

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

La palabra compost viene del latín componere, juntar. De forma tradicional, durante años, los agricultores han reunido los desperdicios orgánicos para transformarlos en abono para sus tierras. Compostar dichos restos no es más que imitar el proceso de fermentación que ocurre normalmente en un suelo, pero acelerado y dirigido.

Nuestro propósito es plantear un proceso sostenible de explotación de los desperdicios orgánicos, estableciendo un ciclo para transformar desechos en material útil. De esa manera estaremos conjugando distintas disciplinas con el objeto de maximizar el aprovechamiento de los elementos que nos ofrece la naturaleza.

El abono resultante contendrá materiales orgánicos así como nutrientes necesarios para la vida de las plantas como Nitrógeno, fósforo, potasio, y otros de menor importancia (magnesio, calcio y azufre, etc.) y proporcionará a las tierras a las que se aplique prácticamente los mismos efectos beneficiosos que el humus para una tierra natural.

Por lo tanto, el compost es la reunión de un conjunto de restos orgánicos que sufre un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro, al finalizar la misma.

La fermentación es un proceso que realizan muchos microorganismos, efectuando reacciones sobre algunos compuestos orgánicos y liberando energía. Hay diferentes tipos de fermentación, pero en condiciones fermentativas controladas, solamente se efectúa una oxidación parcial de los átomos de carbono del compuesto orgánico y, por consiguiente, sólo una pequeña cantidad de la energía potencial disponible se libera.

La diferencia con la putrefacción radica en que mientras la putrefacción descompone la materia de origen animal y/o vegetal que contiene compuestos nitrogenados, la fermentación realiza descomposición únicamente de material vegetal que no contiene compuestos nitrogenados.

## **1.1 OBJETIVO E IMPORTANCIA.**

### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Hallar las condiciones favorables para obtener un abono orgánico de calidad a partir de la gallinaza, y además evaluar el nivel de macro y micro nutrientes obtenidos, dentro de su composición.

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier tipo de gallinaza, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

- Estiércol animal: Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines (excremento lavado con agua).

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Dar a conocer la calidad del abono, por su composición de macro, micro nutrientes y vitamínico
- Obtener mejores condiciones para la producción de un abono biológico.
- Aplicar procesos para eliminar y disminuir enfermedades residentes en la gallinaza.

### **1.1.3 IMPORTANCIA**

Múltiples son los beneficios que reviste la presente investigación, la cual por medio de los conocimientos de los procesos de ingeniería, nos ayudó a diseñar un reactor y a manejar con cautela sus variables presentes en el proceso, para de esta forma, obtener un abono de calidad, regido a normas, y libre de todas aquellas enfermedades presentes en la gallinaza.

Es de mucha importancia también obtener resultados favorables y beneficios en pro- del desarrollo y productividad en el área agrícola, ya que el propósito, es utilizar este desperdicio en determinadas zonas de producción intensiva.

## **1.2 ALCANCE**

Dentro del alcance de esta investigación, se pretende llegar a la utilización del estiércol producido por el ganado vacuno, porcino y por las aves de corral, procesándolo a través de un reactor, para obtener un abono de calidad o para la formulación de fertilizantes orgánicos, disminuyendo los graves problemas creados por la producción de estiércol, que al ser utilizado directamente produce degradación ambiental, fenómeno que ha sido objeto de medidas de control.

## **1.3 IMPORTANCIA DE LOS ABONOS.**

El uso principal del compost, sigue siendo como abono o fertilizante en procesos agrícolas. Es también destacable la utilización de compost como substratos para el cultivo en maceta.

Otros tipos de compost pueden ser aplicados en el sector industrial, como en los bio-filtros, cuya principal función es la absorción de malos olores en depuradoras, industrias y plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

Tras el proceso de fermentación, se obtienen distintos tipos de compost que pueden ser utilizados en parques urbanos, re-forestación de bosques, replantación de taludes colindantes con vías de comunicación (carreteras, o ferrocarriles) y restauración de canteras y zonas degradadas.

### **1.3.1 LUCHA CONTRA PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Los abonos deben de ser solubles, y especialmente nitrogenados, ya que esto ayuda en el metabolismo de la planta, ayudando a acumular agua y crecer con exuberancia, lo que hace menos apetecible para las plagas y enfermedades y menos sensible a sus ataques. La falta de materia orgánica en el suelo también provoca que se desarrollen exageradamente nemátodos y hongos patógenos.

### **1.3.2 pH.**

Al igual que la temperatura existen varios rangos de acidez o alcalinidad en los que los organismos operan de manera eficiente, siendo en general de 6.0 a 7.5 para bacterias y de 5.5 a 8.0 para algunos tipos de hongos. A diferencia de la temperatura este factor no se recomienda que sea modificado, pues también es un indicador del trabajo que se realiza en la composta y tiende a estabilizarse por si solo al ir finalizando el composteo.

## **1.4 RESUMEN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

El presente proyecto de investigación, está dirigido a proporcionar información explícita del proceso de fermentación anaeróbica de la gallinaza, así como de las principales variables de control.

Nuestro abono lo obtendremos a partir de la gallinaza, con la ayuda de microorganismos y otros componentes, que sufren un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro, cuando el proceso de fermentación está finalizado.

El abono resultante contiene materia orgánica así como nutrientes necesarios para la vida de las plantas y proporciona a las tierras a las que se aplica prácticamente los mismos efectos beneficiosos que el humus da a una tierra natural.

Estas técnicas básicamente se dividen en aeróbicos y anaeróbicos:

- La técnica aeróbica para su ejecución requiere de la presencia dinámica de aire disuelto en su interior.
- La técnica anaeróbica, implica prácticamente la ausencia de aire en su interior.

Se eligió el tipo de fermentación anaeróbica, ya que por este método se puede acelerar el proceso de descomposición de la gallinaza y así obtener en 45 días el abono deseado, mientras que si lo realizáramos por el tratamiento aeróbico, tendríamos que esperar de cuatro a cinco meses para obtener un abono con aproximada composición.

## **CAPITULO II**

### **INFORMACION TEORICA**

#### **2.1 GENERALIDADES DEL ABONO ORGÁNICO.**

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retentividad de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

La agricultura orgánica propone alimentar al suelo para que los microorganismos allí presentes, después de atacar a la materia orgánica y mineral que se incorpora, tornen asimilables los nutrientes y de esta manera puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas, para propiciar su desarrollo y fructificación.

La alimentación del suelo se puede hacer mediante la incorporación de materiales orgánicos de origen vegetal o animal, algunos elementos minerales puros y otros químicos complementarios permitidos por los organismos internacionales de agricultura orgánica por ejemplo: estiércoles, residuos de cosechas y de la agroindustria, humus de lombriz, cenizas, compost, cal agrícola, roca fosfórica, azufre, hierro, boro, sulphomag (mezcla física de micronutrientes), muriato de potasa, sulfato de cobre. La incorporación de estos materiales fertilizantes se deberá hacer por lo menos dos meses antes de la siembra mediante la labor de rastra. Algunos materiales descompuestos tales como el compost y el humus de lombriz pueden aplicarse al cultivo en cobrera (especie de colcha sobre la cama), sin peligro de dañarlo.

## **2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ABONOS SEGÚN SU COMPOSICIÓN.**

### **2.2.1 ABONO DE ORIGEN MINERAL**

De los productos de origen mineral se permiten las rocas en bruto que no hayan sufrido ataques químicos (p.e. con ácidos) para aumentar su solubilidad. Algunas materias, a pesar de ser productos sintéticos (producción artificial de compuestos químicos) como la urea o el nitrato de Chile, están autorizadas por ser muy solubles en el suelo, exactamente igual que los nitratos o la urea de síntesis química. También están autorizados los ácidos húmicos y fúlvicos.

- Fosfato natural blando
- Fosfato aluminocálcico
- Escorias de defosforación
- Sal potásica en bruto (por ejemplo kainita, silvinita, etc.)
- Sulfato de potasio con sal de magnesio.
- Carbonato de calcio de origen natural (por ejemplo: creta, marga, roca calcárea molida, arena calcárea, creta fosfatada, etc.).
- Carbonato de calcio y magnesio de origen natural (por ejemplo. creta de magnesio, roca de magnesio calcárea molida, etc.).
- Sulfato de magnesio (por ejemplo: kieserita)
- Solución de cloruro de calcio
- Sulfato de calcio (yeso)
- Cal industrial procedente de la producción de azúcar
- Azufre elemental
- Oligoelementos.  
Hierro, Cobre, Molibdeno, Manganeso, Zinc, Boro, como sales o como quelatos.  
El Calcio y el Magnesio no se consideran oligoelementos, y no están autorizados en esta forma.
- Cloruro de sodio
- Polvo de roca

### **2.2.2 ABONO DE ORIGEN ORGÁNICO**

- Estiércol.
- Estiércol desecado y gallinaza deshidratada.
- Mantillo de excrementos sólidos de animales incluida la gallinaza y estiércol compostado.
- Excrementos líquidos de animales (estiércol semilíquido, orina, etc.).

La normativa permite el estiércol y el purín de ganado convencional sólo si procede de una ganadería extensiva. Prohíbe el procedente de ganadería intensiva, es decir, aquélla de estabulación permanente en cuyo estiércol no se emplea cama y se deja acumular y pudrir en fosas.

- Residuos domésticos compostados o fermentados  
La normativa permite el compost obtenido de restos domésticos sólo si éstos proceden de un sistema de recogida selectiva. La cantidad de metales pesados que se permite está severamente limitada. El compost que no proviene de recogida selectiva tiene contenidos inaceptables de metales pesados.
- Turba
- Arcillas (perlita, vermiculita, etc.)
- Mantillo procedente de cultivos de setas
- Deyecciones de lombrices (humus de lombriz) e insectos
- Guano  
Por este producto se entienden los excrementos de aves marinas recogidos en la costa del Pacífico
- Mezclas de materias vegetales compostadas o fermentadas.  
Están autorizados los ácidos húmicos o fúlvicos sólo si proceden de fermentación.
- Productos o subproductos de origen animal  
Materias tales como harinas de sangre, pescado, huesos o plumas. No están autorizados los hidrolizados de proteínas, ni los aminoácidos.
- Productos y subproductos orgánicos de origen vegetal para abono por ejemplo: harina de tortas oleaginosas, cáscara de cacao, raicillas de malta, etc.
- Algas y productos de algas  
Los extractos de algas se usan ampliamente en agricultura ecológica por que son una fuente natural de calcio adecuada para corregir las aguas con exceso de salinidad.
- Aserrín y virutas de madera.
- Mantillo de cortezas
- Cenizas de madera  
Para estas tres materias procedentes de madera se exige que éstas no hayan sido tratadas
  - Vinaza y extractos de vinaza.

### **USO DE MATERIALES INORGANICOS Y COMPOSICION DE MATERIAL ORGANICO.**

(Fuente: Diagnostico del estado nutricional de los cultivos, edición 1993)

**TABLA # 1**

MATERIALES INORGANICOS	
NOMBRE	USO
UREA	Incrementa el contenido de Nitrógeno
CAL	Eleva el pH y promueve la formación de agregados.
SUELO	Introduce cepas de microorganismos útiles, absorbe sustancias volátiles

**TABLA # 2**

MATERIALES ORGANICOS			
NOMBRE	% N	% C	% C/N
Orina Humana	16	13	0.8
Pasto Fresco	4.0	48	12
Estiércol	1.7	46	27
Residuos frescos de jardinería	2.0	40	20

## **2.3 APLICACIÓN, PROPIEDADES Y APROVECHAMIENTO DEL ABONO.**

### **2.3.1 APLICACIONES DEL ABONO**

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

La aplicación de abono es según la época en la que se aporta a la tierra y el cultivo, pueden encontrarse dos tipos de compost:

- Compost maduro. Es aquel que está muy descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que el compost joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.
- Compost joven. Está poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de compost (patata, maíz, tomate, pepino o calabaza).

La elaboración de mantillo o compost está indicada en los casos en que la transformación de restos de cosechas en el mismo lugar es complicada, debido a que:

- Existe una cantidad muy elevada de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente.
- Se trata muchas veces de residuos muy celulósicos, con una relación C/N alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo.
- Se trata de suelos con escasa actividad biológica y en los que el proceso de humificación va a resultar lento.

### **2.3.2 PROPIEDADES DEL ABONO**

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) o capacidad de retención de elementos fertilizantes en el suelo y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que ellos viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

### **2.3.3 APROVECHAMIENTO DEL ABONO**

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo.

La composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles varía mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno.

### **2.3.4 CARACTERISTICAS GENERALES DEL ABONO.**

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo de bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces., por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por mas tiempo en el suelo
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantines. El humus aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a la planta.
- Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la de la microflora y microfauna del suelo.

- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Aporta e incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.

**TABLA # 3**  
**COMPARACIÓN ENTRE LA UTILIZACIÓN DEL ABONO Y LOS**  
**AGROQUÍMICOS.**

( Fuente: Programa de entrenamiento en agronomía” arco iris”)

	<b>ABONO (COMPOST)</b>	<b>ABONOS INORGANICOS</b>
<b>DOSIS DE APLICACIÓN.</b>	A mayor cantidad, mayor beneficio.	En dosis excesivas hay graves perjuicios.
<b>VENCIMIENTO.</b>	Cuanto más viejo más nutritivo.	Tiene corta vida útil.
<b>ACIDEZ /ALCALINIDAD.</b>	Lleva el ph del suelo hacia lo neutro (pH=7).	Acidifica o alcaliniza el suelo según la sal usada.
<b>ESTRUCTURA DEL SUELO.</b>	Hace el suelo mas suelto y mejora la aireación.	Genera apelmazamiento del suelo.
<b>NUTRIENTES.</b>	Están equilibrados	Hay poco aporte de microorganismos.
<b>BENEFICIOS.</b>	A corto, mediano y largo plazo.	A corto plazo hay mejoras. A mediano y largo se debilita el suelo y se hace dependiente de nuevos aportes.
<b>MICROORGANISMOS</b>	Aporte de millones de microorganismos beneficiosos	No aporta, y por cambios de pH se desarrollan los perjudiciales.
<b>ECOLOGIA</b>	El abono es un producto a partir del excremento de la gallina y cáscara de arroz.	Producen desertificación del suelo y contaminación del agua.
<b>COSTOS</b>	Mayor costo al iniciar el abonado pero disminuye con el tiempo.	Es barato, pero se hace dependiente de continuas aplicaciones.

## **2.4 ETAPAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN.**

### **2.4.1 ETAPAS DEL PROCESO ANAEROBICO.**

El proceso anaeróbico se realiza en cuatro etapas:

- **SOLUBILIZACION O HIDRÓLISIS.**

Los substratos complejos como celulosa, proteínas, lípidos, etc. Son hidrolizados en compuestos solubles azucares, aminoácidos y grasas por la acción de enzimas extracelulares de las bacterias.

- **ACIDOGENESIS**

Los compuestos solubles son fermentados a ácidos grasos volátiles, alcoholes, hidrogeno y CO<sub>2</sub>. Esta etapa se la conoce como también como etapa fermentiva.

- **ACETANOGENESIS**

Ocurren cuando las bacterias acetanogenicas oxidan el acido propionico y butírico hasta acido acético e hidrogeno que son los verdaderos substratos metanogenicos.

- **METANOGENESIS.**

Es cuando el acido acético y el hidrogeno son tomados dentro de las células bacteriales metanogenicas convirtiéndolos en metano y excretándolos fuera de la célula.

### **2.4.2 CLASIFICACIÓN DE LAS REACCIONES DE FERMENTACIÓN SEGÚN EL AGENTE**

Hay dos clases bien definidas que son:

- **FERMENTACIÓN MICROBIANA**

Promovidas o catalizadas por microorganismos. La reproducción de los microorganismos conlleva a que la reacción tenga un comportamiento autocatalítico siendo la concentración de los microorganismos variable. Dentro de este tipo de reacción hay 2 clases bien definidas:

- Cultivos de tejidos o macroorganismos (células vegetales y animales).
- Reactores microbianos en sí (cultivo de microorganismos).

## - REACCIONES ENZIMÁTICAS

Catalizadas por enzimas, el agente catalítico no se reproduce y cuando se opera discontinuamente este permanece constante.

### 2.4.3 CLASIFICACIÓN DE LAS REACCIONES DE FERMENTACIÓN SEGÚN EL CONSUMO DE OXÍGENO.

#### - *Aeróbicas*

Aquí los microorganismos necesitan de oxígeno para poder sobrevivir. Por ejemplo la reacción de transformación de la glucosa



#### - *Anaeróbicas*

Aquí los microorganismos no necesitan de oxígeno para su supervivencia. Por ejemplo la reacción de transformación de la glucosa por vía glucolítica



### 2.4.4 ETAPAS DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

El proceso de composting o compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- **MESOLÍTICO.** La masa de la gallinaza está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

- **TERMOFÍLICO.** Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

- **DE ENFRIAMIENTO.** Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

- **DE MADURACIÓN.** Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

## **2.4.5 PARÁMETROS DEL PROCESO ANAEROBICO.**

El proceso de tratamiento anaeróbico de la materia orgánica requiere de las siguientes condiciones:

### **1. pH.**

Es un factor muy importante porque determina la inhibición de las bacterias metanogénicas, así como la presencia de ácidos tóxicos para las mismas cuando el pH es inferior a 6.0. Se recomienda mantener el pH en el digestor entre 6.5 y 7.5

El pH es función de la concentración de CO<sub>2</sub> en el gas, de la concentración de ácidos volátiles y de la propia alcalinidad de la materia prima. Cuando desciende el pH la eficiencia de la biodigestión decae. Para ajustarlo se puede utilizar cal, carbonato de sodio o hidróxido de amonio.

### **2. TEMPERATURA**

De acuerdo a la temperatura, los ambientes anaeróbicos pueden dividirse en tres categorías: (Microbiología industrial de Prescott)

Psicrofilicos: 0 – 20°C

Mesofilicos: 20 – 45°C

Termofilicos: 45- 97°C

### **3. TIEMPO DE RETENCION**

Es el periodo de tiempo que permanece una cantidad dada de materia orgánica dentro del sistema para alcanzar la degradación y está directamente relacionada con la temperatura ambiental, el tipo de sustrato usado y de la cantidad de sustrato disponible para la mezcla por día.

Generalmente, cuando la temperatura ambiente es alta, se puede aplicar un tiempo de retención corto, por ejemplo de 15 a 30 días, siempre y cuando se disponga de suficiente material orgánico diario. Si la temperatura ambiente es baja, deben aplicarse tiempos de retención más largos, por ejemplo de 30 a 60 días.

### **4. RELACION CARBONO/NITROGENO.**

Esta relación es el número obtenido al dividir la cantidad de carbono entre la cantidad de nitrógeno presentes en un material dado. Las relaciones C/N para diferentes sustancias orgánicas han sido tabuladas y mediante una consulta a las

tablas correspondientes se pueden hacer combinaciones apropiadas de materiales orgánicos, o bien saber que valor tiene un substrato dado.

Por lo general se acostumbra trabajar con substratos que contengan relaciones de C/N en el intervalo de 20 a 30. El uso de materiales con relaciones más altas implican el riesgo de que el digestor no funcione correctamente o de que su producción sea muy baja. Tanto el carbono como el nitrógeno son indispensables para el proceso fermentativo dentro de digestor, pero su adecuada proporción influye en el correcto funcionamiento del proceso de fermentación.

## **5.- PRESENCIA DE AMONIACO**

Este parámetro cobra importancia cuando se utilizan materiales que contienen un alto porcentaje de Nitrógeno como es el caso de la gallinaza o estiércol de aves. Para un correcto funcionamiento los niveles dentro del sistema deben mantenerse por debajo de los 2000 mg/lit.

## **6.- CONCENTRACION DE SÓLIDOS.**

Es importante una buena disolución en agua. Si la mezcla es muy viscosa impide el crecimiento microbiano. Si la mezcla es de baja viscosidad se reduce la capacidad de fermentación.

Se recomienda trabajar con mezclas de materia orgánica – agua para digestores continuos en rango del 5% al 10% en peso de sólidos secos y para los de tipos batch de 20% a 30% en peso.

## **7.- INHIBIDORES.**

La presencia de altas concentraciones de metales alcalinos y alcalinotérreos es perjudicial para el proceso anaeróbico. Las concentraciones similares o mayores que 8000mg/lit, 120000 mg/lit, 8000 mg/lit y 3000 mg/lit, de sodio, potasio, calcio, y magnesio respectivamente son altamente inhibitoras.

Cuando la concentración del amoniaco es de 1500 mg/lit a 3000 mg/lit, y el rango del pH esta entre 7.4 y 7.6 este se vuelve inhibidor.

A concentraciones superiores a 3000 mg/lit, el agente toxico es el Ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y no importa el valor del pH.

Los sulfuros de metales pesados precipitan y son insolubles por lo cual no son tóxicos para los microorganismos. Los sulfuros solubles en concentraciones superiores a 2000mg/lit, son altamente tóxicos.

Bajas concentraciones de sales solubles de zinc, cobre y níquel son bastantes toxicas. El cromo (+VI) es también toxico pero normalmente se encuentra como cromo (+III).

## 2.5 CLASES DE MATERIA PRIMA.

### 1.- GALLINAZA

Los distintos tipos de gallinaza dependen del sistema de recogida de los excrementos:

- **EN POZO.** Se trata de la forma más antigua, en la cual los excrementos caen a unos canales o vías de recogida y desde ahí se transportan hacia un gran pozo de almacenaje situado en un extremo de la explotación. Cuando el pozo está lleno se vacía su contenido, habiendo permanecido los residuos ese tiempo en condiciones anaerobias. El subproducto se obtiene con una humedad del 75-80%.
- **EN CINTAS.** Este método, más moderno, consiste en recoger la gallinaza en unas cintas transportadoras que se moverá cuando el avicultor lo desee. Si el residuo permanece mucho tiempo dentro de la granja los niveles de amoníaco pueden ser muy elevados. La humedad del producto obtenido es algo menor (65-75%) debido al proceso de secado que experimenta de forma natural.
- **EN CINTAS con sistema de secado.** Como el anterior pero haciéndolo pasar por un conducto por el que se pasa una corriente de aire. Así se obtiene la gallinaza en forma de bolas, más manejable (humedad del 45-50%).
- **EN CUBAS.** Se suele utilizar este sistema para menores producciones. Una vez el residuo se halla en las cubas estas son almacenadas en un lugar de específico de la explotación esperando su destino final.

### 2.- CASCARILLA DE ARROZ

La cascarilla de arroz, por sus características químicas, presenta un carácter hidrófilo (absorbe agua), es decir, tiene afinidad con el agua, presentando un 10 por ciento de humedad. Asimismo la matriz polimérica demuestra un carácter hidrofóbilo, una mala compatibilidad con la humedad. El reto consiste en poder compatibilizar químicamente la cascarilla de arroz con la matriz.

Si consideramos que la cascarilla de arroz no presenta propiedades nutritivas significativas, que presenta un alto contenido de Dióxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ), lo cual lo hace imposible de ingerir como alimento, además de contener un bajo contenido de celulosa (40% aproximadamente), presenta un valor nulo por ser desecho y no se le ha dado un uso adecuado para conferirle un valor agregado y por esto existe la factibilidad de poder utilizarlo como carga o relleno en una matriz polimérica.

## **2.6 MÉTODOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ABONO.**

### **2.6.1 TIPOS DE BIODIGESTORES**

#### **2.6.1.1 BIODIGESTORES CONVENCIONALES**

Los biodigestores convencionales son utilizados generalmente para tratar sustratos concentrados con alto contenido de sólidos como el estiércol de bovino, porcino y otros materiales orgánicos como desechos vegetales y mezclados entre sí, que se degraden con tiempos de retención superiores a los 20 días.

#### **2.6.1.2 BIODIGESTORES DE ALTA TASA.**

Los biodigestores de alta tasa son utilizados para tratar aguas residuales diluidas con contaminantes solubles, como agua mieles de café, vinazas, domesticas, etc... Estos sistemas trabajan con tiempos de retención relativamente cortos (6 – 72 hora), debido que poseen un lecho de biomasa activo que soporta altas cargas orgánicas.

El los sistemas de alta tasa se encuentran los reactores anaeróbicos de flujo ascendente con manto de lodos, filtros anaeróbicos, reactores híbridos, lechos fluidizados, etc.

#### **2.6.2 DIGESTION ANAEROBICA DE LA GALLINAZA.**

##### **TIEMPO REQUERIDO PARA LA FERMENTACION.**

La producción del abono y del biogás no es rápida. Las bacterias se pueden tomar entre 10 y 40 días en el proceso. Al inicio siempre la producción será lenta debido a que se necesita que el crecimiento poblacional de las bacterias sea lo suficiente para que se de una acelerada digestión de la materia orgánica.

#### **2.6.3 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION DEL BIODIGESTOR**

##### **a.- ACONDICIONAMIENTO PREVIO DEL SUSTRATO.**

Como ya se ha especificado, para el caso de la gallinaza con un contenido promedio de 30% de contenido en agua, es necesario diluir la carga o sustratos antes de su ingreso al digestor, sin embargo en caso de mezclas con otros tipos de materiales orgánicos se recomienda llevar a dilución hasta que la mezcla tenga un contenido entre 5 y 10% de parte sólida.

Como parte de preparación de la carga, la gallina debe ser triturada antes de su ingreso al digestor, este tratamiento favorece al proceso de descomposición y fermentación bacteriana y lo vuelve más rápido y eficiente debido a que los

componentes de la materia orgánica están en condiciones más expuestas y sensibles al ataque bacteriano.

#### **b.- CARGA DEL BIODIGESTOR**

Aun cuando el montaje de un biodigestor requiere de técnicas sencillas, se debe tener un especial cuidado en la operación y mantenimiento del mismo

Las bacterias productoras de metano no pueden sobrevivir en presencia de oxígeno, la cantidad de aire que ingresa al momento de cargar el sustrato a la cámara tiene una relación directa con el tiempo en que empieza el proceso de fermentación bacteriana.

Durante este tiempo, que puede durar entre 10 días o más, el oxígeno presente es utilizado por las bacterias aeróbicas para producir dióxido de carbono, luego de que todo el oxígeno es consumido por las bacterias aeróbicas empiezan su fase de reproducción y por ende la generación de gas metano. una condición inadecuada de carga del sustrato puede ocasionar el ingreso de gran cantidad de aire (oxígeno) y por consiguiente elevar la porción de dióxido de carbono en el biogás, el cual por ser no inflamable, le resta poder calorífico.

#### **c.- NUTRIENTES.**

El sustrato o carga orgánica debe tener un adecuado contenido de nitrógeno para el desarrollo de las bacterias. La cantidad relativa de carbono presente no debe exceder a 30 veces el contenido de nitrógeno. Relaciones Carbono/ Nitrógeno entre 20:1 y 30:1 son las más adecuadas.

#### **d.- MEZCLADO**

Para una máxima producción de gas, el material fermentado debe ser agitado al menos dos veces al día para romper la capa o "nata" de espuma e impurezas que se forma en la superficie líquida.

#### **e.- ACIDEZ**

Durante la digestión, los ácidos pueden acumular y matar a las bacterias. En caso de un descenso del pH por debajo de 6.0 se puede añadir algún álcali (carbonato de sodio) para neutralizar la acidez.

## **2.6.4 PRODUCTOS OBTENIDOS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBICA**

### **2.6.4.1 BIOABONO**

Como bioabono se define al residuo obtenido del proceso de digestión anaeróbica. Durante este proceso se remueven los gases generados (biogás), los cuales representan entre el 35 – 50% de los compuestos orgánicos volátiles de la biomasa original. En general, la masa del sustrato de alimentación (afluente) es reducida en un 2% a través del proceso.

La viscosidad de la mezcla del sustrato disminuye significativamente porque los sólidos volátiles son reducidos hasta en un 50% durante la estabilización del proceso de fermentación y por la hidrólisis de muchos constituyentes orgánicos.

Durante el tiempo de retención casi todas las sustancias con olor son completamente dirigidas dando como resultado un efluente relativamente inodoro lo cual constituye una ventaja en su manipulación pues no atrae moscas, roedores u otras plagas.

Todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas tales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio y otros elementos traza esenciales son preservadores en el efluente. Esta condición le da la característica relevante como abono natural.

### **2.6.4.2 BIOGAS**

Biogás es término utilizado para denominar la mezcla de gases compuesta principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), y trazas de Nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), sulfuro de Hidrógeno ( $\text{SH}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) entre otros.

La cantidad presente de cada uno de los componentes varía de acuerdo al tipo de sustrato utilizado y condiciones de digestión dentro del biodigestor.

El componente combustible del biogás es el metano, un gas no tóxico que posee un ligero más no agradable olor, pero si las condiciones de digestión producen una cantidad importante de gas sulfhídrico, el gas tendrá un olor característico desagradable.

## 2.7 UTILIZACIÓN DE MICROORGANISMOS.

Los microorganismos se usan como cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculado al suelo. su aplicación es como:

- a) **Corrector de salinidad:** al tener funciones de intercambio de iones en el suelo y aguas duras, facilita el drenaje y lavado de sales tóxicas para los cultivos (Sodio y Cloro).
- b) **Desbloqueador de suelos:** pues permite solubilizar ciertos minerales tales como la cal y los fosfatos.
- c) **Acelerador de la descomposición de los desechos orgánicos** (Compost, Bocashi, Vermicompost) por medio de un proceso de fermentación.

### 2.7.1 UTILIZACIÓN DE MICROORGANISMOS ANTAGÓNICOS

Se hace empleando generalmente bacterias y hongos para que reduzcan la actividad, la eficacia o la cantidad de inóculo del agente fitopatógeno mediante mecanismos como la antibiosis, la competencia, la predación o hiperparasitismo.

Para lograr que los microorganismos trabajen eficientemente en el proceso de descomposición se requiere suministrar aire para lo cual se debe hacer lo siguiente:

- Remover la gallinaza a compostar por lo menos semanalmente.
- Evitar que la pila o ruma sea demasiado grande.
- Mantener una humedad óptima (70-80% de humedad).
- Mantener el equipo de preferencia en la sombra.

### 2.7.2 USO DE MICROORGANISMOS ENTOMOPATÓGENOS

Utilizamos ciertos microorganismos que desencadenan enfermedades en los artrópodos y finalmente producen su muerte: virus, bacterias, hongos, nemátodos y protozoos. Este tipo de microorganismo también se los conoce como insectos productores o causantes de enfermedades, y ayudan a la descomposición del material orgánico, en general.

### 2.7.3 USO DE ENTOMÓFAGOS

Se trata del uso de artrópodos parásitos o parasitoides de otros artrópodos que afectan negativamente a nuestros cultivos. Todos estos tipos de bacterias ayudan a compostar el material orgánico en descomposición.

## 2.8 TIPOS

### 2.8.1 LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

1) **BACTERIAS ACIDO LACTICAS:** producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium sp.* Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.

2) **LEVADURAS:** Degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores.

3) **BACTERIAS FOTOSINTETICAS:** pueden fijar el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.

4) **ACTINOMICETOS:** Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

### 2.8.2 MÉTODO DE SIEMBRA MICROBIOLÓGICA.

1. Se toman 10 gramos de la muestra a testar, los cuales se diluyen en condiciones de esterilidad en 90 ml de agua destilada estéril.

2. Se agita la muestra por 5 minutos, hasta lograr una buena suspensión del suelo en el solvente.

3. Con una pipeta estéril de 10 ml se añade esa cantidad a la próxima dilución, así sucesivamente, hasta la dilución deseada.

4. Sembrar las diluciones predeterminadas anteriormente según el grupo fisiológico a determinar. En el caso de la siembra por el método de viables se realizó por triplicado y se sembrará 1 ml a profundidad, en este caso se añadió el medio de cultivo con una temperatura que lo soporte la mejilla del microbiólogo, una vez añadido se agitó la placa horizontalmente 5 veces a la derecha y 5 veces a la izquierda, teniendo cuidado de forma que no se bote el agar fundido.

5. Incubación:

Agar nutritivo: 37 °C

Agar Rosa de Bengala con estreptomicina: 37 °C

Agar Caseína: 37 °C

Agar extracto de suelo: 30 °C

Agar Ramos Callao: 30 °C

Watanabe: 37 °C

### **2.8.3 EVALUACIÓN DE POBLACIONES MICROBIOLÓGICAS EN LOS MEDIOS DE CULTIVO.**

- Agar nutritivo: a las 48 horas, se contabilizó las colonias emergentes.
- Agar Rosa de Bengala con estreptomicina: 48 horas, se contabilizó los hongos filamentosos.
- Agar Caseína: a las 72 horas, se contabilizó los actinomicetes emergentes.
- Agar extracto de suelo: a los 10 días, se contabilizó los microorganismos que mostraban halo de solubilización de la carboximetil celulosa.
- Agar Ramos Callao: a las 72 horas, se contabilizó los microorganismos que presentaron halo de solubilización del fosfato fijado.
- Watanabe: a los 10 días. Se contabilizó las diluciones que tengan halo de nitro fijación.
- B de King, SX y DMS: a las 48 horas se contabilizó las colonias emergentes.

## **2.9 APLICACIÓN.**

Por su composición nitrogenada se puede emplear como productos directo al suelo, o como tierra de campo en la preparación de fertilizantes sólidos.

Es un producto sólido, que para su aplicación, puede ser colocado directo al suelo o ser diluido como cualquier fertilizante, es totalmente estable en condiciones normales y es compatible con otros productos químicos. Este tipo de abono, da a las plantas color verde oscuro, promueve el crecimiento rápido y aumenta la producción

Este producto no presenta el fenómeno de bioacumulación, es decir sus envases vacíos no retienen residuos químicos. Este tipo de abono es un producto no contaminante, no acidificante, por tener un pH de 6.5, el cual esta en condiciones optimas para el suelo. (Programa de entrenamiento en agronomía “arco iris”)

### **2.9.1 EFECTOS DEL ABONO EN EL SUELO.**

- Estimula la diversidad y actividad microbial en el suelo.
- Mejora la estructura del suelo.
- Incrementa la estabilidad de los agregados.
- Mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.
- La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la de los microbios patógenos a las plantas como los nemátodos.
- Contiene muchos macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- Provoca la formación de humus, complejo más estable de la materia orgánica que se encuentra sólo en el suelo y es el responsable de su fertilidad natural.

## **CAPITULO III**

### **ESTUDIO DE LA MATERIA Y SUMINISTROS**

#### **3.1 GALLINAZA: GENERALIDADES.**

La gallinaza es una mezcla que está compuesta por las deyecciones de las gallinas con los materiales que se usan para cama y en algunas veces con cal en pequeña proporción (si ésta es utilizada sobre el piso para mantener unas condiciones sanitarias permisibles en los corrales) en los gallineros, siendo un abono muy estimados por su elevado contenido en elementos fertilizantes.

La gallinaza fresca es muy agresiva a causa de su concentración en nitrógeno y para mejorar el producto conviene que se composte en montones (al igual que la palomina). Con más razón se comportará si procede de granjas intensivas, mezclándose con otros materiales orgánicos que equilibren la mezcla, enriqueciéndolo si fuera necesario con fósforo y potasio naturales.

En algunas ocasiones se aconseja rechazar el estiércol procedente de la cría industrial de pollos y gallinas debido a que frecuentemente contiene residuos antibióticos.

Respecto a la composición de la gallinaza, es una tarea realmente complicada debido a la variabilidad con la que se pueden presentar los residuos de excrementos de animales. En primer lugar influirá el tipo de animal, pero además lo hará el tipo de alimentación del mismo, así como su edad, el clima, etc. Gran parte del nitrógeno, fósforo y potasio que son ingeridos por los animales estarán presentes en sus residuos. De esta forma se hace referencia a la capacidad digestiva del animal, ya que en caso de aparecer el 100% del elemento en el residuo se podrá asumir que nada es retenido y, por tanto, asimilado. En la gallinaza este hecho es agudo. Los valores para el N, P y K son de alrededor de 1.51%, 1.88% y 0.95% respectivamente, lo que indica claramente el pobre rendimiento digestivo de estos animales.

Los excrementos pueden ser líquidos y sólidos y recogerse de distintas formas: si se recoge junto a la cama (vegetales, paja, aserrín, etc.) se tendrá estiércol sólido, mientras que si se hace mediante lavado, como se tiende a hacer ahora, lo que se obtendrá es un residuo líquido denominado purín.

Con una estimación de 150 g de residuos por gallina al día, se obtiene una cantidad de aproximadamente 30000 toneladas de este particular residuo al año. El verdadero problema nace cuando estos residuos se generan en un pequeño espacio (una granja de producción intensiva) que se encuentra relativamente cerca de algún núcleo poblacional.

El mayor problema es, sin duda, el olor. La gallinaza fresca contiene una serie de compuestos (tales como el SH<sub>2</sub> y algunos compuestos orgánicos) que causan un verdadero perjuicio a las personas que habitan en las proximidades.

**Tabla # 4**  
**PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICA DE LA GALLINAZA**  
(Fuente: Preparación de compostaje industrial y artificial)

Composición físico química de la gallinaza:

Densidad	0.55
% N <sub>total</sub>	1.83
% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.9
% k <sub>2</sub> O	1.09
pH	4.5
% C	20
C / N	11
<b>DOO</b>	<b>&lt; 700 mg/gr., peso seco</b>

## 3.2 PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICA DE LOS SUMINISTROS

### 3.2.1 LECHE

La leche es una mezcla líquida que contiene proteínas las cuales son moléculas orgánicas formadas por carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno. También pueden contener átomos de azufre. Las proteínas están formadas por aminoácidos que se unen entre sí formando polipéptidos. El abono necesita de aminoácidos especialmente metionina y cistina.

La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en la forma de proteína. Los bloques que construyen a todas las proteínas son los aminoácidos. Existen 20 aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas. El orden de los aminoácidos en una proteína, se determina por el código genético, y le otorga a la proteína una conformación única. Posteriormente, la conformación espacial de la proteína le otorga su función específica.

La concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche-cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína.

**TABLA # 5**  
**CONCENTRACIONES MINERALES Y VITAMÍNICAS EN LA LECHE**  
**(MG/100ML)**

(Fuente: Microbiología industrial de Prescott)

MINERALES	mg/100 ml
Potasio	138
Calcio	125
Cloro	103
Fósforo	96
Sodio	58
Azufre	30
Magnesio	12
Minerales trazas <sup>2</sup>	<0,1

### 3.2.2 MELAZA

La miel final o melaza es un líquido denso y viscoso de color oscuro producto final de la fabricación o refinación de la sacarosa procedente de la caña de azúcar.

Tipos de Uso:

- **Destilerías:** Como materia prima en la elaboración de sus productos, para este fin la melaza debe cumplir con los siguientes parámetros:

Azúcares totales > 48%

Sólidos totales (Brix) > 85 °

- **Ganadería:** Consumo directo para el ganado
- **Alimentos concentrados para animales:** Como fuente de carbohidratos y como agente aglutinante.

**TABLA # 6**  
**COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LA MELAZA**  
(Fuente: microbiología de prescott)

<b>Componente</b>	<b>Miel de caña</b>
Agua (%)	15-20
Materia orgánica (%)	74
Sacarosa (%)	32
Glucosa (%)	14
Fructosa (%)	16
Azúcares totales (%)	62
Nitrógeno total (%)	0.50
Proteína Kjeldahl (%)	3.2
Ceniza (%)	12.4

### **3.2.2.1 IMPORTANCIA DE LA LECHE Y MELAZA EN LA FERMENTACION**

Suelen usarse diversas materias como solución nutritiva, lo importante es que contengan los elementos indispensables para conservar la vida de los microorganismos; ellos son los carbohidratos, nitrógeno y sales adecuadas propias para cada organismo.

Otra alternativa para la fermentación es la leche o el suero de éste. Este tiene diferentes efectos sobre el proceso, dado por el incremento de la producción de levadura aproximadamente 0.5 toneladas por día de producción aumentando un 0.29 % del por ciento reduciendo el ciclo fermentativo en una o dos horas.

El azúcar presente en la melaza se encuentra fundamentalmente como sacarosa, glucosa y fructosa almacenadas. En su composición están presentes los no azúcares orgánicos e inorgánicos, entre los que se pueden citar los compuestos nitrogenados, ácidos, aminoácidos, albúminas, vitaminas, ceras, esteroides, lípidos, sales minerales o cenizas etc.

**TABLA # 7**  
**SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES.**

( fuente: preparación del compost artificial e industrial)	
Materia prima	Contenido de Nitrógeno
Cascarilla de arroz	0,5%
Pulpa de remolacha	1,5%
Pulpa de papa	1,0%
Melaza	0,5%
Cascarilla de algodón	1,0%

### **3.2.3 AGUA.**

El agua constituye un parámetro de mucha importancia, tanto para el tratamiento anaeróbico como aeróbico.

Para nuestro tratamiento anaeróbico, la mezcla de la gallinaza con los otros componentes, debe ingresar al reactor con una humedad de un 80 a 85% (microbiología industrial de Prescott). Se le añade agua dependiendo de la humedad que contenga la gallinaza.

La humedad de la gallinaza depende de cuantos días tenga de recogida y si no ha sido expuesta al sol.

El agua ayuda a elevar el Ph de la mezcla, ya que la gallinaza, se encuentra con un ph de 5.5 además ayuda a que las bacterias Mesófilas presentes en el proceso se le alargue el tiempo de sobrevivencia.

### **3.2.4 CARBONATO DE CALCIO.**

El carbonato de calcio, conocido industrialmente como yeso, es utilizado como un excipiente en la preparación y formulación de fertilizantes agrícolas y acuícola.

Es utilizado por la industria por varias razones, las más importantes es por su bajo costo y además no tiende a reaccionar con ningún tipo de elemento presente en el abono.

En la preparación de nuestro abono se lo utilizó, para regular el ph, ya que tiene un ph de 8.3, el mismo que ayuda a incrementar el Ph del abono final, y lo deja un Ph optimo recomendado para suelo que es de 6.5 a 7 (Diagnostico del estado nutricional de los cultivos)

#### **3.2.4.1 FACTORES QUIMICOS**

El abono es un coloide que posee una gran capacidad de absorción de nutrientes es decir los elementos macro y microelementos, que quedan adheridos a las partículas de humus (miscelas) y pasan al agua del suelo cuando la planta lo

requiere. Del mismo modo cuando se encuentran en exceso, se adhieren a la miscela. Facilita la absorción del ácido fosfórico.

Por sus propiedades coloidales, influye positivamente en las características físicas del suelo, de manera particular en su estructura que resulta notablemente mejorada. Aumenta además el poder de retención del agua.

Mejora notablemente las características químicas del suelo, no solo por los elementos nutritivos, sino también por el elevado contenido de ácidos húmicos y fúlvicos.

Facilita la solubilización de los elementos nutritivos minerales contenidos en compuestos insolubles.

### **3.2.4.2 FACTORES FISICOS**

En suelos sueltos, arenosos, proporciona una mayor retención de agua evitando el lixiviado, es decir el lavado de los nutrientes.

En suelos pesados, arcillosos, el humus envuelve las partículas de arcillas transformándolas en miscelas que retienen nutrientes. Impide la agrupación de las partículas de arcilla, lo que facilita la distribución de agua y aire.

Las plantas presentan notables mejoras, sean en su crecimiento como en la resistencia a las enfermedades. Además mejoran notablemente las condiciones organolépticas de los productos obtenidos de los cultivos.

Aumenta el poder absorbente del suelo especialmente sobre el nitrógeno y el potasio, por lo cual los nutrientes son difícilmente lavados y se mantienen a disposición de los cultivos.

### **3.2.4.3 FACTORES BIOLÓGICOS.**

Proporciona la fuente de energía para la actividad de toda la flora microbiana. El nitrógeno sufre transformaciones hasta llegar a la mineralización, a causa de los microorganismos y el humus.

Los variados elementos nutritivos son transferidos lentamente a la solución circundante del suelo, de este modo las plantas reciben por largo tiempo su acción.

Su elevada carga bacteriana y enzimática permite al suelo degradar más rápidamente compuestos contaminantes que llevan a la esterilidad.

### **3.2.4.4 FACTORES FITOHORMONALES.**

El humus es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos reguladores del crecimiento son:

- La AUXINA, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensionamiento de los frutos.
- La GIBBERELINA, favorece el desarrollo de de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos.
- LA CITOQUININA. Retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la transformación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

### **3.2.4.5 FUNCION DE LOS TRES PRINCIPALES COMPONENTES DEL ABONO.**

Todos los suelos contienen algunos químicos necesarios para el crecimiento de las plantas. Son elementos nutritivos de las plantas los siguientes, Nitrógeno, Fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y en algunos casos el molibdeno.

El Nitrógeno, Fósforo, potasio, se llaman elementos mayores, porque son utilizados en grandes cantidades por las plantas y son elementos que limitan la producción del suelo.

#### **a.- EFECTOS DEL NITROGENO**

El nitrógeno comprende 16 al 18% de las proteínas de las plantas y otros componentes afines. La clorofila, que es la materia colorante verde de las plantas, tiene una estructura compleja de anillos en la cual cuatro átomos de nitrógeno ocupan posiciones de enlace. La penuria de nitrógeno en las plantas es fácilmente visible por el crecimiento reducido y la falta de un color verde saludable.

#### **b.- EFECTOS DEL FOSFORO**

La insuficiencia de fósforo impide la síntesis de estos compuestos con la consiguiente disminución en la actividad de división de las células y de la producción de semillas.

El completo desarrollo de las raíces y de su pronta madurez de las cosechas depende del fósforo.

#### **c.- EFECTOS DEL POTASIO**

No se utiliza en la construcción de los componentes de las células, pero es este desempeña un papel regulador o catalítico: en el transporte de los carbohidratos, en la síntesis de azúcares sencillos, almidón y fibras, en la reducción de los nitratos, etc.

El potasio engendra vigor y resistencia a las enfermedades y es de suma importancia para algunas plantas productoras de almidón y fibra.

### 3.3 EFECTOS TÉRMICOS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN.

El inicio de la descomposición se caracteriza por una elevación apreciable de la temperatura del montón o recogido de la gallinaza. Si todavía no se ha calentado al cabo de unos días de su construcción, ello implica que el montón está mal construido y se ha cometido algún error.

En ocasiones el montón es demasiado pequeño para poder calentarse. Normalmente es difícil conseguir una buena descomposición con montones de volumen inferior a los 1 metros cúbicos, por lo que es preferible fabricar el compost en cajoneras libre de oxígeno en el caso industrial cuando se dispone de poco material.

- El montón se calienta excesivamente (más de 70°C).

En algún caso, como cuando se construyen grandes montones con estiércoles calientes (caballo, oveja, conejo, gallinas), puede ocurrir que la temperatura del montón suba excesivamente.

El manejo adecuado de la temperatura permite a su vez eliminar la mayoría de los microorganismos considerados patógenos, así como desactivar algunos tipos de semillas como lo indica la siguiente tabla:

**TABLA # 8**

(Fuente: microbiología industrial de Prescott)

TEMPERATURAS PARA DESTRUIR ALGUNOS PARASITOS PATOGENOS COMUNES	
ORGANISMO	OBSERVACIONES
Salmonella,sp	Muere en una hora a 55°C
Escherichia Coli	La mayoría muere en una hora a 55°C.
Entamoeba Histolitica	Muere en unos minutos a 45°C
Taenia Saginata	Muere en unos minutos a 55°C
Áscaris Lumbricoides	Muere en menos de una hora a temperatura superior a 50°C

La rápida transformación de la gallinaza, cuando es aplicada directamente, produce un incremento en la temperatura del suelo, que puede ser muy intensa en los primeros periodos por lo que es conveniente aplicarlos cuando el suelo está desnudo y con bastante antelación a la siembra. Como contrapartida, ese incremento térmico actúa como desinfectante del suelo. En esta etapa inicial, que solo dura unos tres días, provoca unas fuertes condiciones reductoras en el suelo, generando una cierta anaerobiosis en las primeras horas después de su aplicación; esta situación resulta favorable para la asimilabilidad del fósforo del que las gallinazas son muy ricas, pero puede provocar una cierta desnitrificación.

### **3.4 RECOMENDACIÓN EN LA UTILIZACIÓN DEL USO DE LA GALLINAZA.**

#### **PATOLOGÍA**

Las enfermedades en los criaderos de gallinas no son muy frecuentes aunque el hábitat de estas puede verse afectado por la presencia de bacterias.

La patología más importante es la intoxicación proteica, provocada por la presencia de un elevado contenido de sustancias ricas en proteínas no transformadas en alimento por las gallinas.

Estas sustancias proteicas en exceso favorecen la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio. Las gallinas ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada. Como medida de control se debe remover la tierra para favorecer la oxigenación y la aplicación de elevadas dosis de carbonato cálcico.

Los desechos de la producción avícola no están aprobados como alimento para ganado lechero, debido a probables problemas sanitarios (gérmenes patógenos, contaminación con antibióticos, etc.)

Entre las principales precauciones a tomar en el momento en que se vaya a recoger la gallinaza para fermentar, podríamos considerar las siguientes:

- Cerciorarnos de que el material está libre de semillas de malas hierbas, caracoles, etc.
- Procurar realizar el acolchado sobre el suelo limpio, es decir, donde no aparezcan hierbas adventicias, plantas asentadas, etc.
- Realizar un binado inmediatamente antes del aporte, que puede servir tanto para mullir la tierra como para ejercer la función de una escarda, eliminando así cualquier rastro de vegetación no deseada.

### 3.5 ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.

Por la gran variabilidad en la composición química de los distintos tipos de gallinazas, es fundamental analizarlas previamente a su utilización. Estas variaciones en la composición química se deben principalmente al origen de la cama, ya sea, de pollos parrilleros o de gallinas, al material utilizado como cama (distintos tipos de cascarillas, aserrín, etc.), al tipo de piso (cemento o tierra) y al tipo de instalaciones, en jaula o directamente sobre el piso.

Aquellas gallinazas con altos contenidos de cenizas (mayores a 30%) deberían ser usadas en muy bajas proporciones, incluso descartarse, ya que pueden afectar las condiciones de fermentación.

En algunas partes, los abonos orgánicos y excrementos son primero estabilizados biológicamente, mediante ensilado aeróbico o fermentación anaeróbica, antes de aplicarse como fertilizante en los estanques. Ambos procesos se fundamentan en la descomposición microbiana controlada de un desecho orgánico; el primero (ensilado) en presencia de oxígeno atmosférico, y el segundo (fermentación) en ausencia del mismo. El objetivo para el uso de esas técnicas de estabilización es, acelerar los procesos de descomposición natural y así, reducir la pérdida de tiempo entre la aplicación del fertilizante y el aumento de la productividad natural. En adición a la producción de subproductos utilizables como la energía calórica (ensilado) y el biogás (mezcla de metano y bióxido de carbono; fermentación anaeróbica), esas técnicas estabilizadoras permiten el uso de desechos agrícolas, los cuáles tendrían un bajo valor como fertilizante en su estado natural o sin descomponerse (pulpa de café, desechos de caña de azúcar, cáscara de arroz.).

**El control de olor** es uno de los intereses primarios en las instalaciones de nuestro equipo de fermentación. La buena gestión del proceso y el quehacer cuidadoso puede reducir los olores si existieran por alguna fuga, pero en muchos casos todavía se requerirá algún método del tratamiento del olor. Hay varias opciones para el tratamiento del olor, incluyendo el químico, la destrucción térmica y la bio filtración. En muchos casos, la bio filtración es la opción más económica y la más efectiva, y que, hoy en día, es de uso generalizado.

**Humedad.** Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica.