

**República de Cuba**



**Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”.**

**Facultad de Ciencias Agrarias.**

**Titulo: Evaluación de la aplicación de Zeofert sobre el rendimiento de King grass y el mejoramiento químico del suelo.**

**Tesis en opción al título de Ingeniero  
Agrónomo.**

**Autor: Madiel Castellanos Díaz.**

**Tutor: Wilfredo Espinosa Aguilera.**

**Cienfuegos 2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que de una forma u otra han contribuido a mi formación profesional.

## **DEDICATORIA**

A mi familia que con tanto amor han deseado el éxito de mis estudios.

## SINTESIS

El presente trabajo se desarrolló durante un año en la vaquería # 18 de la UBPC “El Tabloncito” de la Empresa pecuaria “El Tablón” en la provincia de Cienfuegos. Con los objetivos de incrementar los rendimientos de materia seca del King grass y el reciclaje de nutrientes al suelo. Como material Zeolítico se utilizó la Roca Zeolítica Natural (R.Z.N) con una granulometría de 1-3 mm. Para la preparación del compost se utilizó las excretas frescas depositadas por las vacas sobre el piso de la nave de sombra y se mezcló con la (R.Z.N) en una proporción 3-1 estiércol fresco-(R.Z.N.) en base a peso fresco. El mineral fue esparcido de forma uniforme sobre el piso una vez por semana, después de la limpieza de este. Esto se hizo con el objetivo de que los animales durante el transcurso de la semana con sus patas realizaran de forma natural la mezcla del estiércol fresco con la (R.Z.N), la mezcla obtenida se depositó en el estercolero para su proceso de descomposición durante más de 45 días. El abono producido se aplicó de forma manual al cultivo del King grass a una dosis de 25 t/ha. Durante este año se obtuvieron los siguientes resultados: 1-Se incrementó el rendimiento del King grass por encima del 50 % respecto al control. 2-La aplicación de Zeofert incrementó el contenido foliar de N, P y K, en ambas épocas respecto al control. 3-se incrementaron los contenidos de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y materia orgánica, así como el valor del pH en el suelo. 4-Se logró reciclar al suelo 377 kg de N, 257 kg de  $P_2O_5$  y 787 kg de  $K_2O$ . Se recomienda la fabricación y uso del Zeofert en las vaquerías lecheras para incrementar el rendimiento de los forrajes y mejorar las condiciones químicas del suelo.

## TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Antecedentes .....	3
1.2.	Justificación del estudio .....	4
1.3.	Problema de Investigación .....	5
1.4.	Objetivo General .....	5
1.4.1.	Objetivos específicos.....	5
1.5.	Hipótesis de la Investigación .....	6
1.6.	Diseño Metodológico de la Investigación .....	6
1.7.	Beneficios esperados.....	9
1.8.	Límites del alcance de la investigación .....	9
2.	DESARROLLO.....	11
2.1.	Producciones orgánicas y mejoramiento del suelo. ....	11
2.1.1.	Valoración del contexto local, nacional y mundial .....	35
2.1.2.	Estado actual del conocimiento del problema de investigación. .....	36
2.1.3.	Carencia que se quiere llenar con la investigación. ....	37
3.	CONCLUSIONES .....	46
4.	RECOMENDACIONES.....	47
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48

# 1. INTRODUCCIÓN

La idea de sostenibilidad agrícola con los menores efectos sobre el ambiente y los recursos naturales, ha reorientado al mundo científico a promover tecnologías que en lo esencial responden a la complejidad de los sistemas de cultivos en cada localidad (Altieri, 1992). Resulta evidente que esta nueva dirección de la ciencia no es casual, el desarrollo de una agricultura moderna caracterizada por recomendaciones tecnológicas, ignorando la heterogeneidad ambiental, cultural y socioeconómica ha dejado detrás graves problemas que constituyen hoy grandes retos para la presente generación. (San Martín, 1995; Restrepo, 1995; Arteaga et al, 1995). La contaminación ambiental, la desertificación, la pérdida de biodiversidad, los cambios climáticos, etc. permanece como evidencia de que el hombre no ha sido conocedor de su naturaleza y se requiere de cambios a corto y mediano plazo (FAO, 1990; Altieri, 1995 ; García, 1996).

La forma de percibir los acontecimientos desde perspectivas atomistas alteró drásticamente el diálogo sobre el mundo natural, se cambió el enfoque de la naturaleza, de una identidad orgánica viviente hacia formas reduccionistas, destruyéndose así esa maravillosa continuidad de la experiencia humana que nos relacionaba con la naturaleza (Venegas y Siau, 1994) a tal punto que se ha perdido la real noción de lo que es el suelo y su función en la naturaleza (CIED, 1996). Uno de los problemas más graves que enfrenta la agricultura cubana, es el referente a la degradación de los suelos y no prestarle la debida atención a los procesos que la ocasionan, comprometen seriamente el futuro del país. Enfrentamos hoy un reto en las aspiraciones por lograr establecer un sistema agrícola sostenible, capaz de solventar la creciente demanda alimentaría de la población.

El suelo no debe ser visto como el sostén donde tiene lugar el crecimiento de las plantas, ni como un soporte inmutable y estático, lo que de hecho nunca fue ni será. Se trata de mostrar el suelo tal como es: como un complejo ecológico natural habitado por una población muy heterogénea y activa, muy dinámica y prácticamente viva. En el que existen interrelaciones recíprocas entre sus componentes físicos, químicos y biológicos (Pérez, 1999). La fertilidad natural de un suelo es la capacidad de sostener a la planta e influir en su rendimiento, el suelo junto con factores como el clima y la forma de

agricultura dan por resultado la productividad. En condiciones tropicales, la tasa de acumulación de humus en el suelo es baja, por lo que es muy importante fomentar el reciclaje intensivo de la materia orgánica (Primavesi, 1984). Debido a la sobreexplotación de los terrenos, cada día es menor el humus natural que existe en el suelo por lo que es necesario regenerar la tierra para que exista un nivel adecuado y se puedan mantener unos rendimientos de producción óptimos, pudiendo efectuar esta regeneración de suelos (Duran,1998).Dada la situación económica actual por la que atraviesa nuestro país, donde la agricultura se ve privada del suministro adecuado de fertilizantes químicos para obtener un nivel aceptable de producción, hay que ir hacia la búsqueda de nuevas formas de aplicación de determinados compuestos orgánicos para compensar en parte o totalmente las extracciones que realizan los diferentes cultivos de los elementos químicos del suelo. El uso de la Zeolita ha cobrado en los últimos años una importancia capital. En Cuba la existencia de varios yacimientos nos obliga al estudio detallado de su uso agrícola (Rivero, 1991), estos estudios han demostrado, que las Zeolita natural o enriquecida con nutrientes puede ser utilizada para el mejoramiento de los sustratos orgánicos (cachaza, estiércol, etc.).

En lo referente a esta problemática hoy tenemos en la UBPC “El Tabloncito”, que no se le da un uso adecuado al estiércol vacuno generado en sus vaquerías; el cual es cedido o vendido a otras áreas fuera de la UBPC, con la consiguiente exportación de nutrientes; sin embargo los rendimientos de sus cultivos (pastos, forrajes y otros) son muy bajos, debido al empobrecimiento de sus suelos por las continuas extracciones de nutrientes sin aplicar fertilizantes químicos u orgánicos , lo cual da lugar a bajas producciones de leche y carne.

Teniendo como referencia la amplia experiencia que existe en la Estación Experimental “Escambray”, de Barajagua, Cienfuegos, con el uso y aplicación del estiércol vacuno combinado con la Roca Zeolítica Natural y conociendo de la existencia en grandes cantidades de este mineral en el yacimiento de “Tasajeras” ,Villa Clara y lo relativamente cerca de esta UBPC. Es que decimos realizar este trabajo de investigación en el área antes descrita.

## 1.1. Antecedentes

Las rocas Zeolíticas poseen varias propiedades físico - químicas muy importantes tales como: intercambiador iónico, absorción de gases y agua, tamiz molecular, etc., que le confieren múltiples usos y aplicaciones por lo que ha sido llamado el Mineral del Siglo XX (Malherbe, 1988). Desde el punto de vista agrícola su mayor interés está dado por su elevada capacidad para retener agua, gases y cationes; en el caso de estos últimos posee la capacidad de liberarlo paulatinamente, disminuyendo así los riesgos de pérdida por lavado(Casals, 1988).

En trabajos efectuados por (Mackown y Tucker, 1985), plantean que el  $\text{NH}_4^+$  es uno de los cationes que la Zeolita retiene con mayor facilidad al mezclarla con el suelo o las excretas frescas. Mientras que (Miner, 1984), encontró que aplicando dosis de  $2.44 \text{ kg/m}^2$  sobre el piso de vaquerías redujo significativamente la volatilización del  $\text{NH}_4^+$  y los malos olores y que esta mezcla de Zeolita con excretas, una vez secadas pueden ser usadas como fertilizante. Hay otros autores como (Ferguson et al. 1986; Gub et al. 1986), que han resaltado lo beneficioso que resultan las mezclas de RZN con estiércol fresco, al lograrse un compuesto enriquecido, de fácil manejo y liberación lenta de sus elementos químicos.

También autores como (Minato, 1968; Laponte, 1975; Munpton y Fisaman, 1977), han planteado el efecto positivo que tiene la mezcla de Roca Zeolítica Natural con el estiércol de animales sobre la retención de nutrientes y su lenta liberación, así como las ventajas que proporciona en su almacenamiento y aplicación. (Arias Edelmira y Col. 1992), al hacer un estudio de este compuesto en condiciones de casa de cristal sobre el cultivo del maíz, determinaron que la adición de  $20 \text{ t/ha}$  de Zeofert sustituyó completamente la fertilización adecuada de N, P y K.

Por otra parte (Arteaga y Col. 1993), plantearon que las vacas lecheras que permanezcan durante ocho horas en la nave de sombra, depositan sobre el piso una cantidad de  $12\text{-}14 \text{ kg}$  de estiércol fresco/animal en época de seca y  $9 \text{ kg}$  /animal en época de lluvia.

En investigaciones realizadas durante más de cinco años en la Estación Experimental de Suelos y Fertilizantes "Escambray" con las mezclas de Roca Zeolítica Natural y estiércol fresco para la fabricación del Abono Organomineral Natural (Zeofert), y su

uso en la producción agrícola y un Proyecto de Innovación Tecnológica desarrollado durante cuatro años en la UBPC “Tabloncito” (Espinosa y Arteaga, 1999; Espinosa y Col. 2005) destacan que el Zeofert se caracteriza por:

- Ser un producto muy suelto (desmenuzado).
- De fácil manejo.
- No presenta olor desagradable.
- No se adhiere a la ropa e instrumentos de trabajo.
- Se seca con gran facilidad.
- Al humedecerse no se compacta.
- Todo su trasiego como la recogida, transportación y aplicación se puede realizar manualmente.

Dentro del conjunto de observaciones realizadas durante el proceso de fabricación del Zeofert en la nave de sombra con los animales dentro (Espinosa y Arteaga, 1999; Espinosa y Col. 2005), destacaron que:

- Se evitan las pérdidas por volatilización del amonio y lixiviación o lavado de este y otros nutrientes como el fósforo y potasio solubles en las excretas y orina.
- Disminuyen considerablemente los malos olores en la unidad pecuaria.
- Los animales llegan a la sala de ordeño con una mejor higiene corporal.
- Se conserva un ambiente seco en las naves de sombra.
- Disminuye en más de un 45 % la presencia de moscas.
- Aumenta el tiempo de conservación de la leche en más de 0.30 horas.
- La limpieza del piso de la nave se puede espaciar hasta 15 días.
- La aplicación de este Abono Organomineral Natural a diferentes cultivos incrementa sus rendimientos en más de un 50 %.
- Se incrementó la producción de leche en más de 1 l/vaca/día.
- Mejoraron todos los parámetros físicos – químicos del suelo.

## **1.2. Justificación del estudio**

La vaquería lechera típica # 18 de la UBPC El Tabloncito, en estos momentos tiene una situación desfavorable con los bajos rendimientos que se obtienen en sus áreas de pastos y forrajes y sus suelos están muy empobrecidos por los años de continuas

extracciones de nutrientes. La baja producción de leche y productos agrícolas que se logra en esta unidad, es causada fundamentalmente por el poco uso de la aplicación de estiércol descompuesto en sus áreas de producción, lo que provoca el empobrecimiento del suelo al no existir retorno de nutrientes al mismo y más cuando está ausente la fertilización química. El poco uso del estiércol vacuno en esta unidad es causado fundamentalmente por las dificultades que se crean para su manejo y aplicación por lo compactado que termina este compuesto el proceso de descomposición, lo cual resulta muy difícil aplicarlo manualmente y en estos momentos se hace imposible su aplicación de forma mecanizada, dada la situación económica por la que atraviesa nuestro país. Por otra parte también hay que señalar la gran cantidad de nutrientes solubles como el  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , microelementos y otros presentes en las orixcretas que se pierden por los efectos de la volatilización, lixiviación y escorrentías líquidas al no estar presente un material absorbente para el momento en que defeca el animal, lo haga sobre él.

### **1.3. Problema de Investigación**

1-¿Cómo incrementar los bajos rendimientos del cultivo del King grass y el mejoramiento químico del suelo en áreas de la vaquería #18 de la UBPC “El Tabloncito” de la Empresa Pecuaria, “El Tablón” y la baja fertilidad del suelo?

### **1.4. Objetivo General**

Aplicar al suelo el Abono Organomineral Natural (Zeofert) para incrementar el rendimiento en el King grass y mejorar las condiciones químicas en el suelo.

#### **1.4.1. Objetivos específicos**

1-Incrementar los rendimientos de masa seca y el contenido foliar de N, P y K, en el King grass.

2-Mejorar algunas características del suelo y la extracción de N, P y K, por el King grass, para establecer un adecuado reciclaje de nutrientes.

## 1.5. Hipótesis de la Investigación

La aplicación de Abono Organomineral Natural (Zeofert) incrementará los rendimientos del King grass, el contenido foliar de N, P y K, el reciclaje de nutrientes y mejorará las condiciones químicas del suelo.

## 1.6. Diseño Metodológico de la Investigación

Este trabajo se realizó durante el año 2009, del mes de abril a diciembre, en la vaquería lechera #18, en la UBPC “El Tabloncito” de La Empresa Pecuaria “El Tablón”. Municipio Cumanayagua, Provincia de Cienfuegos, sobre un suelo pardo grisáceo, (Hernández y col, 1999) cuyas características químicas fundamentales aparecen en la tabla # 1.

**Tabla #1. Principales características químicas del suelo.**

Elementos	Contenido	Técnicas utilizadas
$P_2O_5$ (cmol.kg <sup>-1</sup> ).	6,38	Oniani
$K_2O$ (cmol.kg <sup>-1</sup> ).	5,92	Oniani
M. O. %	1,98	Walkley Black
pH KCL	4,6	Potenciométrico rel. 1:5

El estudio consistió en evaluar el comportamiento del pasto King grass en dos épocas del año, primavera y seca aplicando abono organomineral, la variedad utilizada fue el (*Pennisetum purpureum* cv King grass), el cual fue sembrado en surcos a una distancia de 1,40 m de camellón y a chorrillo en el narigón, en el mes de agosto de 2009. Donde se seleccionó dos parcelas de una hectárea cada una, en una se aplicó el Abono Organomineral Natural (Zeofert) en el fondo del surco antes de la siembra y en la otra se realizó la siembra sin aplicación de este. Como material Zeolítico se utilizó la Roca

Zeolítica Natural (RZN), proveniente del yacimiento de San Juan de los Yeras, "Tasajeras", en Villa Clara, con una granulometría de 1-3 mm, cuyas características químicas aparecen en la tabla #2.

A los 45 días se efectuó un corte de emparejamiento septiembre de 2009, 45 días posteriores se hizo el corte evaluativo para la época de lluvia, octubre de 2009 y 56 días después se concluyó con corte evaluativo para la época de seca, diciembre de 2009,

**Tabla #2. Características químicas de la Roca Zeolítica Natural (RZN) utilizada.**

Elementos	Contenido*
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,004 cmol(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) . Kg <sup>-1</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17,2 cmol.kg <sup>-1</sup>
K <sup>+</sup>	15,3 cmol(K <sup>+</sup> ) . kg <sup>-1</sup>
Ca <sup>++</sup>	73,0 cmol (Ca <sup>++</sup> ) . kg <sup>-1</sup>
Mg <sup>++</sup>	12,0 cmol(Mg <sup>++</sup> ) . kg <sup>-1</sup>
Na <sup>+</sup>	23,0 cmol(Na <sup>+</sup> ).kg <sup>-1</sup>
C. I. C.	122,3 cmol(+).kg <sup>-1</sup>

*\* Normas cubanas ISO 1000:2004. Unidades SI.*

La preparación del abono se comenzó en abril de 2009, para ello se utilizó las excretas frescas depositadas sobre el piso de las naves de sombreado y se mezcló con la roca zeolítica en una proporción de 3-1 estiércol fresco- roca zeolítica en base a peso fresco según (Espinosa y col, 2009). La roca zeolítica fue esparcida manualmente de forma uniforme sobre el piso de la nave de sombra una vez por semana, después de la limpieza de este. Esto se hizo con el objetivo de que los animales durante el transcurso de la semana con sus patas realizaran de forma natural la mezcla del estiércol fresco con la roca zeolítica, al término de cada semana se raspó el piso con una palita de

tracción animal y este compost se depositó en el estercolero para su proceso de descomposición durante más de 45 días.

El Abono Organomineral Natural (Zeofert) obtenido cuyas características físicas y mecánicas se presentan en la tabla #3 y sus características químicas en la tabla #4.

**Tabla #3. Características físicas y mecánicas del abono (Zeofert).**

No	Características
1	No presenta olores desagradables.
2	No se adhiere a la ropa e instrumentos de trabajo.
3	Retiene gran cantidad de agua sin compactarse.
4	Todo su trasiego como la recogida, transportación y aplicación se puede realizar de forma manual sin grandes costos.

**Tabla #4. Características químicas y cantidad de nutrientes aportados al suelo por el abono (Zeofert).**

Nº	Descripción	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (cmol.kg <sup>-1</sup> ).	K <sub>2</sub> O (cmol.kg <sup>-1</sup> ).	Ca (cmol.kg <sup>-1</sup> ).	M. O. (%)
1	Parámetro	1,46	0,96	3,08	2,0	26,4
2	Nutrientes aportados(kg)	377,5	257,5	787,5	502,5	-
3	Fertilizante equivalente(t)	1,048	1,287	1,312	-	-

En el mes de agosto de 2009 se aplicó Zeofert al cultivo del King grass a una dosis de 25 t/ha sobre el surco antes de la siembra. Para el traslado y aplicación del abono se utilizó un carretón de tracción animal y se aplicó manualmente.

Para conocer el efecto de la aplicación del abono sobre el cultivo se midió el rendimiento de masa verde, con un dinamómetro manual de 25 kg tanto de la zona abonada como la del control, en la época de lluvia y seca respectivamente, en un área de 14 m<sup>2</sup> repetida 18 veces de forma homogénea sobre las cuatro diagonales que se trazaron, de cada una de estas mediciones se tomó una muestra foliar que fue enviada al laboratorio para el análisis del contenido de N, P, K. y materia seca.

El muestreo de suelo se efectuó uno antes de la siembra del King grass, en el mes de agosto de 2009 y otro después del último corte evaluativo en diciembre de ese mismo año, en las dos áreas, tratamiento y control, en las cuales se tomo 18 muestras a una profundidad de 15 cm con una barrena de suelo. Estas muestras fueron tomadas de forma homogénea en las cuatro diagonales del área, las muestras fueron enviadas al laboratorio para su análisis.

Los resultados fueron sometidos a procesamiento estadístico con el paquete (S. P. S. S.) para Windows.

### **1.7. Beneficios esperados**

1-Con el desarrollo de este estudio se logrará incrementar los rendimientos del pasto King grass en un 50% superior, respecto al control.

2-Con la aplicación de las 25 t/ha de Zeofert al suelo se mejorarán los parámetros químicos del mismo y el reciclaje de nutrientes.

3-Con la aplicación de este compuesto se incrementará el contenido foliar y la extracción de N. P. K. por el King grass.

4-Se logrará el mejoramiento del forraje para la alimentación del ganado.

### **1.8. Límites del alcance de la investigación**

Esta investigación tendrá un alcance a todas las escalas ya que desde los pequeños productores, es decir campesinos, CPA, UBPC Y las grandes empresas tienen la posibilidad del empleo de esta tecnología ya que el producto a utilizar es estiércol vacuno y zeolita, sin grandes necesidades técnicas, con la utilización de bueyes y un

carretón o rastra para el tiro, la aplicación de este se puede realizar manual, sin grandes costos económicos y con grandes beneficios para el suelo y el medio ambiente.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Producciones orgánicas y mejoramiento del suelo.**

#### **-Producciones orgánicas.**

La idea de sostenibilidad agrícola con los menores efectos sobre el ambiente y los recursos naturales, han reorientado al mundo científico a promover tecnologías que en lo esencial responden a la complejidad de los sistemas de cultivos en cada localidad (Altieri, 1992).

Resulta evidente que esta nueva dirección de la ciencia no es casual, el desarrollo de una agricultura moderna caracterizada por recomendaciones tecnológicas, ignorando la heterogeneidad ambiental, cultural y socioeconómica ha dejado detrás graves problemas que constituyen hoy grandes retos para la presente generación. (San Martín, 1995; Restrepo, 1995; Arteaga et al, 1995).

La contaminación ambiental, la desertificación, la pérdida de biodiversidad, los cambios climáticos, etc., permanecen como evidencia de que el hombre no ha sido conocedor de su naturaleza y se requiere cambios a corto y mediano plazo (FAO, 1990; Altieri, 1995; García, 1996).

La forma de percibir los acontecimientos desde perspectivas atomistas altero drásticamente el diálogo sobre el mundo natural, se cambió el enfoque de la naturaleza, de una identidad orgánica viviente hacia formas reduccionistas, destruyéndose así esa maravillosa continuidad de la experiencia humana que nos relacionaba con la naturaleza (Venegas y Siau, 1994) a tal punto que se ha perdido la real noción de lo que es el suelo y su función en la naturaleza (CIED, 1996).

Uno de los problemas mas graves que enfrenta la agricultura cubana, es el referente a la degradación de los suelos y no prestarle la debida atención a los procesos que la ocasionan, comprometen seriamente el futuro del país. Enfrentamos hoy un reto en las aspiraciones por lograr establecer un sistema agrícola sostenible, capaz de solventar la creciente demanda alimentaria de la población. El reto consiste en detener los procesos que degradan los suelos.

El suelo no debe ser visto como el sostén donde tiene lugar el crecimiento de las plantas, ni como un soporte inmutable y estático, lo que de hecho nunca fue ni será. Se trata de mostrar el suelo tal como es: como un complejo ecológico natural habitado por una población muy heterogénea y dinámica y prácticamente viva. En el que existe interrelaciones recíprocas entre sus componentes físicos, químicos y biológicos (Pérez, 1999).

La transferencia al trópico de los métodos de manejo del suelo desarrollado en las latitudes frías, ha provocado grandes alteraciones sobre la fertilidad y la productividad de los suelos tropicales. De hecho se sabe que los rendimientos decrecen con los años de cultivo y ésta reducción ocurre y ocurrirá siempre mientras sean usados las actuales técnicas de preparación y cultivo del suelo (Primavesi, 1984; Duran, 1998).

Las pérdidas de las propiedades físicas favorable para el desarrollo de las plantas generadas por la compactación del suelo, costra superficial, impermeabilización, etc., la reducción drástica de los nutrientes, materia orgánica y la disminución de la actividad de los microorganismos del suelo y la biomasa vegetal son problemas muy comunes cuando son empleados sistemas convencionales de producción. Se trata entonces de buscar alternativas sostenibles que eviten la degradación de un recurso natural renovable tan importante como es el suelo.

La naturaleza dispone de un modelo productivo más eficiente que los ofrecidos por las ciencias y la tecnología. Está basada en la preservación de la diversidad y la integración de los sistemas. Los seres humanos estamos ineludiblemente vinculados al medio ambiente, a la naturaleza. El aire, agua, los alimentos, así como los productos que utilizan para su subsistencia son tomados de ella. Por tanto la lucha contra la naturaleza, es la lucha del hombre contra si mismo (Anónimo (a), 1998).

Dentro de la naturaleza hemos encontrado la respuesta a muchos problemas. La agricultura verdaderamente ecológica, con un adecuado uso de productos orgánicos y de técnicas sustentables, serán los logros de la nueva cultura, y única vía posible de resolver los problemas actuales.

La agricultura ecológica busca un suelo de óptimas condiciones físico, químicas y biológicas mediante prácticas apropiadas que imitan en lo posible a la naturaleza (suministro de materia orgánica, cobertura vegetal, labranzas apropiadas, etc.) evitando

araduras muy profundas, el uso excesivo de maquinarias pesadas, el uso de agroquímicas, etc. (Kolmans y Vázquez, 1996). El estudio del suelo debe aportar herramientas para el desarrollo de actitudes conservacionistas sobre una investigación adecuada de tal manera que presente el suelo como un recurso natural renovable.

### **Agricultura orgánica.**

Son ya casi dos décadas en las que se habla y se escribe intensamente de la necesidad de conservar el medio ambiente, sin embargo aparentemente el hombre no se ha dado o no quiere darse cuenta que el camino que está siguiendo lo lleva a la total destrucción del medio que lo rodea, que los recursos energéticos de los que dispone se van agotando y que los sistemas que enmarcan su vida destruyen el planeta día a día (Anónimo (b), 1999).

La agricultura orgánica no es simplemente una agricultura convencional sin el uso de plaguicidas sintéticos. Mientras que los métodos de agricultura convencional tratan de sustituir los procesos naturales de producción, la agricultura orgánica trata de realzarlos, utilizando un sistema que, en gran medida, imita los ecosistemas naturales en la respuesta a muchos problemas. La agricultura verdaderamente ecológica, con un adecuado uso de productos orgánicos y de técnicas sustentables serán los logros de la nueva cultura y única vía posible de resolver los problemas actuales.

La agricultura además de aseverar que el suelo es un ente vivo y de considerar innecesario el uso de productos químicos que intoxican el ambiente, y por ende los seres vivos que habitamos en él, tiene la visión holística de los procesos naturales, es multidisciplinaria y su objetivo final es la sostenibilidad del sistema a través de:

-La producción de alimentos sanos, libres de agro tóxicos, sin contaminar el medio ambiente, eliminando todos los insumos y prácticas que lo perjudiquen.

- La producción de alimentos económicos, accesibles a la población.

La agricultura orgánica (sostenible, ecológica, natural, regenerativa, biodinámica, permacultural, etc.) no representa el retorno a los métodos agrícolas primitivos ni significa un retroceso en el desarrollo; en ella se combinan los métodos tradicionales de conservación del medio y el equilibrio biológico con la tecnología moderna, por lo tanto la agricultura orgánica no representa un retroceso a las formas rudimentarias y precarias de la agricultura subdesarrollada, todo lo contrario, se basa en profundos

conocimientos de biología, agronomía, ecología y otros, que son capaces de interpretar las complejidades de los ecosistemas naturales y adaptarlos a la práctica agrícola, sus criterios y aseveraciones se sostienen en el fomento del equilibrio entre seres vivos y no en su combate o dominio.

La agricultura orgánica utiliza equipos modernos, semilla certificada, prácticas de conservación del agua y las últimas innovaciones en la alimentación y el manejo del ganado. Esta filosofía de la agricultura pone énfasis en la rotación de cultivos, en la recuperación de los suelos, la diversificación de los cultivos y el ganado y en el control de las enfermedades y plagas de las cosechas y el ganado por medios naturales. Además, se trata de reemplazar en lo posible los suministros externos, principalmente de químicas industriales y energía fósil, por recursos internos o que puedan obtenerse cerca de las áreas en producción.

Los recursos internos incluyen el control de de las plagas por métodos biológicos y la fijación del nitrógeno, así como la liberación de otros nutrimentos de la materia orgánica y las reservas del suelo.

Dado este escenario, Cuba emprende un camino endógeno hacia la autosuficiencia alimentaria y la independencia tecnológica. En éste “período especial” Cuba ha sido forzada a doblar la producción agrícola con la mitad de los insumos, manteniendo los niveles de exportación agrícola de manera que no se perjudique más la débil posición del país en lo relacionado a divisas. Se ha implementado técnicas orgánicas de producción en una escalas casi nacional, para explotar las habilidades de los organismos biológicos que reemplazan a los fertilizantes y pesticidas en sus roles productivos. Esto ha sido posible, gracias a que Cuba, aunque solo cuenta con el 2% de la población de América Latina, posee el 11% de los científicos y una infraestructura de investigación apropiada, lo que permitió la movilización de recursos humanos para una innovación tecnológica”intensiva en conocimiento “para sustituir los insumos no disponibles. Estos avances constituyen hoy el “talón de Aquiles” del nuevo modelo agrícola cubano para enfrentar la crisis coyuntural.

### **-Producción de alimentos de buena calidad y reducción de residuos de plaguicidas.**

Se ha comprobado que los alimentos producidos orgánicamente (específicamente hortalizas de hojas), contienen menos nitratos, y que la relación proteína /nitrógeno es mas elevada, lo que indica una proteína de mejor calidad y un contenido menor de aminoácidos libres. En general, la menor cantidad de aminoácidos libres en los cultivos, significa una menor incidencia de plagas. También se ha comprobado que en los alimentos producidos orgánicamente contienen más vitaminas y presentan niveles más altos de minerales tales como hierro, potasio, calcio y fósforo.

### **-Costo y consecuencias tecnológicas.**

Ya que agricultura orgánica significa diversidad de cultivo y se contrapone al monocultivismo, el agricultor tiene que desarrollar un sistema de planificación que le permita organizar cuidadosamente las rotaciones y asociaciones para obtener el producto correcto en la época correcta.

Cuando se trata de terrenos muy pequeños, la producción orgánica solo es valedera para el autoconsumo ya que la rotación y asociación de cultivos para la venta no será rentable. Si la finca es mecanizada, hay que pensar en invertir en otro tipo de maquinaria que permita la diversificación de cultivos (sembradoras) y otras para el deshierbe. También dependiendo de la distribución espacial de los cultivos y de su diversidad habrá que realizar algunos cambios en el sistema de riego. Todo esto implica costos adicionales, pero también significa una oportunidad para el desarrollo de tecnologías adecuadas.

Cuba está llevando a cabo una conversión de su agricultura un manejo orgánico a gran escala. La evidencia en USA y Europa sugiere que la transición a un manejo orgánico requiere de 3-5 años para alcanzar los niveles de productividad anteriores; esto se debe, a que toma tiempo restaurar la fertilidad del suelo y restablecer los controles naturales de plagas y enfermedades. Cuba no tiene la posibilidad de esperar, y por esto, los científicos están acortando caminos al utilizar biotecnología artesanal, pero científica, para masificar la producción y distribución de microorganismos que existen naturalmente para ser utilizados como biopesticidas y biofertilizantes.

### **Fertilizantes Orgánicos:**

Se denomina abono orgánico a toda sustancia de origen animal, vegetal o mixto, que se añade al suelo con el objetivo de mejorar sus características, físicas, químicas y biológicas (Schoning y Wichmann, 1990). Estos pueden consistir en: residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha, cultivo para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de N), restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín), restos orgánicos de los procesamientos de productos agrícolas, desechos domésticos, compost preparados con la mezcla de los compuestos mencionados.

Esta clase de abonos no solo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que, además influyen favorablemente sobre la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes a la biología del suelo, favorecen la formación de dióxido de carbono y a la microflora y microfauna en general. Contienen Nitrógeno en cantidades variables. Son fuente de nitrógeno de liberación lenta pero estable (Schoning y Wichmann, 1990).

#### **El estiércol.**

El estiércol consiste en excretas de ganado puro o mezclado con diferentes tipos de materiales usados como cama. Estos compuestos sufren inicialmente un proceso de fermentación aeróbica, con producción de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4$  y Nitrógeno elemental. El resultado final es la producción de humus. Debido a la elevada pérdida de  $\text{CO}_2$ , durante el proceso de fermentación hay una considerable variación del volumen del estiércol.

La composición de los diferentes estiércoles es muy variable y generalmente depende de la dieta que se le suministre al animal.

#### **Humus de lombriz.**

La lombricultura es una de las experiencias que más desarrollo viene logrando a nivel de país, especialmente para resolver el problema de la fertilidad biológica del suelo. Las ventajas ecológicas y económicas demostrada por la utilización del humus (excretas de lombriz) son una muestra del potencial que tenemos para generar e innovar tecnologías limpias.

Su uso demuestra la importancia de reciclaje de los residuos orgánicos en los sistemas de producción. Además el proceso de simplificación de su crianza, viene permitiendo

que esta alternativa se articule fácilmente a los sistemas de producción campesino. La masificación de su importancia está en cierta medida aportando al proceso de reconversión tecnológica en el agro. La mayor utilización del humus dentro de los programas de abonamiento, sobre todo en papa y productos hortícolas, esta mejorando la producción y calidad del producto.

Sin embargo, hay mucho por hacer técnicamente a este nivel, como entender que el humus no es un fertilizante con fines nutricionales, si no un activador biológico del suelo de primer orden, por contener una población grande de microorganismos, sustancias como vitaminas, enzimas, ácidos y además por facilitar la disponibilidad de los elementos nutritivos para las plantas.

Para garantizar la efectividad biológica del humus es recomendable que en el momento de la aplicación no se mezcle el humus con los fertilizantes sintéticos.

### **El uso de microorganismos y la fertilidad del suelo.**

Los agricultores están aceptando cada vez más las ventajas comparativas de los microorganismos (Rhizobium, Azotobacter, Micorrizas, Azolla, entre otros) para mejorar la fertilidad biológica del suelo. Una prueba de ello es que los inóculos comerciales que se vienen ofreciendo en diversos países están teniendo una mayor demanda. Las cantidades de nitrógeno atmosférico fijado, por ejemplo, por las bacterias del género Rhizobium son sin duda de gran importancia económica. Las experiencias demuestran que la fijación biológica del nitrógeno, por intermedio de la asociación leguminosa y Rhizobium, ascienden a cifras considerables de nitrógeno fijado en el suelo (50 A 400 kg de N/año), disminuyendo así el uso de fertilizantes sintéticos (como la urea), contribuyendo de esta manera al equilibrio ecológico de los suelos.

Diversos estudios comprueban también la efectividad de las bacterias asimbióticas, cuya aplicación en forma de biopreparados a partir del Azotobacter, mejoran significativamente la producción. Actualmente se cuenta en el mercado con un producto a base de este microorganismo conocido como Azotolam, que viene siendo utilizado en cultivos de papa, trigo, ajo, maíz, cebolla, hortalizas, tomate, entre otros. Las pruebas de campo han determinado incrementos en el rendimiento entre 15 y 30%, y permite el ahorro entre el 15 y 20% de fertilizantes nitrogenados y fosforados.

En los últimos años esta alternativa ha logrado un amplio desarrollo a nivel técnico y comercial. El nivel de aceptación que viene alcanzando por parte de los agricultores representa un gran potencial para aplicar los principios de la biotecnología de primera generación en el aprovechamiento eficiente de la microfauna en el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

Además del uso extensivo del inoculo de *Rhizobium*, los cubanos están aplicando el uso de *Azotobacter* para proveer entre el 40-50% de la necesidad de nitrógeno para plantas no leguminosas. Se ha realizado avances en el uso de Micorrhizae (MVA) para la mejor utilización del fósforo, especialmente en plantaciones de café. También existen esfuerzos para la producción y aplicación de fosforina y bacterias del género *Bacillus* para promover la solubilización de fósforo en suelos oxisoles y altisoles.

### **Lineamientos Tecnológicos para Garantizar la Fertilidad del Suelo.**

Como se ha indicado el suelo es la base para lograr una producción sostenida de alimentos. También es el recurso más expuesto y más frágil a los procesos de degradación. Es importante indicar que el suelo no es un medio inerte, si no es dinámico y vivo, su desarrollo y actividad depende de los factores de formación (clima, organismos, material parental, relieve y tiempo) predominantes. El tipo de manejo que se realice va afectar positiva o negativamente su dinámica interna y productiva.

Por las prácticas de manejo del suelo deberán crear las condiciones para mejorar su dinámica biogeoquímica e incrementar su capacidad productiva en el tiempo. En este sentido las técnicas a ser aplicadas nos deben permitir alcanzar objetivos económicos, sociales y ambientales. A continuación describimos los lineamientos tecnológicos a ser considerados dentro de la propuesta del manejo ecológico del suelo.

### **Principios ecológicos.**

1. La diversificación productiva en el espacio y el tiempo, son determinantes para lograr el máximo ciclaje y reciclaje de la biomasa producida en los diversos agroecosistemas. Esta condición ecológica permite estabilizar los niveles de materia orgánica en el suelo, un balance adecuado de macronutrientes y micronutrientes, y garantizan una abundante población de la macro y microfauna que regula la actividad biológica del suelo.

2. La conservación efectiva y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, debe ser un componente primario en el manejo de cualquier sistema de producción agrícola. Estas prácticas de manejo deben minimizar la tasa de degradación física, química y biológica del suelo, y de preferencia debe ser de carácter preventivo.
3. Cuanto mas diverso y complejo sea un sistema agrícola, el nivel de conservación de la fertilidad actual y potencial del suelo es mayor y además permite que el agroecosistema sea más estable y sustentable frente a las situaciones impredecibles del clima, a la presencia de las plagas y enfermedades y a las variaciones del mercado. Esta forma de manejo permitirá a su vez la reducción de los costos de producción y el incremento de los márgenes de ganancias de los precios.
4. Las tecnologías para el manejo de los suelos, también deben estar basadas en la capacidad de respuesta de los propios cultivos a la disponibilidad de los elementos nutritivos en el suelo. Por ejemplo debe seleccionarse cultivos tolerantes a deficiencias nutricionales o a la presencia de elementos tóxicos.
5. El manejo de las unidades productivas debe propiciar la mayor actividad de los microorganismos simbióticos y asimbióticos para incrementar la disponibilidad de los nutrientes en el suelo. En este sentido el uso de biofertilizantes, de los abonos orgánicos y la labranza mínima van a generar condiciones favorables para la fijación biológica de nitrógeno.
6. El incremento de la actividad biológica del suelo también va a facilitar la solubilidad de los minerales primarios que contengan fósforo, potasio, calcio y magnesio, de esta manera incrementa su disponibilidad para ser aprovechados por las plantas. Actualmente bajo este criterio se viene utilizando las rocas fosfatadas de Bayovar como fertilizante previamente utilizado en la preparación del compost y en la alimentación de la lombriz.

### **Principios socioeconómicos.**

1. La aspiración de todo agricultor, es lograr una producción estable y con altos niveles de rentabilidad, no siempre la conservación del suelo es un objetivo, más aun cuando ello implica un trabajo adicional o inversión de recursos con limitados beneficios. Por ello cuando se tenga que promover acciones para recuperar y

mantener la fertilidad del suelo debe priorizarse tecnologías sencillas y económicas que se adapten fácilmente a sus propios sistemas de producción.

2. El éxito para promover la reconversión tecnológica de un sistema de manejo convencional a un sistema de manejo más sustentable, requiere desarrollar tecnologías más competitivas, que muestren resultados económicos y otros beneficios complementarios para el agricultor en el corto y mediano plazo. Por ejemplo el reciclaje de los recursos orgánicos es un medio para generar valor agregado de este recurso que en la mayoría de los casos no es aprovechado adecuadamente.
3. La implementación de las prácticas de manejo deben desarrollarse sobre la base de prioridades, capacidades y metas de los agricultores y sus familias. El propósito es garantizar la mayor participación posible en la toma de decisiones y compartir con ellos la necesidad de manejar ecológicamente el recurso suelo como principio de estabilidad productiva y económica.
4. Es un imperativo rescatar, revalorar y enriquecer el conocimiento campesino relacionado con el manejo del recurso suelo. Es preferible potenciar sus propias tecnologías, que introducir acciones y enfoque totalmente desconocidos. Existen muchas prácticas campesinas para el manejo de los suelos que se han mantenido a través del tiempo y son los que han permitido la conservación y fertilidad del suelo, por ejemplo la rotación y asociación de los cultivos, el desarrollo de las parcelas, el majadeo, entre otros.

La labor de los organismos de desarrollo que brindan asistencia técnica debe estar basada en principios ecológicos. La interdisciplina es clave para resolver los puntos críticos que afectan la producción y la degradación del suelo. Es importante que las técnicas que se promuevan estén enfocadas para evitar el deterioro de la fertilidad del suelo.

**Las principales estrategias que deben considerarse para la conservación y el mantenimiento de la fertilidad del suelo:**

1. Desarrollar programas de capacitación y entrenamiento dirigido a los agricultores, promotores y a las escuelas rurales, sobre la importancia del manejo ecológico de los suelos. Este proceso de capacitación debe basarse en la implementación de parcelas demostrativas y talleres de campo.

2. Los programas de transferencia tecnológica en relación al manejo de los suelos, debe ser vista y manejada como un proceso integral. Esta debe articular la investigación, la capacitación y la producción de insumos ecológicos; para ello es necesario tener objetivos claros y compartidos, mecanismos de concertación institucional, responsabilidades claramente definidas y la activa y consciente participación de los productores.
3. Implementar grupos de trabajo interinstitucional a nivel de cuencas y microcuencas para evaluar los enfoques e impactos de las tecnologías físico-mecánicas y agronómicas utilizadas en el manejo del recurso suelo, además de elaborar, aprobar y ejecutar los planes de acción para la conservación y mantenimiento de la fertilidad del suelo.
4. Desarrollar programas nacionales de manejo del recurso suelo, que permitan el diseño de políticas y estrategias para garantizar la productividad de las tierras en el mediano y largo plazo. Estas deben priorizar las técnicas relacionadas con la recuperación y el mantenimiento de la fertilidad biológica del suelo.
5. Desarrollar programas de investigación en el manejo ecológico de suelos, donde se evalué las ventajas ecológicas y económicas de las tecnologías como: abonos orgánicos, el humus, compost, abono verde, la fijación biológica de nitrógeno, la rotación y asociación de cultivos, uso de minerales como fuentes de nutrientes, entre otros. Este proceso debe partir de las prioridades e iniciativas de los propios agricultores.
6. Desarrollar políticas de crédito para implementar acciones relacionadas con el manejo ecológico de los suelos. Es importante apoyar económicamente o estimular a los productores dispuestos a recuperar suelos degradados, a la conservación de los suelos y a reducir el uso de agroquímicos. Estas medidas políticas ayudaran a sentar las bases para lograr el desarrollo de una agricultura sostenible.
7. Promover a través de los fondos rotatorios la utilización de los diversos insumos orgánicos (humus, biofertilizantes, semillas de abonos verdes, etc.), con el propósito de masificar su uso y lograr su adopción en la repercusión y mantenimiento de la fertilidad natural del suelo.
8. Realizar acciones de difusión masiva sobre las ventajas comparativas de las tecnológicas en el manejo ecológico del suelo. Esto debe comprender la

sistematización de experiencias y el establecimiento de un sistema de información sobre las diversas técnicas para manejar el suelo.

Evidentemente los nuevos enfoques de desarrollo rural que se vienen proponiendo e implementando, son modelos de desarrollo local con ideas que ayudaran a acelerar el progreso de reconversión tecnológica en el agro. El éxito de este proceso dependerá de la sostenibilidad de las propuestas, en tal sentido la diversificación productiva y el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles de las unidades agrícolas, serán la clave para garantizar la vida del suelo y el desarrollo sostenible de las familias campesinas.

### **Papel de la Materia Orgánica en el Suelo.**

Se sabe que la materia orgánica es indispensable para el mantenimiento de la micro y la mesofauna del suelo y no hay duda de la bioestructura y toda la productividad del suelo se basa en la presencia de materia orgánica (Primavesi, 1984).

La relación entre el contenido de materia orgánica y la fertilidad potencial de este es un factor aceptado por su efecto beneficioso sobre las propiedades físico, químico y microbiológico, sin embargo a pesar de conocerse estas virtudes pocas veces se incluyen en las recomendaciones de abonado de un cultivo o para el mejoramiento de los suelos degradados (Anónimo (d), 1999). A modo indicativo se citan a continuación de la materia orgánica sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

### **Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo.**

La materia orgánica juega una importante función en el comportamiento físico de los suelos. Contribuye a la formación y estabilidad de los agregados más que ningún otro factor. Dicha agregación aumenta la porosidad, aireación, infiltración y percolación del agua, disminuye la escorrentía y el riesgo de la erosión (Vanbeers, 1980). Además de mejorar la capacidad de retención de humedad, disminuyendo la densidad aparente del suelo (Bures, 2000) lo que permite un mayor desarrollo y penetración de las raíces (Magdoff, 1997) y mejora la porosidad en los suelos compactados (Kolmans y Vázquez, 1996).

Las tierras o suelos fértiles constan de cuatro componentes: materia mineral, materia orgánica (M. O.) con abundancia de seres vivos y microscópicos, aire y agua. Todos

Íntimamente ligados entre sí y originando un medio ideal para el crecimiento de las plantas. De estos componentes, la (M.O.) representa en líneas generales el menor porcentaje de, tanto en peso como en volumen. A pesar de ello la importancia de la (M. O.) es muy grande y no solo mejora las propiedades físicas y químicas de la tierra si no el desarrollo de los cultivos. Los aportes de M. O. de plantas y animales, están sometidos a continuo ataque por parte de organismos vivos, microbios y animales que los utilizan como fuente de energía frente a su propio desgaste.

Como resultado de dicho ataque, son devueltos a la tierra los elementos necesarios para la nutrición de las plantas. La fracción superior de la tierra de color oscuro, con la (M. O.) muy descompuesta es el llamado humus. Un puñado de ellas contiene millones de microorganismos. Dentro de la M. O. de la tierra el humus representa el 85-90% del total, por ello, hablar de M. O. de la tierra y de la fracción húmica es casi equivalente. (Anónimo (c), 2000).

La relación entre el contenido de M. O. del suelo y la fertilidad potencial de este es un factor aceptado, por su efecto beneficioso en el aumento de la porosidad, retención de agua disponible, incremento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), liberación progresiva de nutrientes, etc. (Martínez, 1996), encontró un manifiesto papel de la M. O. cuya presencia genera una mayor capacidad de retención cuando el suelo está muy húmedo, a la vez que una notable reducción con valores elevados de succión (PF).

### **Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades químicas del suelo.**

La M.O. juega un papel importante en la mejora de la disponibilidad de nutrientes y el incremento de la capacidad de intercambio catiónico. La M. O. contiene un número elevado de grupos funcionales (carboxílicos, hidroxilicos, aminoácidos, amidas, cetonas y aldehídos) que son los que le proporcionan capacidad de intercambio catiónico contribuyendo por tanto a aumentarla en suelos con bajo contenido de arcilla. También proporcionan una capacidad Tapón. (Cairo y Fundora, 1995).

La M. O. ayuda a mejorar las propiedades químicas del suelo y a retener los nutrientes, mejora la nutrición en Fósforo, posiblemente a través de favorecer el desarrollo de microorganismos que actúan sobre fosfatos y la liberación del Potasio fijado a las arcillas a través de las sustancias húmicas, también juega un importante papel en la mejora de la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc,

y cobre) así como la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres como el aluminio y por supuesto sobre la disponibilidad de Nitrógeno y una notable influencia en la concepción del PH del suelo (Anónimo (e), 2000).

Debido a estas múltiples funciones, el humus constituye, casi siempre, el factor determinante de la fertilidad de los suelos. Un suelo ideal debería contener al menos del 2 al 2.5% de humus (es decir o un 5 % de (M. O.) seca con un nivel de humificación del 40%). Esta proporción debe ser sensiblemente más alta en suelos arcillosos o arenosos para asegurar una estructura conveniente y un poder absorbente normal. Se estima que se debe tender a establecer un porcentaje del orden del 3% para tener un adecuado nivel de seguridad en las buenas tierras agrícolas. (Fuentes, 1998).

En estudios realizados en suelos pardos grisáceos con el empleo del estiércol vacuno sobre diferentes pastos concluyeron que esta enmienda orgánica influyó positivamente en los contenidos de  $P_2O_5$  Y  $K_2O$  del suelo así como el incremento del pH y la (M. O.), (Peña et al. 1989). Se estimó un período residual para este tipo de suelo de 2 años para la M. O, 3 años para el  $P_2O_5$  Y pH y 1 año para el potasio por lo que se recomienda aplicaciones al mismo cada 2 años para mantener y mejorar la fertilidad del suelo con una dosis de 25 t/ha en base ms de estiércol vacuno (Consuelo Hernández et al. 1989; Arteaga et al. 1997).

### **Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas del suelo.**

La materia orgánica aplicada sirve de fuente para los microorganismos del suelo, favorece la presencia de otros macroorganismos que contribuyen a su estructura, debe poseer mas de 1.7% de nitrógeno para que los microorganismos no lo tomen del suelo y no provoquen síntomas de ineficiencia en las plantas (Mayea y Novo, 1982), sin embargo ha surgido una nueva visión de la materia orgánica en el suelo, que no es la de suministrar preferencialmente nitrógeno orgánico y otros nutrientes a este si no en la formación de grumos y de la bioestructura sin la cual no existe una fertilidad real en los suelos.

Según (Primavesi, 1984) la estructura grumosa, estable al agua que se puede lograr en la capa arable se le denomina bioestructura, esto no es más que la formación de grumos, agregados de partículas de suelo entre 0.5 mm a 5 mm y debido a la

abundante cantidad de macroporos que presentan permiten la infiltración rápida del agua en el suelo para mantenerlo aireado, permitiendo que el oxígeno llegue a las raíces de las plantas.

Para la formación; de grumos estables a la acción; del agua se necesitan materia orgánica y microorganismos. Durante la descomposición; del material celulósico se producen sustancias cementantes llamadas ácidos poliurónicos que son los que permiten formar grumos.

La formación; de los agregados del suelo pueden ser de formación; electroquímicos primarios y se forman al unirse partículas arcillosas del suelo por la atracción de sus electro valencias. A partir de estos agregados, se pueden producir agregados mayores por la acción de grupos carboxílicos oriundos de sustancias húmicas, los que forman un complejo arcilloso – limoso de difícil descomposición. Principalmente los agregados primarios y los arcillo – húmicos en unidades mayores por la cola bacteriana (ácidos poliurónicos). Esta sustancia sirve de alimentos a hongos y actinomicetos que con sus hifas, envuelven a los grumos y los entrelazan, confiriéndole así estabilidad al agua, las hifas de los hongos mueren y los grumos pierden su estabilidad, por; lo que el suministro del material celulósico periódicamente al suelo es imprescindible para mantener su estructura grumosa.

Algunos materiales orgánicos presentan actividad supresora frente a hongos y se utilizan para combatir hongos patógenos. La descomposición de la materia orgánica tiene lugar por distintas poblaciones de microorganismos del suelo la cual da como resultado final CO<sub>2</sub>, agua, elementos minerales y humus en una cadena de desmontaje donde los colonizadores primarios descomponen los compuestos de bajo molecular seguidos por los colonizadores secundarios los cuales se metabolizan compuestos mas complejos como las ligninas, ellos necesitan para desarrollarse condiciones de humedad por lo tanto la humificación y la mineralización tendrá lugar esencialmente en presencia de agua (Bures, 2000).

La agricultura ecológica implica una forma diferente de conceptualizar el suelo, el *cual* es su preocupación principal y es vista como una capa superior edafizada, viva, de la corteza terrestre en la que pueden desarrollarse plantas fuertes y vigorosas.

## **Zeolitas.**

### **-¿Qué es la Zeolita?**

El descubrimiento de la Zeolita se realizó en el año 1756 por el geólogo y minero sueco Barón Axel Cronstedt, el cual observando una roca basáltica, se percató que en el interior de las vesículas existían unos pequeños cristales bien definidos, los que sometidos al calor, para su sorpresa, observó que desprendían el agua de hidratación o combinación en forma de vapor.

La Zeolita se convirtió en el mineral del siglo XX: la piedra madre, la que todo lo puede. Su nombre proviene de las palabras griegas zeein y lithos, que significa hervir y piedra respectivamente. En la antigüedad se utilizó como material de construcción y fue denominada “piedra hirviente”, dada su capacidad de expulsar el agua en forma de vapor al aplicarle calor.

Las Zeolitas se presentan en forma natural en rocas de origen volcánico, y son minerales del grupo aluminicos – silicatos hidratados compuesto por aluminio, sílice, hidrógeno y oxígeno, organizado en una estructura tridimensional tetraédrica altamente estable.

La estructura de estos elementos conforman cristales de Zeolita que poseen una red de micro poros conectados entre sí, con diámetros que varían desde 2.5 a 5.0 AO, en dependencia del tipo de mineral de Zeolitas.

Las Zeolitas naturales se agrupan en cantidades significativas que constituyen yacimientos y se conocen cerca de 50 minerales de esta familia, entre los que encontramos: Analcima, Chabacita, Stilbita, Heulandita, Erionita, Gismondita, Faujasita, Laumontita, Modernita, Clinoptilolita, Gonnardita, Ferrierita, Epistilbita, Filipsita, Natrolita.

La Mordenita y la Clinoptilolita son los minerales zeolíticos más conocidos por sus usos y aplicaciones. La Clinoptilolita, es una Zeolita natural formada a partir de cenizas volcánicas en lagos o aguas marinas hace millones de años. La Clinoptilolita, es la más estudiada y considerada de mayor utilidad se conoce como adsorbente de ciertos gases tóxicos, como el sulfito de hidrógeno y el dióxido de azufre.

## **- ¿Dónde está el mineral?**

Los primeros reportes respecto a la existencia de enormes yacimientos de Zeolitas de origen volcánico-sedimentario aparecieron en 1928 (Bosch p; Schifter I. 1988). Los yacimiento por lo general se encuentran en la superficie terrestre, lo que permite fácilmente su extracción reduciendo considerablemente los costos. Más de 1000 yacimientos de zeolitas naturales se tiene reportado por 40 países, de donde destacan los siguientes:

Bulgaria es uno de los Países en donde existen los mayores yacimientos de Zeolitas naturales y se tiene una rica experiencia en sus estudios experimentales (Roskill, 1988; Bascuñan. 1987).

En E.E.U.U. se han encontrado más de 300 depósitos de Zeolita natural en las regiones de San Miguel Texas y en la Ciudad de Sweetwater ricas en Clinoptilolita y dos yacimientos de Apatita en Carolina del Norte y otro en Mud Hills, California, en la cuenca del oeste de los E.E.U.U. sus volúmenes se estiman en mas de 200 millones de toneladas de Clinoptilolita, Chabasita, Erionita, Modernita y Filipita. (Rosa M. Fernández, 1994)

En La Ex- Unión Soviética en la región de Sokirestkoe se tiene un depósito con el 75% de Clinoptilolita y el 15% de Cuarzo y otros yacimientos que no están probados en su composición estructural. (Rosa M. Fernández, 1994).

Cuba, ubicada entre los cinco grandes productores de Zeolita a escala mundial, tiene amplias reservas naturales del mineral, agrupadas en 18 yacimientos estudiados. Los más explotados están situados en Tasajeras, Palmarito de Cauto y San Andrés, ubicados en las provincias de Villa Clara, Santiago de Cuba y Holguín, respectivamente. Estos depósitos cuentan con los tipos de Zeolitas más provechosos para la industria: la Clinoptilolita-Heulandita, la Modernita- Clinoptilolita y la Clinoptilolita-Modernita.

Años después de que el petróleo, considerado «oro negro», marcara el boom del siglo XX en todo el mundo, en Cuba una materia compuesta por aluminio, silicio, hidrógeno, oxígeno y un número variable de moléculas de agua, prometía para muchos convertirse en el «mineral del siglo».

Desde la década del 70 a la fecha se han estudiado en Cuba 28 yacimientos de tobas zeolitizadas, los cuales poseen una caracterización geólogo-tecnológica completa, hasta las pruebas de uso en variadas ramas de la economía, y cuentan con recursos en categorías de Medido, Indicado e Inferido.

Según Wilder Gé Roche, director técnico de la Oficina Nacional de Recursos Minerales del Ministerio de la Industria Básica, estos yacimientos se encuentran distribuidos prácticamente en todo el territorio nacional: Pinar del Río, La Habana, Villa Clara, Cienfuegos, Camagüey, Las Tunas, Holguín, Granma, Santiago de Cuba y en Guantánamo.

El yacimiento de Zeolita en la provincia de Villa Clara es uno de los principales puntos de explotación del mineral en todo el país, desde donde se abastecen algunos sectores agrícolas de la región. Ya desde 1974 y 1975 se había iniciado el estudio del primer yacimiento del mineral, ubicado en San Juan de los Yeras, en la provincia de Villa Clara. En 1984 se creó un Grupo Nacional para la prospección geológica de Zeolita en el país, y comenzó su explotación. Se construyeron cuatro plantas: en Jaruco, provincia de La Habana; Najasa, en Camagüey; San Juan de los Yeras y San Andrés, en Holguín.

El país cuenta con tres plantas en funcionamiento, con una capacidad instalada de 150 000 toneladas al año en cada una, aunque en la práctica, la capacidad de las plantas depende de la demanda. Actualmente, la de mayor demanda es Tasajeras (San Juan de los Yeras) y San Andrés, y en menor medida El Chorrillo, en Camagüey.

#### **-Importancia, uso y beneficio de la Zeolita en la agricultura.**

Una de las principales propiedades de la Zeolita es que puede intercambiar con el medio de tal forma que es capaz de absorber diferentes sustancias. Esta característica es aprovechada en la producción de fertilizantes, pues adhiere a ella el amonio, el fósforo, para devolverlo después a la planta o al suelo.

Plantean los especialistas que la Zeolita regula el nivel de acidez o pH, gracias a su poder de absorción y adsorción (un proceso donde un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble del agua), lo que permite que se cambien las condiciones que pueden ser favorables para el desarrollo de gérmenes.

Otra de las bondades presentes en el mineral es el proceso de purificación de las aguas residuales y en las potabilizadoras. En el tratamiento de agua se han efectuado trabajos sustituyendo la arena sílice, la perlita y los cantos rodados, que se empleaban inicialmente para los filtros. Con la Zeolita se han logrado resultados más estables y de mayor calidad, pues este mineral es más poroso, tiene cuatro niveles de porosidad, lo cual permite filtros más rápidos con menor uso de componentes químicos.

La Zeolita aporta al sustrato una serie de propiedades favorables que conllevan a la germinación de mayor número de semillas en menos tiempo, a la disminución del período de estancia de las plántulas en los viveros y al aumento del índice de supervivencia. Proporciona, por ejemplo, una óptima regulación de la humedad y considerables mejoras en la entrada y salida del oxígeno en las plantas.

Asimismo, permite economizar gran cantidad de agua, proporciona una mejor apariencia general a la planta y un progreso más temprano de las flores de corte. Esto se debe a la capacidad de absorción y luego lenta devolución de la piedra, que funciona como un regulador del agua y los nutrientes que necesitan las plantas.

La Zeolita también ha sido manejada como aditivo en la nutrición animal para reducir el costo del concentrado alimenticio en granjas pecuarias y avícolas. Estudios realizados muestran que con la misma cantidad de ese alimento se incrementa la producción de carne, además de que mejoran las condiciones higiénicas de las instalaciones, pues coadyuva a desodorizar los excrementos mediante la absorción del amonio.

#### **Beneficio de la aplicación de Zeolita natural al suelo.**

- Mejora las propiedades físicas tales como estructura, retención de humedad, aireación, porosidad, densidad, ascensión capilar, reduciendo la compactación de los suelos.
- Aumenta el pH y la capacidad de intercambio cationico total del suelo.
- Reduce los contenidos elevados de metales en el suelo, que pudiera ser tóxico para las plantas como Hierro, Aluminio, Plomo, Cadmio, y otros.
- Facilita una mayor estabilidad de los contenidos de materia orgánica del suelo reduciendo las pérdidas por mineralización.

-Mejora la retención y uso de los nutrientes, lo que permite incrementar en un 25-50% la eficiencia de uso de los fertilizantes minerales que aplican tradicionalmente.

-Al aumentar la retención de humedad en el suelo, permite reducir las dosis de riego en más de 15. Para ello las Zeolitas forman un depósito permanente de agua, asegurando un efecto de humedad prolongada, hasta en épocas de sequedad.

-Reduce el lavado por pérdidas de nutrientes en la propagación de plántulas, siendo un efectivo medio para el enraizamiento, y producción de estas.

-Mejora las condiciones físico – químicas de los suelos arenosos y arcillosos aumentando su capacidad de retención de humedad.

-Por su estructura porosa mantiene el suelo aireado y mejora su actividad biológica.

-Aumenta la acción de las bacterias nitrificantes, al suministrar una superficie ideal para la adherencia de las mismas, favoreciendo también su reproducción y con ello el aumento de las poblaciones de bacterias que atacan hongos patógenos.

-Mejora sus propiedades químicas (pH, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y micro nutrientes). Aumentando su capacidad de intercambio cationico.

-Disminuye los contenidos de Sodio en el suelo, que pudieran ser tóxico para las plantas.

-Mejora considerablemente la nivelación del terreno, debido al mejoramiento de su estructura.

-La aplicación de Zeolita en el suelo, reduce significativamente la cantidad de agua y el costo en fertilizantes, mediante la retención de nutrientes en la zona de las raíces.

- Controla la acidez del suelo, incrementando el pH. Esto se produce por su capacidad alcalinizante.

-Aumenta la resistencia a la compactación del suelo.

- Aumenta el aprovechamiento de los fertilizantes químicos, pesticidas y otros productos aplicados al suelo, pues los incorpora a su masa porosa y los va liberando poco a poco.

-Facilita las buenas relaciones entre nutrientes.

-Facilita la solubilización del Fósforo (P) y la asimilación del Potasio (K). Beneficios que producen las Zeolitas en la producción de Fertilizantes orgánicos, químicos y organominerales.

a) En la producción de Fertilizantes orgánicos:

- Disminuye los lixiviados que muchas veces en forma líquida, contaminan las fuentes de agua dulce.

- Controla en un 100 los olores desagradables en el proceso de compostaje.

- Aumenta la calidad agrícola y comercial del compost.

- Disminuye hasta en un 50 las pérdidas de nutrientes por volatilización, que se producen durante el proceso de producción.

- Acelera el proceso de descomposición de los residuos orgánicos y su pronta conversión en abonos.

- Al tener menos pérdidas de nutrientes incrementa la calidad biológica de los abonos orgánicos.

b) En la producción de Fertilizantes químicos y órgano minerales:

- Las Zeolitas actúan como fertilizantes de liberación lenta. Tienen una estructura cargada negativamente que contiene nutrientes como son el Potasio y el Nitrógeno. Pueden cargarse con estos iones antes de utilizarse como medio de cultivo para después poder liberar los nutrientes cerca del sistema de raíces donde son necesarios para el crecimiento.

- Incrementa la eficiencia del uso de los fertilizantes químicos y órgano minerales, en más del 50.

- No solamente puede actuar como un fertilizante de lenta liberación, retardando o reduciendo los lixiviados (movimiento en el suelo de nutrientes disueltos en agua), de la zona de las raíces, sino también reduciendo la migración de los nutrientes de la zona de las raíces hacia aguas profundas, eliminando la posibilidad de contaminación ambiental.

- Muchos de los fertilizantes utilizados en el campo de la Agricultura, por ejemplo nitrato de amonio, tienen una baja eficiencia en el uso de sus nutrientes, y en muy pocos casos la eficiencia es superior al 50 para la mayoría de los cultivos. Las adiciones de Zeolita pueden ayudar al incremento de la eficiencia de estos fertilizantes.

### **Otros usos en la agricultura.**

- Aditivo en la elaboración de piensos para el consumo animal.

- Mejora la eficiencia de utilización de los nutrientes.

- incrementa la tasa de engorde.

- Control preventivo de diarreas y úlceras.

-Control de olores indeseables en las instalaciones.

-Prevención de contaminación y desarrollo de hongos en el almacenaje de piensos y granos.

-Reducción en más de un 50% de las micotoxinas contenidas en los alimentos y animales.

-Reducción de los costos en la elaboración de piensos.

-Mayor durabilidad en los alimentos peletizados.

-Previene el stress al destete.

-Mejora los indicadores metabólicos en pollos de ceba.

-Aumenta la producción de huevos en gallinas ponedoras con menor gasto de pienso.

-Además mejora la conversión masal (consumo de MPT kg de huevos producidos).

#### **-Importancia y uso de la Zeolita en otras ramas.**

En la industria farmacéutica puede formar parte de las tabletas de Ibuprofeno y antibióticos, medicamentos que aunque muy necesarios, en ocasiones afectan el estómago. «Con este mineral, sin embargo, se disminuye la acidez y se genera un ambiente más aceptable para el organismo.

«Se han hecho pastillas antiácidas de Zeolita, y se ha tenido mucho éxito en el tratamiento de las heridas, pues extrae la humedad. Incluso en los consultorios se aplica mediante un soplador para tratar problemas vaginales.

Justamente esa gran capacidad de absorción —es un intercambiador iónico y actúa como un tamiz molecular— hace que la Zeolita sea eficaz en la potabilización de aguas y el tratamiento de los residuales. Como también en la separación de gases tóxicos, el tratamiento de sustancias radioactivas y la absorción de derrames de aceites y combustibles. En el hogar favorece la eliminación de olores indeseables en ceniceros, neveras o armarios y constituye lecho inmejorable para las mascotas.

### **Zeofert.**

Esta tecnología consiste en realizar aplicaciones periódicas de Roca Zeolítica Natural (RZN) con granulometría inferior a 3 mm sobre el piso de las naves de sombra en las unidades pecuarias, para que los animales defequen sobre ésta y con la ayuda de sus patas se mezcle con el estiércol y la orina; formando así un compuesto Organomineral Natural que puesto a descomponer durante 45 días en el estercolero se obtiene el Zeofert. Durante el proceso de fabricación de este compuesto en la nave de sombreado con los animales dentro se destaca que: 1) Se evitan las pérdidas por volatilización del amonio y lixiviación o lavado de éste y otros nutrientes como el,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  solubles en las excretas y orinas. 2) Disminuye considerablemente los insectos y malos olores en la unidad pecuaria. 3) Los animales llegan a la sala de ordeño con una mejor higiene corporal. 4) Se conserva un ambiente seco en la nave de sombra y se reduce la contaminación ambiental. 5) La limpieza del piso de la nave se puede espaciar hasta 15 días. 6) Se reduce el período de fermentación del estiércol para su uso como abono orgánico de 90 a 45 días. La utilización de 15 t/ha de este compuesto organomineral en la producción de pastos, maíz y pimiento, permite sustituir la fertilización química en un 100 %, sin afectar sus rendimientos con el consiguiente mejoramiento físico - químico de las condiciones del suelo en que se apliquen. Esta tecnología se está usando en un área de desarrollo para la producción de viandas y mejoramiento del suelo en la región premontañosa del "Escambray". (Wilfredo y col. 2009).

El uso de fuentes naturales como alternativas para la fertilización es una tarea de importancia para el desarrollo económico social y ambiental, ya que están encaminados a conservar e incrementar la fertilidad natural de los suelos, así como la posible disminución de la contaminación del medio, al disminuir el uso excesivo de los fertilizantes químicos.

La fertilización mediante aportes de sustancias de naturaleza orgánica, es más completa y equilibrada, pues una vez humificada se mineraliza gradualmente, lo cual permite una mayor eficiencia del aporte de las sales elementales, a disposición de las plantas.(Guibertán y Labrador,1991).

Una de las alternativas utilizadas en Cuba es el empleo del de compost, producido a partir de estiércol vacuno y Roca Zeolítica Natural (RZN), debido a la existencia de

importantes yacimientos de este mineral, el cual es capaz de aumentar la eficiencia del compost al incrementar la disponibilidad de Nitrógeno en el suelo por el empleo de Zeofert, como fuente de aporte de este elemento.

### **King grass. Introducción en Cuba.**

El género *Pennisetum* se encuentra distribuido por todo el mundo tropical y subtropical, representado por un elevado número de especies y variedades. Según (Ayala, 1988) es originario del Continente Africano y Ramos; Herrera y Curbelo, 1979) informan que ha sido cultivado también en algunas regiones de China y Japón.

El King grass fue introducido en América del Sur por el Dr. W. R. Long Ford de la Estación Experimental de Tifton, Georgia, Estados Unidos y en 1974 fue extendido a Panamá en la Estación Experimental de Gualaca en Chiriquí, por la compañía de alimentos Nestlé donde fue clasificada como PI 300-086 y conocida también como caña japonesa.

Su introducción en Cuba, proveniente de Panamá, data de 1974, cuando comenzó en el Instituto de Ciencia Animal su siembra y evaluación, y se extendió por algunas regiones del país a partir de 1976.

Por otro lado los estudios realizados en Cuba indican que el King grass que existe en nuestro país no es un híbrido entre el *P. purpureum* y el *P. Typhoides* y que debe pertenecer a la especie *P. purpureum*. Sus características morfológicas y productivas lo diferencian de otras variedades cultivadas de esta especie, por lo que, (Monzote y Col. 1989) proponen llamarlo *Pennisetum purpureum* cv King grass.

### **Características de la especie.**

Sus hojas son anchas y largas que alcanzan un valor de 3,5 y 105 cm respectivamente y su grueso es de 0,21 cm. Su color varía desde el verde claro (joven) al verde oscuro (maduro), tiene vellosidades suaves y no muy largas que pueden alcanzar hasta 122 pelos por campo de observación. El ángulo de inserción con el tallo, medio en la cuarta hoja completamente abierta a partir del ápice es de 20,5 grados.

En cada planta se puede encontrar 13,1 hojas completamente abiertas y a partir de los de los 60 días de rebrote comienza la aparición de hojas cloróticas o marchitas (2, 4 hojas por plantas) en las secciones más próximas al nivel del suelo.

Puede alcanzar una altura de hasta 4 m, pero en condiciones normales de explotación llega a 190 cm. Su crecimiento diario es de 2,07 cm. El tallo tiene un diámetro de 1,2 cm y su color varía por las condiciones antes señaladas. Es flexible en estadio joven y rígido cuando alcanza su madurez. La distancia entre nudos es de 17,2 cm y tiene 10 nudos a lo largo del tallo.

### **2.1.1. Valoración del contexto local, nacional y mundial**

El presente trabajo se desarrolló en una región que mayormente se dedica a la actividad agropecuaria y donde la ganadería tiene un peso fundamental. Para el análisis de contexto en este sentido es necesario destacar el estado de los recursos naturales y principalmente el suelo y sus características. La ausencia de fertilizantes en la ganadería y las pérdidas inevitables que se producen por lavado y exportación de nutrientes asimilables en los sistemas pecuarios indican que la evaluación y preservación de la fertilidad del suelo es hoy una tarea priorizada, se hace necesario profundizar y sistematizar los métodos de evaluación y de mejoramiento existente en la actualidad. Antes la evidencia del deterioro y disminución acelerada de esta fertilidad en los suelos de la ganadería cubana (I taller Nacional de fertilidad de los suelos ganaderos 1998). Otra situación que aun prevalece es la relacionada con la reducción de insumos destinados a la agricultura cubana, los cuales en su mayoría eran importados del campo socialista; así tenemos que para el año 2000 el uso de fertilizantes químicos se hizo nulo y otros insumos tales como piensos, urea, suplementos proteicos, sal mineral y herbicidas se redujeron algunos hasta solo un 10 % de lo que existía anteriormente e incluso la disponibilidad de miel se vio reducida hasta un 50 %. Todas estas restricciones de los insumos destinados han influido negativamente en los indicadores productivos a partir del año 1990, fecha en que comenzó el período especial en Cuba. De esta manera y a pesar de una pequeña recuperación la producción de leche y carne se ha visto reducida en un 54 y 60 % respectivamente. La prueba más clara de la crisis ecológica es la disminución de los rendimientos promedios de los cultivos. Los mecanismos que explican este proceso incluyen la degradación de las tierras mediante la erosión del suelo, la compactación, la disminución de la materia orgánica y la biodiversidad asociada a ella. Elementos que han tenido una tendencia a incrementar en los últimos años.

Anualmente el planeta pierde hasta siete millones de hectáreas de áreas cultivables a causa de la degradación del suelo y estima que para los próximos 20 años desaparezcan 140 millones de hectáreas. Las principales causas de esta degradación son el pastoreo excesivo, las prácticas agrícolas perjudiciales, la deforestación, etc. En Latinoamérica más de 306 millones de hectáreas están siendo afectadas por una degradación del suelo de origen antrópico.

En Cuba la tendencia en cuanto a la producción de abonos orgánicos ha estado marcada por la reducción de fertilizantes químicos, así como la consolidación de un movimiento de agricultura orgánica y el crecimiento de un programa de agricultura urbana sustentado en el uso de fertilización orgánica. Aun muchos especialistas y dirigentes no valoran el impacto favorable para la salud así como el efecto positivo para el medio ambiente que trae su utilización. Hoy en el mundo se aboga por la disminución del uso de fertilizantes químicos y se promueven prácticas orgánicas, esto se evidencia en la creciente demanda de productos netamente ecológicos así como en el aumento creciente de sus precios.

### **2.1.2. Estado actual del conocimiento del problema de investigación.**

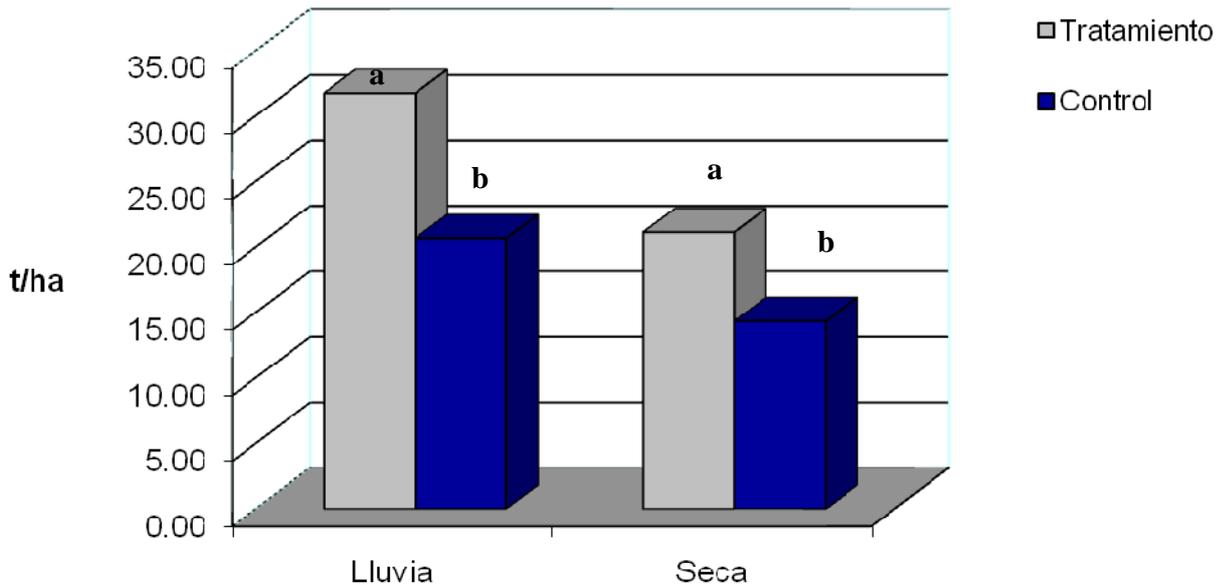
Es conocida la influencia que tiene la Materia Orgánica sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos donde se aplique, así como la acción directa que tiene la fertilización mineral sobre los cultivos y el propio recurso natural. En este sentido se han utilizado y recomendado dosis de 25 t/ha de materia orgánica como una manera efectiva de incrementar los tenores de Fósforo, Potasio, Materia Orgánica, incrementar el pH, la vida del suelo, mejorar la textura y la estructura del suelo durante un período aproximado de 2 años. También en estudios realizados en la región se ha comprobado la efectividad que se obtiene al combinar la fertilización mineral con la orgánica e incluso la cantidad de abonos minerales que se pueden sustituir utilizando variantes orgánicas para mejorar el suelo. Existe una tecnología que permite obtener un fertilizante organomineral producido y mezclado con la ayuda de ganado vacuno estabulado, y que a razón de 25 t/ha ha tenido un efecto favorable en la nutrición del suelo y el rendimiento de algunos cultivos a los que se le ha aplicado, actualmente se ha estudiado su influencia en otros cultivos, donde resalta el King grass.

### **2.1.3. Carencia que se quiere llenar con la investigación.**

La investigación persigue demostrar la factibilidad técnica de utilizar el abono organomineral Zeofert para la fertilización del cultivo de King grass en condiciones de producción, y generar un favorable en las características químicas del suelo, entre las que sobresalen contenido de materia orgánica, contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y pH, en este sentido también sería capaz de disminuir la contaminación ambiental por concepto de uso de la materia orgánica que se genera en centros de producción pecuarios, además de tributar al establecimiento de un adecuado reciclaje de nutrientes, desde el punto de vista productivo pretende incrementar la producción y calidad de alimento destinado a los animales. Económicamente este trabajo también es capaz de reducir importaciones, pues cada tonelada de Zeofert equivale al uso de 42 Kg de Nitrato de Amonio, 54 Kg de superfosfato sencillo y 53 Kg de Cloruro de Potasio, que poseen un alto valor en el mercado internacional.

## 2.2. Resultados y discusión.

**Gráfico # 1. Respuesta de la aplicación de Zeofert sobre el rendimiento de Materia Seca en King grass (t/ha).**



**a, b...Medias con letras diferentes a,  $P \leq 0,05$  \*...Significación a,  $P \leq$**

La aplicación de Abono Organomineral Natural (Zeofert) al suelo, incrementó el rendimiento de materia seca del King grass en un 53,6% y un 53,0% respecto al control en cortes realizados en épocas de lluvia y seca respectivamente, según se muestra en el gráfico # 1. Estos incrementos del rendimiento respecto al control mostraron una diferencia significativa para  $P \leq 0,05$  al realizarle análisis de varianza en ambas épocas.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Arteaga y col. 1997; Caballero y col. 2000) en los que realizando estudios sobre manejo y aplicación de estiércol vacuno sobre diferentes pastos, encontraron que este es capaz de incrementar los rendimientos en un 19% en Pangola, 161 % en Brachiaria y un 203 % en Pasto Estrella y que la mejor dosis de estiércol vacuno utilizada fue de 25 t/ha, incorporado durante la siembra o un mes antes de esta. Por otra parte (Espinosa y Llanes, 2000; Espinosa y Fernández, 2005; Espinosa y col. 2009) también reportaron un incremento de los

rendimientos en más de un 60 % para los cultivos de la yuca, King grass y pasto natural, cuando realizaron aplicaciones de Zeofert a una dosis promedio de 25 t/ha.

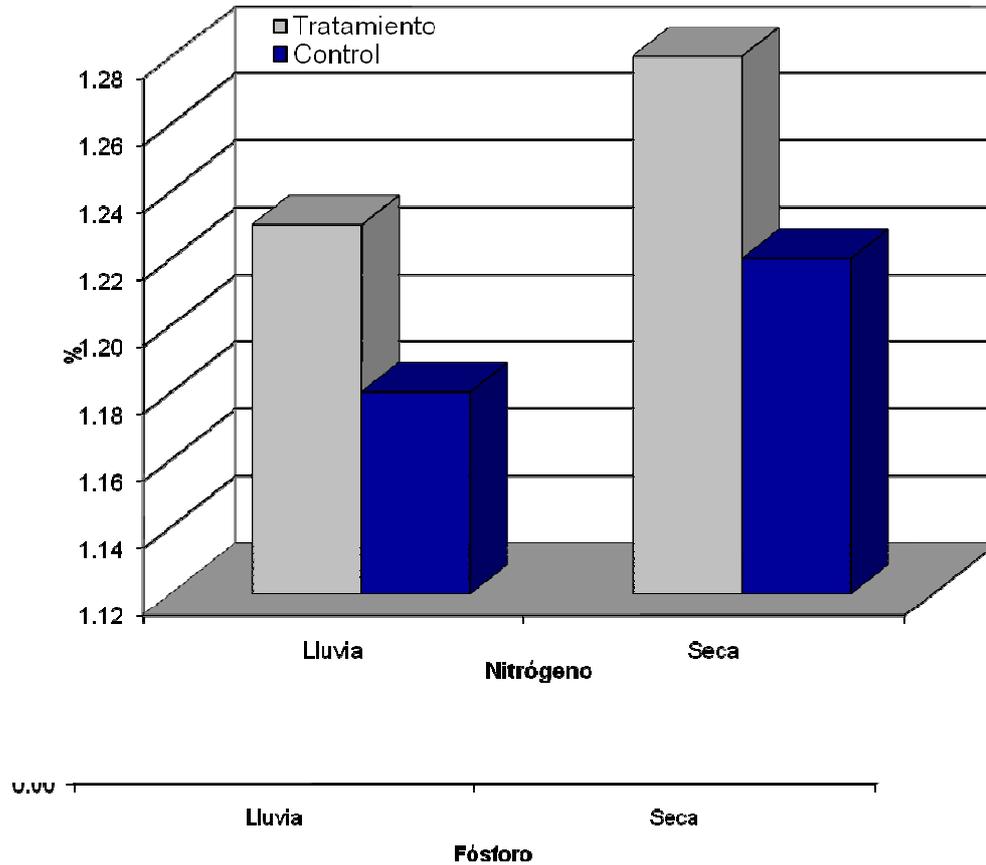
La aplicación del estiércol vacuno ha contribuido al incremento del rendimiento y la persistencia de los pastos y forrajes en casi todos los suelos ganaderos del país (Crespo y Arteaga, 1986) y ha favorecido a la composición botánica e incrementado los tenores de nutrientes en los suelos y los pastos (Arteaga, 1981).

Un aspecto apreciable en el gráfico # 1 resulta el desbalance existente en la producción de materia seca al comparar ambas épocas, con una mayor producción de esta en la época de lluvia, independientemente de la utilización o no de Zeofert. En este sentido (Arteaga y col.1999) al estudiar el comportamiento estacional de los pastos en la región encontraron que en sistemas ganaderos basados en el uso de tecnologías de bajos insumos la producción de materia seca va a estar directamente relacionada con el comportamiento de las precipitaciones, lo que también se evidencia en el control utilizado en el experimento. Ya con anterioridad (Salette, 1970); (Paretas, 1976) y (Suárez y Hernández, 1979) habían señalado la influencia que tiene la estación seca en el crecimiento y producción de los pastos tropicales. Esto resulta de gran importancia para la explotación ganadera a base de pastos, si tenemos en cuenta que en las especies tropicales, las disponibilidades caen bruscamente en el período de menor precipitación (ANON, 1975).

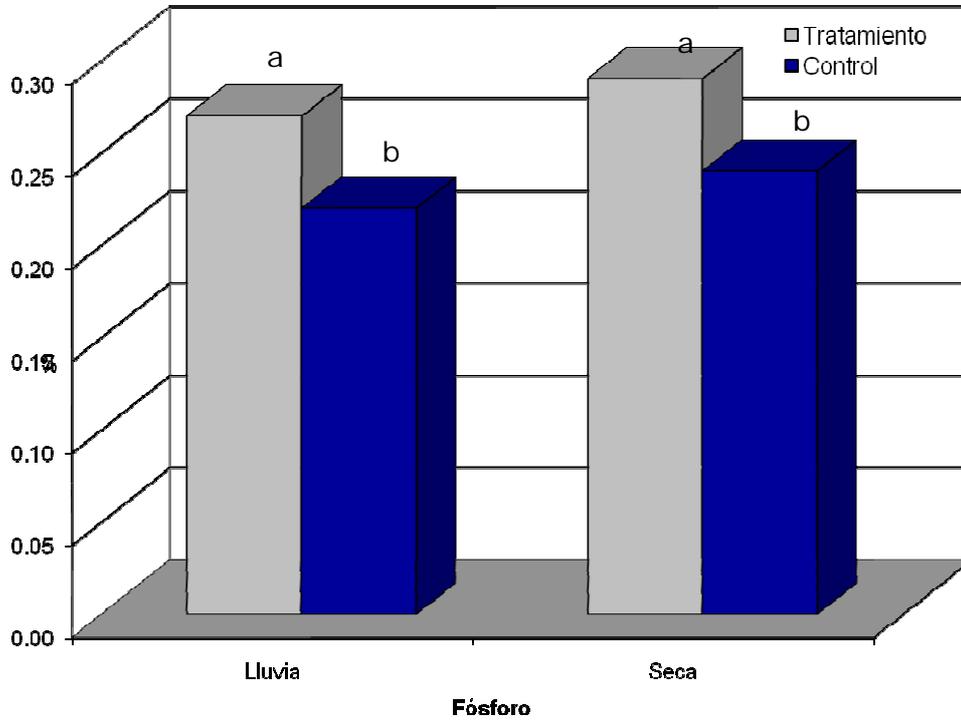
Por otra parte se puede decir que la nutrición mineral tiene un efecto considerable en la producción de materia seca; por cuanto, para que se produzca tanto el proceso fotosintético como el respiratorio, se requiere de la participación de determinados elementos minerales. La mayor parte de los efectos de estos elementos en la planta, son consecuencia de la participación de estos, de una manera u otra, en los sistemas catalíticos. Una nutrición equilibrada proporciona una mayor producción de materia seca que la energía que se consume con la entrada de los propios nutrientes. Aunque el Nitrógeno es uno de los elementos que más notablemente influye en el crecimiento, en general todos los elementos esenciales contribuyen de alguna forma en la acumulación de materia seca. Además de los elementos químicos hay otros factores que influyen en el rendimiento de esta, en las plantas, los cambios del ambiente

influyen de manera considerable en el ritmo de producción de la materia seca (Vázquez y Edith, 2006).

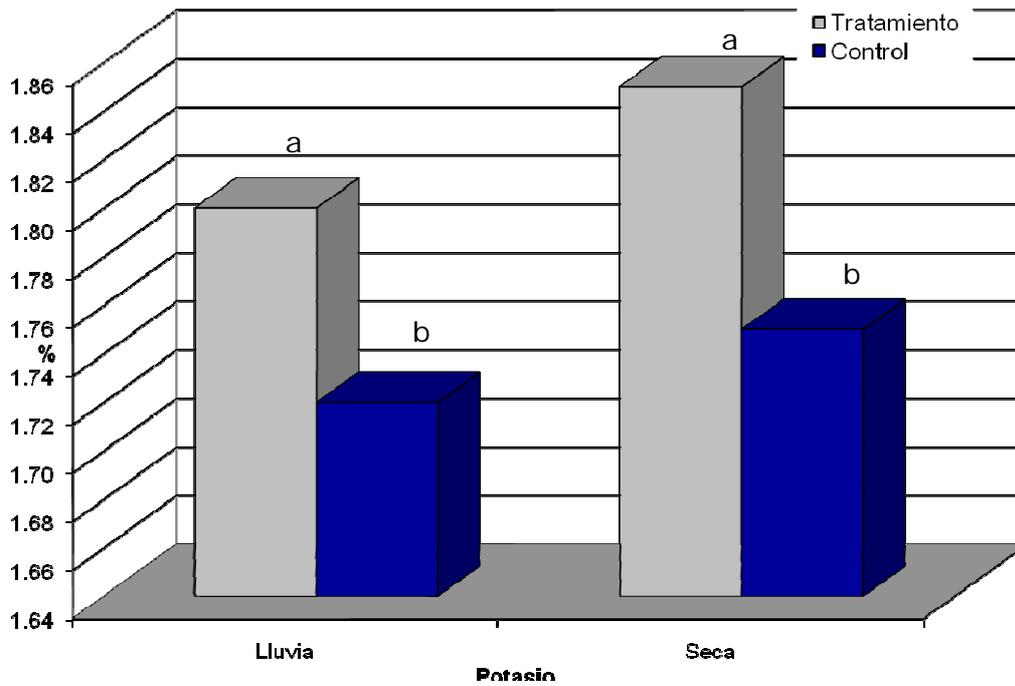
**Gráfico # 2. Respuesta de la aplicación de Zeofert sobre contenido foliar de Nitrógeno en King grass.**



**Gráfico # 3. Respuesta de la aplicación de Zeofert sobre contenido foliar de Fósforo en King grass.**



**Gráfico # 4. Respuesta de la aplicación de Zeofert sobre contenido foliar de Potasio en King grass**



a, b...Medias con letras diferentes a,  $P \leq 0,05$  \*...Significación a,  $P \leq 0,05$

La influencia que tuvo la aplicación de Abono Organomineral Natural (Zeofert) sobre el contenido foliar de diferentes elementos en el pasto King grass, se representa en los gráficos # 2,3 y 4. En ellos se puede apreciar un efecto positivo de este abono sobre el contenido de N, P y K, del tratamiento respecto al control, tanto para épocas de lluvia como de seca. En las que se encontró diferencias estadísticas para  $P \leq 0,05$ . Sobre estos resultados (Brunet y col. 1990) reportaron resultados semejantes al trabajo realizado con varios pastos, resultado que también coincide con investigaciones efectuadas por (Ocampo y col.1990; Flores y col. 1990 y Espinosa y col. 2006).

Referente a la importancia del incremento de los contenidos de N, P y K, (IFOAM, 2002) plantea que el Nitrógeno influye positivamente en el incremento del rendimiento foliar de las gramíneas ya que este está presente en la clorofila que se encarga de convertir la energía solar en energía química para la recepción y elaboración de nutrientes, es además parte de los aminoácidos que son los componentes esenciales de las proteínas, este puede perderse fácilmente si no está fijado por la materia orgánica, también influye en el aumento del número de hojas por plantas. El Fósforo juega un papel esencial en el metabolismo de las plantas y en todos los procesos de transporte de energía también mejora el crecimiento de la raíces, en la nutrición animal es importante para el desarrollo de los huesos y el metabolismo. La mayoría de los suelos son pobres en fosfatos, los fosfatos disponibles están fijados a la materia orgánica o están incorporados a los microorganismos mientras que las soluciones de suelo presentan solo pocas cantidades de Fósforo. El Potasio es importante para la síntesis de los aminoácidos y está presente en el proceso de fotosíntesis y en la habilidad de las plantas de desarrollar resistencia a las enfermedades, El Potasio es usualmente suministrado en cantidades suficientes por las plantas forrajeras. La mayoría del Potasio en el suelo está incorporado en partículas minerales y como tal no está fácilmente disponible.

**Tabla #5. Respuesta de la aplicación de Zeofert sobre la extracción de N, P y K, por el King Grass (kg/ha).**

Elemento	Época	Trat.	$\bar{x}$	ES $\pm$	C.V%
N	Lluvia	T	392,1 <sup>a</sup>	3,7852*	0,612
		C	243,3 <sup>b</sup>		
	Seca	T	271,4 <sup>a</sup>	5,9474*	1,091
		C	175,1 <sup>b</sup>		
P	Lluvia	T	86,1 <sup>a</sup>	1,6485*	1,940
		C	46,2 <sup>b</sup>		
	Seca	T	60,7 <sup>a</sup>	1,4455*	2,530
		C	34,0 <sup>b</sup>		
K	Lluvia	T	572,3 <sup>a</sup>	6,4224*	0,546
		C	354,5 <sup>b</sup>		
	Seca	T	390,8 <sup>a</sup>	8,6732*	0,917
		C	251,1 <sup>b</sup>		

**a, b...Medias con letras diferentes a, P $\leq$  0,05 \*...Significación a, P $\leq$  0,05**

El efecto que ejerce la aplicación de Zeofert en las extracciones de N, P y K, por el King grass se presenta en la tabla # 5 en la que se puede apreciar que la utilización de este abono ejerció un efecto positivo en el incremento de la extracción de estos tres elementos por la planta en las áreas abonadas respecto a las no abonadas en ambas épocas del año, es decir primavera y seca. Estos análisis mostraron una diferencia estadística para P $\leq$  0,05. Resultado semejante fueron encontrados por (Arteaga y

col.1985; 1988; 1993; 1997) en las que realizando aplicaciones de abono orgánico sobre diferentes pastos encontraron también una influencia positiva de este en las extracciones de N, P y K, por el King grass.

**Tabla # 6. Efecto de la aplicación de Zeofert sobre el suelo.**

Param.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (cmol.kg <sup>-1</sup> )		K <sub>2</sub> O(cmol.kg <sup>-1</sup> )		pH en KCL.		M. O. (%).	
	T	C	T	C	T	C	T	C
$\bar{x}$	24,000 <sup>a</sup>	6,616 <sup>b</sup>	19,467 <sup>a</sup>	7,330 <sup>b</sup>	6,094 <sup>a</sup>	4,789 <sup>b</sup>	3,727 <sup>a</sup>	2,011 <sup>b</sup>
ES $\pm$	0,4861*		0,2417*		0,0598*		0,0685*	
C.V%	4,554		3,669		14,210		8,32	

**a, b...Medias con letras diferentes a, P $\leq$  0,05. \*...Significación a, P $\leq$  0,05**

Con la aplicación del Abono Organomineral Natural (Zeofert) al suelo donde se planto el King grass, pudimos observar que hubo influencia positiva al incrementar los contenidos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y M.O en el suelo. Así como el incremento del valor del pH lo cual se muestra en la tabla # 6, estos incrementos fueron para un análisis estadístico de P $\leq$ 0,05. Sobre el efecto positivo que se logra en los contenidos de estos elementos, hay muchos autores, (Arteaga y col.1985; Espinosa y Portiele, 1987; Gómez y col. 1998; Caballero y col. 2000; Caballero y col. 2001 y Espinosa y Fernández, 2006) que han obtenido resultados semejantes. Esto es causado fundamentalmente porque este abono posee un buen contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y M. O. (ver en la tabla #4) y el incremento del valor del pH esta dado fundamentalmente por la cantidad de calcio que suministra este abono al suelo que hace que se reduzca la acidez del mismo.

Entre las medidas para incrementar los nutrientes asimilables de los suelos se encuentra el abono orgánico, en relación al cual (Jenkinson, 1991) en experimento de larga duración, encontró que el abono de estiércol de corral aplicado a razón de 35 t/ha aumentó anualmente la materia orgánica del suelo mucho más que la fertilización mineral, y con rendimientos similares a esta. Los abonos orgánicos incrementan las formas orgánicas e inorgánicas de los nutrientes asimilables de los suelos (Castellanos y Dick, 1988; Raveendran y col. 1994 y Groot y Houba, 1995) producen efectos favorables en las propiedades físicas de estos, tales como formación de agregados y

retención de humedad (Zhang, 1994) e incrementan la actividad biológica del suelo (Flaig et al. 1977 y Kielland, 1994).

Hernández y col., (1989) estudiaron la influencia de las dosis de 0, 12.5, 25, 37.5 y 50 t/ha de estiércol vacuno en un suelo Pardo Grisáceo con Bermuda cruzada #-1. El material orgánico aplicado mejoró las propiedades agroquímicas del suelo al incrementar la materia orgánica, el pH, el  $P_2O_5$  y el  $K_2O$ , asimilables. Se concluyó que el estiércol vacuno posee un efecto residual sobre el suelo de dos años para la materia orgánica, tres para el  $P_2O_5$ , uno para el  $K_2O$  y tres para el pH, por lo que recomendamos aplicaciones del mismo cada dos años para mantener y mejorar la fertilidad del suelo. Todos estos resultados indican que el uso del estiércol vacuno y el reciclaje de compuestos y nutrientes son opciones inmediatas para los sistemas de bajos insumos con que nuestra ganadería debe enfrentar la escasez de fertilizantes.

Con la aplicación de este abono al suelo se logró el reciclaje de nutrientes al mismo y además contribuyó a la sustitución del fertilizante químico. Según lo podemos apreciar en la tabla # 4 en la que se muestra que con la aplicación de 25 t/h de este compuesto fue capaz de restituir al suelo la cantidad de, 377,5 kg de N, 257,5 kg de  $P_2O_5$  y 787,5 kg de  $K_2O$ ; que esto es equivalente a haber sustituido la cantidad de 1,048 t de  $NH_4NO_3$ ; 1,287 t de Superfosfato Sencillo y 1,312 t de KCL, estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Espinosa y col. 2006).

La incorporación de una mayor dosis de estiércol (90 t/ha) incrementó en 35 % la respuesta del fertilizante mineral. También se ha obtenido respuesta satisfactoria a las aplicaciones superficiales de estiércol en pastizales establecidos en suelos franco-arenosos. El estiércol como portador de Fósforo es comparable y en ocasiones superior a la roca fosfórica nacional e importada y a los superfosfatos. Esto se ha asociado con la mejora de las propiedades físicas del suelo y el aporte de otros nutrientes. El pH y los contenidos de materia orgánica,  $P_2O_5$  y Calcio se incrementan marcadamente con la aplicación del estiércol en suelos ácidos (Arteaga, 1992).

### **3. CONCLUSIONES**

1-La aplicación del abono organomineral natural (Zeofert) al suelo, incrementó el rendimiento en materia seca del King grass en un 53,6 % en la época de lluvia y un 53,0 % en la época de seca.

2-La aplicación del Zeofert al suelo, incrementó el contenido foliar de N, P y K, en el King grass en ambas épocas.

3-La aplicación del Zeofert al suelo, incrementó la extracción de N, P y K, por el King grass en ambas épocas.

4- La aplicación del Zeofert al suelo, incrementó los contenidos de  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  y M.O en el suelo, así como el valor del pH.

5-Con la aplicación del Zeofert, se logró reciclar al suelo: 377 kg de N, 257 kg de  $P_2O_5$  y 787 kg de  $K_2O$ .

## **4. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la fabricación y uso del Abono Organominerales Natural (Zeofert) en las vaquerías lecheras, para incrementar el rendimiento de los forrajes y el mejoramiento químico del suelo, así como el reciclaje de nutrientes al mismo.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M.A, y P. Roossett.1995. Agroecology and the conversion of large scale conventional. Systems to sustainable management. Int. Environmental studies .
- Altieri, M.A. 1992. "Allí donde termina la retórica sobre la sostenibilidad comienza la agroecología". en CERES. No. 134. (Vol. 24 No. 2) Marzo-abril. p 33-35.
- Anon, 1975. Avances de la ganadería en Cuba. Ed. Andes Voisin. Univ de la Habana.
- Anónimo (b).1999.Materia Orgánica. Necesidad, ventaja o perjuicio en cultivos intensivos. en [www.ediho.es/horticom/temaut/sustr/mat-org.html](http://www.ediho.es/horticom/temaut/sustr/mat-org.html).
- Anónimo(a).1998.[www.k-lifornia.cajaecologica.k-liforniaagro@k-california.com.lombricultura](http://www.k-lifornia.cajaecologica.k-liforniaagro@k-california.com.lombricultura). p 1-3
- Anónimo(c).2000.Lombrices.en[www.geocities.com/hostsprings/spa/9549/index.html](http://www.geocities.com/hostsprings/spa/9549/index.html).
- Anónimo (e).2000.Constituyentes, fases líquida y gaseosa. en [www.edafologia.org.es/introEda/tema3/3fact.html](http://www.edafologia.org.es/introEda/tema3/3fact.html).
- Arteaga, O.; W. Espinosa; Consuelo Hernández; A. Mojena y María del C. Martínez.1997. Manejo y aplicación de estiércol vacuno como fertilizante para los pastos en suelos pardos grisáceos de Cuba. en *Agrotecnia de Cuba*.27 (1). p 55-58
- Arteaga, O.; Bernal, Y. y Fernández, J.M. 1999. II Taller Nacional de Producción Diversificada Pecuaria Agrícola Forestal (PAF). Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Las Tunas". Informe final del subcontrato "Perfeccionamiento de los sistemas de producción en vaquerías lecheras de la región Escambray. 20 p
- Arteaga, O.; R.Chongo; J.M.Fernández; G. Guerra. 1988. Aporte de la excreta en el reciclaje de nutrientes en pastos bajo pastoreo nocturno. *Actas Asociación Latinoamericana de Producción Animal. XI Reunión. Habana. Cuba.* 88 p
- Arteaga, O.; W. Espinosa; Consuelo Hernández; A. Mojena y María del C. Martínez. 1997. Manejo y aplicación del estiércol vacuno como fertilizante para pastos en suelos pardos grisáceos de Cuba. *Agrotecnia de Cuba.* 27(1)p 55-58

- Arteaga, O.; A. Mojena y W. Espinosa.1985. Efectividad del estiércol vacuno y otras fuentes comerciales en la nutrición fosfórica de la B. Cruzada #1.Cienc. Tec. Pastos y Forrajes. 8(2).p 65-75
- Arteaga, O.; L. Ojeda; Consuelo Hernández; Elisa Brunet y W. Espinosa.1995. Agricultura orgánica en Cuba. en Estudios Agrarios. Revista de la Procuraduría agraria. Octubre-Diciembre No.1. México. p154-156
- Arteaga, O.; P. Muños y C.A. Alfonzo. 1993. Las deyecciones de vacas lecheras. Influencia sobre la fertilidad del suelo y productividad de los pastos. Resultados Científicos Destacados. Año 1993. Instituto de Suelos. Habana. 21 p
- Ayala, J. R. 1988. Quelques elements sur L' agrostologie tropicale (Ed. EDICA) Instituto de Ciencia Animal, La Habana.
- Caballero, R.; E. Gandarilla, D.; Pérez y D. Rodríguez .2000. Efecto de los abonos orgánicos en la explotación de huertos intensivos. Centro Agrícola. 4. Año 27.
- Caballero, R.; J. Gandarilla; Pérez, O.; Pacheco y M. Sánchez. 2001. Efecto del humus de lombriz combinado con fertilizante mineral en el cultivo del Ají Chay. Centro Agrícola: 4, año 28.
- Cairo, P. y O. Fundora. 1995. Edafología. 250 p
- Calidad del Suelo. 1999. Determinación del % de Materia Orgánica.
- Casals. 1998. Las zeolitas, mineral del siglo xx, usos y aplicaciones.
- CIED.1996.Producción Agrícola y Sostenibilidad de los recursos naturales .Enero. No 45.Año. VII. Boletín. Agroecológico.15 p
- Curbelo, N. 2008. Tecnología para la fabricación de abono organominerales natural (Zeofert) en unidades pecuarias productoras de leche. Introducción directa del Instituto de Suelos (18-ID-73).
- D. Jenkinson. 1991. The Rothamsted, Long term experiments: Are they still of use. Agronomy Journal.83 (1). USA. p 2-10

- Durán, J.L.1998.Degradación y manejo ecológico de los suelos tropicales, con énfasis en los suelos de Cuba. en Agricultura Orgánica. Año 4. No1.Abril. p 7-11
- Edith Vázquez y Torres S. 2006. Factores externos que influyen en la producción de materia seca. Fisiología Vegetal, Parte 2.Editorial Félix Várela, La Habana.
- Elisa Brunet; A. Ávila; C. Ríos y J. Almaguer. 1990. Respuesta de 4 gramíneas a la fertilización con N bajo condiciones de regadío. Cien. Tec. Agric. Suelos y Agroquímica 13. (1). p 4-52
- Eolia Treto; Margarita García; R. Brunet; Herrera, J.; Kessel, R.; Gómez, R.; Iglesias y H. Santana. 1992. Nutrición y fertilización de la piña. 20 años de investigación en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).Cultivos Tropicales. La Habana.13 (2-3). 559 p
- Espinosa,W. y J. M,Fernández .2006. Fabricación y uso del abono organominerales (Zeofert) para aumentar ecológicamente la producción agrícola y leche. Proyecto Ramal de Innovación Tecnológica. Informe final. Est experimental. Barajagua. Cienfuegos.
- Espinosa, W. y I. M. Porfíeles .1987.Efecto del encalado sobre el rendimiento de la pánjala y las propiedades químicas del suelo en condiciones de regadío. Cien. Tec. Agric. Suelos y Agroquímica.10 (3). p 7-15
- Espinosa, W. y N. Llanes. 2000. Efecto de la aplicación de Zeofert en yuca. Resúmenes VII. Seminario Científico de la Est. Experimental “Escambray”. Barajagua. Cienfuegos. 38 p
- Espinosa, W.; J. M. Fernández y N. Cúvelo. 2009. Fabricación y uso de abono organominerales natural (Zeofert) en unidades pecuarias. Revista ACPA #4. p 16-18
- Espinosa, W.; J. M. Fernández. 2005. Disminución de la contaminación ambiental y aumento de la producción agrícola y leche en la cuenca del rio Hanabanilla, Provincia de Cienfuegos. Informe final. Proyecto territorial de innovación tecnológica. Archivo est. Experimental de suelos “Escambray “. Barajagua. Cienfuegos. 19 p

- FAO. 1990. Los cambios climáticos y las actividades agrícolas, forestales y pesqueras. ONU. Segunda Conferencia mundial sobre el clima. Ginebra Documento. P 1-13
- Flores, E.; O. Pacheco; R. Cúvelo y O. Pérez. 1990. Respuesta del Pasto Estrella Jamaicano a dosis creciente de fertilizante fosfórico. Cienc. Agric. Suelo y Agroquímica. 13. (1). p 35-42
- Fuentes, J L.1998. Beneficios del humus de lombriz. Servicio de Extensión Agraria, Madrid en la HD 1/87 del N° de Agricultura, Pesca y Alimentación, p 23 - 24
- García, R .A. 1996. Efecto de la agricultura intensiva industrial sobre el medio ambiente. en Agroecología y Agricultura sostenible. Módulo 1. CLADES,CEAS- ISCAH p 2-8
- Gómez, E.; Labrada y E. Gómez,.1998.Influencia de 5 tipos de abonos orgánicos en el contenido de N. P. K. asimilables en un Fluvial Típico. Centro Agrícola.3. Año 25.
- H. Zhang: "Organic matter incorporation affects mechanical properties of soil aggregates", Soil and Tillage Research.1994.Germany. (31). p 263-275
- Hernández, A.; J. M. Pérez; D. Boch; L. Rivero y E. Camacho. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba. ISBN: 959- 246- 022- 1.
- Hernández, Consuelo; O. Arteaga y P. Muñoz. 1989. Efecto de la aplicación de estiércol vacuno sobre un suelo Pardo Grisáceo. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Suelos y Agroquímica .V.12. No1. p 43-52
- IFOAM. (2002). Manual de Capacitación en Agricultura Orgánica para los Trópicos. Capítulo 4. p 88 – 89
- J. Groot and V. Houba:" A comparasion of different indices for nitrogen mineralization", Biology and Fertility Soil, 19:1-9.1995. Netherlands.
- K. Kiellan:"Amino acid absorption by artic planst: Implications for plant nutrition and nitrogen Cycling", Ecology 75(8):2373-2383. 1994. USA.

- Kolmans, E. y D.Vasquez.1996.Manual de agricultura ecológica. MAELA-SIMAS. 222 p
- Magdoff, F.1997. Calidad y manejo del suelo. en Agroecología Bases científicas para una agricultura sostenible. CLADES, ACAO. La Habana. Cuba. p 211-221
- Martínez, J.F.1996.Variabilidad espacial de las propiedades físicas e hídricas de los suelos en medio semiárido mediterráneo: Universidad de Marcia. Servicio Publicaciones.189 p
- Mayea, S. y R. Novo.1982. Introducción a la microbiología del suelo. Editorial Pueblo y Educación. Habana. 187 p
- Monzote, M.; Carballo, N., Martínez, R., Cruz, R. y Herrera, R. S. 1989. Una nota acerca del número de cromosomas y las características morfológicas productivas y bioquímicas del King grass. Boletín técnico. Serie Pastos 5.
- Normas Cubanas, 52. 2000. Determinación de las formas móviles de Fósforo y Potasio.
- Normas Cubanas, ISO, 10390. 1999. Determinación de pH.
- Ocampo, G. y Diana Fernández y E, Liens. 1990. Fertilización nitrogenada en King grass en un suelo aluvial de la provincia Granma. Cienc. Tec. Agric. Suelos y Agroquímica. 13 (3). p 21-26
- Panque, V. y A. Martínez. 1992. La cachaza como sustituto de los fertilizantes químicos para la caña de azúcar cultivada en un suelo Ferralítico Amarillento. Cultivos Tropicales. 13 (2-3). LaHabana. p 69-73
- Paretas, J. J. 1976. Uso del nitrógeno en los pastos tropicales. Tesis. Csc. ISAAC. Habana.
- Pérez, C.1999.Microbiología y Agricultura Sostenible. en Edición para la Maestría en Agricultura Sostenible. UCLV. 410 p
- Primavesi, Ana.1984. Manejo ecológico del suelo. 250 p
- Ramos, N.; Herrera, R. S. y Curbelo, F. 1979. Reseña descriptiva del King grass en Cuba. Ed. ICA Instituto de Ciencia Animal. La Habana.
- Restrepo, J.1995."Notas sobre agricultura orgánica y una crítica del modelo convencional". Agricultura Orgánica. Año 1. No.2. Agosto. 23p

- Rosa M. Fernández. 1994. Tesis profesional para obtener el título de ingeniero químico. Universidad de Puebla.
- Roskill.1988. Information Services LTD, the Economics of zeolites, First Edition.
- S. Castellanos and P. Dick:” Distribution od Sulfur fractions in soil as influenced by management of organic residues”, Soil Science Society of America Journal, 52(5):1403-1407.1988. USA.
- Salette, J. E. 1970. Proc. XI. Int. Grassld. Congr. 404 p
- San Martín, J. 1995. Agroforesteria y cultura Andina. en Bosque y desarrollo. No. 14. Perú Nov. p 34-37
- Suárez, J.J y Hernández, A. 1979. II Reunión ACPA. Habana. 2.
- Van Beers,; W.F.J.1980. “Soils and soil properties”. In Drainage principales and applications. Vol. I>ILRI. Wageningen. p 33-73
- Venega, R.y G. Siau.1996. Conceptos, principios y fundamentos para el diseño de los sistemas sustentables de producción. en boletín agroecológico. CIED. No.45. Año VII. p 2-11
- W. Flaing ; H. N. Agar; H. Sochtig and C.Tieljen:”Influence of soil organic matter on plant growth, Organic Materials and soil productivity”. Bulletin Fao, 35. 1997. Roma.