

4.3 DESCRIPCION DEL PROCESO.

El proceso comienza utilizando la gallinaza, almacenada en sacos traída directamente de los galpones, en algunas ocasiones se procesa inmediatamente y otras es puesta a secar al sol por dos a tres semanas. Y hay que tener en cuenta que la gallinaza cuando es fresca no tiene tanto malos olores como la que tiene una semana. Pero a partir de este tiempo empieza a descomponerse y de a poco empieza a eliminarse el mal olor.

En este anteproyecto, fue realizado un día después de ser recogida la gallinaza en sacos de 50 kg.

En el caso de la cascarilla de arroz, esto es recogido y almacenado en sacos de 25Kg.

Uno de los puntos importantes para acelerar el proceso de descomposición y fermentación de la gallinaza es tener muy en cuenta la relación C/N y para llegar a estos valores establecidos por normas (Preparación de compostaje artificial e industrial), nosotros lo demostramos por la serie de pruebas preliminares realizadas. Mezclamos homogéneamente la gallinaza y la cascarilla en proporción 2:1, 4.48Kg de gallinaza y 2.22 Kg. de cascarilla de arroz. Al realizar esta mezcla obtenemos una relación C/N de 43.3, que esta dentro de la norma recomendada, lo expandimos con una altura de 0.5 a 0.8 cm. de alto.

Mezclamos en una cubeta el agua con la melaza y la leche (4.48 Kg. de H₂O, 1.23 Kg. de Melaza y 1.49 Kg. de leche), realizamos esta mezcla para disminuir la densidad de la melaza.

Una vez que este mezclado estos tres componentes y por consiguiente haya bajado la densidad de la melaza, es agregado a lo largo de toda la mezcla expandida, y así alcanzar la humedad necesaria para un tratamiento anaeróbico (70 al 85% de humedad, Microbiología Industrial de Prescott).

Debemos de tener presente que al agregarle leche y melaza al abono, además de aportar con aminoácidos importantes (metionina y cistina) y fitohormonas respectivamente, ambos aportan también con 0.5% de Nitrógeno presente en su composición. (Fotoquímica y de Farmacognosia de Jean Bruneton).

Estando ya mezclado todos los componentes realizamos el ajuste de Ph y como aprendimos en las pruebas preliminares durante el proceso de fermentación el Ph tiende a bajar. La gallinaza y la melaza son los dos únicos componentes de nuestro abono con Ph bajos, Ph 5 para la gallinaza y 5.5 para la melaza.

El abono obtenido en este anteproyecto, puede ser utilizado directamente a plantas o también puede ser utilizado como excipiente en la formulación de fertilizante granulares y dependiendo al uso que se le de se regula el Ph.

En este caso, nuestra mezcla final antes de ser colocada al reactor anaeróbico, tiene un Ph de 6.5 y ajustamos el Ph con 15 gr. carbonato de calcio, el mismo que es utilizado porque, no reacciona con ninguno de los componentes, por su bajo costo y tiene un Ph de 8.2. Con la ayuda del carbonato de calcio en la mezcla, tenemos un Ph de 7.1 y es llevado directo al reactor. El Ph de un abono para suelo es de 6.5 y 7. (Manual de compostaje de Ciencias Agrarias).

Una vez colocado el alimento en el reactor, es sellado con silicona para evitar pérdida de gases, y es mezclado dentro del él, con de las paletas de acero inoxidable y por medio del steam le agregamos temperatura por contacto indirecto por cada 48 horas durante 5 a 7 semanas.

La temperatura del abono no puede sobrepasar los 50 grados centígrados, ya que si sobrepasa esta temperatura eliminaría las bacterias Mesófilas presentes en el proceso de fermentación, las cuales son las que no ayuda a descomponer más rápido la gallinaza (Microbiología Industrial de Prescott).

El fermentado se da por culminada a la quinta a séptima semana. El abono esta listo en la quinta semana pero en algunas ocasiones se deja dos semanas mas para que termine de comportarse, el mismo que puede ser aeróbica como anaerobicamente.

Durante el proceso de fermentación vamos obtener gases de N_2 , el cual van a ser dirigidos a un botellón de agua destilada para ser lavados y recuperados, y de esta forma ser utilizado como liquido excipiente, al igual que el Biol. (Liquido lavado en la lombricultura) en la formulación de fertilizantes líquidos.

Una vez que el abono este seco es pasado por una malla para una unificación de tamaño, y de esta forma obtenemos nuestro abono final.

4.5 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Al plantearse la posibilidad de diseñar un proceso que permita eliminar la problemática de la gallinaza a partir de la generación de un bien como puede ser el compost (apreciado fertilizante orgánico) se debe tener claro que además de perseguir un beneficio, evitar un perjuicio. El compost final no es más que un subproducto (real y con valor) de un proceso cuyo objetivo es eliminar un residuo. Por eso, en todo momento se puede pretender que el balance económico resulte positivo.

Se debe tener presente que la finalidad de agregar calor utilizando steam es solamente para activar las bacterias Mesófilas presentes en el proceso, ya que cumplen un rango limitado de temperatura de sobrevivencia (25 a 45°C, Microbiología Industrial de Prescott); y es por esa razón que la prueba final realizada a nivel de laboratorio, colocamos un solo balón de destilación para los dos equipos, ya que se eleva la temperatura muy lentamente, empezando por los 28°C y hasta que llegue la masa a una temperatura de 43.5 que es lo máximo que llegó en lo transcurrido de cuatro horas de calentamiento y mezclado.

Es decir que en todo este tiempo se han activado este tipo de bacterias y han trabajado en la descomposición de la gallinaza. Mientras que si lo hubiéramos calentado directamente al mechero este se hubiera calentado más rápido y tendríamos que tener más cuidado en bajar lentamente la temperatura e ingeniamos como mantenerla a esta constante, para que puedan sobrevivir las bacterias mesófilas.

El material del tanque es de polietileno, pudo haberse construido de acero inoxidable u otro material, pero se eligió de polietileno, ya que este material no reacciona con ninguno de los elementos presentes en el abono y lo mas importante por su bajo costo en comparación con el acero inoxidable, además van a existir presencia de gases, los cuales se los desprecia por existir en pocas cantidades y no afecta en el material elegido.

Cuando se desee realizar un tratamiento anaeróbico semejante a este, siempre es necesario colocar una llave, similar a la nuestra, en la parte inferior del tanque para realizar una toma de muestra por semana y así confirmar que si ya no se eleva la composición del elemento requerido en la fermentación, en este caso el del nitrógeno, significa que el proceso a concluido o va por buen camino.

Se implanto una llave de paso de ¼ de pulgada a un extremo del lado superior para que al final de la fermentación (cinco a siete semanas), sea abierta para obtener los gases de lavado rico en Nitrógeno.

Es necesario recolectar el condensado que sale al final de la línea de vapor, con su respectiva temperatura de salida durante cuatro horas por cada 30 min para realizar un correcto balance de energía.

Se decidió construir dos reactores con distintas cantidades de alimento, pero de la misma composición, para confirmar así de esta forma la prueba preliminar realizada. No importa si el tanque se encuentra en posición vertical u horizontal, siempre y cuando se encuentre en movimiento y no se eleve la temperatura de fermentación, no existe ningún problema, y por consiguiente se obtendrá un abono de similar composición.

Si se desea construir un equipo similar, con las mismas temperaturas o mayores, y que se encuentre mas alejado la tubería del balón de destilación hacia el tanque es necesario cubrir con fibra de vidrio y papel de aluminio el capilar y de forma evitar perdidas de calor.

Cuando se trabaje a nivel industrial con envases de polietileno de un milímetro de espesor, este tiende en algunas ocasiones a sufrir una pequeña deformación, y es por eso que es preferible este tipo de fermentación realizarlas en envases de 2.5 milímetros. Y queda de prueba, ya que el fermentador construido es de este mismo grosor.

4.6 DISEÑO DEL REACTOR

Cuando concluimos nuestras pruebas preliminares, para obtención del abono, nos dimos cuenta que para la sobrevivencia de las bacterias Mesófilas las cuales son las que aceleran la fermentación no necesitábamos de altas temperaturas, ya que estas se activan a de 30 a 45°C (Microbiología Industrial Prescott). Por lo que se decidió realizar 2 reactores.

El equipo que se diseño en ambos casos, para acelerar el proceso de fermentación de gallinaza es de forma cilíndrica de 70 cm de alto, con diámetro de 33 cm con un volumen de 40 Lt, es de polietileno, por lo que no afecta en nada este tipo de material durante la fermentación y por su bajo costo.

Empezamos por describir el reactor horizontal, el cual tiene dos agitadores en formas de paletas de acero inoxidable de 62 cm de largo por 5 cm de ancho; este remueve todo el abono para evitar que se quede adherido a las paredes y ayuda también a que el calor que recibe sea uniforme para todo en su interior. Tiene un sistema de calentamiento indirecto, el mismo que no sobrepasa la temperatura de condensado a 64°C, por medio de capilar en forma de serpentín de 112 cm de largo y 1.2 cm de ancho ubicado en el centro del tanque.

Tenemos un balón pirex de 1200 centímetros cúbicos de capacidad. Este es nuestro medio de calentamiento, que es conectado a las tuberías de vidrio (capilar), para que circule Steam en el interior del tanque y así activar las bacterias Mesófilas. Para evitar que estos capilares tengan una perdida de calor, están forrados en su exterior, antes que ingrese al balón, por lana de vidrio y sostenida a su vez por papel aluminio. Y al final del recorrido del capilar el steam va dirigido al exterior del tanque, para recolectarlo y así realizar el balance de energía respectivo.

En la parte inferior del tanque tenemos colocado una llave de paso de 3/4 de pulgada para realizar cada semana una toma de muestra y así saber como se incrementa la composición de nitrógeno gas en el abono.

En el lado superior derecho del reactor tenemos colocado una llave de paso seguido por una tubería que va dirigido a un balón de 500 cc para lavar gases de Nitrógeno y residuos de CO_2 .

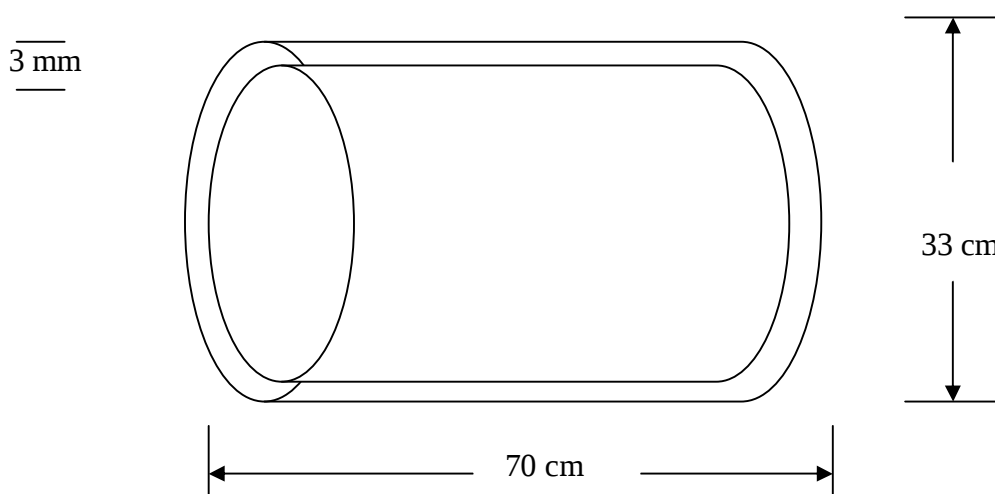
Tenemos colocados dos termómetros en el tanque, uno en la parte inferior, para controlar la temperatura de la masa del abono y así evitar la muerte de las bacterias si sobrepasa la temperatura de sobrevivencia de estas. El otro termómetro esta en la parte superior del tanque el cual mide la temperatura de gas en el interior del tanque. Y por ultimo el reactor tiene un manómetro de escala 0 – 100 para controlar la presión, a pesar que existe casi nada, estas pueden ser conocidas por medio de las temperaturas obtenidas en el reactor y leídas con la ayuda de estas en las tabla de vapor.

Para empezar a describir el reactor vertical, sabemos que es de la misma capacidad que el horizontal. Fue diseñado sin algunas variables en relación al otro reactor, como por ejemplo sin manómetro, sin llave de paso para tomar muestra, y también sin la llave de lavado de gases, y de esta forma comparar los resultados de ambos. Este en cambio tiene un solo agitador de acero inoxidable de 62 cm de largo por 5 cm de ancho, para remover constantemente el abono.

El capilar que tiene en el interior del tanque es de 1.2 cm de ancho por 60 cm de largo. Por ser más corto el recorrido del steam en comparación con el otro, este al cabo de dos horas en adelante la temperatura del condensado es de casi 80°C .

También tiene dos termómetros, uno colocado en la masa del alimento y el otro por encima del alimento del tanque para controlar la temperatura de los gases obtenidos en la fermentación.

En ambos reactores las varillas de aceros contienen el mismo forraje para evitar perdidas de calor.



4.7 PRUEBAS EXPERIMENTALES

4.7.1 PRUEBAS PRELIMINARES REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE LA PLANTA DE FERTILIZANTES LOMAQUIL

4.7.1.1 PRUEBA #1



COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS MUESTRAS

MUESTRA # 1		MUESTRA # 2		MUESTRA # 3	
<u>Material</u>	<u>%</u>	<u>Material</u>	<u>%</u>	<u>Material</u>	<u>%</u>
- Gallinaza	33.3	- Gallinaza	29.8	- Gallinaza	37.8
- Cascarilla	8.33	- Cascarilla	15	- Melaza	3.1
- Agua	50	- Melaza	8.3	- Agua	56
- Leche	8.37	- Agua	44.7	- Leche	3.1
		- Leche			
	100 %		100 %		100 %

4.7.1.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA #1



RESULTADO DE ANALISIS CUANTITATIVO DE LA MUESTRA #1		
N TOTAL	P ₂ O ₅	K ₂ O
0.327 %	0.81%	1.3%



RESULTADO DE ANALISIS CUANTITATIVO DE LA MUESTRA #2		
N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.321 %	1.1%	1.25%



RESULTADO DE ANALISIS CUANTITATIVO DE LA MUESTRA #3		
N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
0.61 %	0.85%	1.2%

4.7.1.3 PRUEBA #2



COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS MUESTRAS

MUESTRA # 1.

<u>Material</u>	<u>%</u>
- Gallinaza	32
- Cascarilla	15.9
- Melaza	8.9
- Agua	32
- Leche	11.2
	100 %

MUESTRA # 2.

<u>Material</u>	<u>%</u>
- Gallinaza	33.9
- Cascarilla	9.4
- Melaza	9.5
- Agua	33
- Leche	14.2
	100 %

4.7.1.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA # 2



RESULTADO DE ANALISIS CUANTITATIVO DE LA MUESTRA #1.		
N TOTAL	P ₂ O ₅	K ₂ O
2.183 %	0.9 %	1.21%



RESULTADO DE ANALISIS CUANTITATIVO DE LA MUESTRA # 2.		
N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.345 %	1.0%	1.18%

4.7.1.5 PRUEBA # 3



COMPOSICION PORCENTUAL DE LA MUESTRA

MUESTRA # 1.

<u>Material</u>	<u>%</u>
- Gallinaza	26
- Cascarilla	14
- Agua	20
- Leche	20
- Melaza	20
	100 %

4.7.1.6 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA # 3

RESULTADO DE ANALISIS CUANTITATIVO DE LA MUESTRA #1.		
N TOTAL	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.41 %	0.92%	1.15%

4.7.1.7 PRUEBA # 4



COMPOSICION PORCENTUAL DE LA MUESTRA

MUESTRA # 1.

<u>Material</u>	<u>%</u>
- Gallinaza	40
- Cascarilla	25
- Agua	21
- Leche	7
- Melaza	7
	100 %

4.7.1.8 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA # 4

RESULTADO DE ANALISIS CUANTITATIVO DE LA MUESTRA #1.		
N TOTAL	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.37 %	0.87%	1.19%

4.7.1.9 PRUEBA # 5



COMPOSICION PORCENTUAL DE LA MUESTRA

MUESTRA # 1.

<u>Material</u>	<u>%</u>
- Gallinaza	32
- Cascarilla	19
- Agua	21
- Leche	7
- Melaza	21
	100 %

4.4.1.10 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA # 5

RESULTADO DE ANALISIS CUANTITATIVO DE LA MUESTRA # 1.		
N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.39 %	0.91 %	1.28 %

4.8 PRUEBA ÓPTIMA

De las pruebas realizada a nivel de laboratorio, tomamos en consideración la numero cuatro, por encontrarse en proporción mas alta el contenido de Nitrógeno.

Al realizar todas aquellas pruebas nos dimos cuenta que el único componente elemento que variaba era el Nitrógeno, por lo el Fósforo y Potasio eran casi iguales en todas las pruebas

La composición de nuestra prueba óptima es:

Prueba # 4					
Material	Gallinaza	Cascarilla	Melaza	Agua	Leche
Cantidad	32 %	15.9 %	8.9 %	32 %	11.2 %
Resultados	N _{TOTAL}		P ₂ O ₅	K ₂ O	pH
	2.183 %		0.90 %	1.21 %	6.5

De esta prueba realizada en el laboratorio de LOMAQUIL, obtuvimos los mejores resultados y nos basamos a estos porcentajes para diseñar y construir el reactor, según las conveniencias que necesitamos.

4.8.1 CORRIDA EXPERIMENTAL EN EL REACTOR CONSTRUIDO.

4.8.1.1 REACTOR VERTICAL.

La composición de cada elemento y el peso total es la siguiente:

MATERIAL	CANTIDAD	COMPOSICION
- Gallinaza	4.76Kg	32.1%
- Cascarilla de arroz	2.36Kg	15.9%
- Agua	4.76Kg	32.1%
- Melaza	1.31Kg	8.85%
- Leche	1.58Kg	10.7%
- Carbonato de Calcio	0.016Kg	0.35%
$\Sigma = 14.786\text{Kg.}$		100%

Esta prueba a diferencia del tanque horizontal, esta en su diseño, ya que aquí no colocamos una llave de lavados de gases.

De ahí en el modo y el tiempo de calentamiento, fueron los mismos en ambos reactores, refiriéndonos tanto en la agitación como en la temperatura máxima de para activar las bacterias Mesófilas, las cuales nos ayudan en este proceso.

Le agregamos calor pasando un día, durante un aproximado de cuatro horas, y con una agitación de cada 30 minutos, en un periodo de 45 días.

Durante el proceso de fermentación el pH del abono descendió pero se encuentra en rangos ideales para suelo (manual para preparar compos de la facultad de ciencias agrarias)

De esta prueba deducimos que nuestro abono es especial para plantaciones en periodo de crecimiento y formación de frutos, por su contenido de Nitrógeno.

4.8.1.2 COMPOSICIÓN Y RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL REACTOR VERTICAL

Prueba # 1(Reactor Vertical)						
Material	Gallinaza	Cascarilla	Melaza	Agua	Leche	CaCo ₃
Cantidad	32 %	15.9 %	8.83 %	32 %	11 %	0.27%
Resultados	N _{TOTAL}		P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	
	2.18 %		0.84 %	1.20 %	6.5	

4.8.1.3 REACTOR HORIZONTAL

Las composiciones son:

MATERIAL	CANTIDAD	COMPOSICION
- Gallinaza	4.48Kg	32%
- Cascarilla de arroz	2.22Kg	15.9%
- Agua	4.48Kg	32%
- Melaza	1.23Kg	8.83%
- Leche	1.49Kg	11%
- Carbonato de Calcio	0.015Kg	0.27%
$\Sigma = 13.915\text{Kg.}$		100%

Esta prueba resultó mejor que la del tanque vertical, ya que obtuvimos un poco mas alto en el contenido porcentual de Nitrógeno, pero en una forma general, las las son bastante buenas.

Esta prueba al igual que la anterior, Le agregamos calor pasando un día, durante un periodo aproximado de cuatro horas, y con una agitación de cada 30 minutos, en un periodo de 45 días. Y como ya se explico, el balón de destilación, era el mismo para ambos el cual proporcionaba steam para ambos reactores, en ambas pruebas tendió su pH a bajar.

En las dos pruebas ingresaron pasando su pH a 7 y terminaron en 6.5, el cual se encuentran en el rango como abono o fertilizante para el suelo. (Manual de preparación de compostaje de ciencias agrarias).

4.8.1.4 COMPOSICIÓN Y RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL REACTOR HORIZONTAL.

Prueba # 2 (Reactor Horizontal)						
Material	Gallinaza	Cascarilla	Melaza	Agua	Leche	CaCO ₃
Cantidad	32 %	15.9 %	8.83 %	32 %	11 %	0.27%
Resultados	N _{TOTAL}		P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	
	2.24 %		0.82 %	1.22 %	6.6	

4.9 VARIABLES DE OPERACIÓN.

En la práctica que se realizó en el laboratorio se empleó melaza de caña como sustrato, es un líquido oscuro con un contenido aproximadamente 50% de azúcar, se denomina melaza.

4.9.1 ALIMENTACIÓN NITROGENADA.

Como fuente nitrogenada se puede emplear productos de degradación de la proteína, tales como peptonas, aminoácidos y amoníaco. Pero la utilización de aminoácidos y amoníaco dependen en alto grado de la presencia de prebióticos. Las lactobacterias están mal equipadas con enzimas proteolíticas, por ello, a la célula bacteriana viva las proteínas deben ofrecerse en forma soluble. La mayoría de las lactobacterias medran bien en leche, lo que entre otras cosas debe atribuirse a que las bacterias, a pesar de carecer de exozimas proteolíticas, pueden aprovechar los caseinatos coloidales. Si se eliminan estos últimos, la bacteria solo se desarrolla mal.

4.9.2 OBTENCION DE UNA MEZCLA CON LA RELACION C/N CORRECTA.

La relación correcta antes de comenzar a compostar se ubica en un rango de 30 – 45 partes de carbono y 1 parte de nitrógeno (30/1 a 45/1) porque los microorganismos que actúan sobre el material eliminan dos tercios del carbono como sobrante y fijan el tercio restante como parte del cuerpo microbiano.

4.9.3 TEMPERATURA

Se considera optimas las temperaturas del intervalo (30 – 50) °C para conseguir la eliminación de bacterias patógenas, parásitos y por si acaso semillas de mala hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados. A estas temperaturas tenemos la presencia de las bacterias Mesófilas (Microbiología Industrial de Prescott).

4.9.4 CONCENTRACIÓN DEL SUSTRATO:

Suele ser satisfactoria una concentración de azúcar del 10 al 18%, el valor más corriente es del 12%. Cuando se trabaja con concentraciones de azúcar muy altas, del orden de 22%, se observa una deficiencia respiratoria en la levadura y un descenso de la velocidad de fermentación; por el contrario, al trabajar con concentraciones muy bajas, el proceso resulta antieconómico ya que requiere un mayor volumen para la fermentación. Por esto se utiliza como sustrato la melaza, que tiene de 10 - 15% de azúcar.

4.9.5 pH

Este es un factor importante en la fermentación, debido a su importancia en el control de la contaminación bacteriana como también al efecto en el crecimiento de las levaduras, en la velocidad de fermentación y en la formación de alcohol. Durante la fermentación la levadura toma el nitrógeno de los aminoácidos orgánicos, perdiendo su carácter anfótero y pasando a ácidos, lo cual origina una disminución del pH del medio. Cuanto más bajo el pH del medio, tanto menor el peligro de infección, pero si se trabaja con pH muy bajos la fermentación es muy lenta, ya que la levadura no se desarrolla de la forma conveniente. Según estudios se halló que el pH más favorable para el crecimiento de la *saccharomyces cerevisiae* se encuentra entre 5.0 a 6.3, para su crecimiento óptimo.

4.9.6 CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES:

Como ya se dijo, la presencia de sustancias nutritivas adecuadas es una condición necesaria para el crecimiento y desarrollo de la levadura, siendo su concentración un factor primordial en la actividad vital de la levadura. Las principales sustancias nutritivas y las más influyentes son el nitrógeno, fósforo, azufre, vitaminas y trazas de algunos elementos.

4.10 PRINCIPIOS EN LA APLICACIÓN.

Sabemos que la gallinaza es un abono, y por la cual puede ser fermentado sin necesidad de agregar nada, pero en esta tesis realizamos un estudio para acelerar el proceso de fermentación de la gallinaza como abono biológico de excelente calidad.

En primer lugar debemos tener muy en cuenta la relación carbono/nitrógeno (C/N), ya que existen un rango de trabajo para que acelere su fermentación tanto aeróbica como anaerobicamente, (Curso de compostaje natural y artificial dictado en argentina 14- 12 - 05). el rango Limite de C/N para acelerar la descomposición es de 30 a 45

Por tratarse de un tratamiento anaeróbico, es necesario cumplir con un porcentaje adecuado de agua el cual es de 10 a 30%, dependiendo de la humedad de la

gallinaza. El agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volverá anaeróbico, es decir se producirá una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento.

Es necesario además agregarle leche, ya que con este nos tenemos la ayuda de aminoácidos esenciales para acelerar el proceso de descomposición de la gallinaza en nuestro proceso anaerobio.

La leche por si sola contiene un aproximado de 20 aminoácidos, pero para la fermentación de la gallinaza, tenemos entre los más importantes lisina, leucina, cistina, tirosina, arginina, estos tres últimos conocidos como aminoácidos no esenciales.

Y por ultimo para obtener una fermentación adecuada y rica en su composición como fertilizante o abono, le agregamos melaza y con estaque junto con la leche enriquecemos de nitrógeno. Además la melaza nos proporciona sacarosa y lo más importante es las fitohormonas que esta conlleva.

Otro punto de importancia es el controlar su pH, antes de ser colocado el abono al reactor anaeróbico, ya que su pH durante el tiempo de fermentación tiende a bajar y no conviene que este sea acido, por lo que no estaría en condiciones optimas para el suelo.

Para nivelar su pH, puede ser utilizado el carbonato de calcio, ya que no reacciona en el proceso y es económico.

4.11 TIPOS DE SUELOS.

4.11.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

La acción conjunta de los factores que condicionan la formación y evolución del suelo conduce al desarrollo de diferentes perfiles o tipos de suelos. La clasificación de los mismos puede basarse en criterios diversos. Entre otros, podemos citar:

- características intrínsecas del suelo, dependientes de los procesos genéticos que los desarrollan.
- propiedades del suelo como permeabilidad, salinidad, composición,... y que se relacionan estrechamente con los factores de formación.
- según su aptitud para diferentes usos, fundamentalmente agrícola.

Es frecuente realizar una primera agrupación en función del factor o factores predominantes en su desarrollo. Así, se distingue entre:

- **Suelos azonales:** corresponden a suelos inmaduros, que se encuentran en las primeras etapas de su desarrollo por no haber actuado los factores edafogenéticos (realizados por bacterias y parásitos) durante el tiempo suficiente, en los que los caracteres predominantes son los debidos al tipo de roca madre. Son los presentes por ejemplo sobre sedimentos recientes (*alóctonos*), desiertos, suelos helados.
- **Suelos intrazonales:** son los desarrollados bajo condiciones en que predominan los factores edafogenéticos *pasivos*, como roca madre, pendiente, acción humana, Son suelos aclimáticos, ya que el factor clima no es determinante en su formación.
- **Suelos zonales:** desarrollados bajo la acción de los factores *activos* de formación del suelo, en especial el clima, durante el tiempo suficiente.

TABLA # 9
TIPOS DE SUELOS
 (PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO EN AGRONOMÍA” ARCO IRIS”)

TIPO DE SUELO			Características	
AZONALES Inmaduros o brutos. Horizontes mal desarrollados	LITOSUELOS		Delgados. Influidos por el tipo de roca madre debido a poca evolución temporal o desarrollo en grandes pendientes	
	REGOSOLES		Sobre depósitos muy recientes: aluviones, arenas, dunas.	
INTERZONALES Poco evolucionados. Condicionados por roca madre y mal drenaje	RANKER		Sobre rocas silíceas (granitos, gneises). Propio de climas fríos de montaña y fuerte pendiente. Suelo ácido pobre en carbonatos. Sin horizonte B	
	RENDZINA		Sobre rocas calizas en climas diversos. Poco espesor. Sin horizonte B. Es el equivalente al anterior en terrenos calcáreos.	
	SALINOS		Ricos en sales. Climas secos. Escasa vegetación (halófitas). Pobre en humus.	
	GLEY		Zonas pantanosas. Horizontes inferiores encharcados en los que se acumula Fe que le da color "gris azulado"	
	TURBERAS		Terreno encharcado con abundante vegetación y exceso de materia orgánica. Suelo ácido.	
ZONALES Suelos condicionados por el clima, que ha actuado largo tiempo. Son suelos maduros, muy evolucionados.	Alta lat.		TUNDRA	Vegetación escasa. Evolución lenta limitada al período estival.
	Latitudes medias	Clima frío	PODSOL	Tierras grises o de cenizas. Asociados a bosques de coníferas (taiga). Rico en humus bruto. Suelo ácido y arenoso
			TIERRA PARDA DE BOSQUE	En bosques de caducifolios. Rico en humus. Horizonte B poco desarrollado.

4.11.2 TEXTURA DEL SUELO

La textura se refiere al tamaño de las partículas que tiene un suelo. Hay 5 texturas básicas:

a. TEXTURA ARCILLOSA

Un suelo con textura arcillosa es aquel en el que predomina la arcilla. Piensa en un fango como lo más arcilloso que hay.

b. TEXTURA ARENOSA

El suelo de textura arenosa tiene sobre todo arena. La playa sería el ejemplo extremo.

c. TEXTURA FRANCA

En un suelo con textura franca abunda el limo. Es algo intermedio a los dos anteriores. Ni es arcilloso, ni es arenoso. Son suelos francos típicos los de las vegas de los ríos.

d. TEXTURA FRANCO-ARCILLOSA

Entre arcilloso y franco. Tiene bastante arcilla pero también lleva mucho limo. De arena, poca.

e. TEXTURA FRANCO-ARENOSA

Entre franco y arenoso. No hay dos suelos iguales. Cada uno tiene sus propias características físicas, químicas y biológicas. El de tu vecino no es igual que el tuyo. Se puede parecer mucho, pero seguro que hay variaciones. Por ejemplo, el contenido en nutrientes: si tú has fertilizado la tierra durante años con compost, será más rica en humus y en nitrógeno que otra que nunca recibió esas aportaciones.

4.11.3 EL CICLO DEL N EN EL SUELO (TOMADO DE STEVENSON, 1965)

El Nitrógeno se presenta en las siguientes formas: N orgánico soluble, $\text{NH}_4\text{-N}$ (amonio), $\text{NO}_3\text{-N}$ (nitrato), $\text{NO}_2\text{-N}$ (nitrito) y N asociado a los sedimentos como $\text{NH}_4\text{-N}$ intercambiable o N orgánico. El ciclo del nitrógeno es sumamente dinámico y complejo, sobre todo los procesos microbiológicos biológicos responsables de la mineralización, fijación y desnitrificación del nitrógeno de los suelos. Por lo general, en los suelos que no están empantanados, el N del suelo (retenido como proteína de la materia vegetal) y el N_2 de los fertilizantes se transforman microbiológicamente en NH_4 (amonio) mediante el proceso de amonificación. El ion de amonio se oxida por la acción de dos grupos de bacterias (*Nitrosomonas* y *Nitrobacter*) convirtiéndose en NO_3 con un producto NO_2 intermedio inestable en

un proceso llamado nitrificación. La urea se hidroliza fácilmente en amonio. La desnitrificación se produce en condiciones anóxicas, como en las tierras húmedas, donde el NO_3 se reduce a varias formas gaseosas. El ciclo del N_2 está controlado en gran parte por bacterias, por lo que el ritmo del mismo depende de factores como la humedad del suelo, la temperatura, el pH, etc. El NO_3 es el producto final de la descomposición aeróbica del N y está siempre disuelto y móvil.

4.12 FUNCIONAMIENTO Y CONTROL DEL PROCESO

Es necesario recalcar que el funcionamiento del fermentador podría realizarse de distintas formas, dependiendo al material a fermentar.

En este caso el fermentador estaba en calentamiento promedio de 4 horas pasando un día, durante cuarenta y cinco días. Damos por terminada la fermentación ya que teniendo de respaldo los análisis realizados unos 5 días atrás antes de que sea abierto el fermentador el porcentaje de Nitrógeno es casi parecido al porcentaje del producto final. Ósea significa que la composición de Nitrógeno se a mantenido lo que indica que el proceso a concluido.

Le agregamos steam por medio de los capilares que se encuentran en contacto directo con el alimento en el interior del reactor y de esta forma con la ayuda del balón de destilación alcanzamos un máximo de 43°C durante cuatro horas promedio. De nada sirve que esté todo el día en calentamiento esta producción, lo ideal es mantener la temperatura óptima durante el proceso ya que en pruebas preliminares se realizo un calentamiento promedio de ocho horas y media, durante sesenta días y su composición es similar a la prueba final.

Así mismo se mantuvo en una agitación constante por cada media hora e igual se mantuvieron los resultados a la prueba final. Lo que quiere decir que, se va a mantener la composición similar, ya sea que se este agitando todo el tiempo o cada media hora.

Una vez que ha concluido el tiempo de fermentación en el equipo, es necesario abrir la llave de lavado de gases, para recuperar estos. Su concentración de Nitrógeno es bastante baja pero sirve para la producción de fertilizantes líquidos.

En el reactor piloto le fue colocado un manómetro, pero las presiones obtenidas, son tan bajas que no son marcadas que por lo general son despreciadas.

Una vez que el producto sea sacado del fermentador sale con una humedad del 70% aproximadamente. y es por eso que se diseño un recipiente ancho de 70 cm por 70 cm con una altura de 6 cm con una red metálica para evitar que este lejos del contacto con las moscas y otros roedores, se mantuvo así en secado solar por cinco días y de esta forma obtuvimos nuestro abono final. Pudo haberse también ser colocado el producto a una estufa para acelerar su tiempo de secado.

4.13 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

4.13.1 BALANCE DE MATERIA

DATOS

MATERIAL	CANTIDAD	COMPOSICION
- Gallinaza	4.48Kg	32%
- Cascarilla de arroz	2.22Kg	15.9%
- Agua	4.48Kg	32%
- Melaza	1.23Kg	8.83%
- Leche	1.49Kg	11%
- Carbonato de Calcio	0.015Kg	0.27%
$\Sigma = 13.915\text{Kg.}$		100%

NOMENCLATURA

G = Gallinaza

C = Cascarilla

W = Agua

M = Melaza

L = Leche

Cc = Carbonato de Calcio

Mz = Mezcla

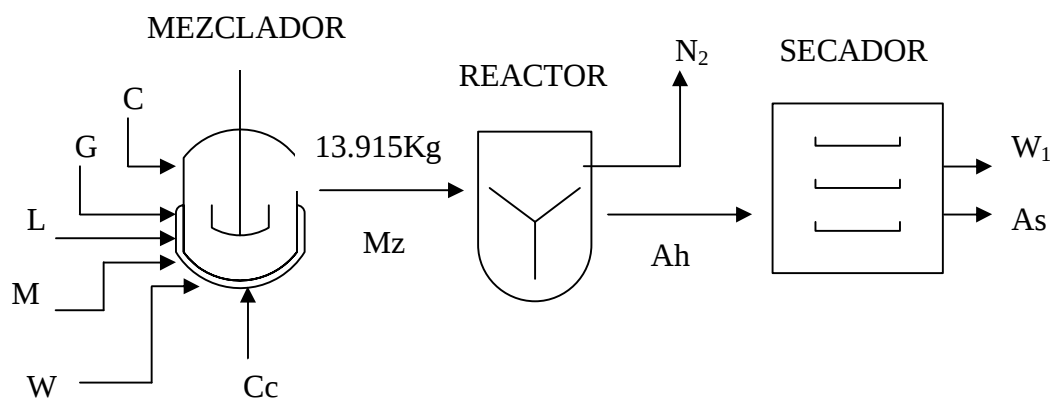
Ah = abono Húmedo

As = abono seco

N₂ = Gas de Nitrógeno

W₁ = Agua por evaporarse

BASE DE CÁLCULO: 1KG DE MEZCLA.



BALANCE DEL MEZCLADOR

Entra = Sale

$$C \text{ Kg.} + G \text{ Kg.} + L \text{ Kg.} + M \text{ Kg.} + W \text{ Kg.} + Cc \text{ Kg.} = Mz$$

$$Mz = 4.48\text{Kg} + 2.22\text{Kg} + 4.48\text{kg} + 1.23\text{Kg} + 1.49\text{Kg} + 0.015\text{Kg}$$

$$Mz = 13.915\text{Kg.}$$

BALANCE DEL REACTOR

Entra = Sale

$$M_z = A_h + N_2$$

$$13.915\text{kg} = 13.879 + N_2$$

$$N_2 = 0.036\text{kg. de liquido de lavado (concentrado en } N_2)$$

BALANCE DEL SECADOR

Entra = Sale

$$A_h = W_1 + A_s$$

$$13.879\text{Kg} + W_1 + 13.454\text{Kg}$$

$$W_1 = 0.425\text{Kg.}$$

BALANCE GLOBAL

Entra = Sale

$$C \text{ Kg.} + G \text{ Kg} + L \text{ Kg} + M \text{ Kg} + W \text{ Kg} + C_c \text{ Kg} = N_2 + W_1 + A_s$$

BALANCE EN RELACION AL NITROGENO

$$\cancel{C_{x_c}}^0 + G_{x_g} + L_{x_l} + \cancel{M_{x_m}}^0 + \cancel{W_{x_w}}^0 + C_{x_{cc}} = N_2 \cancel{x_{N_2}}^0 + W_1 \cancel{x_{w_1}}^0 + A_s \cancel{x_{A_s}}^0$$

$$G_{x_g} + L_{x_l} + M_{x_m} = N_2 x_{N_2} + A_s x_{A_s} \quad \text{Ec (1)}$$

$$4.48\text{Kg} (0.018) + 1.49\text{Kg} (0.005) + 1.23\text{Kg} (.005) = N_2 (0.002) + 13.454\text{Kg} (0.0224)$$

$$N_2 = 0.0446\text{kg.}$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{0.036}{0.0446} \times 100 = 80.17 \%$$

$$G_{x_g} + L_{x_l} + M_{x_m} = N_2 x_{N_2} + A_s x_{A_s} \quad \text{Ec (1)}$$

$$4.48\text{Kg} (0.018) + 1.49\text{Kg} (0.005) + 1.23\text{Kg} (.005) = 0.036\text{Kg} (0.002) + (13.454\text{Kg}) x_{A_s}$$

$$x_{A_s} = 0.0263 \text{ de Nitrógeno} \approx 2.63 \%$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{2.24}{2.63} \times 100 = 85.17 \%$$

4.13.2 BALANCE DE ENERGIA

DATOS EXPERIMENTALES

4.13.2.1 TANQUE VERTICAL

# Prueba	T(Min)	Vc (cc)	T _c (°C)	T _c (°F)	Masa Cond.(Lb)	λ (Btu/Lb)	Q (Btu) Latente	Q (Btu) Sensible	Q (Btu) Total
1	30	68.5	35	95	0.150	972.7	145.9	136.52	282.42
2	60	47.5	48	118.4	0.1046	972.7	101.74	75.55	177.29
3	90	50.1	66	150.8	0.1104	972.7	107.39	51.04	158.43
4	120	40.3	75	167	0.0887	972.7	86.34	29.47	115.81
5	150	53	78	172.4	0.1167	972.7	113.51	33.72	147.23
6	180	43.1	78.9	174.02	0.0949	972.7	92.34	26.19	118.53
7	210	53.3	80.2	176.36	0.1174	972.7	114.19	30.19	144.38
8	240	48.8	80.7	177.26	0.1075	972.7	104.57	26.88	131.15
9	270	46.1	80.9	177.62	0.1015	972.7	98.73	25.07	123.8

$\delta \approx M_C / V_{Cond}$	$\lambda \text{ A } 98^\circ\text{C} = 972.7 \text{ Btu/Lb}$	
$M_C \approx \delta * V_{Cond}$	$98^\circ\text{C} \approx 208.4$	$Q \approx m_c * \lambda$

1.- $M_c = 1\text{gr/cc} * 68.5\text{cc} = 68.5\text{gr} * 1\text{Lb} / 454\text{gr} = 0.15 \text{ Lb}$; $Q_1 = 0.15\text{Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 145.9\text{Btu}$
 Dividimos cada masa de condensado para 454 para transformarlos en Libras.

Y tenemos:

- | | |
|--|--|
| 2.- $47.5\text{gr.} / 454 = 0.1046 \text{ Lb}$ | $Q_2 = 0.1046 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 101.74 \text{ Btu}$ |
| 3.- $50.1 \text{ gr.} / 454 = 0.1104 \text{ Lb}$ | $Q_3 = 0.1104 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 107.39 \text{ Btu}$ |
| 4.- $40.3 \text{ gr.} / 454 = 0.0887 \text{ Lb}$ | $Q_4 = 0.0887 \text{ Lb} * 972.7\text{Btu} / \text{Lb} = 86.34 \text{ Btu}$ |
| 5.- $53 \text{ gr.} / 454 = 0.1167 \text{ Lb}$ | $Q_5 = 0.1167 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 113.51 \text{ Btu}$ |
| 6.- $43.1 \text{ gr} / 454 = 0.0949 \text{ Lb}$ | $Q_6 = 0.0949 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 92.34 \text{ Btu}$ |
| 7.- $53.3 \text{ gr.} / 454 = 0.1174 \text{ Lb}$ | $Q_7 = 0.1174 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 114.19 \text{ Btu}$ |
| 8.- $48.8 \text{ gr} / 454 = 0.1075\text{Lb}$ | $Q_8 = 0.1075 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 104.57 \text{ Btu}$ |
| 9.- $46.1 \text{ gr.} / 454 = 0.1015 \text{ Lb}$ | $Q_9 = 0.1015 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 98.73 \text{ Btu}$ |

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

$$Q = m * C_p * \Delta T_m$$

$$C_p \text{ a condiciones normales} = 8.026 \text{ Btu/ Lb } ^\circ\text{F}$$

$$Q_1 = 0.15 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 95) ^\circ\text{F} = 136.52 \text{ Btu}$$

$$Q_2 = 0.1046 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 118.4) ^\circ\text{F} = 75.55 \text{ Btu}$$

$$Q_3 = 0.1104 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 150.8) ^\circ\text{F} = 51.04 \text{ Btu}$$

$$Q_4 = 0.0887 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 167) ^\circ\text{F} = 29.47 \text{ Btu}$$

$$Q_5 = 0.1167 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 172.4) ^\circ\text{F} = 33.72 \text{ Btu}$$

$$Q_6 = 0.0949 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 174.02) ^\circ\text{F} = 26.19 \text{ Btu}$$

$$Q_7 = 0.1174 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 176.36) ^\circ\text{F} = 30.19 \text{ Btu}$$

$$Q_8 = 0.1075 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 177.26) ^\circ\text{F} = 26.88 \text{ Btu}$$

$$Q_9 = 0.1015\text{Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 177.62) ^\circ\text{F} = 25.07 \text{ Btu}$$

DATOS EXPERIMENTALES

4.13.2.2 TANQUE HORIZONTAL

# Prueba	T(Min)	Vc (cc)	T _c (°C)	T _c (°F)	Masa Cond.(Lb)	λ (Btu/Lb)	Q (Btu) latente	Q (Btu) sensible	Q (Btu) Total
1	30	39.2	27.8	82.04	0.085	972.7	82.67	86.20	168.87
2	60	39.4	29.2	84.6	0.086	972.7	83.66	85.45	169.11
3	90	27.9	33.3	91.9	0.0610	972.7	59.34	57.04	116.38
4	120	35.5	40.8	105.4	0.0781	972.7	76.06	64.31	140.37
5	150	35	43	109.4	0.083	972.7	81.41	65.95	147.36
6	180	35	48	118.4	0.077	972.7	74.99	55.62	130.61
7	210	65	57	134.6	0.143	972.7	139.26	84.70	223.96
8	240	45	63.7	146.6	0.099	972.7	96.41	49.11	145.52
9	270	46	63.7	147.02	0.1013	972.7	98.56	49.90	148.46

$\delta \approx M_C / V_{\text{Cond}}$	$\lambda \text{ A } 98^\circ\text{C} = 972.7 \text{ Btu/Lb}$	$Q \approx m_c * \lambda$	$98^\circ\text{C} \approx 208.4^\circ\text{F}$
$M_C \approx \delta * V_{\text{Cond}}$			

1.- $M_C = 1\text{gr/cc} * 39.2\text{cc} = 39.2\text{gr} * 1\text{Lb} / 454\text{gr} = 0.086 \text{ Lb}$; $Q_1 = 0.086\text{Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 82.67\text{Btu}$
 Dividimos cada masa de condensado para 454 para transformarlos en Libras.

Y tenemos:

- 2.- $39.4\text{gr.} / 454 = 0.086\text{Lb}$
- 3.- $27.9 \text{ gr.} / 454 = 0.0610 \text{ Lb}$
- 4.- $35.5 \text{ gr.} / 454 = 0.0781 \text{ Lb}$
- 5.- $38 \text{ gr.} / 454 = 0.083 \text{ Lb}$
- 6.- $35 \text{ gr} / 454 = 0.077 \text{ Lb}$
- 7.- $65 \text{ gr.} / 454 = 0.143 \text{ Lb}$
- 8.- $45 \text{ gr} / 454 = 0.099\text{Lb}$
- 9.- $46 \text{ gr.} / 454 = 0.1013 \text{ Lb}$

- $Q_2 = 0.086 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 83.66 \text{ Btu}$
- $Q_3 = 0.0610 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 59.34 \text{ Btu}$
- $Q_4 = 0.0781 \text{ Lb} * 972.7\text{Btu} / \text{Lb} = 76.06 \text{ Btu}$
- $Q_5 = 0.083\text{b} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 81.41 \text{ Btu}$
- $Q_6 = 0.077 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 74.99 \text{ Btu}$
- $Q_7 = 0.143 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 139.26 \text{ Btu}$
- $Q_8 = 0.099 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 96.41 \text{ Btu}$
- $Q_9 = 0.1013 \text{ Lb} * 972.7 \text{ Btu} / \text{Lb} = 98.56 \text{ Btu}$

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{ganado}}$$

$$Q = m * C_p * \Delta T_m$$

$$C_p \text{ a condiciones normales} = 8.026 \text{ Btu/ Lb } ^\circ\text{F}$$

$$Q_1 = 0.085 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 82.04) ^\circ\text{F} = 86.20 \text{ Btu}$$

$$Q_2 = 0.086 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 84.6) ^\circ\text{F} = 85.45 \text{ Btu}$$

$$Q_3 = 0.0610 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 91.9) ^\circ\text{F} = 57.04 \text{ Btu}$$

$$Q_4 = 0.0781 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 105.4) ^\circ\text{F} = 64.31 \text{ Btu}$$

$$Q_5 = 0.083 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 109.4) ^\circ\text{F} = 65.95 \text{ Btu}$$

$$Q_6 = 0.077 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 118.4) ^\circ\text{F} = 55.62 \text{ Btu}$$

$$Q_7 = 0.143 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 134.6) ^\circ\text{F} = 84.70 \text{ Btu}$$

$$Q_8 = 0.099 \text{ Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 146.6) ^\circ\text{F} = 49.11 \text{ Btu}$$

$$Q_9 = 0.1013\text{Lb} * 8.026 \text{ Btu} / \text{Lb } ^\circ\text{F} * (208.4 - 147.02) ^\circ\text{F} = 49.90 \text{ Btu}$$