que exceden largamente los requerimientos de los cultivos, lo que impacta negativamente en las propiedades químicas y biológicas de los suelos. El mayor impacto se da en los cultivos extensivos que se manejan como agricultura extensiva industrial donde se utilizan altas dosis de fertilizantes sintéticos.

4.2.4 Generación de Gases de Efecto Invernadero: La utilización masiva de fertilizantes nitrogenados genera que una cantidad significativa se transforme en amonio y óxidos de nitrógeno en el aire donde además de deteriorar la capa de Ozono contribuyen al incremento del efecto invernadero.

El contenido en óxido nitroso en la atmósfera se ha incrementado un 8% desde que empezó la revolución industrial y aumenta de 0,2% a 0,3% anualmente llegando en la actualidad a estar entre 0,5% y 1,2%. Aunque este porcentaje es bajo si se lo compara con el CO₂, ya que contribuye con el 6% al efecto invernadero debido a que tiene un potencial global de calentamiento de 200 a 300 veces superior al dióxido de carbono.

En Argentina en el año 2017 se estima que se utilizaron 3,7 millones de toneladas de fertilizantes químicos. Los factores de emisión directa de óxido nitroso son de 0,0125 kg N-N₂O/ Kg de N, los de volatilización de 0,01 kg N-N₂O/ Kg de N y los de lixiviación de 0,025 kg N-N₂O/ Kg de N.

Entonces, considerando una tonelada de Urea 46% de Nitrógeno, tenemos 460 kg de Nitrógeno total, teniendo en cuenta los valores que se pierden por emisión directa (1,25%) de óxido nitroso son de 5,75 kg, y por lixiviación y volatilización (3,5 %) son de 16,1 kg. Esto nos genera un total de 21,85 kg de contaminantes por tonelada de Urea.

4.2.5 Desintegración de los suelos: En las últimas décadas, la Argentina aumentó sensiblemente su producción de granos, que alcanzó cerca de 110 millones de toneladas en 2015/16. Esta mayor presión de producción ha afectado negativamente las reservas de nutrientes como el nitrógeno, fósforo y azufre, ya que no se registró una reposición equivalente de ellos mediante fertilizantes minerales o fijación biológica en el caso del nitrógeno.

La relación aplicación/remoción de los principales macronutrientes vegetales para los cuatro principales cultivos de grano de la Argentina se incrementó desde 1993 a la actualidad, en especial para fósforo, debido a mayores aplicaciones de fertilizantes. No obstante, en ningún caso se llegó a la unidad que muestra aplicaciones equivalentes a remociones.

Por ejemplo, en la campaña 2010/11 se extrajeron 3,93 millones de toneladas de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y calcio, siendo la reposición de 1,36 millones de toneladas, lo que representa un 35%. Esta relación ha ido en paulatino descenso y en la campaña 2015/16 la reposición fue del 31% para nitrógeno, 36% para fósforo, el 22% para azufre.

En otras palabras, los suelos productivos de la Argentina continúan perdiendo nutrientes a pesar de que en los últimos 25 años el consumo de fertilizantes aumento aproximadamente seis veces.

5. NUTRIENTES DE SUELO DE IMPORTANCIA PRODUCTIVA

Macronutrientes del suelo: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S).

Micronutrientes del suelo: Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Boro (Br), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl)

Nos basaremos en los macronutrientes los cuales serán descritos a continuación, particularmente N, P, K, los cuales pretendemos incorporar orgánicamente al suelo con diferentes sustratos obtenidos de residuos orgánicos de las producciones animales más habituales en la zona. El principal objetivo será la recopilación de información de los nutrientes que aportan cada uno de estos.

5.1 MACRONUTRIENTES.

Los macronutrientes son elementos esenciales para la planta, el nitrógeno, el fósforo y el potasio son conocidos como macronutrientes primarios. Son dominantes en las estructuras vegetales obviando el carbono, el hidrógeno y el oxígeno obtenidos de la atmósfera y el agua. El calcio, el magnesio y el azufre son macronutrientes secundarios, con menor presencia en las células vegetales, que ejercen una función estructural indispensable en las plantas.

5.1.2 Nitrógeno (N).

Este nutriente puede ser generado a través de una fijación simbiótica entre leguminosas y las bacterias del género *Rhizobium* que se encuentran en los nódulos de la planta (leguminosas). Las condiciones de suelo físicas y químicas deben ser las adecuadas para permitir la simbiosis.

En el suelo el nitrógeno se encuentra en forma de amonio (NH_4^+), y nitrato (NO_3^-).

- La función principal es la creación de la masa vegetal, estimulando el crecimiento al favorecer la división celular.
- Tiene un papel fundamental en la formación de clorofila, además está involucrado en la formación de azúcares, lípidos, celulosa y almidón

- Su carencia frena el desarrollo vegetativo y provoca la susceptibilidad de la planta ante plagas y enfermedades y un amarillamiento general del cultivo.

5.1.3 Fósforo (P).

Este macronutriente se obtiene por la degradación de rocas además de aquellos que ya forman parte de la composición natural del suelo. Este es absorbido por la planta como ortofosfato (HPO_4 o H_2PO_4) y también se puede encontrar unido a otros nutrientes. El fósforo orgánico es aportado por la materia orgánica (humus). Este nutriente desarrolla un papel fundamental en la fotosíntesis al igual que el nitrógeno. El pH del suelo influye en la capacidad de absorción de este nutriente.

Existe un equilibrio entre el fósforo en la fase sólida del suelo y el fósforo en la solución del suelo.

Las plantas pueden absorber solamente el fósforo disuelto en la solución del suelo, puesto que la mayor parte del fósforo en el suelo existe en compuestos químicos estables, solo una pequeña cantidad de fósforo está disponible para la planta en cualquier momento.

Al absorber el fósforo de la solución del suelo por las raíces, parte del fósforo en la fase sólida del suelo es liberado a la solución del suelo, para mantener un equilibrio químico.

Funciones del fósforo:

- Participa en los procesos metabólicos de las plantas.
- Interviene en la transformación de energía y la degradación de carbohidratos.
- Promueve el crecimiento de la planta

Deficiencias:

- Reduce el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Deficiente formación de semillas, la cual debe tener fósforo de reserva para las primeras raíces y brotes.
- Repercute en un menor crecimiento de las raíces y por ende en el anclaje y el desarrollo de la planta en general.
- La floración y maduración de los frutos se verá afectada en caso de los frutales.
- La planta será más susceptible al frío y cualquier tipo de adversidades.
- Los nuevos brotes serán más escasos y con las hojas de menor tamaño.

5.1.4 Potasio (K)

Nutriente esencial para las plantas requerido en grandes cantidades, afecta la forma, tamaño, color y la palatabilidad de la planta o fruto que repercuten en la calidad del producto.

Para que la planta lo asimile, el potasio se encuentra en óxido de potasio (K_2O) o mezclado formando cloruro de potasio.

Funciones:

- Demora la madurez y pérdida de hojas manteniendo una mayor área foliar.
- Regula la respiración, y regula la absorción de dióxido de carbono
- Desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de ATP, que es una fuente de energía importante para los procesos químicos.
- Participa en la regulación del flujo de agua en las plantas.
- Mejora la tolerancia de la planta al estrés hídrico.

- Favorece la resistencia antes las bajas temperaturas, plagas y enfermedades.

Deficiencias:

- Provoca la reducción del crecimiento de tallos y raíces debido a la disminución de producción de carbohidratos. Afecta al desarrollo de la planta, la floración y fructificación.
- Causa defoliación
- Crecimiento lento o retrasado
- Tienen menos tolerancia a los cambios de temperatura y estrés hídrico.

5.1.5 Calcio (Ca)

En el suelo el calcio se encuentra en forma de óxido de calcio (Ca₂).

Funciones:

- Interviene de forma decisiva en la resistencia de los tejidos, en el desarrollo de las raíces. En el caso del cultivo de alfalfa regula la fijación del nitrógeno.
- Participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes.
- Participa en procesos enzimáticos y hormonales.
- Ayuda a proteger la planta del estrés de temperaturas altas, participa en la producción de proteínas de choque térmico.
- Ayuda a proteger la planta de las enfermedades.
- Afecta la calidad del fruto.

Investigaciones demostraron que un nivel suficiente de calcio puede reducir significativamente la actividad de enzimas y proteger las plantas de invasiones de patógenos.

La deficiencia se da sobre todo en los brotes jóvenes, mostrando hojas amarillas y con puntas secas o que se enrollen sobre sí misma. También pueden provocar la deformación de los frutos.

Su exceso puede impedir la asimilación del fósforo, magnesio y hierro.

El pH óptimo para este macronutriente secundario es de 6 a 7.

5.2 MICRONUTRIENTES.

Los micronutrientes son elementos que los cultivos requieren en bajas cantidades, son esenciales porque su deficiencia origina la disminución de una función fisiológica hasta condiciones sub-óptimas dependiendo de la especie del cultivo, revirtiéndose cuando el nutriente es suministrado en cantidades adecuadas.

Cada micronutriente contribuye a una función diferente no solo en el cultivo sino también en el de suelo. Es importante destacar que tanto la carencia como el exceso de un micronutriente determinado, podrían afectar en una parte del cultivo o en su totalidad. Por esta razón es importante que todos estos elementos no se encuentren en pocas cantidades, sino que estén en cantidades óptimas en el suelo. Su carencia se manifiesta en determinados síntomas, cuando están en óptimas condiciones los macronutrientes, pues de no estarlo se manifiestan los síntomas de estos y enmascaran a los de los micronutrientes.

A continuación, describiremos los siguientes micronutrientes:

5.2.1 Boro (Br): Encargado de transportar azúcares en el interior de la planta, participa en la regulación interna del crecimiento y también interviene en la fecundación y desarrolla un papel importante en la floración y el cuajado de frutos.

El boro para la asimilación de las plantas principalmente se encuentra en ácido bórico (H_3BO_3) e iones de borato (BO_3^-).

5.2.2 Hierro (Fe): interviene en la síntesis de clorofila (otorgando el color característico a la planta) actúa también en la transferencia de energía.

Las plantas lo absorben del suelo al hierro en su forma ferrosa (Fe^{2+}), en menor proporción se encuentra en su forma férrica (Fe^{3+}).

5.2.3 Cobre (Cu): participa en la fotosíntesis y en la producción y metabolismo de proteínas para la planta. La planta lo absorbe en forma de ion divalente (Cu^{++}), este se encuentra en el suelo principalmente absorbido en el complejo coloidal y una pequeña parte en solución.

5.2.4 Manganeso (Mn): interviene en la formación de clorofila. Su carencia causa una clorosis que amarillea el cultivo y su cuando está en cantidades optimas hay una gran producción de hidratos de carbono y azúcares en el cultivo.

La planta toma al manganeso de forma activa por la raíz en forma de Mn^{++} y es almacenado en forma de óxido de manganeso.

5.2.5 Zinc (Zn): desarrolla un papel importante en la producción de auxinas naturales por las plantas también está relacionada con la división celular y el crecimiento de la planta. Interviene además en la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas y vitamina C.

El zinc es absorbido principalmente en forma de Zn^{2+} o, en condiciones de pH alto, como $ZnOH^+$

5.2.6 Cloro (Cl): interviene en el mantenimiento de la turgencia celular. No se presentan carencias ya que es aportado junto con el agua. Este elemento en cantidades normales no causa fitotoxicidad. Las plantas absorben el cloruro de la solución del suelo como ion cloro (ión Cl^-)

5.2.7 Molibdeno (Mo): Este es muy importante ya que interviene en la fijación de nitrógeno del aire del suelo, en las plantas leguminosas, ayuda en la transformación y en metabolizar el nitrógeno absorbido por las plantas. En el suelo se encuentra fijado en forma de molibdato (MoO_4).

6. INFLUENCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES Y PH DEL SUELO

El PH inadecuado del sustrato no daña a la planta directamente, sin embargo, esta influencia la disponibilidad de nutrientes que la planta puede adquirir del sustrato.

6.1 Disponibilidad en Macronutrientes:

El Ph del suelo tiene cierta influencia en su disponibilidad (especialmente en el fósforo y magnesio). Cuando el Ph del sustrato es inadecuado, la cantidad de macronutrientes disponibles se ve reducida comparada con la gran cantidad que es requerida por la planta. Normalmente la influencia del Ph en los macronutrientes no es tenida en cuenta o evaluada con frecuencia, por lo tanto resulta de sumo interés su análisis.

6.2 Disponibilidad en Micronutrientes:

Al ser necesitados en menores cantidades si el Ph del suelo es muy alto o muy bajo, este influenciara la disponibilidad de micronutrientes para la planta.

Si el Ph del suelo es alto, más de 6,0, el hierro, manganeso, zinc, cobre, y boro empiezan a volverse insolubles e indisponibles para la absorción de la planta.

Si el Ph baja a menos de 5,5, estos elementos se vuelven solubles y disponibles para las plantas. El Molibdeno, por otra parte, es lo contrario. Este se vuelve soluble en Ph altos insolubles en Ph bajos.

7. FERTILIZANTES ORGÁNICOS

ESTIÉRCOLES COMO RECURSO DE NUTRIENTES.

7.1 Definición:

Es el nombre con el que se denomina al excremento de los animales que se utiliza como materia prima en la obtención de compost el cual proveerá los nutrientes que se aplicarán a los suelos de cultivo. Se pueden encontrar distintos tipos, esto varía dependiendo del animal, su raza, su alimentación, el tipo de producción y el ciclo de vida que se encuentre.

En el cuadro se reflejan las características con sus valores promedio (suinos, bovinos, aves, conejos) ya que estos se encuentran encerrados donde la obtención del estiércol será más accesible, al igual que el volumen que generan es importante y cuantificable.

	SUINOS	BOVINOS	AVES	CONEJOS
TIEMPO DE COMPOSTAJE (meses)	4 a 5	4 a 5	4 a 6	3 a 4
CANTIDAD DE ESTIERCOL POR ANIMAL POR SEMESTRE (Kgs)	135	900	9	12,6
CANTIDAD DE COMPOST POR ANIMAL POR AÑO (kgs)	54	360	7,5	2,52
CANTIDAD DE ANIMALES EN LA ESCUELA	150	115	330	350

**Estos números varían de acuerdo a las características de cada animal.*

Elementos	SUINOS	BOVINOS	AVES	CONEJOS
Materia orgánica	27,32%	24,7%	24,17%	35,4%
N	1,13%	1,17%	1,25%	1,77%
P	4593 ppm	0,127%	0,0788%	0,1576%
Ca	20260 ppm	1,65%	2,40%	1,35%
Mg	4366 ppm	0,23%	0,48%	0,27%
K	16789 ppm	0,84%	0,71%	1,27%

**Estas medidas están tomadas en el 100% de 1000kg de estiércol de cada animal.*

7.2 PROPIEDADES DE LOS DISTINTOS ESTIERCOLES

Estiércol de conejo

- Es rico en nutrientes, de hecho, tiene un 4% de nitrógeno, un 4% de fósforo y un 1% de potasio, además de todos los oligoelementos.
- La dosis es de 15 a 25 gramos por cada metro cuadrado.

Estiércol de gallina

- Es uno de los más ricos en nitrógeno, tiene un alto contenido en calcio.
- nutrientes que contiene son: 4% de nitrógeno, 4% de fósforo, 1,5% de potasio, y oligoelementos.
- La dosis recomendada es de 20 a 30 gramos por metro cuadrado.

Estiércol de vaca

- se suele usar en climas fríos ya que sirve, además de abono, como acolchado para las plantas.
- Contiene un 0,6% de nitrógeno, un 0,3% de fósforo, un 0,4% de potasio, y oligoelementos.

●

7.3 DESVENTAJAS

Estiércol de conejo

- Este es un estiércol muy fuerte y muy ácido
- hay que dejarlo fermentar durante varios meses, y no ponerlo muy cerca de los troncos de las plantas.

Estiércol de gallina

- Es muy fuerte su olor.
- Se debe de dejar fermentar bien durante varios meses, y mezclarse luego con otros estiércoles.
- no se debe de abusar si se tiene una tierra calcárea.

Estiércol de vaca

- El estiércol de vaca es también muy pobre en nitrógeno
- La dosis recomendada es de 9 a 15kg por metro cuadrado.

8. FASES DEI COMPOSTAJE

Uno de los principales beneficios de compostar los efluentes y estiércoles de un establecimiento, es que generamos un producto estable, rico en nutrientes y sustancias fitoactivas utilizado para mejorar física y químicamente suelos erosionados y desgastados.

Además reducimos totalmente el impacto de aguas residuales en el medioambiente cercano al establecimiento, y provocamos una importante eliminación de patógenos logrando una estabilización microbiana en el proceso de fermentación.

Mejoramos la fertilidad y aumentamos la retención de nutrientes en el suelo.

Preparamos la tierra para condiciones climáticas adversas.

Proporcionamos minerales (nitrógeno, potasio, fósforo entre otros).

Aportamos bacterias y microorganismos que eliminan sustancias nocivas al medio.

El compostaje es un proceso el cual se transforma la materia orgánica para la obtención del compost, ósea un fertilizante orgánico natural para el suelo destinado a los cultivos y la agricultura en general.

En el mismo podemos distinguir las siguientes fases:

8.1 MESOFILA: tenemos un material fresco, sin humidificar y a temperatura ambiente. Hay aparición de microorganismos mesófilos entre los dos y ocho días. Los mismos empiezan a desarrollarse utilizando fuentes de nitrógeno y carbono. La descomposición de fuentes sencillas de carbono como los azúcares, provoca ácidos orgánicos. La aparición de estos eleva la temperatura a 40- 45 °C. Habrá un pH de 4 o 4,5.

8.2 TERMOFILA: hay temperaturas mayores a 45°C, los microorganismos mesófilos son remplazados por aquellos que habitan a temperaturas más elevadas (hasta 70°C), ósea los termófilos. Estas actúan degradando fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina.

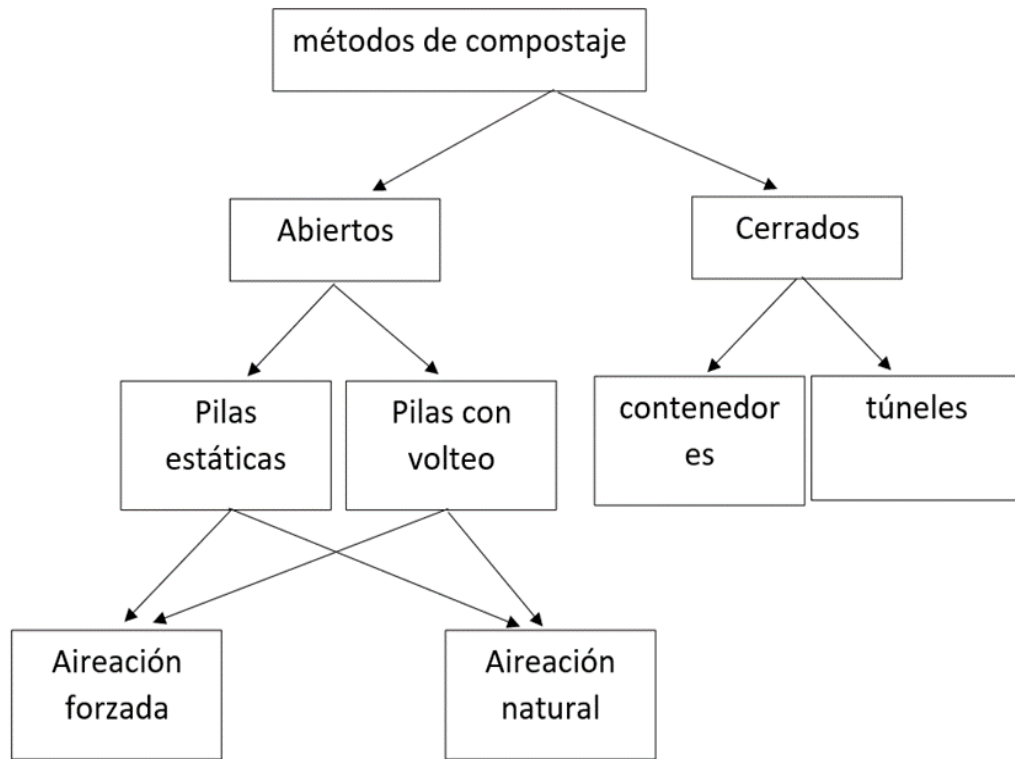
A los 60°C los hongos termófilos cesan su actividad y aparecen bacterias que generan esporas y actino bacterias, encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos del carbono.

Durante varios días o meses se mantiene una temperatura alta y disminuye la actividad biológica, esto provoca la pasteurización del medio, donde hay una destrucción de bacterias y contaminantes de origen fecal (*Escherichia coli* u *Salmonella* sp.). Temperaturas superiores a 55°C eliminan quistes y huevos de helmintos, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas.

Es importante la realización de volteos diarios con el objetivo de aportar oxígeno que será consumido por los microorganismos.

8.3 ENFRIAMIENTO: ya en este punto las fuentes de nitrógeno y carbono están agotadas, hay temperaturas de 40- 45°C nuevamente. Con estas temperaturas bacterias y hongos mesofilos vuelven a invadir el compost, reinician su actividad y degradan la celulosa y lignina restante descendiendo levemente el Ph.

8.4 MADURACIÓN: demora meses a temperaturas ambiente, hay reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para formar ácidos húmicos y fulbitos



Cuadro de métodos de compostaje.

9. PROCESO DE INCORPORACION DE NUTRIENTES GENERADOS POR COMPOSTAJE:

Para integrar los conceptos que fuimos investigando con una actividad práctica de mejoramiento de los suelos es que trataremos de desarrollar una metodología para incorporar los nutrientes anteriormente nombrados a nuestros suelos. Para ello utilizaremos el estiércol de algunos de los animales que se encuentran dentro de nuestro establecimiento realizando compost y modificando este para lograr darle la estructura de *pellets* y distribuirlos en todos los suelos que se utilizan productivamente.

Se realizó un relevamiento de la disponibilidad en valores estimativos en peso fresco y en peso seco de estiércol y compost respectivamente y llegó a la conclusión que dispondríamos de un total de materia seca de 121,19 kg/ día.

Si serían 270 días los que se dispondría para la recolección este material, se aproximaría a 32.721,3 kg por año

Tipo de animal	Cantidad de residuos/día (kgs)	Cantidad de animales total	Resto de materia húmeda/día (kgs)	Materia seca/animal	Materia seca total (kgs)
Vaca	5 a 6	115	557	0,500-0,700	69
Cerdo	0,800	150	120	0,200	30
Aves	0,050	336	17	0,015	5,04
Conejos	0,075	350	26	0,049	17,95

9.2 ELABORACIÓN DEL PELLETT FERTIFORMIS: este proceso debe realizarse con un mínimo de 3 a 4 días previos a la aplicación para una mejor consistencia y aprovechamiento

- **COMPOSTAJE;** el estiércol previamente recogido de las diferentes áreas de la escuela será llevado hacia un sector de compostaje

Consideraciones para el armado de compostera:

-Suelo debe ser impermeable y tener un leve pendiente hacia una fosa para recolectar purines y aguas de riego o lluvia.

-Las actividades de airear y regar en períodos secos es importante para mantener el proceso de compostado adecuadamente.

-En lugares o épocas muy lluviosas se debe cubrir para evitar pérdidas de nutrientes por lixiviación, pérdida de materia orgánica por procesos no controlados. La dispersión de semillas de malezas y no destrucción de patógenos por realizar un proceso incompleto.

- **MEZCLADO:** una vez ya completado el ciclo del compostaje este será usado. Serán mezclados con tierra que se pueda utilizar en ese momento (verduras, frutas, pasto, etc.).
- **ENVASADO:** bolsas reutilizables.
- **DISTRIBUCION:** las Fertiformis serán distribuidas a todo aquel productor que lo necesite. Estas serán aplicadas antes o durante la siembra con la maquinaria adecuada y en ensayos en forma manual.

9.3- UTILIZACIÓN:Una vez ya distribuidas en el suelo el Pellet Fertiformis, en condiciones óptimas estos se degradan y así todos los nutrientes que estas poseen serán aprovechados por las plantas de cultivo, generando un mejoramiento de las propiedades físicas y químicas en el suelo.

9.4- CONSERVACION DEL PRODUCTO FERTILIZANTE PELLETT FERTIFORMIS:

- Lugares secos
- Bajo techo
- No deben estar en el suelo
- No estar en contacto con animales
- No cerca de lugares con químicos

En la escuela se realizará una experimentación en la cual se dispondrán de lomos con diferentes cultivos hortícolas y se determinará a través de observación visual y peso de lo producido la comparación de los distintos fertilizantes orgánicos con respecto a un lomo testigo. De esta forma se irá haciendo una aproximación de la dosis correcta a colocar y las propiedades que presenta cada uno permitiendo determinar el más conveniente que no solo favorezca lo productivo, sino que mejore los valores físicos y químicos de los suelos.

Esto se desarrollará luego de la obtención de los Pellet Fertiformis con los distintos sustratos y el análisis de las propiedades que estos presentan y su comparación en el cultivo con un nuevo análisis de suelo realizado en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias.

10. CONCLUSIÓN

-Los suelos productivos de la Argentina continúan perdiendo nutrientes a pesar de que en los últimos 25 años el consumo de fertilizantes aumento aproximadamente seis veces dado que lo extraído al suelo no son solamente nutrientes sino también el aumento de la erosión tanto eólica como hídrica.

-Es muy importante caracterizar perfectamente los estiércoles que vamos a utilizar para compostar porque ellos influyen en las propiedades finales del compost.

-El proceso de abonado es una alternativa viable en la sustitución de los fertilizantes sintéticos, si se respetan las pautas de análisis y caracterización de los compost y es acorde a las características de los suelos.

-La producción de materia seca de compost generada por un establecimiento que realiza la producción de animales de granja o bovina es muy importante en cuanto a volumen y calidad nutricional para ser utilizado como mejorador de propiedades física y químicas del suelo.

-El producto final que se obtiene es distinto cuando partimos de estiércol de animales poligástricos porque en ellos encontramos microorganismos que degradan el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina de su material original generando así un compuesto rico en nutrientes y de mineralización más rápida, pero de inmovilización microbiana también.

-El valor de MO % va disminuyendo a medida que el compost tiene más edad.

-Es aconsejable utilizarlos en forma de mezcla por sus altos contenidos en macronutrientes, el mezclado en suelos limosos y arcillosos debe realizarse en forma de humus muy estable y en alta cantidad para lograr modificar la estructura y la fertilidad de ese suelo.

-Independientemente de los resultados obtenidos en laboratorio, es importante que se evalúen a campo los compost, ese caso se podría experimentar concretamente como evolucionarían las propiedades del suelo en interacción con las propiedades de los compost a utilizar.

BIBLIOGRAFÍA:

<http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/mod/resource/view.php?id=23682> (última consulta 15/09) <https://blog.oxfamintermon.org/compostaje-como-hacer-el-tuyo/> (última consulta 15/09)

https://es-climate--data-org.cdn.ampproject.org/v/s/es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/santa-fe/esperanza-19874/?amp_js_v=a2&_gsa=1&=true&usqp=mq331AQEKAFwAQ%3D%3D#aoh=15685926477979&_ct=1568592957604&csi=1&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&_tf=De%20%251%24 (última consulta 15/09)

<https://horizonteadigital.com/fertilizantes-en-argentina-analisis-del-consumo-por-andres-a-grasso-y-maria-fernanda-gonzalez-sanjuan/> (última consulta 24/09)
<https://images.app.goo.gl/6sW6TownoEBCLUeo8> (última consulta 15/09)

<http://ingenieroleoni.com/> <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2018/02/cuanta-gallinaza-producen-en-las-granjas-de-pollos> (última consulta 15/09)
<https://wikifarmer.com/es/desechos-de-caballos-y-manejo-del-estiercol/> (última consulta 15/09) <http://www.abt-grupo.com/renewables.php?id=31> (última consulta 15/09)
<https://www.engormix.com/cunicultura/foros/excretas-conejo-t1238/> (última consulta 15/09) <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/foros/estiercol-produce-vaca-lechera-t8188/> (última consulta 15/09)

<http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm> (última consulta 15/09)

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/1.-inventario-geis-agricultura-ganaderia-y-cuss-v2.pdf&ved=2ahUKEwiMr9z2t_LkAhXLH7kGHcDuBCUQFjAAegQIBxAC&usg=AOvVaw0t36apwEs4n6uXtZ1Pq-Zy (última consulta 24/09)

https://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/copper.html

<https://www.mercanatura.com/micronutrientes-en-las-plantas/> <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/phosphorusa>

[lib_desafiosagricultura_2017_online_b.pdf](#) (última consulta 24/09)

Docentes de la institución consultados:

Aphellhans Jorge
Baravalle Antonio
Chavarini Gustavo
Rozatti Iván
Rufino Esteban
Schnell Norberto

*Alumnos de Quinto año
Universidad Nacional del Litoral
Escuela de Agricultura, Ganadería y Granja de Esperanza
Setiembre de 2019*