

## UTILIZACION DE ABONOS ORGANICOS EN COSTA RICA:

\*Ing. Fernando Mojica B.  
Universidad Nacional, Heredia

### INTRODUCCION:

Antes de iniciar el tema de la conferencia, es importante hacer unas consideraciones de carácter general, sobre los suelos de la zona y de la materia orgánica el sistema suelo-planta.

#### 1.1. Los Suelos de la Región:

De acuerdo con Pérez (1979) los principales órdenes que se encuentran son los Ultisoles e Inceptisoles. Los primeros tienen un horizonte argílico y menos del 35 % de la saturación de bases, hasta una profundidad de 1.25 m por debajo del límite superior del horizonte argílico hasta 1.80 m por debajo de la superficie del suelo e inmediatamente sobre un contacto lítico si está presente. Cortés, (1976).

Los sub-órdenes que se presentan en la zona son: OXIC PALEHUMULT, USTOXIC PALEHUMULT, PLINTHIC PALEHUMULT.

Los Inceptisoles, pueden tener cualquier clase de epipedon ótrico o antrópico; ordinariamente hay un horizonte diagnóstico sub-superficial. Los inceptisoles generalmente tienen un horizonte cámbico pero su presencia no se requiere si existe en el perfil del suelo un epipedon úmbico, hístico o de plaggen o si hay un fragipan o duripan o un horizonte plácico, cálcico, petrocalcio o sulfúrico, Cortés (1976). En la Región se encuentran subgrupos Typic Humitropept, Fluventic Ustropept, ANDIC HUMILTROPEPT

#### 1.2. Materia orgánica:

Es todo material de origen animal o vegetal que se encuentra en el suelo. Según Bertsch (1986) el contenido en la zona varía de un 5 a 10 %.

Para la descomposición de la materia orgánica en primera instancia se presenta la destrucción física de ella por medio de los organismos: los macro-organismos tales como roedores, insectos miriápodos, arácnidos y lombrices. Los microorganismos dentro de los cuales podemos mencionar hongos, bacterias, actinomicetos y protozoarios.

Los principales procesos que sufre la materia orgánica son:

1.2.1. Mineralización:

Consiste en la destrucción de la materia orgánica a compuestos más simples.

1.2.2. Humificación:

Es la síntesis o resíntesis de los compuestos de la mineralización, la cual por polimerización se llega a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son compuestos de alto peso molecular.

Los factores que influyen en la mineralización o la humificación se clasifican en externos o internos. Dentro de los primeros se encuentran la temperatura y la precipitación. En cuanto a los segundos están las relaciones C/N, ácido/base, lignina/celulosa.

En cuanto a la composición, podemos citar que está formada por carbohidratos, lignina, proteínas, polipéptidos, grasas, ceras y resinas principalmente además de poder tener pigmentos, antibióticos y quelatos.

1.3. El sistema suelo/planta:

El suelo es un sistema dinámico compuesto en general por varias fases el cual se presenta en la figura 1. Brevemente se discutirán las principales fases de acuerdo con lo indicado por Guerrero (1980).

1.3.1. Fase sólida:

Esta fase del suelo está constituida por partículas minerales y por compuestos orgánicos de naturaleza compleja. Los minerales pueden ser primarios o secundarios. Los primarios son constituyentes de las partículas gruesas del suelo, tales como arena, grava y gravillas; en tanto que los secundarios son constituyentes principales las arcillas. Los sólidos orgánicos están constituidos bien por tejido vegetales o animales, frescos o bien por complejos orgánicos alterados por la acción microbiana.

En la fase sólida los nutrientes se encuentran en estados complejos y por tanto, no pueden ser utilizados por las plantas.

1.3.2. Fase solución.

La solución del suelo constituye realmente el componente líquido del suelo, integrado por agua y sales en ella disueltas. Por consiguiente

en esta fase los nutrientes se encuentran en forma simple y en estado iónico susceptible de ser absorbido por la planta.

La solución del suelo está ocupada parte del espacio poroso y en ella la concentración de los diferentes nutrientes es muy pequeña en relación a la concentración en que se encuentran en la fase sólida y en la cambiante. Por ello, esta fase no puede ser considerada como reserva nutricional. Además, los iones en solución pueden perderse merced al arrastre del agua de gravedad.

### 1.3.3. Fase cambiante:

La circunstancia de que los coloides del suelo, (húmes y arcillas), estén provistos de cargas superficiales negativas y positivas permite que se genere una atracción electroquímica de los iones en solución. Este fenómeno tiene extraordinaria trascendencia para la vida vegetal y determina la existencia de lo que algunos denominan el "enjambre iónico" del suelo.

En consecuencia, el "enjambre iónico" está constituido tanto por aniones como por cationes los cuales, a diferencia de los iones en solución, no se encuentran libres sino absorbidos electroquímicamente a las superficies micelares, pero pueden ser intercambiables con aquellas. Químicamente, los iones intercambiables constituyen la porción más reactiva de los iones, pero conforman la fase cambiante del sistema suelo-planta.

### 1.3.4. Fase raíz:

La acumulación de nutrientes en la raíz y su posterior traslocación a la parte aérea de la planta para su transformación metabólica es el resultado de la interacción de los iones nutritivos en la solución del suelo con las superficies radicales.

## 1.4. Dinámica del sistema en relación al suministro de nutrientes a la planta:

En la relación suelo-planta se establecen una serie de interrelaciones entre los componentes a fase del sistema, (Figura 1). Estas interacciones son complejos procesos de naturaleza físico-química o bioquímica cuya denominación sería:

Solubilización y mineralización  
Fijación e inmovilización

Intercambio iónico  
Absorción

Traslocación

Esto supone un sistema abierto en equilibrio dinámico permanente, cuyo funcionamiento en términos del suministro de nutrientes a la planta se resume a continuación.

Los nutrientes son constantemente removidos por la planta en crecimiento - mediante los procesos de absorción activa y pasiva resultante de la interacción de las superficies radiculares con la solución del suelo y la fase cambiante.

En la fase sólida, los nutrientes se encuentran no disponibles, sin embargo, estos compuestos complejos están sujetos a la acción de procesos de solubilización (meteorización) en el caso de los sólidos; mineralización en el caso de los complejos orgánicos. El resultante de estos complejos es la liberación de formas simples iónicas, lo cual permitirá que se restituya a las fases cambiables y solución, una cantidad de nutrientes en estado disponible que compense la cantidad consumida por la planta más la que ha salido del sistema, merced a procesos de pérdida, tales como lixiviación y la volatilización.

La velocidad o intensidad con que ocurren los procesos de liberación nutricional, a partir de la fase sólida, depende de múltiples factores, tanto edáficos y climáticos como de uso del suelo. Sin embargo, las reacciones de liberación nutricional son reversibles. En consecuencia los iones nutritivos de la solución del suelo pueden ser transformados a formas sólidas complejas no aprovechables. Si el complejo resultante es de naturaleza mineral, se denomina "fijación", cuyo mecanismo es en esencia, físico-químico. En cambio si el sólido resultante es orgánico, el proceso de la transformación es de naturaleza bioquímica y se denomina "inmovilización".

Se podría plantear que la suficiencia o deficiencia nutricional para la planta ocurrirá según se presente una u otra de las siguientes condiciones:

Suficiencia: solubilización + mineralización    fijación + inmovilización + extracción por la planta + pérdida.

Deficiencia: Solubilización + mineralización    fijación + inmovilización + extracción por la planta + pérdida.

Es lógico pensar que las dos condiciones anteriores tienen validez siempre y cuando existe un volumen significativo de nutrientes en la fase sólida.

De otra parte, resulta evidente que por haberse planteado un sistema abierto las dos ecuaciones anteriores, no consideran el componente de reabastecimiento de la fase sólida, mediante la reincorporación de residuos vegetales. A este respecto hay que señalar que en los ecosistemas naturales, esta realimentación de la fase sólida orgánica ocurre con una intensidad tal, que se configura, entonces, un sistema cerrado y auto sustentado.

Los agro-ecosistemas de ciclo corto no son autosustentados por cuanto en ellos no se configura una realimentación significativa de la fase sólida-orgánica, de donde resulta que esta tenderá a disminuir paulatinamente hasta agotarse, o hasta alcanzar un nivel de equilibrio dependiente del manejo que se le dé al sistema de producción o por medio de reabastecimiento artificial.

Este reabastecimiento de la fase sólida o reserva orgánica nutricional, se consigue a travez de prácticas agronómicas relacionadas con: Incorporación de residuos de cosechas, rotaciones, adición de estiércoles, abonos verdes - compost, fertilización. La fase sólida mineral es difícil de mejorar en forma artificial y su reabastecimiento natural depende de las reacciones de fijación y de fenómenos catastróficos ligados, bien a erupciones volcánicas que resultan en un enriquecimiento de minerales constituyentes de los detritos piroclásticos, o bien a inundaciones causadas por los ríos, en cuyo caso la fase sólida mineral resultante enriquecida por sedimentos aluviales.

## 2. ABONOS ORGANICOS.

En los últimos tiempos, el país ha utilizado en la agricultura una tecnología bastante sofisticada, debido a que los precios de los derivados del petróleo eran bajos. Pero en los últimos seis años, esta situación cambió drásticamente como resultado del aumento en el precio de los productos químicos. Por esto, se planea la urgente necesidad de descubrir nuevamente - la reutilización de la materia orgánica como fertilizante.

El abono orgánico es uno de los fertilizantes más antiguos y consiste en la adición al suelo de productos orgánicos en estado de descomposición. Se caracteriza por tener diferentes sustancias nutritivas minerales e ingredientes orgánicos, lo cual modifica las propiedades químicas y físicas de éste. Según su origen, los abonos se han clasificado así:

- |                           |                        |  |
|---------------------------|------------------------|--|
| 2.1. Estiércoles          | 2.4. Compost           | 2.7. Desechos de vivienda e Industria. |
| 2.2. Residuos de cosechas | 2.5. Efluentes y lodos | 2.6. Biofertilizantes                  |
| 2.3. Abonos verdes        |                        |  |

Potencialidad de abonos en Costa Rica:

A continuación se presenta la cantidad teórica que el país dispone de los diferentes materiales utilizados como abono según Chin, (1986). En el cuadro Nº 1, podemos observar que de todos los estiércoles disponibles por el sistema de explotación, las que se podrían utilizar en un 100%, serían los porcinos y avícolas. En el caso de ganado bovino solo en un 80%.

Respecto a los desechos de cultivos, la utilización sería de un uso muy restringido, si no se modifica el sistema de explotación.

2.1. Estiércol:

Es el abono más comúnmente utilizado. Lo constituyen los desechos de todos los animales de la finca, aunque por regla general, la mayor parte del estiércol que se coloca en el suelo es el producido por el ganado leche ro, obtenido en las salas de ordeño.. Consta de dos componentes originarios: el sólido y el líquido en una relación.

CUADRO 1. PRODUCCION DE ESTIERCOL PARA EL AÑO 1985.

Ganado bovino TM/año	Ganado porcino TM/año	Avicultura TM/año
leche 938.830 (1)	505.452 (3)	Pollo grande 65.198
Doble propósito 408.800 (2)		Ponedoras 22.970
		Reemplazo 7.515
		Reproductora 2.613

(1) 10 kgs estiércol fresco/animal/ día

(2) 5 kgs estiércol fresco/animal/día

(3) 4 kgs estiércol/día

\*\*\*\*\*

CUADRO 2. PRODUCCION DE DESECHOS VEGETALES PARA EL AÑO 1985.

CULTIVO	TM/año:
Arroz	195.172
Banano	3.249.744
Café	131.161
Frijol	16.624
Maíz	225.851
Sorgo	38.751
Tabaco	3.562
Algodón	186
Caña de azúcar	734.763
Cacao	462
Palma africana	9.200

Aproximadamente de 3 a 1, por lo general un poco más de la mitad de nitrógeno, casi todo el ácido fosfórico y alrededor de dos quintos del potasio se hallan en estiércol sólido.

La composición del estiércol varía entre límites muy amplios según sean los animales de los que procede, su alimentación, la naturaleza de las camas, el grado de descomposición y el cuidado que se le dé para conservarlo.

La aparente ventaja del estiércol sólido viene a ser disminuida por el fácil aprovechamiento de los constituyentes contenido en la orina. Esto da a la última en valor agrícola, casi igual al de los excrementos sólidos, de ahí la importancia que se debe dar al manejo de la orina.

El cuadro 3 indica la riqueza aproximada de algunos estiércoles. En Costa Rica el estiércol más analizado es la gallinaza según Ramírez, G. (1980). Ver cuadro 4 para su contenido. El PH es de 8.0, la relación C/N 15,5 y la relación C/P 25.5 - Si comparamos con los fertilizantes químicos en igualdad de peso, el estiércol es bajo en nutrientes para las plantas, especialmente Fósforo. De ahí, que se aplique en cantidades 50 a 100 veces mayores que los fertilizantes químicos.

CUADRO 3. CONTENIDO PROMEDIO DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO EN KGS/  
100 KGS DE ESTIERCOL BRESSANI (sf)

ESTIERCOL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Caballo	6.7	2.3	7.2
Vaca	3.4	1.3	3.5
Cerdo	4.5	2.0	6.0
Oveja	8.2	2.1	8.4

Para las plantas, el potasio contenido en el estiércol, es tan asimilable como el de los fertilizantes químicos; por el contrario, solo una fracción del nitrógeno presente en el estiércol, es soluble.

La disponibilidad del estiércol como abono, se puede apreciar si se tiene en cuenta los aportes por animal por año, como se aprecia en el cuadro 5. Los estiércoles como hemos visto, son un material de gran valor para la nutrición vegetal, pero también tiene sus defectos como es ser posible, fuentes de enfermedades si no son adecuadamente tratados.

## 2.2 RESIDUOS DE COSECHAS:

Al hablar de residuos de cosecha, nos referimos a los desechos orgánicos que deja el cultivo saliente en el suelo o sobre él en forma de hojas, tallos, raíces y otros órganos o partes del mismo.

En cuanto a la disponibilidad en el país, podemos observar que la cantidad producida por año es bastante considerable como se aprecia en el cuadro 2. Los residuos de cosecha, nunca deben considerarse como despreciables, pues representan 400 a 700 kgs de humus al año.

Es muy difícil presentar el contenido promedio de estos residuos, ya que ellos varían según el cultivo, la edad y la parte de la planta que sea, además que los estudios realizados son escasos; solo se presenta en el cuadro 6, el contenido de elementos nutritivos en la pulpa del café.

CUADRO Nº 4: CONTENIDO Y SOLUBILIDAD DE ALGUNOS ELEMENTOS NUTRITIVOS DE UNA GALLINAZA TIPICA MADURA:

ELEMENTO	CONTENIDO	% SOLUBILIDAD (%)
N	3.00 %	30.34
P	1.82 %	20.3
K	1.27 %	31.50
Ca	1.55 %	5.17
Mg	0,57 %	5.12
Fe	2830 ppm	0,006
Mn	196 ppm	11.23
Cu	32 ppm	12.50
Zn	132 ppm	20.30

1/N Solubilidad en agua.

P<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>, Fe, Mn, Cu, Zn, solubilidad en NaHCO<sub>3</sub>O, 5N<sup>+</sup> EDTA O, OLN, Ca, MG = solubilidad en KCL. 1N

CUADRO Nº 5: CANTIDAD DE ESTIERCOL PRODUCIDO ANUALMENTE POR VARIAS ESPECIES ANIMALES EN TON/AÑO:

ESPECIE	PRODUCCION
Caballo	10.00
Vacuno de engorde	16.00
vacuno de leche	12.00
Oveja	0,6
Cerdo	1.5
Gallina	0.07

Pero para el uso del material en el suelo, no deben considerarse únicamente su contenido de elementos nutritivos, sino también su efecto en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, como factor esencial para mantener una alta productividad.

### 2.3 ABONOS VERDES:

Bajo este concepto, se agrupan las plantas que se han desarrollado hasta su floración o un poco antes de que esto ocurra, para ser incorporadas al suelo. La situación actual del país, no ha permitido el uso de abono verde, pero sí es posible hacerlo y en especial incorporándolos a las rotaciones. Se ha encontrado que en este abono se obtiene una acción más rápida y mejora en las propiedades físicas del suelo, que con los residuos vegetales. Además son fuentes de Nitrógeno al incrementar la actividad microbiana y solubiliza muchos nutrientes minerales del suelo. Sin embargo, los abonos verdes también presentan algunas desventajas, tales como, que su uso puede llegar a ser una práctica antieconómica en algunos casos; puede ser un medio de diseminación de plagas, enfermedades y en algunos casos, afecta al cultivo siguiente por falta de agua.

La selección de las plantas utilizadas como abono verde, dependerá de diversos factores, tales como: clima, condiciones de suelo y precio del cultivo. Entre las especies apropiadas para el país, podemos mencionar Canajus, Crotalaria, Desmodium, Eritrina, Laucadena, Kudzú.

Algunas de las características deseables para que una planta pueda ser usada como abono verde, son el rápido crecimiento, el follaje rico en savia y humedad y a su habilidad para adaptarse a suelos con deficiencias. Si su crecimiento es rápido, la posibilidad de aptitud para ser introducido en una rotación es mayor y su uso como medio de mejoramiento del suelo más económico. Un follaje abundante y unas raíces poderosas son, desde luego necesarias, pues a mayor contenido de humedad en el abono verde, más rápido es la descomposición y más pronto se obtienen los beneficios.

Cuando las demás condiciones son equivalentes, es preferible usar las leguminosas como abono verde, debido a que con ellos se favorece la fijación de Nitrógeno y la actividad biológica. Pero por lo general es difícil obte-

ner un cultivo intercalado de leguminosas, pues pueden ser valiosas como ali-  
mento para el ganado que sería antieconómico usarla como tal. Lo más  
más del problema es la escasez de semilla.

CUADRO Nº 6: COMPOSICION DE LA PULPA DEL CAFE. BRESSANI st.

ELEMENTO	CONCENTRACION
Materia orgánica	86.5 - 88.5 %
Humedad	79.5 %
Proteína	8.0 - 15.0 %
Cenizas	8.3 - 10.5 %
K	3.03 %
Taninos	1.85 %
N (Menos N de la cafeína)	1.25 - 1.68 %
Acido clorogénico	0.60 %
Sílice	0.27 %
Ca	0.25 %
Acido cafeico	0.24 %
P.	0.10 %
Cafeína	0.70 %
Mg	0.05 %
Fe	100 - 200 ppm

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## 2.4 COMPOST:

Se usa este término para referirse al producto terminado y listo para ser usado, una vez que se ha descompuesto la materia orgánica, aún cuando continua siendo una mezcla de desechos animales y vegetales.

El medio por el cual se fabrica el compost es el denominado "INDORE", el cual pretende airear y crear las condiciones adecuadas para la actividad microbiana.

El procedimiento consiste en hacer una pila donde se van poniendo por capas diferentes materiales. A ellos se les agrega agua para poder hacer una adecuada apisonada. Es importante que las capas sean alternadas entre productos de origen animal y vegetal. Esto se realiza hasta una altura de un metro, luego se cubre con tierra. (Figura 3).

Para una mayor facilidad se hace una fosa de nueve metros de largo, cuatro metros de ancho y un metro de profundidad. Se dejan tres metros sin llenar para hacer luego el volteo. Para lograr una adecuada aireación, se colocan unos palos, (como se ve en la figura 2) los cuales se quitan posteriormente para dejar airear la pila.

Después de tres semanas de haber cargado la fosa, se da vuelta a la pila, para lo cual se usa el terreno que se dejó libre. Al transcurrir tres semanas adicionales se debe hacer nuevamente otro volteo. La duración del volteo varía según las condiciones ambientales y el material usado.

Al inicio es muy importante lograr una adecuada fermentación, de ahí la necesidad de un buen proceso de preparación. El olor agrio y la presencia de moscas, son indicios de que la fermentación no se está llevando a cabo correctamente, por lo cual se debe voltear la pila.

Las propiedades físicas y químicas del compost, varían de acuerdo a la materia prima utilizada.

En San Isidro de El General, utilizando cachazas, broza de café, cascarilla de café y estiércol de bovino, se ha obtenido un compost con el siguiente análisis. ITCR (1987).

<u>ELEMENTO</u>	<u>CONCENTRACION</u>
N %	7.90
P %	0.55
K Meq/100ml	7.30
Ca Meq/100ml	76.00
Mg meq/100ml	6.00
Fe meq/100ml	0.60
pH	8.1

Cuando se dispone de estiércol, se puede preparar compost artificial, el cual consiste en agregar al material vegetal algunas de las siguientes fórmulas por tonelada de material.

- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Urea, 15 kgs              | 3. Sulfato de Amonio, 35 kgs  |
| Fosfato natural, 60 kgs      | Sulfato de Calcio, 65 kgs     |
| 2. Cianamina cálcica, 30 kgs | 4. Superfosfato de Ca, 10 kgs |
| escorias Thomas 30 kgs       | Cal 25 kgs                    |

... Lo anterior con el objeto de iniciar el proceso de descomposición, además al material se le debe agregar agua.

## 2.5 EFLUENTES Y LODOS:

Son productos de la descomposición anaeróbica y constituyen otro tipo de abono orgánico. El efluente es el material líquido que sale del biodigestor como producto ya "tratado" y el lodo está constituido por los sedimentos que se acumulan y sacan cada seis meses.

El proceso anaeróbico se presenta en la Figura 4 y básicamente consiste en tres etapas, (Coto 1987). La primera consiste en que la materia orgánica es transformada por microorganismos facultativos en materias más simples. En la segunda etapa, el sustrato solubilizado sirve de alimento a bacterias facultativas que lo fermentan y luego lo convierten en sustancias aún más simples. Las bacterias responsables de tal transformación son conocidas como "acidogénicas" o formadoras de ácidos.

La última etapa, los ácidos orgánicos son convertidos en dióxido de Carbono y metano por medio de las bacterias metágenicas, las cuales son estrictamente anaeróbicas.

Se ha encontrado que en un biodigestor de 10 m<sup>3</sup> cúbicos de capacidad, la producción de lodo en un año es de 10 m<sup>3</sup> y la producción de efluentes es de 14 m<sup>3</sup>. La composición del sub-producto varía según la materia utilizada para cargar el biodigestor. Como ejemplo de las características del mismo, Castillo (1986), usando como materia prima estiércol de bovino, encontró la siguiente composición. Cuadro 7.

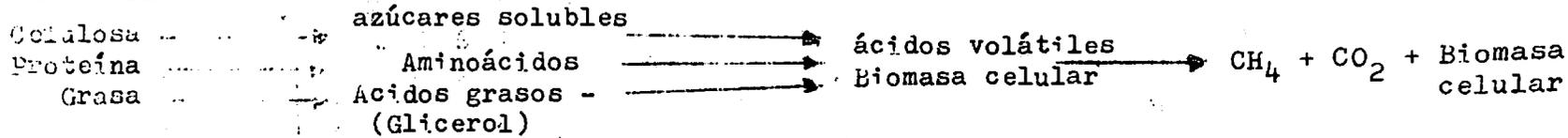
La ventaja de usar el efluente y los lodos es que los posibles compuestos tóxicos en el proceso de producción de biogas, son digeridos. Cabe señalar que es muy reciente el uso de este abono en el país.

CUADRO Nº 7: COMPOSICION QUIMICA DEL EFLUENTE:

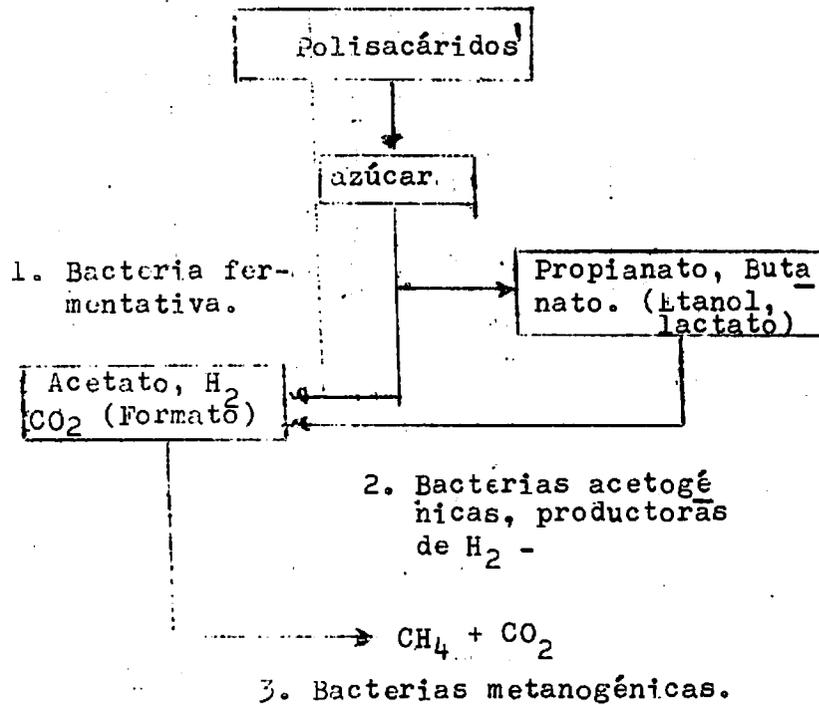
<u>ELEMENTO</u>	<u>CONCENTRACION</u> gr/Ml
Nitrógeno	6.7
Fósforo	3.71
Potasio	0,63
Calcio	0.043
Magnesio	0.00112
Aluminio	0.00003
Zinc	0.00005
Azufre	0.000033
Sólidos volátiles	0.68
sólidos totales	3.17

\*\*\*\*

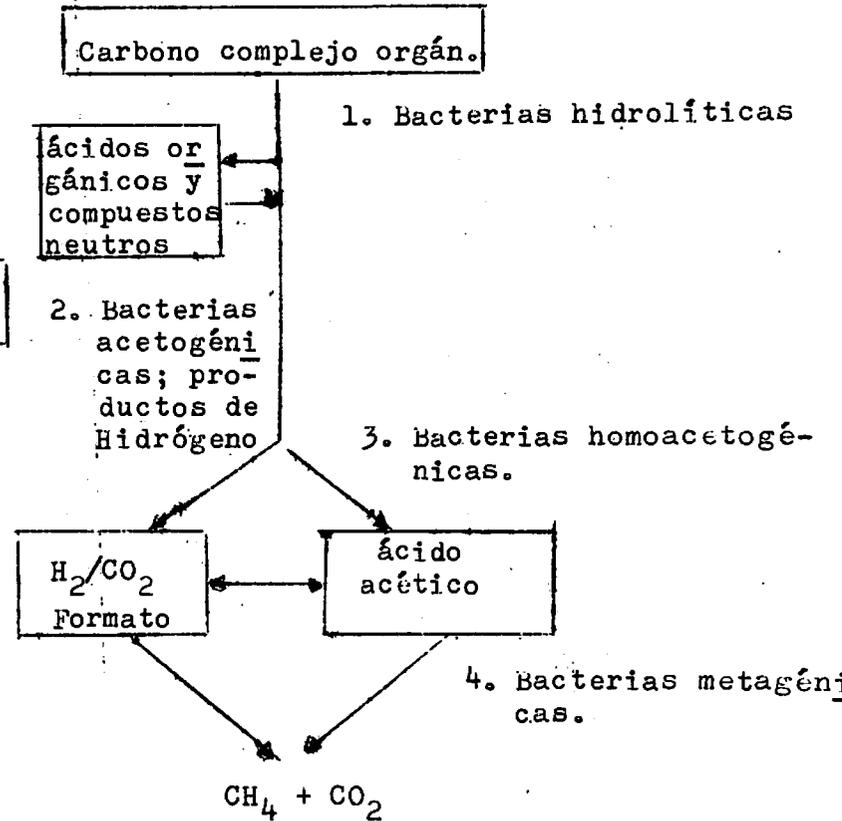
SECUENCIA DE CONVERSIONES:



ETAPAS SEGUN BRYANT



ETAPAS SEGUN ZLIKUS



-16-

Fig. 4. REACCIONES, MECANISMOS E INTERACCIONES MICROBIANAS.

## 2.6 BIOFERTILIZANTES:

Se denomina a todos los procesos biológicos que fijan algún nutriente. Actualmente en el país, solo se trabaja con la fijación de Nitrógeno atmosférico por medio de simbiosis u organismos vivos y ofrece un excelente campo de acción que debe ser explotado. Dentro de ellos, podemos mencionar: el Rizobium, Azotobacter, Azolla. Los trabajos realizados por Ortíz, (1984) están orientados en Rizobium con frijol y soya.

## 2.7 DESECHOS DE VIVIENDA E INDUSTRIA:

En las viviendas, la mayoría de los desechos pueden ser usados como abonos, siempre y cuando se traten previamente. Así por ejemplo, por medio del compost, las basuras de la ciudad se pueden convertir en abono adecuado. Las aguas negras también pueden servir, además de que con ello, se evita la contaminación.

En relación a la industria, algunos de los desechos tanto por su cantidad como por su riqueza, los cuales hasta el momento se consideran contaminantes, con un adecuado manejo podrían ser fuentes de abono en especial en la industria del azúcar, especialmente con el residuo vinaza, (Acuña 1985), en el beneficio del café.

## 3.0 EXPERIENCIAS EN EL PAIS CON ABONOS ORGANICOS

A continuación se presentan algunos de los trabajos realizados en el país con abono orgánico. Es importante mencionar que la experiencia es amplia pero desafortunadamente, la misma, en su mayoría - no ha sido sistemática. De ahí que la Universidad Nacional está desarrollando un programa de investigación con los diferentes tipos de abonos.

### 3.1 ESTIERCOL:

En San Pedro de Coronado, (Martínez 1984), evaluó dosis de gallinaza en niveles de 40, 80, 112,  $\text{NH}_4^{-1}$  y frecuencia de corte de 62, 82, 104 días - en pasto elefante, obteniéndose los rendimientos de materia seca de: 24, 27  $\text{kgs}/\text{Ha}^{-1}$  corte con una frecuencia de 104 días y 120  $\text{Kgs}/\text{Ha}^{-1}$  corte de Nitrógeno.

El porcentaje de materia seca más alto fue de 15.87% a la misma frecuencia y dosis. La proteína cruda fue mejor a los 62 días y 120 Kgs/Ha<sup>-1</sup> corte de Nitrógeno. Aunque no se encontró diferencia significativa entre dosis y sí, para la época de corte, siendo la mejor a 104 días.

Otra investigación en forrajes fue realizada en la Estación Experimental-lechera "Alfredo Volio" - usando el Kig Glass se probaron 125, 250, 375 kgs/Ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno, usando como fuente Nitrato de Amonio y estiércol de bovino. La mejor respuesta fue de 5.042,20 kg por corte cada 84 días. La fertilización se realizó cada 21 días después del corte. Con la dosis de 375 kgs/Ha<sup>-1</sup> de N. en Nitrato de Amonio, la mejor respuesta en relación a la dosis-orgánica fue de 2.814,57 kgs de nitrógeno, con nivel de 125 kgs de N.

La recuperación del Nitrógeno en ambas dosis, disminuyó al aumentar la dosis. En cuanto a la calidad del forraje, no se presentó diferencia significativa entre las dos fuentes. El contenido de PC fue estadísticamente diferente entre el estiércol y el Nitrato de Amonio, siendo de 7.08% y 6.70% respectivamente

Jiménez, (1986) concluye que el uso del excremento combinado con el agua de lavado de lecherías con 0.75% de nitrógeno total y densidad de 1,037, causa efecto similar en respecto a la fuente química en cuanto a la calidad del pasto.

En otro experimento similar, pero en topografía plana, Rojas (1986) encontró en el corto plazo la fertilización química ejerció un efecto similar a la fertilización orgánica sobre la calidad del forraje; pero se notó una respuesta baja de fertilización orgánica en cuanto a la producción de biomasa y de la eficiencia de uso del nitrógeno.

En cuanto al uso de estiércol en cultivos, Smith (1984) en la Estación Experimental Diamantes, estudió la respuesta de ñame, (*Dioscorea alata* L.) a la fertilización orgánica y dosis creciente de Nitrógeno y Potasio. El suelo utilizado fue un "Typic Dystrandeps; los niveles de N. fueron 0, 150, 300 - kgs/Ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. La fertilización orgánica fue de 4 Tm/Ha<sup>-1</sup> de gallinaza - con dosis básica de 50 kgs/Ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -

El análisis estadístico no reveló diferencias estadísticas para el peso de de tubérculo total, comerciales y no comerciales, ni para el número de tu

tubérculos totales y tubérculos comerciales entre los diferentes tratamientos. Sin embargo, el mejor rendimiento de tubérculos totales y comerciales fue por el tratamiento de 300-50-150 kgs/Ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O

### 3.2 RESIDUOS DE COSECHA:

El subproducto más utilizado como abono es la pulpa de café. En experimentos realizados en Colombia y Brasil, según Suárez, (1980) se han encontrado aumentos en la producción de café entre 80 al 300%, sobre el testigo - cuando se aplicaron de 5 a 10 kgs por año por planta. Se recomienda antes - de aplicarla, dejar que se descomponga por medio de fosas.

En un estudio realizado en Costa Rica en suelos Orthents, Andepts, Tro - pepts, Ustolls - se evaluó la velocidad de descomposición de la paja de trigo por medio de la técnica de C-14. Según el investigador, González (1984) - encontró que no es posible hacer predicciones de la velocidad de descomposición por medio de modelos sencillos de laboratorio. Pero con dicha técnica, un tercio del Carbono en los residuos de plantas, sobrevivía a los procesos de descomposición inicialmente rápidos. Estos residuos estabilizados y sus productos, representan cantidades de materia orgánica bastantes reactivas - con una vida media de 3 a 5 años.

El comportamiento de los diferentes suelos fue variado dependiendo de las regiones, de temperaturas y humedad en cada localidad. Se destaca el hecho de que agregando o no, residuos de plantas - no va a implementar un rápido e indefinido aumento de la materia orgánica existente o una disminución de la misma. Deberá haber siempre un equilibrio o estado estable del humus del suelo, debido a los abonos orgánicos para cada suelo, estable en cada sistema - de explotación agrícola, el cual puede alcanzarse o ser cambiado con bastante rapidez. El uso de residuos es muy generalizado, especialmente en la técnica del frijol tapado o con el maíz, pero no se ha cuantificado este beneficio.

### 3.3 ABONOS VERDES:

La utilización del abono verde en el país es casi nula y la investigación en esta área, todavía no ha producido resultados.

### 3.4 COMPOST:

Kircaid (1949) realizó compost a partir de pulpa de café y encontró

que la concentración del mismo fue N, 1,18% - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,72% - K<sub>2</sub>O 2,21%. Indica que lo aplicó al café y obtuvo buenos resultados, pero no los cuantificó.

En San Isidro de El General, el Autor, ha iniciado la prueba del compost fabricado por AGROGAM en los siguientes cultivos: maíz, frijol y café, pero todavía no se tienen los datos tabulados.

### 3.5 EFLUENTES Y LODOS:

Usando lodos de clarificación de la industria azucarera, Sánchez (1984) probó dosis de 0, 50, 100, 150 kgs de N./Ha; los suelos usados fueron un typic Dystrandept y Ustoc Hmitroept, utilizando como planta indicadora el MAIZ. El experimento se realizó en invernadero, en columnas de PVC de 50 cm de largo por 4 cms de diámetro.

El análisis del lodo utilizado fue el siguiente:

pH	-	8.20	Na <sup>+</sup>	35	} Meq/100 gr
N	-	0,26 %	K	353	
MO	-	12,98 %	Ca <sup>++</sup>	54	
P	-	124.00 ppm	Mg <sup>++</sup>	12	

Se encontró que la mejor respuesta fue con el tratamiento de 50 kgs de - NH<sub>4</sub><sup>-1</sup>. En cuanto a las propiedades químicas, se mejoró la CIC, al pH, fósforo, calcio y magnesio.

Mojica et al (1984) realizó dos investigaciones en sorgo, variedad SAVANNA 5 donde se utilizaron un biodigestor cargado con estiércol de conejo y macetas de 0,5 kgs. Se aplicaron 4 tratamientos: 0, 100, 200 y 300 ml por macetas - Las características del efuelte fueron:

pH	=	6,9	} grs/l
N	=	0,25	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	:	0,05	
K <sub>2</sub> O	=	0,53	
Mg	=	0,41	
Ca	=	1,01	
sólidos totales...	=	2,49	
sólidos volátiles...	=	0,45	

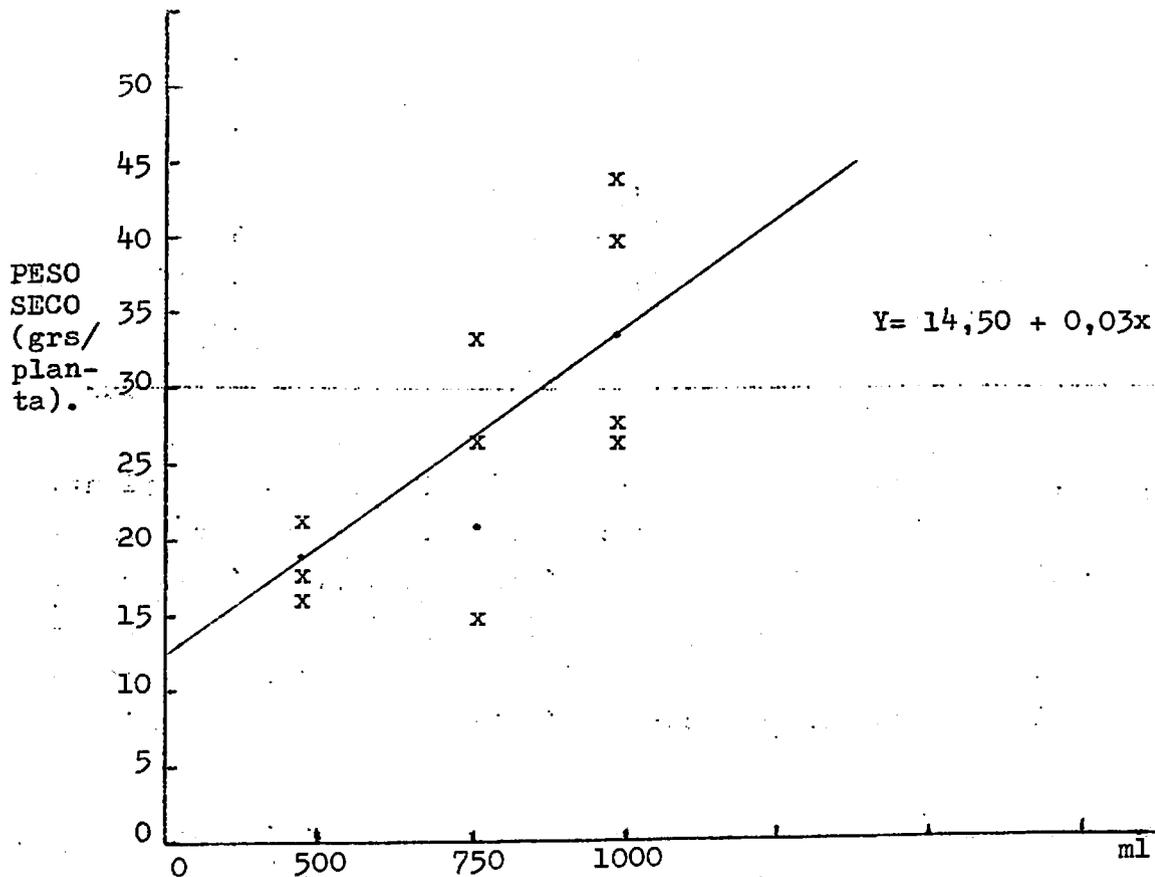
El suelo utilizado fue un Typic Dystrandept y el experimento duró tres meses. La respuesta en biomasa mejor, fue con la dosis de 200 ml, tanto para la parte aérea como de la raíz. La recta de mejor ajuste fue  $Y = 8,56 + 0,05 X$  para la parte aérea y  $Y = 8,18 + 0,012 X$  para la raíz.

Blanco (1984) utilizando el mismo efluente, cultivo y suelo, probó tres épocas de aplicación: 0, 7, 14 días antes de la siembra. Las macetas fueron de 2 kgs y la dosis de 500 ml por maceta. Se probó el modelo  $Y = A + Bx + Cx^2 + E$ . El efecto fue lineal significativamente en el análisis de la biomasa de la parte aérea y la raíz. Siendo el mejor ajuste:  $Y = 14,55 + 0,20x$  para la raíz y  $Y = 30,71 + 0,99X$  - pero no se encontró una época adecuada de aplicación, por lo que debe estudiarse más.

Mojica et al (1986) realizó tres experimentos con frijol MEJICO 80, usando efluente de conejo y cabras. Las propiedades de ellos se presentan en el cuadro 8. En el primer experimento se aplicaron 0, 500, 750, 1000 ml de efluente de cabra; el suelo usado fue un Typic Dystrandept. El diseño experimental fue un irrestrictamente al azar con cuatro repeticiones y usando macetas de 5kgs. La mayor producción fue con 1.000 ml, con 34,25 grs/planta y la regresión  $Y = 14,51 + 0,03X$ , (figura 5). El segundo experimento solo se cambió el efluente de cabra por conejo y la mejor producción fue con 750 ml/maceta con 61,59/planta y la respuesta fue cuadrática con  $Y = 33,71 + 10^{-3}x - 65,00 \times 10^{-6} x^2$  (figura 6). El tercero fue una prueba de seis épocas de aplicación con 34, 24, 14 días antes de la siembra y 14, 24 y 34 días después de la siembra. La dosis usada fue 750 ml/maceta y el efluente de conejo. Se encontró diferencia significativa entre épocas antes y después, siendo la mejor 34 días antes con 85,25 grs/planta.

\*\*\*\*\*

PESO SECC DE FRIJOL



DOSIS EFLUENTE DE CABRA

FIGURA 5

CUADRO Nº 8 : COMPOSICION DE LOS EFLUENTES:

PROPIEDAD	CAPRINO	CONEJO
pH	6,8	6,9
N	0,12	0,26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,05
K <sub>2</sub> O	0,43	0,51
Mg	0,52	0,48
Ca	1,12	1,03
Sólidos totales	1,37	2,49
Sólidos volátiles	0,43	0,45

Castillo (1986), usando como materia prima estiércol bovino y como planta maíz TICO V7, probó tres niveles de efluente: 100, 125, 150 Kgr N Ha<sup>-1</sup> en efluente y 100 Kgr N Ha<sup>-1</sup> de fertilizante. Las épocas de aplicación fueron: 22 días antes de la siembra, a la siembra y 22 días después de la siembra - fraccionando 20% a la siembra y 80% a los 22 días de la siembra. El suelo usado fue un Fluventic Haplustall. Las características del efluente están en el cuadro 7.

Al suelo, se le analizaron sus propiedades: densidad de partículas; densidad aparente; resistencias al corte; penetrabilidad; límite líquido; punto adhesivo; límite plástico; espacio poroso capital; espacio poroso no capital; espacio aéreo; porosidad total; humedad volumétrica; textura; retención de agua a 1/3 atmosfera y a 15 atmósferas.

En relación a las propiedades químicas se le analizaron nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, aluminio, zinc, manganeso, pH, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico.

Se encontró diferencia significativa entre la dosis del fertilizante y la del efluente: 150 Kgs/Ha<sup>-1</sup>N con una producción de 3.456 kgs/Ha<sup>-1</sup> y con fertilizante 3.205 Kgs/Ha<sup>-1</sup> - En cuanto a las propiedades físicas, mejoró el

límite líquido; en las químicas se mejoró el Potasio, el pH y disminuyó el manganeso. En cuanto a la época de aplicación, no hubo diferencia estadística.

Jiménez (1984), estudió la aplicación del efluente, (mezcla de estiércol de cerdo, cabra y conejo) en pasto, en dos experimentos: uno con estrella africana (*Cynodon niengluensis*) y otro con pasto Gigante, (*Pennisetum Typoides*). Los tratamientos usados fueron: 50, 150, 250 kgs de N. por Ha del efluente y 250 Kgr/Ha de N en química. (La composición del efluente está en Cuadro 9).

Se encontró diferencia significativa al 5% para la producción de materia seca en el pasto estrella africana entre tratamientos de 250 kgr N Ha<sup>-1</sup> de efluente con una producción de 10.844 kg. Ha<sup>-1</sup> y el tratamiento con fertilizante que fue de 8.813. Para el King Glass no se presentó diferencia significativa. En ambos casos se presentó aumento lineal de la producción al aumentar la dosis del efluente.

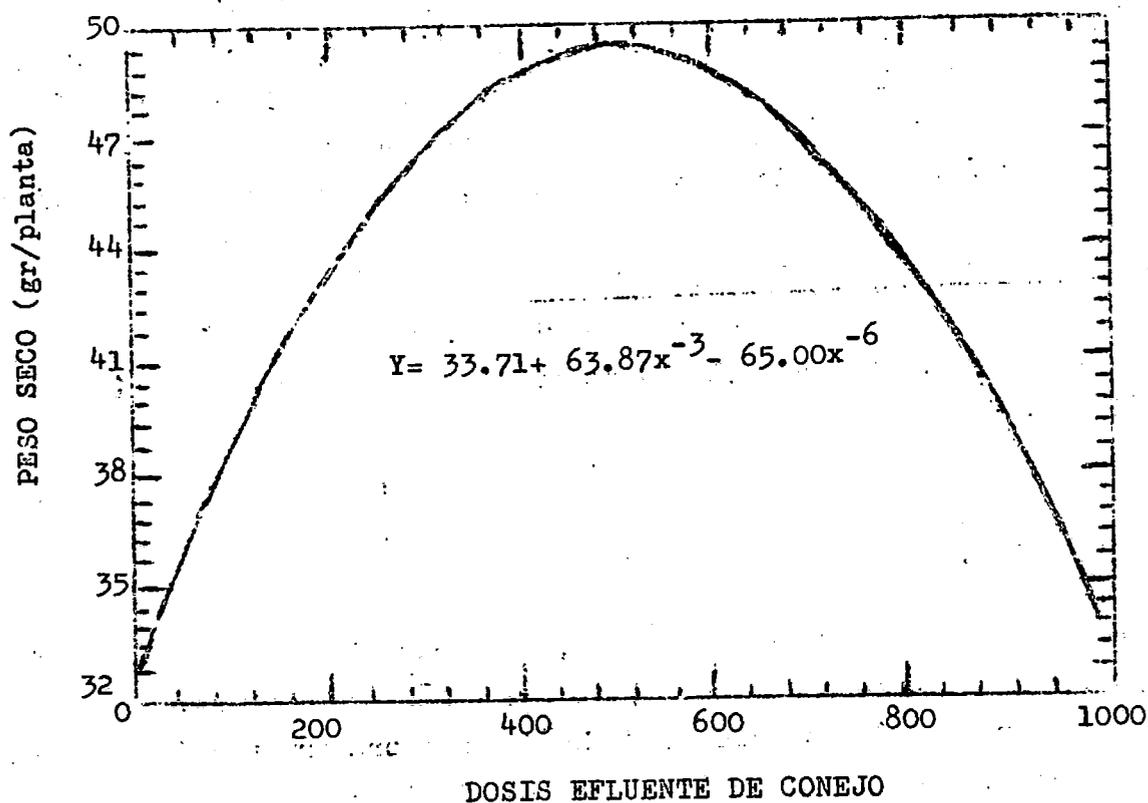


FIGURA 6

### 3.6 BIOFERTILIZANTES:

La posible utilización de los biofertilizantes es por medio de la fijación simbiótica de algunos nutrimentos en especial el nitrógeno, como también el uso de la micorriza.

En el país, la azolla tiene cuatro géneros. Esta alga forma simbiosis con la cianobacteria anabaera, la cual es eficiente en la fijación de Nitrógeno. En experimentos realizados por Corella, (1984) en la estación experimental La Rita de Guápiles, se encontró que la producción de azolla fue de 486,6 y 523,3 Ton. al año<sup>-1</sup>. El análisis en base seca de la azolla fue 89,9 % MS - 26.5 % PC; 4.9% EE; 14,2 % FC; 25,2 % Ceniza; 5 % N; lo cual nos indica que es una buena alternativa para ser usada en el cultivo de arroz inundado.

En cuanto a la fijación del Nitrógeno por medio del Rizobium en el país se ha estado investigando bastante en los últimos años. Así por ejemplo, Acuña (1986) en un suelo Ustic Humitropept, probó 6 inóculos y sus mezclas de Rhizobium japonicum en soya y encontró que la mejor respuesta fue la CR506 y CR514 con 1,40 Kgs/m<sup>2</sup> y 1,39 kg/m<sup>2</sup> de rendimiento. Por último, se ha encontrado que el estado nutricional del suelo es muy importante para la inoculación en soya. Ortiz, (1984) encontró que bajos contenidos de Ca<sup>++</sup> - Mg<sup>++</sup> - P y B inhiben la nodulación. La deficiencia de Mo, Co, Cu - no permiten la fijación

### 3.7 DESECHOS DE INDUSTRIA Y VIVIENDA:

En cuanto a los desechos de vivienda, la utilización de ellos es por medio de la basura. Galiano, (1960) utilizando la basura que tenía el siguiente análisis:

humedad	25 %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,70 %
Cenizas	70,2 %	K <sub>2</sub> O	1,49 %
Nitrógeno total	1.04 %	C/N	16.

... utilizando como cultivo la remolacha, los tratamientos estudiados fueron: 5, 10, 15 TM de basura por Ha y 94, 188 Kgs/Ha<sup>-1</sup> de 12-24-12. Se encontró que la mejor producción fue con 15 TM ha<sup>-1</sup> dando una producción de 15,02 T/Ha<sup>-1</sup> de remolacha; no se encontró diferencia significativa en los tratamientos químicos, siendo el mejor con 1.88 kgs/ha<sup>-1</sup> de 12-24-12 con una producción de 14,71 tm/ha de remolacha. Esta experiencia se hizo en Colombia.

En un suelo ferrálico rojo en la República de Nicaragua, se probaron tres fuentes: turba, estiércol y cachaza - en dosis de 15 y 30 TM/ha<sup>-1</sup> y una dosis básica de 100=50-75Kg/Ha<sup>-1</sup>. La aplicación del abono fue 30 días antes de la siembra; el cultivo utilizado fue Cebolla variedad Red-Crole - los rendimientos obtenidos fueron:

Turba	28,08 TM ha <sup>-1</sup>	Estiércol	22.70 TM/ha <sup>-1</sup>
cachaza	21.70 " "		

Desafortunadamente, Centil (1980) no presenta información sobre la composición de las materias estudiadas.

Otro de los desechos usados en el país como abono, es la vinaza, la cual se obtiene de la industrialización de la caña para obtener alcohol. Al respecto, varios investigadores en Grecia han probado la respuesta del maíz a la aplicación de la vinaza: Acuña (1985); Ulate (1986) y Valerio (1986).

Analizaron diferentes dosis y épocas de aplicación y encontraron diferencia significativa entre el fertilizante y el abono, siendo 7.776,14 kgs/Ha<sup>-1</sup> con vinaza y 6,904,72 Kg/Ha<sup>-1</sup> con fertilizante, siendo la mejor con dosis de 200 kgs N - en vinaza; la mejor época de aplicación fue a los 45 días antes de la siembra.

La aplicación de vinaza mejoró el pH CIC; contenido de N, K, Ca y Mg. En cuanto a las propiedades físicas, mejoró el límite plástico; porosidad total; conductividad hidráulica e infiltración.

CUADRO 9: COMPOSICION QUIMICA DEL EFLUENTE:

ELEMENTO	CONCENTRACION	UNIDAD
N	3.0	}
P	2.08	
K	7.13	
Ca	3.53	
Mg	0.47	
S	0.34	}
Cu	76	
Zn	766	
Mo	374	
Fe	6828	

#### 4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Podemos concluir que con el uso de los abonos, se aumenta la capacidad de intercambio catiónico, contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos en menor cantidad.

Se mejora la retención de agua, límite líquido; plasticidad; punto adhesivo; porosidad total; estructura del suelo. También, se disminuye la susceptibilidad a la erosión.

Otras ventajas:

- La producción de los diferentes cultivos es mayor que con fertilizantes.
- La cantidad de sub-productos, (desechos) en el país son una cantidad apreciable, lo cual hace posible su uso.
- La mejor época de aplicación de los abonos es antes de la siembra.

Aspectos desventajosos en el país:

- Desconocimiento de la utilidad de ellos.
- Inadecuada infraestructura para recoger los subproductos.
- Insuficiente conocimiento tecnológico.
- falta de apoyo gubernamental
- Dificultades financieras.
- Mezcla de los sub-productos orgánicos con materiales tóxicos como plásticos, envases de vidrio y de metal.
- Falta de tratamientos adecuados en algunos casos.

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*

BIBLIOGRAFIA

- ACUÑA, y.. 1985. Aplicación de vinaza como abono en el maíz y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias. Heredia. 57 p.
- ACUÑA, O. RAMIREZ, C. 1986. Efecto de los protozoarios del suelo sobre la Nodulación en frijol por Rhizobium phaseoli. In VII Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ingenieros Agrónomos, San José. pp 149-150
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, MONTERO, R. 1986. Evaluación de la respuesta a la inoculación de Cepas diferentes de Rhizobium japonicum en el cultivo de soya. In VII Congreso Agron. Nacional. Colegio Ing. Agrónomos. San José. pp 226-227.
- BERTSH, F. 1986. Manual para la interpretación de la fertilidad de los suelos de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Escuela de Fitotecnia. San José. 76 p.
- BLANCO, F. MOJICA F. FONSECA, H. 1984. Efecto de tres épocas de aplicación del efluente sobre la Biomasa del Sorgo. In VI Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ingenieros Agrónomos. San José. Vol. 1 pp 30-31.
- BRESSANI, R. S.F. Composición química de los sub-productos de Café In. Primera reunión Internacional sobre subproductos de café en la alimentación animal y otras aplicaciones. S.N.T.
- CASTILLO, O. 1986. Valor fertilizante del efluente de un biodigestor utilizando el estiércol bovino como materia prima en el cultivo de Maíz. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional. Escuela Ciencias Agrarias. Heredia. 92 p.
- CENIT. 1981. Estudio de fuentes y Niveles de Abono Orgánico en el Cultivo de la Cebolla. Ciencia y Técnica. 4 (1): 59-67.
- CORELLA, R. RUIZ, R. 1984. Potencial de la Azolla en Costa Rica. In VII Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ing. Agrónomos. S.J. Vol. 1. 32-33
- CÓRTEZ, A. 1976. Taxonomía de Suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Vol. XII - 469 p.
- COTO, J. 1987. Fundamentos del proceso de Biodigestión anaeróbica. In Seminario Beneficio de la Biodigestión Anaeróbica. Comisión Nacional de Biodigestión Anaeróbica. Heredia. 8p.
- CHIN, A. 1986. Potencial de producción de Biogás a partir de desechos agropecuarios en Costa Rica. Dirección Sectorial Energía MEI, San José. 33 p.
- GALIANO, F. RODRIGUEZ E. SF. El abono orgánico de basura en los cultivos hortícolas. Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Bogota. pp 15-23.

- GONZALEZ, M. SAVERBECK, D. 1984. Descomposición de residuos de plantas marca con c-14 en diferentes suelos y climas de Costa Rica. In VI Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ingenieros Agrónomos. Sn José pp 44-45.
- GUERRERO, R. 1980. Hacia la formulación de un modelo suelo-planta. In fertilidad de suelo, diagnóstico y control SCCG. Bogotá. pp.1-11.
- JIMENEZ, C. ZUMBADO, C. ROJAS, W. 1986. Efecto de la fertilización química y orgánica en la productividad y calidad de pasto King Glass. In VII Congreso Agronómico Nacional. Col. Ing. Agrónomos, Sn José. pp 315-316.
- JIMENEZ, F. 1984. Valor fertilizante de los Efluentes de un biodigestor para producción de pasto Estrella Cynodom Mentuensis y pasto Gigante Penisetum thypoides. Tesis Ing. Agr. Universidad de C. Rica. Turrialba 46 p.
- KINCAID. 1949. Ensayos de producción de compost en Costa Rica. El Agricultor Costarricense. 2 (10): 702-708.
- MARTINEZ, W. 1984. Efecto de cuatro niveles de gallinza y tres frecuencias - de corte en la producción y valor nutritivo de pasto elefante. Tesis - Ing. Agr. Universidad de CR. Escuela de Zootecnia. Sn José. 104 p.
- MOJICA, F. BLANCO, F. MARTINEZ, A. 1984. Producción de Biomasa del Sorgo mediante la aplicación de cuatro niveles de efluente. In VI Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ing. Agrónomos. Sn José. VI. pp 28-29.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. FONSECA, H. CRUZ, A. 1986. Respuesta del frijol a la aplicación de dos tipos de efluentes; tres niveles y seis épocas de aplicación. In VII Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ing. Agrónomos - Sn José. Vol. 1. pp. 159-161.
- ORTIZ, R. ACUÑA O. RAMIREZ, C. 1984. Necesidades Nutricionales de la Soya Inoculada con Rhizobium japonicum en un suelo de Pijije, Guanacaste - mediante la prueba biológica de Invernadero. In VI Congreso Agronómico Nacional. Colegio de Ing. Agrónomos. Sn José. Vol. 1. p 34.
- PEREZ, S. et al. 1979. Mapa de Asociación de SubGrupos de Suelos de Costa Rica. OPSA. Sn José. Escala 1:200.000
- RAMIREZ G. 1983. Compostaje y uso de residuos orgánicos en Costa Rica. In El Reciclaje de la materia orgánica en la agricultura de América Latina. - FAO. Roma. Boletín de Suelos Nº 51. pp 200-206
- ROJAS, W. FLORES, J. JIMENEZ, C. 1986. Respuesta del Pasto King Glass a la fertilización química y orgánica en topografía parada. In VII Congreso Agronómico Nacional. Colegio Ing. Agrónomos. Sn José. pp 329-330.
- SALCEDO, A. BARRETO, J. 1982. Abonos orgánicos, reforzados y naturales. ICA Bogotá. Boletín didáctico Nº 15. 59 p.

