

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



“FERTILIZANTES ORGÁNICOS HUMIFICADOS”

POR:

SALVADOR RUEDAS ALBA

MEMORIAS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2005

07009

**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"
Unidad Laguna**

División de Agronomía

Departamento de Agroecología

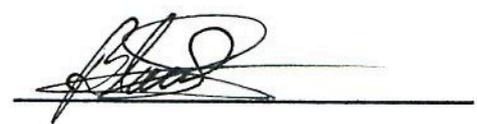
"Fertilizantes Orgánicos Humificados"

Por:

Salvador Ruedas Alba

Aprobada por:

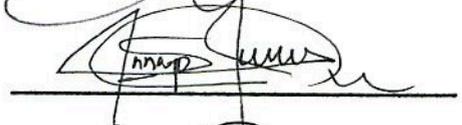
M.C. Eduardo Blanco Contreras
Asesor principal



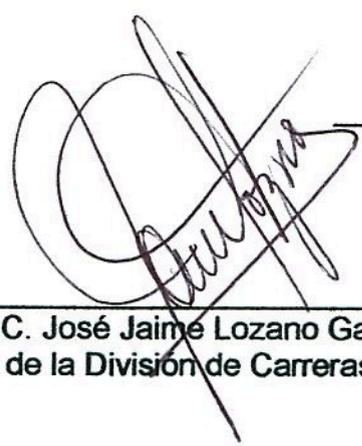
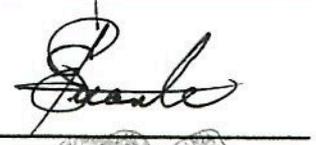
Biol. Genoveva Hernández Zamudio
Co Asesor



Dr. Jesús Vázquez Arroyo
Co Asesor



M.Sc. Emilio Duarte Ayala
Co Asesor



M.C. José Jaime Lozano García
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila

Diciembre de 2005

**Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"
Unidad Laguna**

Memorias de experiencia profesional

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero en Agroecología

Aprobada

M.C. Eduardo Blanco Contreras
Presidente



Biol. Genoveva Hernández Zamudio
Vocal



Dr. Jesús Vázquez Arroyo
Vocal

M.Sc. Emilio Duarte Ayala
Vocal suplente



M.C. José Jaime Lozano García
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila

Diciembre de 2005

Agradecimientos

A Dios

Por darme la vida, amor incomparable y las tantas oportunidades que a través de Él, han sido para lograr los objetivos de mi vida personal y laboral.

A mi Alma Terra Mater

Quien me brindó la oportunidad de crecimiento al adquirir todos los conocimientos para mi formación profesional.

Al M.C. Eduardo Blanco Contreras

Por su dedicación y aportación de conocimientos en mi carrera y su gran apoyo incondicional como maestro y amigo.

A mi hermana

Cynthia, por su ayuda y apoyo incondicional en la realización de esta memoria.

A mis amigos maestros

Luis Castañeda, Genoveva Hernández, Jesús Vázquez, Patricia Guzmán, Emilio Duarte, Víctor Martínez, Florencio Jiménez, Jaime Lozano, Isaías De la Cruz, Marcial Reyes, por la educación y conocimientos que adquirí de ellos, además del apoyo y amistad brindados.

A mis compañeros y amigos

Armando, Alexis, Paty, Isela, de quienes tengo un imborrable recuerdo por los mejores momentos que como Primera Generación de Agroecología tuvimos.

Dedicatoria

A mis padres

Salvador Ruedas y Leticia Alba, por su amor, enseñanza, apoyo incondicional, confianza, amistad y participación invaluable en todos los momentos de mi vida, principalmente en mi formación profesional.

A mi hermano, amigo y maestro

Víctor Daniel (+), por su cariño, amistad, sabios consejos, ejemplo a seguir, quien en todo momento me llevará de su mano y vivirá siempre en mi corazón.

A mis hermanas

Lety, Claudia, Linda, Cynthia e Ibeth, con quienes siempre he compartido todos los momentos de mi vida, contando con su amor, apoyo, paciencia y amistad.

A Gaby

Por los momentos compartidos en esta etapa tan importante de mi vida. Por tu tiempo, paciencia, cariño y amor.

A mis sobrinos

Suheila, Iván, Ernesto, Bryan, Pepe, Alan, Fernanda, Karla, Natalia, Norma, Peque, Valeria, Aarón, Daniella, Alex y principalmente a Lalo y Gera.

ÍNDICE

	Pág
Agradecimientos	<i>i</i>
Dedicatoria	<i>ii</i>
Índice	<i>iii</i>
Índice de figuras	<i>iv</i>
Resumen	v
Introducción	1
Experiencia profesional	2
Objetivo	4
Revisión de literatura	5
La actividad microbiana	6
Importancia	6
Participación en el aumento de la materia orgánica del suelo	7
Participación en la reducción de la compactación del suelo	7
Ayuda a mejorar la penetración y retención del agua	8
Ayuda a suelos afectados por encharcamiento	8
Incremento en la eficiencia del fertilizante químico	8
El suelo	8
Minerales mayores	10
Minerales traza	10
Nitrógeno	11
Fósforo	12
Potasio	12
Magnesio	12
Requerimiento	12
Bacterias, la vida del suelo	13
Tipos de fertilización	13
Popularidad de los fertilizantes químicos	14
Lo que pueden y no hacer los fertilizantes químicos	15

Resultados de una fertilización química	15
Las alternativas	16
Consideraciones ecológicas	16
Consideraciones económicas	17
Fertilizante orgánico de GAIA	18
Ventajas	19
Fertilizante orgánico	19
Contenido de nutrientes y fórmulas especiales	22
Aplicación de fertilizante orgánico a nogales	25
Aplicación a manzanos	28
Procesos biotecnológicos	31
Evaluación de la fertilización orgánica en el cultivo de alfalfa	35
Evaluación de fertilizantes orgánicos en el cultivo de maíz	36
Evaluación de fertilizantes orgánicos en el cultivo de avena	37
Bibliografía	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Aplicación de fertilizante orgánico a nogales	26
Fertilización orgánica a nogales	27
Aplicación de fertilizante orgánico a manzanos	29
Fertilización orgánica a manzanos	30
GAIA, procesos biotecnológicos	33
Procesos de nitrificación	34

RESUMEN

Los Fertilizantes Orgánicos Humificados son agentes catalíticos enriquecidos bioquímicamente, que junto con microorganismos, son benéficos al suelo y a las plantas.

Se obtienen los siguientes beneficios: Incrementa la actividad microbiana en el suelo. Reduce la alcalinidad y acidez en el suelo. Reduce el encostramiento e incrementa la penetración del agua. Produce humus y acelera el fraccionamiento de la materia orgánica. Incrementa la eficiencia de la fertilización. Mejora el follaje e incrementa los rendimientos y la calidad de los productos.

Suelos tratados con fertilizante orgánico humificado muestran un marcado incremento en la actividad microbiana, un suavizamiento en la textura y una mayor facilidad para trabajarlos.

Ayuda proveyendo una mezcla de compuestos esenciales al crecimiento y desarrollo de una vegetación y de un suelo sano, a través del incremento en la actividad y población microbiana. Los organismos del suelo están implicados en numerosas actividades en el suelo: Descomposición de los residuos del cultivo. Mineralización de la materia orgánica. Síntesis de nueva materia orgánica del suelo. Nitrificación, inmovilización de nutrientes minerales y formación de sustancias orgánicas que son estimulantes del crecimiento de las plantas.

Un fertilizante orgánico humificado es un fertilizante con agentes catalíticos e innumerables complejos biológicos ricos en factores de crecimiento que son esenciales a la vida vegetal.

Ayuda en la participación en el aumento de la materia orgánica del suelo. En la participación en la reducción de la compactación del suelo. Ayuda a mejorar la

penetración y retención del agua. Ayuda a suelos afectados por encharcamiento. Incrementa en la eficiencia del fertilizante químico.

Una verdadera fertilización es la adición al suelo de nutrientes disponibles, lo que conduce al incremento de la vida del mismo.

En la actualidad, los cultivos orgánicos están incrementándose rápidamente. Países como Estados Unidos, Inglaterra, Japón, Cuba y Guatemala, entre otros, cultivan productos orgánicos, sus cosechas son más abundantes y el precio del producto se cotiza mucho más alto por ser naturales y libres de químicos

Contiene los micronutrientes suficientes para eficientar cualquier tipo de cultivo, así como los elementos y compuestos secundarios.

Sus efectos benéficos se comprueban desde la primera aplicación, ya que los microorganismos con que se inocula la materia orgánica son el factor activo que garantiza la efectividad.

INTRODUCCIÓN

Los suelos de esta región se caracterizan por tener bajo contenido de materia orgánica, con acumulaciones de yeso y calcio cerca de la superficie y consecuentemente presentan baja fertilidad, lo anterior se debe principalmente a la inmoderada sobreexplotación de los terrenos y el uso excesivo de los fertilizantes químicos y al clima semiárido que prevalece en la región incrementando el desgaste de los suelos a niveles alarmantes.

Ante ese problema y tratando de generar tecnologías, se pretende incorporar materia orgánica como práctica agrícola que ayude a la recuperación de los suelos. La utilización de este material proporciona una vía útil para rehabilitar suelos sobreexplotados, ya que la materia orgánica influye ampliamente sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, además de que mejora las condiciones nutrimentales del mismo.

Por otra parte, debido a las excesivas aplicaciones de fertilizantes y abonos nitrogenados en la Comarca Lagunera, se tiene conocimiento de contaminación de nitritos, los cuales de ser consumidos ya sea en forma directa o indirecta tanto por humanos como por animales, provoca problemas de intoxicación, un nivel de 10 PPM de nitratos en forma de $N-NO_3$ es considerado como máximo en el agua para consumo humano, mientras que para el agua en la agricultura se establece 100 PPM, sin embargo se considera que una concentración de 40 PPM es riesgosa para los animales.

Experiencia profesional

De marzo de 1998 a diciembre de 2000, presté mis servicios en la empresa Sevilex Min, S.A. de C.V. División Fertilizantes en la ciudad de Torreón, Coah. con el cargo de “Asesor Técnico en la Producción de Fertilizante Orgánico”, realizando funciones de venta y servicio técnico en la producción de fertilizante orgánico a los principales productores agrícolas y ganaderos de la Región Lagunera.

De febrero de 2001 a abril de 2004, presté mis servicios en Dow AgroSciences de México, S.A. de C.V. con el cargo de “Asesor Técnico Territorio Zona Norte”, realizando funciones de asesoría a los usuarios finales con relación al buen uso y manejo de nuestro productos en los principales cultivos de la zona, así como también en la generación de demanda y desarrollo de campo de los mismos en los cultivos principales de la zona: nogal, tomate, chile cebolla, cucurbitáceas, granos, algodón, cultivos básicos y forrajes en la zona de la Laguna; manzana y papa en la zona de Saltillo; nogal, manzano, chile, tomate, cebolla, papa y forrajes en el estado de Chihuahua y nogal, manzano, granos chiles básicos y forrajes en el estado de Durango.

De mayo de 2004 a octubre de 2004 presté mis servicios en Qualcer, S.C. en la ciudad de Gómez Palacio, Dgo, con cargo de Consultor – Instructor, realizando funciones de consultor de Bufete de Agronegocios, dando asesorías a agricultores en la elaboración de Planes de Negocio y proyectos de inversión. Además de impartir cursos de capacitación de la Financiera Rural, como parte del programa del buen manejo de los recursos financieros crediticios de esta dependencia.

De octubre de 2004 a noviembre de 2005, presté mis servicios en la empresa Agroquímicos Versa, S.A. de C.V. con cargo de “Jefe de Desarrollo Comercial e Investigación”, en el desarrollo comercial de la empresa, en la cual llevan a cabo trabajos estratégicos para la colocación de los productos formulados de la empresa en los distintos mercados agrícolas del país, desarrollo de las moléculas

comerciales de la empresa, establecimientos de lotes comerciales en campo, soporte a los vendedores de la empresa para la generación de demanda y desarrollo de la línea de productos, charlas técnicas de la línea de productos con productores, estrategias comerciales y publicidad de la misma. Apoyo a las ciudades de Tampico, Tamaulipas (hortalizas), Los Mochis, Sinaloa (papa y hortalizas), la Habana, Cuba (validación de ensayos oficiales en cultivos de papa, tomate, chile y cítricos), Tecomán, Colima (hortalizas y frutales), y Yurécuaro, Michoacán (hortalizas).

De Noviembre a la fecha en la empresa "Sabritas, S. de R.L. de C.V. prestando servicios de "Coordinador de Desarrollo de Variedades", como responsable del programa de variedades de la empresa, validando el comportamiento fenológico y varietal, así como las propiedades de freído industrial en las distintas zonas paperas del país.

Desarrollador de nuevas zonas de producción, contemplando todos los requerimientos edáficos y agrometeorológicos que el cultivo requiere. Se están contemplando las zonas de Veracruz y Tamaulipas en este proyecto.

OBJETIVO

1. Determinar el efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento y calidad nutricional de los cultivos en diferentes etapas de desarrollo.
2. Evaluar el efecto de las diferentes dosis de fertilizante orgánico sobre la capacidad de retención de humedad del suelo y la capacidad de intercambio catiónico.
3. Detectar la dosis óptima económica del fertilizante orgánico.

Revisión de literatura.

Fertilizante orgánico humificado.

Un fertilizante orgánico humificado es un agente catalítico enriquecido bioquímicamente, que junto con microorganismos, es benéfico al suelo y a las plantas.

Un fertilizante orgánico humificado contiene microorganismos que benefician al suelo, a las semillas y al crecimiento de las plantas. Acelera y aumenta el desarrollo de microorganismos presentes en el suelo. Es un producto bacterial para uso en cualquier cultivo agrícola: Maíz, Trigo, Frijol, Hortalizas, Nogaleras, etc.

Beneficios.

Los beneficios que se obtienen de la aplicación del fertilizante orgánico humificado son:

1. Incrementa la actividad microbiana en el suelo.
2. Reduce la alcalinidad y acidez en el suelo.
3. Reduce el encostramiento e incrementa la penetración del agua.
4. Produce humus y acelera el fraccionamiento de la materia orgánica.
5. Incrementa la eficiencia de la fertilización.
6. Mejora el follaje e incrementa los rendimientos y la calidad de los productos.

Suelos tratados con fertilizante orgánico humificado muestran un marcado incremento en la actividad microbiana, un suavizamiento en la textura y una mayor facilidad para trabajarlos.

En la mayoría de los casos hay un incremento en la actividad de las lombrices y un laboreo más fácil y rápido.

Hay también una quelación natural de los elementos inorgánicos del suelo. Esta observación está basada en el incremento de la absorción por las plantas, de algunos elementos traza ⁽¹⁾, aún cuando ninguno de esos elementos hubiese sido agregado al suelo.

La mayoría de los agricultores están familiarizados con el uso de estos productos naturales manufacturados de proteína pura, el proceso de manufactura del fertilizante orgánico humificado resulta un producto final con todos los ingredientes y nutrientes que la naturaleza pone en juego para hacer crecer y desarrollar las plantas. Hemos desarrollado un producto que contiene los factores de crecimiento y los agentes fertilizantes activos necesarios para los vegetales.

El fertilizante orgánico humificado es un fertilizante biológico fácil de manejar y de usar.

La actividad microbiana

Los suelos productivos deben tener no solamente abundantes nutrientes para las plantas, sino también una adecuada población de microorganismos, a través de los cuales estos nutrientes llegan a estar disponibles para los cultivos en crecimiento. Los microorganismos descomponen materiales orgánicos y liberan elementos para su reciclado. A pesar de que estos elementos pueden ser adheridos al suelo al follaje, tienen poco valor, a no ser que haya una actividad microbiana adecuada en el suelo, para ayudar a aponerlos disponibles para las plantas.

Importancia.

Ayuda proveyendo una mezcla de compuestos esenciales al crecimiento y desarrollo de una vegetación y de un suelo sano, a través del incremento en la

actividad y población microbiana. Los organismos del suelo están implicados en numerosas actividades en el suelo:

1. Descomposición de los residuos del cultivo.
2. Mineralización de la materia orgánica.
3. Síntesis de nueva materia orgánica del suelo.
4. Nitrificación, inmovilización de nutrientes minerales y formación de sustancias orgánicas que son estimulantes del crecimiento de las plantas.

Participación en el aumento de la materia orgánica del suelo.

Los rastrojos, hojas, raíces, etc., que son reciclados al suelo, son digeridos por los microorganismos. Esa acción libera materia celular que se mezcla con los productos de los microorganismos, para formar un material conocido como humus. Si la población de vida microscópica es baja, la descomposición es naturalmente disminuida. La actividad microbiana se incrementa con fertilizante orgánico humificado y como resultado de esto, el fraccionamiento de la materia orgánica se lleva a cabo en un tiempo más corto.

Participación en la reducción de la compactación del suelo.

La acción de las poblaciones de microorganismos benéficos ayudará al suelo a soltarse. El humus creado por los microorganismos tiene también un efecto químico sobre el suelo. Además las secreciones de los microorganismos actúan como un cementante que mantiene juntas las partículas del suelo. Estos agregados permiten más movimiento libre al agua en ambas direcciones, perpendicular y lateral al mismo tiempo. Por lo que la humedad entre un agregado y el fertilizante orgánico humificado incrementa la población de microorganismos. La actividad de los microorganismos tiene un efecto benéfico sobre la estructura del suelo, así resulta una reducción de la compactación y del encostramiento.

Ayuda a mejorar la penetración y retención del agua.

La capacidad de absorción del humus es tal que la retención del agua se incrementa con un mejor material orgánico fragmentado. También como se describió arriba, la formación de agregados estables incrementa el espacio de los poros. Esto permite un mejor paso del agua al tiempo que se forman diminutas bolsas entre los agregados y se induce un mejor paso del agua formando diminutas bolsas entre los agregados logrando una mejor retención de agua. Todas estas actividades dan una idea del trabajo de los microorganismos que es estimulado por la adición del Fertilizante Orgánico Humificado que ayuda a la penetración y a la retención del agua.

Ayuda a suelos afectados por encharcamiento.

El suelo que contiene el suplemento adecuado de humus, está bien drenado por retener suficiente humedad en la zona radicular y no se compacta fácilmente.

Incremento en la eficiencia del fertilizante químico.

Como se explicó anteriormente, el fertilizante orgánico humificado incrementó la actividad microbiana, jugando un papel muy importante en el rápido desarrollo del humus. Una de las propiedades químicas importantes del humus es su capacidad para absorber nutrientes, convirtiéndolos en formas asimilables y liberándolos para el uso de las plantas.

El suelo.

El suelo puede ser definido como una cubierta natural de la Tierra, formada a través de los años con ayuda de las fuerzas naturales sobre rocas, vegetación y materia animal. El manto del suelo es muy complejo; no es como muchos piensan, una sustancia muerta e inerte que provee simplemente elementos minerales a las plantas y les da un soporte físico a sus raíces. Un suelo saludable es vivo y dinámico; funciona con bacterias, hongos, mohos, levaduras, protozoarios, algas, gusanos, insectos y otros organismos diminutos que viven

generalmente en sus capas superficiales. Esta masa de criaturas vivientes, que comen y a su vez son comidas, alcanzan números increíbles. Las bacterias solas pueden alcanzar varios millones en su simple gramo de suelo.

La capa fértil es para los agricultores el recurso más importante. La producción natural de suelos buenos, ha requerido de siglos. Por ello es deseable preservar nuestro nivel de fertilidad actual cooperando de cerca con las leyes de la naturaleza.

Los agricultores pueden ver el suelo como una fábrica que debe manejarse de acuerdo a sanos principios económicos para asegurar su aprovechamiento.

El suelo está compuesto de la siguiente manera:

1. Minerales en forma de partículas de muchos tamaños y de polvo de rocas.
2. Materia orgánica.
3. Una vasta comunidad de microorganismos propios del suelo.

Un fertilizante orgánico humificado es una sustancia vital usada para ayudar a la descomposición de tallos, rastrojos, etc., hacer retornar materia orgánica que descompuesta se transforma en humus.

La materia orgánica resulta de la descomposición de vegetales y de la materia animal a través de la acción de microorganismos. La materia orgánica es el principal reservorio de nutrientes en el suelo; ella provee un nicho natural a millones de criaturas microscópicas necesarias para la vida de las plantas.

La acción digestiva de un fertilizante orgánico humificado sobre la materia orgánica ayuda a producir ácidos húmicos que solubizan y que sirven a su vez como nutrientes minerales. Sin esta acción el contenido de sales minerales podría ser muy reducido.

La materia orgánica sirve como una esponja que retiene agua e incrementa la infiltración en el suelo, permitiendo además una aireación más importante. El humus es tan poroso que puede retener su propio volumen de agua.

Una lluvia de 10 cm. sobre un suelo rico en humus provoca apenas un pequeño escurrimiento, mientras que una lluvia de 5 cm. sobre una tierra pobre en humus, causa erosión y algunos cauces de escorrentía en las áreas con pendiente.

La materia orgánica previene de cambios rápidos en la acidez o alcalinidad del suelo (pH alto o bajo).

La materia orgánica contenida en el suelo debe ser de 5 a 7%. Niveles más altos no son necesarios en una producción rentable; sin embargo, la calidad de la materia orgánica es más importante que una cantidad excesiva.

Un fertilizante orgánico humificado es un fertilizante con agentes catalíticos e innumerables complejos biológicos ricos en factores de crecimiento que son esenciales a la vida vegetal.

Minerales mayores.

Los minerales necesarios para el crecimiento de las plantas deben ser proveídos por la fracción fina del suelo que resulta de la lenta descomposición de las rocas. Existen muchos minerales separados en un buen suelo. El principal alimento de las plantas consiste en los siguientes elementos: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio Magnesio y Azufre.

Minerales traza.

Son aquellos minerales del suelo que ayudan en el desarrollo normal de las plantas. A estos elementos se les dio el nombre de traza porque ellos existen en pequeño contenido. Más aún de su papel clave, su ausencia en el suelo puede

ser un factor limitante de la producción de los cultivos. Por ejemplo, pequeñas cantidades de Boro pueden causar disturbios en la planta. Algunos de los elementos requeridos en pequeñas cantidades son: Hierro, Cobre, Magnesio, Zinc, Boro, Molibdeno y Sodio.

Nitrógeno.

El nitrógeno es el elemento que más estimula el crecimiento; la razón es que juega un papel clave en la división celular. Produce también el color verde característico de una planta saludable y promueve la succulencia de frutos y granos. La acción del potasio, fósforo y otros nutrientes es estimulada por el nitrógeno. Sin embargo, un exceso de éste puede hacer demora el cultivo, disminuir su calidad y bajar su resistencia a las enfermedades. Por tal motivo, el nitrógeno tiene que estar equilibrado en relación con los otros nutrimentos de las plantas. El nitrógeno debe estar disponible para altos rendimientos de producción de cultivos; su función es muy importante para desarrollar una alta calidad y contenido de materia orgánica en el suelo. La ayuda de un fertilizante orgánico humificado estimula a las bacterias normales del suelo que incrementan su actividad, además propicia una textura más suave y más fácil al laboreo, también hay evidencia de quelación de los elementos inorgánicos.

De todo el nitrógeno que existe en el suelo, la materia orgánica contiene un 95 a 98%. Sin embargo, antes de ser usado por las plantas, debe ser primero transformado por las bacterias del suelo en formas disponibles, como los nitratos que son solubles en agua y que pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas.

Esta acción biológica no fuerza a las plantas a alimentarse como lo hacen químicos artificiales.

Un fertilizante orgánico humificado contribuye de manera importante en la disposición de ese nitrógeno para las plantas durante la época de crecimiento.

Fósforo.

Es necesario para el crecimiento de las células de las plantas a las cuales estimula. El fósforo natural incrementa la resistencia de las plantas a las enfermedades, promueve el desarrollo de las raíces y apresura la madurez de la planta. Las bacterias benéficas en el suelo son muy estimuladas por la abundancia de fósforo fácilmente asimilable.

Potasio.

Promueve el desarrollo de sistemas radiculares sanos. El potasio ejerce un efecto de equilibrio sobre la madurez de la planta. Es esencial para la formación de almidón y de la clorofila necesaria en el proceso de la fotosíntesis. Los suelos pueden contener grandes cantidades de este elemento cuya mayor parte esta desafortunadamente bajo una forma insoluble e indisponible o muy poco disponible para la planta.

Magnesio.

Es un compañero de trabajo del fósforo al cual estimula su acción. Es esencial en la formación de clorofila. Una deficiencia de magnesio causa una clorosis, enfermedad similar a la anemia en un humano.

Requerimiento.

Un suelo desequilibrado, no es solamente provocado por una falta de minerales, aún en suelos pobres hay gran reserva de minerales. Debemos recordar que la presencia del elemento en el suelo no es suficiente, sino que además debe estar disponible para las plantas.

Bacterias, la vida del suelo.

En cada kilo de suelo se estima que hay 7 billones de microorganismos jugando su propio papel especializado. Las bacterias son extremadamente importantes pues ellas pueden producir cambios químicos en el medio que las rodea. Algunas bacterias producen nutrientes a partir de sustancias inorgánicas, otras viven absorbiendo materiales orgánicos.

Las bacterias no son solamente útiles sino esenciales a la vida. Los suelos son desmantelados por las bacterias en nutrientes que son absorbidos luego por las raíces. Las bacterias en suelos fértiles pueden captar arriba de 100 Kg. de nitrógeno por hectárea al año. La mayoría de las bacterias se reproducen por división celular bajo condiciones favorables. Esto significa que un número gigante de bacterias pueden ser reproducidas en un período muy corto a partir de una sola célula bacteriana.

Sin embargo, la reproducción se detiene cuando las condiciones en el suelo llegan a ser desfavorables, por ejemplo cuando escasean los nutrientes disponibles.

Tipos de fertilización

Una verdadera fertilización es la adición al suelo de nutrientes disponibles, lo que conduce al incremento de la vida del mismo.

Los fertilizantes son clasificados en dos grupos: orgánicos e inorgánicos.

- ◆ Los fertilizantes orgánicos están hechos de materia orgánica y de microorganismos.
- ◆ Los fertilizantes inorgánicos son básicamente constituidos de minerales y se dividen en dos grandes tipos. Un tipo está hecho de minerales como los de las rocas fosfatadas, rocas potásicas, calcáreas y rocas salinas tal y como son encontradas en su estado natural. Este tipo de fertilizante no es

soluble en el agua pero es gradualmente cambiado a formas asimilables por la acción de los microorganismos, gusanos de tierra y ácidos orgánicos. El otro tipo consiste de sustancias químicas soluble en agua que provocan una acción corrosiva. Con ellos, se observan comúnmente resultados rápidos; sin embargo, en la naturaleza no hay necesidad de este tipo de fertilizantes artificiales, plantas y animales viven juntos y sus mantillos y desechos se acumulan en la superficie del suelo par ser descompuestos y formar así un suelo saludable y rico en humus. El ciclo natural de nutrientes en el suelo llega a ser un sistema autorregulado hasta que es perturbado por fuerzas exteriores. Cuando el hombre interviene ese ciclo cambia. Se laborean tierras vírgenes transformándolas en campos de arado estimulando la actividad bacteriana para fraccionar la materia orgánica más rápidamente. Luego las cosechas quitan al suelo parte de sus reservas. Esto disminuye el humus del suelo.

Popularidad de los fertilizantes químicos.

El Barón Von Liebig es considerado el padre de los fertilizantes químicos. Empezó con sus experimentos con plantas en 1840 y encontró que cuando el nitrógeno, el fósforo y el potasio son adheridos al suelo agotado, en forma de fertilizantes solubles en agua, la producción se incrementó mágicamente. Pronto los agricultores en el mundo adoptaron este método con un cierto costo de fertilidad del suelo. Los fertilizantes químicos fueron probados inicialmente como un complemento a la aplicación de materia orgánica del suelo. Ello puede ser comparado con las píldoras de vitamina que nadie intenta reemplazar por los alimentos naturales. Pero la industria en la intensificación, hizo creer a los agricultores que los fertilizantes eran la panacea y en estas condiciones, el uso de los fertilizantes químicos se incrementó haciendo olvidar a la materia orgánica que declinó en uso durante los pasados 50 años.

Lo que pueden y no hacer los fertilizantes químicos.

Los fertilizantes químicos artificiales suministrados al suelo y al cultivo estimulan un mayor desarrollo de la planta pero disminuyen su vitalidad y el equilibrio adecuado materia mineral/materia orgánica. Bajo el impacto de la fuerte utilización del nitrógeno inorgánico, por ejemplo, las bacterias fijadoras de nitrógeno que viven en el suelo podrían morir o mutar a formas no fijadoras.

El uso de fertilizantes químicos representa un aceleramiento en el consumo de la materia orgánica que no pueden suplir ellos por sí solos. Las plantas necesitan mucho más que N, P, y K. Como se dijo anteriormente, ellas necesitan muchos otros elementos secundarios y traza, todos en un adecuado equilibrio.

Resultados de una fertilización química.

El Dr. Barry eminente científico, advierte sobre un cierto número de desventajas en el uso de fertilizantes químicos. Sus estudios en una estación experimental de Mississippi, muestran que el nitrógeno fue un afecto significativo en el mantenimiento de buenos rendimientos en los cultivos pero que el suelo sufre importantes cambios. El contenido de materia orgánica y las condiciones físicas del suelo bajo el tratamiento químico declinan rápidamente.

Otro problema mayor en las tierras agrícolas agotadas en materia orgánica es la incapacidad del suelo para mantener nutrientes suficiente tiempo para que las plantas tengan un uso máximo. La mayoría del nitrógeno es perdido por infiltración y lavado (provocando una contaminación potencial de acuíferos someros).

Cuando un cultivo crece con la ayuda de gran cantidad de fertilizantes químicos, los productos llegan a ser muy deficientes en proteínas vitaminas y minerales. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, las reservas

en el medio Oeste, entre 1940 y 1950, dieron una fuerte caída en el contenido de proteína (de 19% a menor de 10.5%).

Las alternativas.

Estos puntos de discusión muestran dos caminos a los agricultores:

- ◆ Continuar con el uso abundante de químicos artificiales que reducen la calidad de sus tierras agrícolas y de sus cultivos. Elevando con ello el consumo de gran parte de su combustible.
- ◆ El método de fertilización orgánico natural que creemos representará más tarde un seguro ecológico y una mejor medida económica por preservar la fertilidad de las tierras.

Estas conclusiones han sido fundamentadas en trabajos científicos y en la experiencia de agricultores en todo el mundo.

Consideraciones ecológicas.

Algunos de los problemas que quedan todavía por resolver son:

1. La contaminación causada por el drenaje de residuos tóxicos en el sistema de agua subterránea.
2. La presencia de químicos nocivos en productos agrícolas que consumimos y en el organismo de animales que se han alimentado con forrajes y granos fertilizados químicamente.
3. Las aplicaciones continuas de fertilizantes químicos que dejarán posteriormente un suelo empobrecido y estéril, compactado y vulnerable a la erosión.

El agricultor con visión está comenzando a cambiar su actitud hacia el suelo. En lugar de sólo extraer de él, le está devolviendo por reciclaje su reserva de materia orgánica. Esta visión natural toma tiempo pero representa la única solución a estos problemas urgentes.

Consideraciones económicas.

Aún antes de que el precio reciente se incrementara en las materias primas usadas para la producción de fertilizantes químicos, muchos agricultores han podido ver que su dependencia de las aplicaciones crecientes de NPK van mucho más allá de lo que imaginaron en la relación costo/beneficio. Y han resentido también la carestía de los pesticidas y de los combustibles y lubricantes que tienen que consumir para la aplicación de esos productos. Esto es ya una gran razón para pronosticar importantes reducciones en el uso de los fertilizantes químicos.

Es por eso que un fertilizante orgánico humificado, fertilizante mejorador del suelo, es la mejor forma que se ofrece a los agricultores para maximizar los beneficios por hectárea.

Un manejo adecuado del suelo requiere la habilidad de los buenos agricultores. El mantenimiento y el mejoramiento de las condiciones físicas y biológicas del suelo es una consideración muy importante para una producción del suelo sin deterioro.

El uso de un fertilizante orgánico humificado significa realizar una agricultura rentable y ecológica, con fuertes bases científicas. El agricultor podrá ciertamente consultar y conocer detalles con su asesor técnico o con los colegios agrícolas de su área. El conocimiento de su suelo es esencial. Debe tener los elementos que se requieran para satisfacer las demandas de los cultivos que en él se desarrollen de lo contrario, nadie más podrá ayudarlo.

Fertilizante orgánico de GAIA.

Es el resultado de una tecnología desarrollada para obtener un fertilizante a partir de la materia orgánica y microorganismos especializados, que son altamente asimilables por las plantas transformados en elementos nutrientes.

Su composición.

Es un **fertilizante** de gran contenido de nutrientes con propiedades agrobiológicas como:

<u>Macro elementos</u>	<u>%</u>	<u>Contenidos Kq./Ton</u>
*Nitrógeno amoniacal	2.0	20
Fósforo	3.0	30
Potasio	2.0	20
Magnesio	2.2	22
Ácidos húmicos	8.2	82

Micro elementos

Fierro	1,600 P.P.M.
Zinc	90 P.P.M.
Manganeso	600 P.P.M.
Boro	80 P.P.M.

*El contenido de nutrientes es variable, pero se puede ajustar la formulación que requiera el cultivo.

Ventajas.

1. Aportación de los elementos indispensables para las plantas en cantidades balanceadas, así como los elementos menores.

2. Aumenta la fertilidad del suelo por su acción microbiana y adición de materia orgánica aprovechando a corto y largo plazo los desechos orgánicos.
3. Regula el pH del suelo.
4. Restablece la estructura orgánica al suelo dañada por la mineralización del químico.
5. Retiene humedad del suelo.
6. Evita compactación acelerada del suelo.
7. Evita la erosión agresiva del suelo.
8. Por su contenido de ácidos húmicos provoca que se depriman los microorganismos causantes de enfermedades (propiedades antibióticas).

Ventajas.

- ◆ Es un **fertilizante** compatible con cualquier tipo de fertilizantes químicos, orgánicos u orgánicos enriquecidos.
- ◆ No aplicable a todo tipo de cultivo y suelo.
- ◆ No afecta una sobre dosificación, al contrario es benéfica.
- ◆ Su aplicación es fácil y fluida.
- ◆ Los efectos benéficos se empiezan a comprobar desde la primera aplicación.

Fertilizante orgánico.

El Fertilizante orgánico es un producto 100% natural que se fabrica a partir de residuos orgánicos, como son excreciones de ganado vacuno, porcino, avícola y bovino.

Así también, agregados de materia orgánica de vegetales y alimentos procesados de cualquier tipo. Otro elemento importante es el residuo de forestales libre de celulosas. A toda esta materia prima se le inoculan microorganismos benéficos

especializados e hidrolizantes adecuados para llevar a cabo una reacción de tipo exotérmico, haciendo una transformación natural de la materia orgánica, los grupos de sustancias, como son los carbohidratos, proteínas, grasas, resinas, fibras, etcétera, son desdoblados con diferentes elementos y compuestos que son asimilables por las plantas debido a su integración en la tierra.

Por la reacción metabólica que efectúan las bacterias o microorganismos benéficos se generan varios elementos y compuestos los cuales se definen como:

1. Macronutrientes
2. Micronutrientes
3. Elementos compuestos secundarios

Estos nutrientes son elementales para efectuar una fertilización completa y eficaz.

1. Los **Macronutrientes** generalmente son los más comunes e importantes y los de mayor asimilación inmediata para las plantas, siendo éstos:
 - a. Nitrógeno ($\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{-NH}_2\text{-NO}_3$)
 - b. Fósforo
 - c. Potasio

2. Los **Micronutrientes** son los elementos que tienen la función de catalizadores en la formación de compuestos complejos, como son las enzimas, hormonas de crecimiento, maduración, etcétera.

Los Micronutrientes son elementos para aplicar una reutilización completa y eficiente y son:

- ◆ Fierro
- ◆ Zinc
- ◆ Magnesio

- ◆ Boro
- ◆ Cobre

3. Los **Elementos y compuestos secundarios** son aquellos cuya función integra el mejoramiento o correctivo del suelo, aporta y facilita la nutrición de la planta y son:

- ◆ Calcio
- ◆ Manganeso
- ◆ Azufre
- ◆ Ácidos húmicos
- ◆ Carbono orgánico
- ◆ Microorganismos

La función microbiana en el fertilizante es siempre activa, ya que su función es estar metabolizando toda la materia orgánica, transformándola en nutrientes asimilable a las plantas, así como la fijación de nitrógeno del medio ambiente.

Contenido de nutrientes y fórmulas especiales.

Macronutrientes Volumen por Tonelada

		%	Kg./Ton
N	Nitrógeno	3	30
P	Fósforo	5	50
K	Potasio	3	30

Micronutrientes

Fe	Fierro		1.500
Zn	Zinc		0.360
Mn	Magnesio		1.000
B	Boro		0.270
Cu	Cobre		0.125

Elementos Secundarios

		%	Kg./Ton
Ca	Calcio	5	50
Mg	Magnesio	2	20
S	Azufre	5	50
A.H.	Ácidos húmicos	8.16	81.60
C.O.	Carbón orgánico	35	350
M.O.	Microorganismos	2	20

Relación Carbón – hidrógeno = 1

La relación carbono nitrógeno es la que determina la cantidad de un buen fertilizante orgánico cuyo parámetro debe ser inferior a 16.

GAIA es el mejor fertilizante orgánico por ser:

- ◆ Natural
- ◆ Eficiente
- ◆ Económico

GAIA no tiene efectos secundarios ni contaminantes y es mejorador de la estructura del suelo y reduce la salinidad.

Por ser un portador de **Macroelementos** y **Microelementos** eficiente notablemente a los fertilizantes químicos.

La composición a partir de materia orgánica, sales minerales y microorganismos garantiza una acción efectiva sobre fertilidad del suelo con una alta rentabilidad y productividad de cultivos.

En la actualidad, los cultivos orgánicos están incrementándose rápidamente. Países como Estados Unidos, Inglaterra, Japón, Cuba y Guatemala, entre otros, cultivan productos orgánicos, sus cosechas son más abundantes y el precio del producto se cotiza mucho más alto por ser naturales y libres de químicos.

GAIA es la nueva forma de fertilizar para rehabilitar tierras fatigadas y mantenerlas siempre con una excelente capacidad productiva.

- ◆ Incrementa la actividad microbiana en el suelo.
- ◆ Reduce la alcalinidad.
- ◆ Incrementa la penetración del agua hasta las raíces y reduce el encostramiento.
- ◆ Produce húmicos y acelera el fraccionamiento de la materia orgánica aprovechando los residuos de la cosecha.

- ◆ Restablece las características físicas, químicas y biológicas originales de la tierra que han sido dañadas por la acción del uso de químicos.

La nutrición de los cultivos con **GAIA** se puede complementar ya sea en la aplicación directa o efectuando una mezcla de los productos antes de aplicarlo.

Es recomendable tener el análisis del suelo para la exacta dosificación del fertilizante orgánico – químico.

GAIA contiene los micronutrientes suficientes para eficientar cualquier tipo de cultivo, así como los elementos y compuestos secundarios.

Sus efectos benéficos se comprueban desde la primera aplicación, ya que los microorganismos con que se inocula la materia orgánica son el factor activo que garantiza la efectividad.

Una Biotecnología al servicio del agricultor.

Aplicación de fertilizante orgánico a nogales

1. En árboles en producción

Dosis: de 1.0 a 1.5 ton/ha o de 10 a 15 Kg. por árbol.

Método de aplicación

- ◆ **Mecánico:** en banda en el tercio medio en el área de goteo en ambos lados de las hileras de los árboles.
- ◆ **Manual:** Aplicar de 10 a 15 Kg. en el tercio medio en el área de goteo; en ambos casos, incorporando con paso de rastra.

2. En árboles en desarrollo

Dosis: de 1.0 a 2.0 Kg. por cada años de edad.

Método de aplicación:

- ◆ **Manual:** Aplicando a 30 cm. del tronco del árbol

3. En árboles con problemas de desarrollo como:

Escaso vigor, enfermedades fungosas, problemas de suelo.

Dosis: 20 a 30 Kg. por árbol.

Método de aplicación:

- ◆ **Manual:** En el área de goteo e incorporarlo al suelo.

Se anexa croquis.

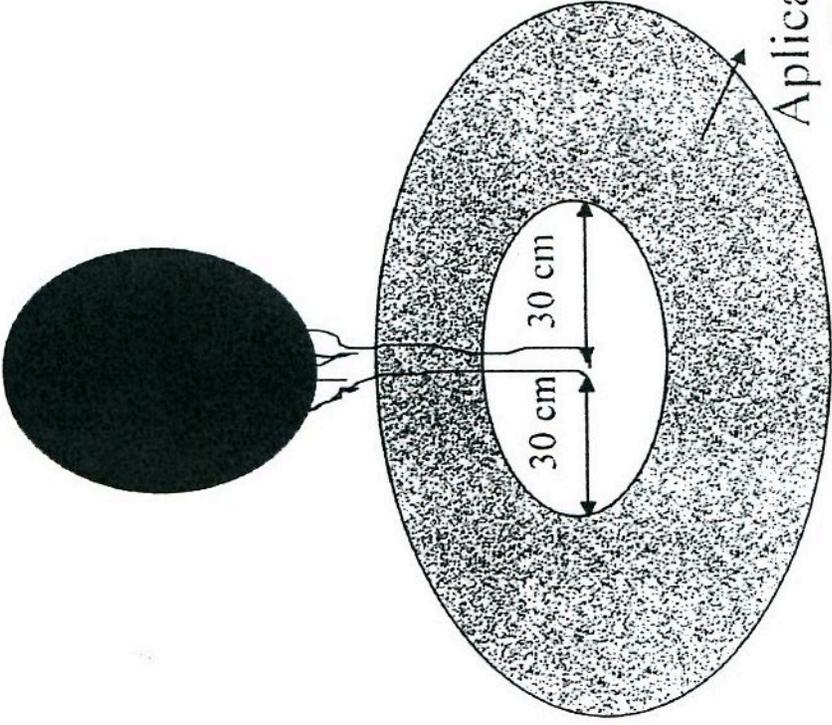
Época de aplicación

1. Aplicación fraccionada.

- ◆ El 60% de las dosis antes de la brotación
- ◆ El 40% restante en el mes junio.

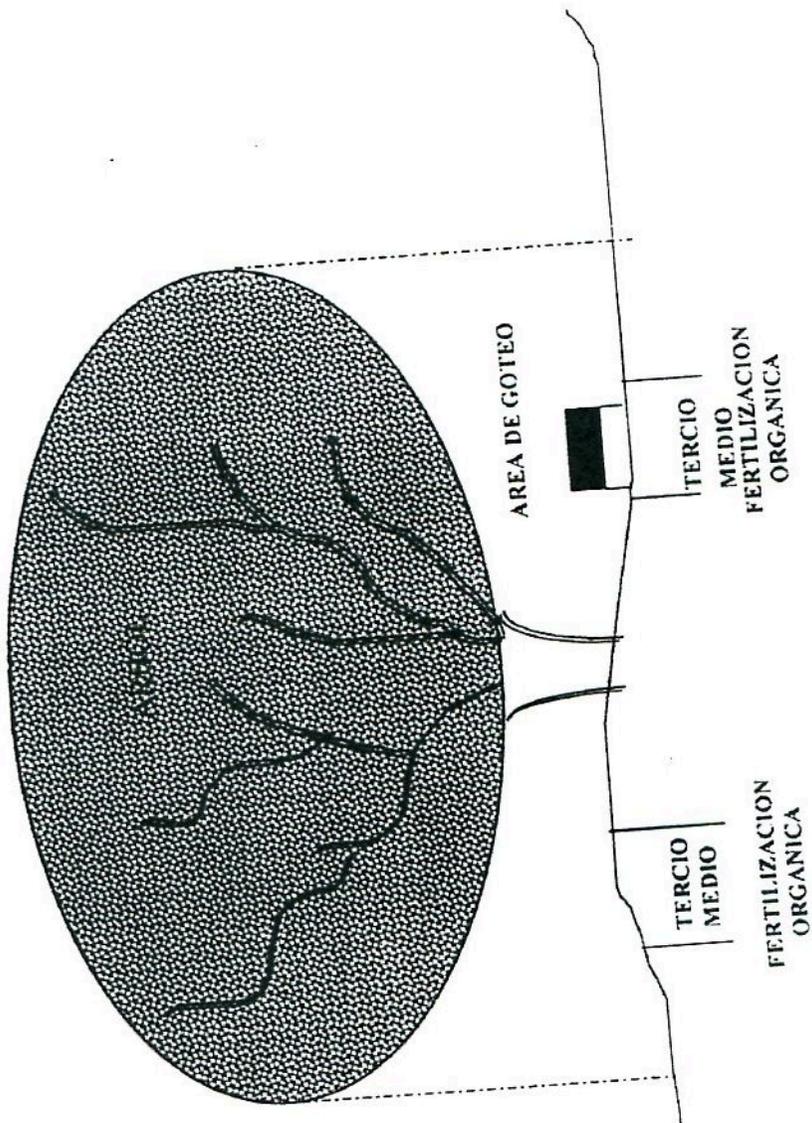
2. Aplicación única.

- ◆ El 100% de la dosis antes de la brotación.



Aplicación

Fertilizante orgánico



Aplicación a manzanos.

1. En árboles en producción

Dosis: de 1.0 a 1.5 ton/ha

Método de aplicación

- ◆ **Mecánico:** en banda en el tercio medio en el área de goteo en ambos lados de las hileras de los árboles.
- ◆ **Manual:** Aplicar de 10 a 15 Kg. en el tercio medio en el área de goteo; en ambos casos, incorporando con paso de rastra.

2. En árboles en desarrollo

Dosis: de 1.0 a 2.0 Kg. por cada año de edad.

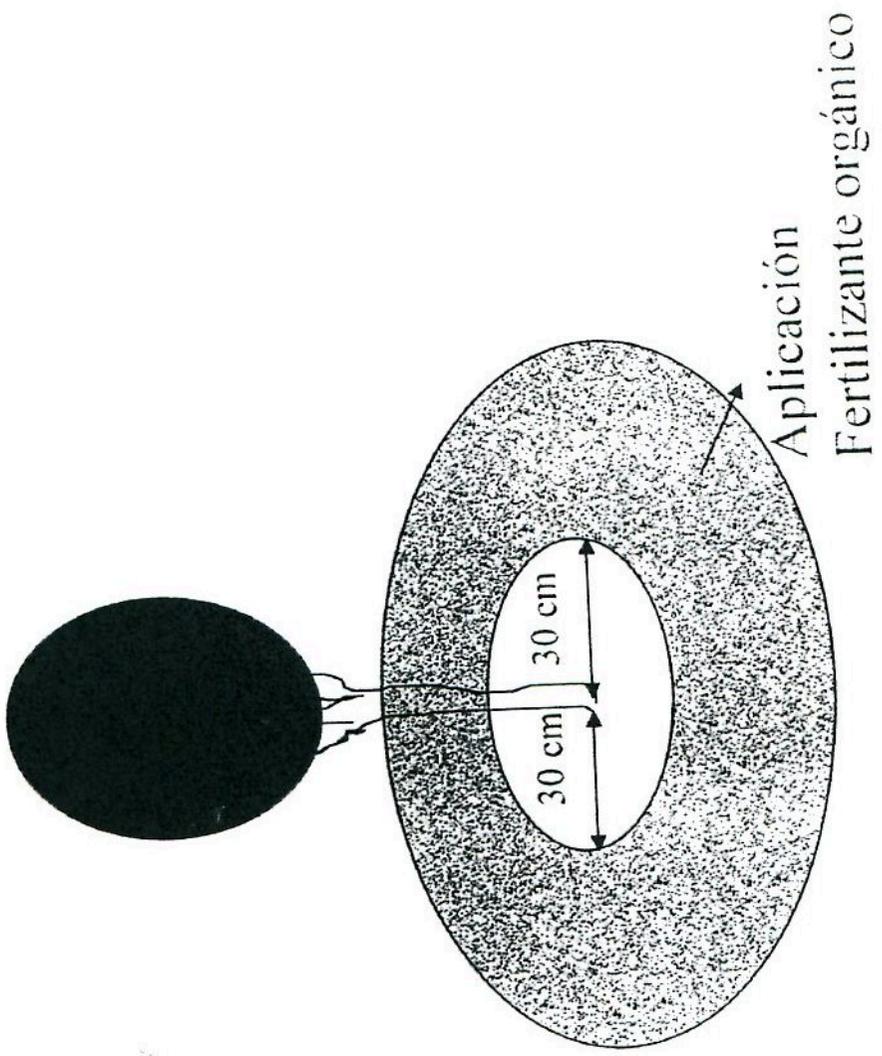
Método de aplicación:

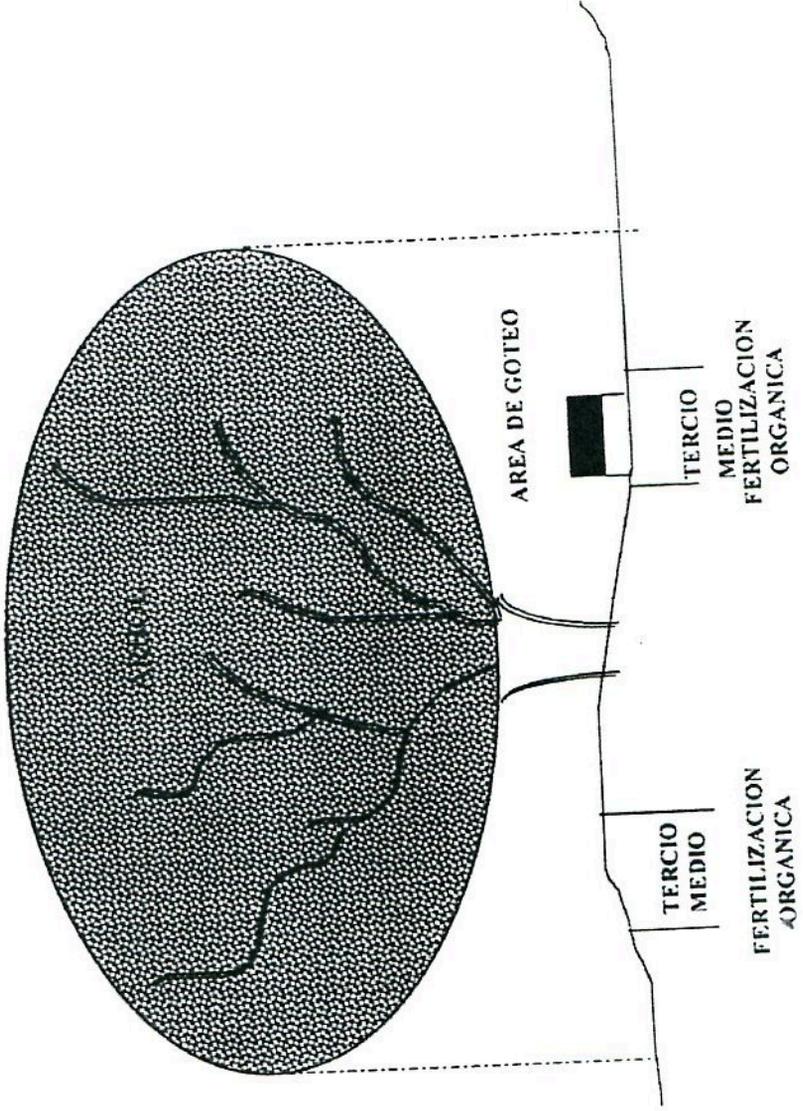
- ◆ **Manual:** Aplicando a 30 cm. del tronco del árbol

3. Época de aplicación

- ◆ El 60% de las dosis antes de la brotación (floración)
- ◆ El 40% restante cuando la fruta tenga 2 cm. de diámetro.

Se anexa croquis.





Procesos biotecnológicos

Aplicación a alfalfa, maíz, tomate, etcétera

Contenidos de nutrientes biológicos

Macronutrientes: (06-05-06)

	%	Kg./Ton
Nitrógeno amoniacal	6	60
Fósforo (P_2O_5)	5	50
Potasio (K_2O)	6	60

Elementos Secundarios:

	%	Kg./Ton
Ca Calcio	5.2	52
Mg Magnesio	2.2	22
S Azufre	2.3	23
A.H. Ácidos húmicos	8.2	82

Relación carbono-nitrógeno = 8-11

Micronutrientes:

Fe Fierro	3,100
Zn Zinc	738
Mg Manganeso	1,731
B Boro	730
Cu Cobre	180

Conductividad eléctrica 45.3 mmhos/cm

Procesos biotecnológicos
Aplicación a nogales
Contenidos de nutrientes biológicos

Macronutrientes: (06-05-06)

	%	Kg./Ton
Nitrógeno amoniacal	6	60
Fósforo (P ₂ O ₅)	5	50
Potasio (K ₂ O)	6	60

Elementos Secundarios:

	%	Kg./Ton
Ca Calcio	4.0	40
Mn Magnesio	2.2	22
S Azufre	2.3	23
A.H. Ácidos húmicos	8.2	82

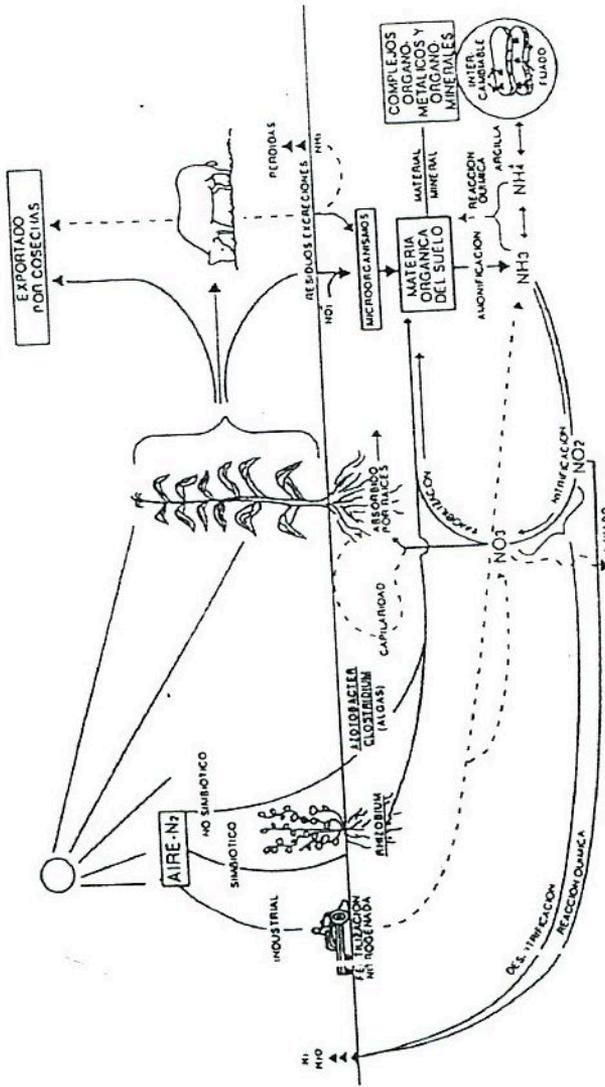
Relación carbono-nitrógeno = 8-11

Micronutrientes:

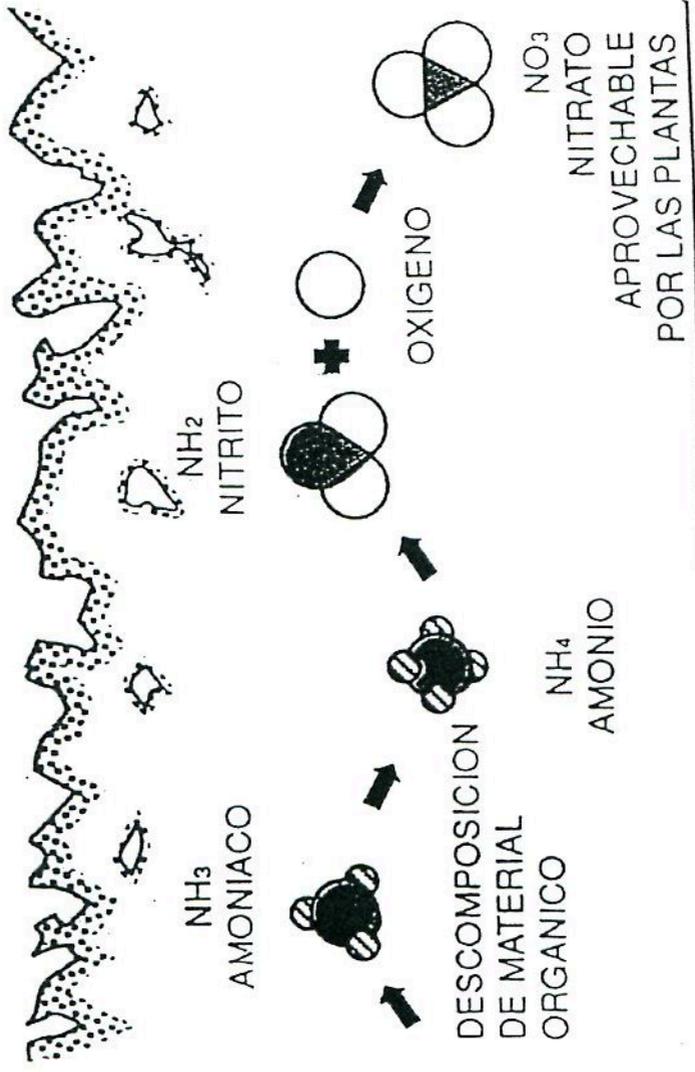
Fe Fierro	3,100 PPM
Zn Zinc	1,750 PPM
Mg Manganeso	1,250 PPM
B Boro	80 PPM
Cu Cobre	180 PPM

Conductividad eléctrica 45.3 mmhos/cm

GAIA PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS, S.A. DE C.V.



"PROCESO NATURAL DE NITRIFICACIÓN"



PROCESO DE NITRIFICACION

ACELERADO CON LA AYUDA DE MICROORGANISMOS BENEFICOS ESPECIALIZADOS

Evaluación de la fertilización orgánica en el cultivo de alfalfa

Descripción del trabajo.

Ubicación de las pruebas:

Luchana 4
Luchana 2

Variedad:

Camino

Fecha de siembra:

23 de enero de 1998
30 de enero de 1998

Luchana 4:

Luchana 2:

1503 m²

Tamaño de parcela:
Fecha de evaluación:

21 de abril de 1998

Resultados de Luchana 4

TRATAMIENTO	DOSIS	I	II	III	IV	V	VI	X	TON/HA
1. GAIA	1	2,38	2,1	2,52	2,4	2,22	2,18	2,3	23,0
2. GAIA	2	2,38	2,23	2,48	2,32	2,63	2,15	2,31	23,1
3. GAIA	4	2,49	2,25	2,16	2,18	2,75	2,35	2,36	23,6
4. FERT. PROD.		2,29	2,05	2,45	2,23	2,39	2,21	2,27	22,7
5. TESTIGO ABSOL.	0	2,26	1,92	1,75	1,45	1,72	1,4	1,75	17,5

Se cosecharon 6 m² por tratamiento.

Resultados de Luchana 2

TRATAMIENTO	DOSIS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	X	TON/HA
1. GAIA	1	1,96	1,8	1,64	1,92	2,2	2,06	2,52	1,82	1,99	19,9
2. GAIA	2	2,52	2,02	2,68	2,62	2,14	2,22	2,24	2,18	2,32	23,2
3. GAIA	4	2,18	2,03	2,64	2,58	2,56	2,74	2,08	1,92	2,34	23,4
4. FERT. PROD.		1,72	1,68	1,58	2,44	2,04	2	2,14	2,84	2,03	20,3
5. TESTIGO ABSOL.	0	1,72	1,64	1,68	1,75	1,9	1,65	1,95	1,83	1,79	17,9

Se cosecharon 8 m² por tratamiento.

Evaluación de Fertilizantes Orgánicos en el cultivo de Maíz

Ejido Jaboncillo

Municipio de Francisco I. Madero, Coah.

Fecha de cosecha: 09 de julio de 1998

Tratamientos	Dosis	Rendimiento
		Ton/Ha
1. GAIA	1.0 Ton/Ha	40,128
2. GAIA	2.0 Ton/Ha	44,544
3. GAIA	3.0 Ton/Ha	46,464
4. ORGANODEL	1.0 Ton/Ha	35,712
5. ORGANODEL	2.0 Ton/Ha	36,256
6. ORGANODEL	3.0 Ton/Ha	42,624
7. Testigo absoluto	0	32,064
8. Testigo productor	280-100-60	44,544

Evaluación de la Fertilización Orgánica En el cultivo de avena

Descripción del trabajo:

Ubicación: Área 4 de P.P. Santa Mónica.

Variedad: Cuauhtémoc.

Densidad: 125,000 plantas/Ha.

Fecha de siembra: 7 de noviembre de 1997.

Dosis de fertilizante orgánico (GAIA): 1,300 Kg./Ha.

Número de riegos: Cuatro auxilios.

Fechas de evaluación: Febrero 14, 28 y abril 3 de 1998.

Días a la evaluación: 99, 113 y 147.

Resultados:

Primera evaluación

	Dosis	Materia verde	Materia Seca	Materia Seca
		Ton/Ha	%	Ton/Ha
Con GAIA	1,300 Kg./Ha	69,25	13.2	9,141
Sin GAIA	0	57,37	11.8	6,77

Diferencia: 2.371 Ton de materia seca a favor de GAIA

Segunda evaluación

	Dosis	Materia verde	Materia Seca	Materia Seca
		Ton/Ha	%	Ton/Ha
Con GAIA	1,300 Kg./Ha	68,885	15.6	10,746
Sin GAIA	0	65,225	15,7	10,24

Diferencia: 0,49 Ton/Ha a favor del fertilizante Orgánico (GAIA)

Estado fenológico del cultivo: Embuche

Tercera evaluación

	Dosis	Materia verde	Materia Seca	Materia Seca
		Ton/Ha	%	Ton/Ha
Con GAIA	1,300 Kg./Ha	81,9	43,4	35,544
Sin GAIA	0	71.45	42,6	30,437

ferencia: 5,11 Ton/Ha a favor del fertilizante orgánico (GAIA)
 estado fenológico del cultivo: Lechoso

Promedio de las tres evaluaciones
 Rendimientos de materia seca

	Rendimiento de materia seca Ton/Ha			Promedio
	1ª Eval	2ª Eval	3ª Eval	
Con GAIA	9,141	10,746	35,544	18,477
Sin GAIA	6,77	10,24	30,437	15,815

Resultados Bromatológicos

	% M.S.	P.C %	% FAD	%FND
Con GAIA	43,75	19,1	22	36,6
Sin GAIA	44,7	11,96	37,12	60,48

BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán, H. E. 1969. Utilización y conservación del suelo en México. Memorias del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. P. 55, 137-141.
- Bummer, D. F. 1981. Cultivos energéticos y cultivos alimentarios. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. P. 1-12, 23.
- Cooke, G.W. 1983. Fertilización para rendimientos máximos. Ed. Continental. México, D.F. P.35-63.
- De Vere, B. L. 1999. Agrociencia y tecnología. Ed. Paraninfo. España, Madrid. P. 3-15, 73-75, 98-102.
- FAO. 1993. Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Revista publicada por oficina regional de la FAO para América Latina y el caribe. San José, Santiago de Chile. P.243-268, 313-323.
- Gliessman, S.R. 2002. Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sostenible. Ed. LITOCAT. México, D.F. P.3, 24-28, 101-112.
- Graetz, H.A. 1984. Suelos y Fertilización. Ed. Trillas. México, D.F. P.69-79.
- Guzmán, O. M. 2004. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. Ed. LIMUSA. México, D.F. P. 107, 145-161.
- Halley, R. J. 1990. Manual de agricultura y ganadería. Ed. Noriega LIMUSA. México, D.F. P.23-74, 313-341, 379-399.
- Ibarra, J. L. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Ed. Limusa.

México, D.F. P. 13, 18, 42, 48.

Jiménez, D. R. 1997. Agricultura Sostenible. Ed. Mundi Prensa. España, Madrid.
P. 15, 41, 145, 329, 345-347,

Marzoocca, M.A. 1980. Tecnología para el pequeño productor. Costa Rica. P.
109-129, 218-299, 495.

Mondragón, M. A. 1982. Agricultura Moderna. Experiencias y conocimientos de
agricultura práctica en cultivos de riego de la Comarca Lagunera. Torreón,
Coah., Mex. Librería Faedo. P. 1-19, 65-71, 95-101, 146,147.

Rodríguez S. F. 1982. Fertilizantes, nutrición vegetal. Ed. AGT Editor, S. A.
México, D.F. P. 47-49, 53-66, 69-80.