

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

TESIS DE REFERENCIA
NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.



Asesor:

Ing. Agr. Eduardo Urizar

Guatemala, mayo de 1,987.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

D. L.
01
T(985)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Roderico Segura

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Cesar Castaneda
VOCAL 1	Ing. Gustavo Mendez
VOCAL 2	Ing. Jorge Sandoval
VOCAL 3	Ing. Mario F. Melgar M.
VOCAL 4	Br. Luis Molina M.
VOCAL 5	T.U. Carlos E. Mendez
SECRETARIO	Ing. Luis Alberto Castaneda

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Guatemala, 29 de mayo de 1987

Señor Decano
Ing. Agr. César A. Castañeda
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de
Guatemala
Ciudad Universitaria

Señor Decano:

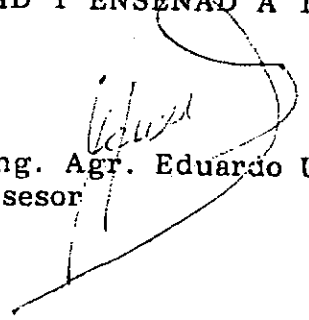
Respetuosamente me dirijo a usted para informarle que he asesorado el trabajo de tesis del P. A. Hugo Romeo Arriaza Morales, titulado: "Evaluación de diferentes láminas de biolodo y niveles de fertilizantes químicos en el cultivo de tres hortalizas en suelos de tipo Guatemala, Bárcena, Guatemala".

He participado en las diferentes etapas del presente trabajo de investigación hasta llegar a la emisión del informe final, el cual considero es un buen aporte para la conservación de suelos y evitar la dependencia de nuestros agricultores en los fertilizantes químicos.

Considero meritorio el trabajo realizado por el P. A. Arriaza Morales y estimo que el mismo reúne a satisfacción las condiciones requeridas para su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Eduardo Urizar
Asesor

Guatemala
9 de junio de 1987

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Presente

Estimados señores:

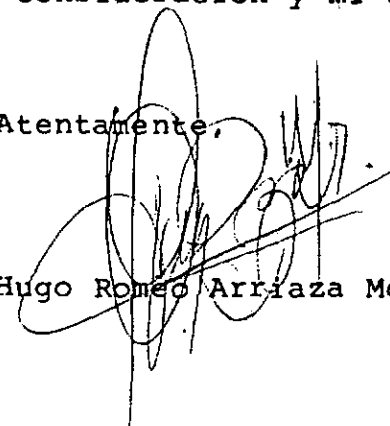
Cumpliendo con los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el presente trabajo de tesis titulado:

"Evaluación de diferentes láminas de biolodo y niveles de fertilizante químico en el cultivo de tres hortalizas en suelos tipo Guatemala, Bárcena, Guatemala."

Si este trabajo merece vuestra aprobación, se habrá concluido el último de los requisitos para optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

Aprovecho la oportunidad para presentaros mi saludo y reiteraros el testimonio de mi consideración y mi respeto.

Atentamente,


Hugo Romeo Arriaza Morales

ACTO QUE DEDICO

A DIOS Por que EL es quien dá la sabiduría, el
conocimiento y el perdón.

A mis padres Lilian Aida Morales de Arriaza
Carlos Alberto Arriaza

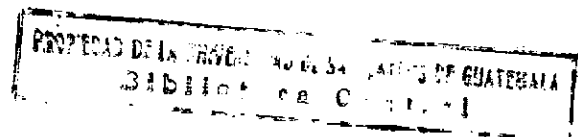
A mis hermanos Ana Victoria.y Manuel
Carlos Rolando y Delmy Consuelo
Angélica María y Efraín
Luis Enrique (Q.E.P.D.)

A mi novia.

A mis sobrino(a)s

A mis tío(a)s

A mis primo(a)s



TESIS QUE DEDICO

A MI

PATRIA GUATEMALA

A

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION
Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL

AL

PROYECTO LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE
ENERGIA

A

MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

A

MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO.

AGRADECIMIENTO

A MIS ASESORES

Ing. Agr. Eduardo Urizar.
Ing. Agr. José de Jesús Chonay P.

AL

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION
Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL.

AL

PROYECTO LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE
ENERGIA

AL

INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

A

Familia Martínez Lacy.
Rudy Rivas.
Silvia Estela González.

CONTENIDO GENERAL

I.	Resumen	1
II.	Introducción	3
III.	Hipotesis	5
IV.	Objetivos	6
V.	Revisión Bibliográfica	7
V.A.	Fermentación Anaeróbica	7
V.B.	El Efluente	6
V.C.	Composición del Efluente	9
V.D.	Ventajas del Efluente	9
V.E.	Materia Orgánica	12
V.F.	Uso del Estiércol	12
V.G.	Uso de Fertilización Inorgánica	13
VI.	Materiales y Metodología	16
VI.A.	Localización del Experimento	16
VI.B.	Características de los Suelos del Lugar	16
VI.C.	Análisis del Suelo	16
VI.D.	Datos a Tomar	18
VI.E.	Método Experimental	18
VI.E.i	Diseño Experimental y de Tratamientos	21
VI.E.ii.	Análisis del Experimento	21
VI.E.iii	Análisis de los Datos	21
VI.F.	Manejo del Experimento	22
VI.F.i.	Preparación del Terreno	22
VI.F.ii.	Siembra	22
VI.F.iii.	Fertilización Química y Orgánica	23
VI.F.iv.	Control de Plagas y Enfermedades	23
VI.F.v.	Control de Malezas	24
VII.	Resultados	25
VII.A.	Resultados y Discusión en el cultivo de Tomate	26
VII.B.	Resultados y Discusión en el cultivo de Cebolla	44
VII.C.	Resultados y Discusión en el Cultivo de Repollo	59
VIII.	Conclusiones	73
IX.	Recomendaciones	76
X.	Bibliografía	77
XI.	Apéndice	79

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Composición promedio del efluente	9
CUADRO 2	Composición del suelo al inicio del cultivo	17
CUADRO 3	Listado de tratamientos a evaluar	19
CUADRO 4	Dosis a evaluar en los cultivos	20
CUADRO 5	Necesidades nutritivas de los cultivos	20
CUADRO 6	Rendimiento promedio del cultivo de tomate en los 12 tratamientos evaluados	26
CUADRO 7	Análisis de varianza para arreglo factorial en parcelas divididas en tomate	27
CUADRO 8	Resúmen de prueba de Tukey al 5% en tomate	29
CUADRO 9	Rendimiento promedio del cultivo de cebolla en los 12 tratamientos evaluados	44
CUADRO 10	Análisis de varianza para arreglo factorial en parcelas divididas en cebolla	44
CUADRO 11	Resúmen de prueba de Tukey al 5% en cebolla	46
CUADRO 12	Rendimiento promedio del cultivo de Repollo en los 12 tratamientos evaluados	59
CUADRO 13	Análisis de varianza para arreglo factorial en parcelas divididas en repollo	60
CUADRO 14	Resúmen de prueba de Tukey al 5% en repollo	62
CUADRO 15	Distancias usadas en el experimento	80
CUADRO 16	Datos de campo.Tomate	81
CUADRO 17	Datos de campo.Cebolla	82
CUADRO 18	Datos de campo.Repollo	83
CUADRO 19	Análisis de Varianza para diseño de bloques al azar en tomate	84
CUADRO 20	Análisis de Varianza para diseño de bloques al azar en cebolla	85
CUADRO 21	Análisis de Varianza para diseño de bloques al azar en repollo	86
CUADRO 22	Contrastes ortogonales en cebolla	87
CUADRO 23	Contrastes ortogonales en tomate	89
CUADRO 24	Contrastes ortogonales en repollo	90

RESUMEN

Los resultados obtenidos en esta investigación, son un indicio de la importancia que posee la incorporación de materia orgánica al suelo. En algunos casos en los cuales el efecto inmediato no se manifestó en forma significativa, se debió principalmente a condiciones ajenas al bioabono y al fertilizante químico propiamente dicho, debido a que durante el desarrollo de la investigación se presentaron condiciones de índole biótico y abiótico totalmente inadecuadas para el desarrollo de los cultivos bajo estudio. Entre esas condiciones podemos señalar: un invierno irregular, problemas de falta de agua para riego adicional, condiciones físicas del suelo, forma de aplicación del bioabono, alta incidencia generalizada de gallina ciega, temperaturas relativamente bajas, ciclo de producción de los cultivos,.

Otro factor que directa o indirectamente pudo afectar los resultados, fue el hecho de no incorporar el bioabono al suelo. Se pensó, que el bioabono al ir diluido en agua, incorporaría sus nutrientes fácilmente al sistema radicular de los cultivos; pero debido a los problemas listados anteriormente, no se dió tal situación.

En este experimento, se probaron 3 cultivos con fines totalmente diferentes *Lycopersicum sculentum* (tomate): frutos, *Allium cepa* (cebolla):bulbos y *Brassica oleracea* var. *capitata* (repollo):follaje; resultan lógicos los resultados, pues como se esperaba todos los cultivos se comportaron diferentes, aunque con características en común que hacen llamar la atención hacia ciertas condiciones determinantes:

Lenta liberación de nutrientes del bioabono; según Penagos (16) la materia orgánica es capaz de liberar 1/3 de su potencial nutritivo en un período de 100 días, aproximadamente.

La corta duración de los cultivos hortícolas, que impiden poder apreciar en una sola cosecha, el potencial nutritivo del bioabono y en general de los abonos orgánicos.

Sabiendo que en un solo ciclo de cultivo es imposible observar el beneficio físico y químico del bioabono. es que es mejor realizar esta clase de investigaciones en terrenos del propio agricultor, en donde será posible cuantificar en mejor forma el efecto residual del bioabono, así como obtener una relación de beneficio/costo, realista.

INTRODUCCION

En toda la historia de la humanidad, el motor del progreso lo han constituido las necesidades mismas del hombre.

A través de la investigación científica se ha tratado de resolver los problemas que constantemente nos acechan, una de las principales metas de dicha investigación, es dar nuevas opciones al problema de hambre que, hoy mas que nunca, prevalece en todas las naciones del mundo.

Como causas del hambre mundial, pueden citarse: el crecimiento desmedido de la población, el cual incide directamente en la destrucción, por el uso inadecuado, de los recursos físicos-naturales; la existencia limitada o inaccesible de algunos insumos, etc. Estas y otras situaciones tienden a causar preocupación y alarma en los sectores productivos y exigen medidas de hecho para poder seguir produciendo, sin la destrucción paulatina de la naturaleza.

Una opción a muchos de los problemas como los anteriores, consiste en utilizar racional e integralmente los recursos disponibles. Una de las tantas formas de lograrlo consiste en la utilización de los desechos vegetales y animales mediante biodegradación anaeróbica para producir un abono orgánico de buena calidad (bioabono) y un sustituto energético llamado biogás, para uso doméstico y agrícola.

En nuestro medio es escasa la investigación que se ha hecho sobre esta nueva opción para los agricultores, pero las logradas son un buen indicativo de la urgencia de generalizarla en toda el área.

La presente investigación estuvo proyectada a la determinación de una relación bioabono:abono inorgánico, que permita obtener, a corto plazo, respuestas favorables de los cultivos sometidos al estudio. Así como de hacer una comparación de calidad de los productos en los cultivos bajo los tratamientos evaluados; todo esto con el objeto de hacer el uso mas oportuno del recurso:bioabono, cuando se tenga a disposición.

El efluente procedió de un biodigestor de desplazamiento horizontal, el cual fué mezclado con agua en proporción de 1:1 (13) previo a su aplicación a las plantas. Se evaluaron 3 niveles de bioabono y 4 niveles de fertilizante químico; estos últimos dependieron de los resultados del análisis de suelos realizado por ICTA.

Los cultivos utilizados como indicadores, fueron seleccionados por su preferencia en la canasta familiar, así como por su importancia a nivel de los pequeños productores en la zona. Dichos cultivos fueron: Tomate (*Lycopersicum sculentum* L.), Repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y Cebolla (*Allium cepa*).

HIPOTESIS

El bioabono mejora el aprovechamiento del fertilizante químico; y por ende se espera un rendimiento de los cultivos directamente proporcional a los niveles de bioabono y de fertilizante químico aplicados.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Demostrar los beneficios de la utilización de Efluente de Biodigestor en combinación con Fertilizante químico, como fuente de nutrientes para la producción de frutos (tomate), follaje (repollo) y bulbos (cebolla).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar los efectos de las diferentes relaciones bioabono:abono inorgánico, sobre el rendimiento de 3 hortalizas: tomate, cebolla y repollo en suelos tipo Guatemala.

Determinar la relación entre los niveles de fertilización evaluados y la concentración de macronutrientes en los productos obtenidos en los cultivos bajo estudio.

REVISION BIBLIOGRAFICA

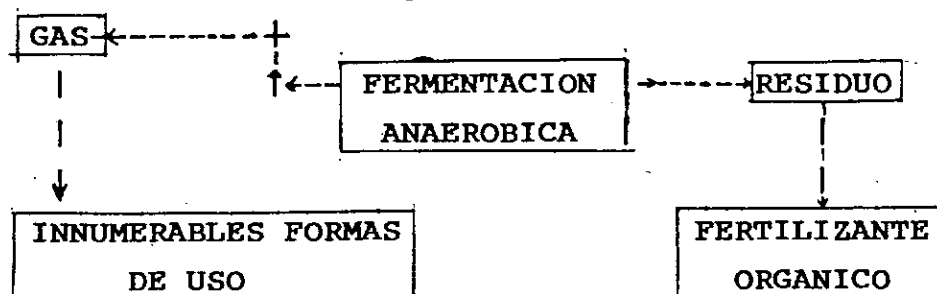
A.- FERMENTACION ANAEROBICA:

Es un proceso puramente biológico producto de un consorcio de bacterias, las cuales actúan sobre innumerables sustratos orgánicos, causando en ellos cambios físicos y químicos. Además como producto de esta fermentación se obtiene un combustible llamado: Biogás y un residuo que en forma general puede denominarse: biólodo o bioabono. (9)

En muchos países se ha aprovechado éste proceso para resolver problemas de índole energético y sanitario. Así por ejemplo Verasteguí (20) informa que en 1,980 en la India, habían alrededor de 10,000 plantas de biogás operando, produciendo diariamente gas combustible y fertilizante orgánico. En China en 1,978 habían unos 7 millones de digestores participando en el saneamiento ambiental y dando además combustible y fertilizante.

El flujo que se dá a la energía en el proceso de fermentación anaeróbica, es el siguiente: (11)

figura 1.



B.- EL EFLUENTE:

Está constituido por los residuos resultantes de la biodegradación de los desechos agropecuarios utilizados en la carga del biodigestor. Este proceso se dá puramente bajo condiciones anaeróbicas (20).

La primera asociación de una persona con el efluente, es generalmente una sensación de repugnancia; sin embargo este bioabono deberá tener un olor no desagradable (como el alquitrán) o cierto olor a humedad, similar al gas que sale él. Su apariencia negra, oscura dá la impresión de que mataría toda vegetación sobre la que se aplique, pero la realidad es muy diferente, pues los resultados observados muestran que no quema las plantas como lo hace el estiércol fresco cuando se hacen aplicaciones dirigidas.(9)

A menudo una aplicación concentrada seguida de una aplicación de agua, dará magníficos resultados, a la vez que dará una penetración mas completa del efluente.(19)

Según Felix, citado por Carrión, dice que el material digerido extraído del digestor, tiene un alto contenido de N, P, K y Ca, además contiene micronutrientes, tales como: Mg, Fe, Al, Mn, Cu, Zn, etc.(3)

Los lodos o efluentes tienen un alto porcentaje de N amoniacal (60-70%) y también son ricos en P y K, los mismos que son de gran importancia para la nutrición de las plantas, conclusión alcanzada por Mandujano.(2)

Medina* opina que el mejor aporte del efluente de los biodigestores, consiste en su riqueza de bioestimulantes del crecimiento y desarrollo de las plantas. Cuando son utilizados como complemento de los fertilizantes químicos en el cultivo de plantas de ciclo cortos y especies forrajeras.

* Medina Alberto , Experiencia sobre utilización del biol y biosol en la zona árida de Chile y Perú. I Encuentro Mesoamericano de redes de biogás, Comayagua, Honduras. Noviembre de 1,986.

C.- Composición del Efluente:

Como abono, el valor del efluente es variable, ya que cuando proviene de estiércol: su capacidad nutritiva va a depender de la clase de piensos que se hayan utilizado para la alimentación de nuestro ganado.(1)

El ICAITI ha realizado múltiples análisis sobre biogás y efluentes. Según los resultados de laboratorio proporcionados por una gran cantidad de muestras colectadas en biodigestores de desplazamiento horizontal distribuidos en diferentes regiones de la república, la composición química de la porción seca del efluente proveniente de estiércol bovino, es el siguiente:(6)

Cuadro 1.

COMPOSICION PROMEDIO DEL EFLUENTE EN BASE SECA

COMPONENTE	VALOR
pH	7.5
Materia Orgánica	85.0
Nitrógeno	2.6
Fósforo	1.5
Potasio	1.0

D.- VENTAJAS DEL EFLUENTE:

Los efluentes orgánicos fermentados son excelentes como material nutritivo, debido a la alta concentración de nutrientes y Materia Orgánica que contiene. Los estudios hasta ahora realizados demuestran que los fertilizantes salidos del digestor contiene 2 a 3 veces mas N asimilable que el mejor de los compuestos orgánicos tratados aeróbicamente.(16)

- El efluente humificado sirve para incrementar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, manteniendolo en equilibrio y además previniendo la lixiviación de macro y micronutrientes.(10)

- Todos los nutrientes que se encuentran en el efluente, están en sus formas mas utilizables por las plantas; los

cuales no lixivian ni volatilizan; ésto es debido a la Capacidad de Intercambio Catiónico del humus.(11)

- El efluente contiene una razón balanceada de N, P, y P, además posee un complemento completo de elementos traza (B, Ca, Cu, Fe, Mg, S y Zn.). Muchos de los cuales están en forma de quelatos (iones metálicos químicamente adheridos a ciertas partículas sólidas) que son accesibles solamente para los ácidos orgánicos asociados con las raíces de las plantas.(15)

Los gérmenes patógenos no existen en el lodo de desecho (bioabono), ya que éstos son destruidos en el proceso de fermentación anaeróbica; es posible que existan algunas bacterias patógenas solamente en aquel biolodo proveniente de una digestión incompleta. Además las semillas de las malezas, pierden su viabilidad durante el proceso de digestión. Mientras que en el estiércol y en el compost, dichas semillas continúan vivas.(9)

- El biolodo (biosol) puede ser secado, almacenado y usado como fertilizante corriente (en sacos); aunque en este método se decrece en economía, eficiencia y en niveles nutritivos. El efluente líquido (biol) dá mejor resultado cuando se usa como spray (al follaje o en la base de la planta); o bien como riego ha dado buenos resultados en tomate y chile.(15)

- El método de la digestión anaeróbica además de incorporar el producto gas a sus beneficios, tiene la ventaja de proveer uno de los mejores y mas baratos fertilizantes que se pueda encontrar. El efluente permite ser usado en muchas mas actividades que el estiércol fresco y el compost, y como mejores resultados: producción de algas, piscicultura, alimento animal, en cultivos agrícolas, etc.(15)

Hay dos formas principales por las cuales el bioabono carece de microorganismos patógenos, ellas son:

a.- La separación física de los organismos de su establecimiento en el hoyo del digestor. Siendo éste el factor mas influyente en la reducción de los huevos que son mas difíciles de morir.

b.- Su mortalidad natural bajo condiciones adversas.

La aplicación de lodo digerido a las siembras sirven de doble propósito: ya que es tanto un acondicionador del suelo como un fertilizante químico . El humus del lodo en la forma de partículas, además de proveer alimentos a las plantas, beneficia al suelo incrementando su capacidad de retener agua mejorando su estructura.(13)

Mandujano (14) al evaluar el poder fertilizante de los biolodos y al compararlo con los fertilizantes químicos, encontró que no hubo significancia entre los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos. Sin embargo al incluir el estiércol fresco, sí se manifestó una marcada diferencia, superando los biolodos.

Carrión B. (3) en su experimento realizado con lechuga en el valle de Cajamarca en Perú, en 1,981; determinó que el biolodo superó a los fertilizantes sintéticos en todos los factores a evaluar: diametro, forma de la cabeza, altura de la planta y rendimiento total.

Soubiés, citado por Monterroso S.(14) opina igual que Sanchez (17) sobre que el biolodo aporta gran parte del Nitrógeno que consumen las plantas.

El valor fertilizante del biolodo puede optimizarse, almacenandolo en fosas o recipientes de mínima área superficial, ya que así se conserva mas del Nitrogeno en forma amoniacal a que si esparciera directamente en el suelo, donde el Nitrógeno se volatilizaría mas rapidamente(20).

E.- MATERIA ORGANICA:

Según Sánchez (17) el agotamiento rápido del Carbono orgánico de la capa arable a razón de 5 a 10% anual, produce efectos dañinos en los cultivos sin fertilización, por lo que muchos investigadores tratan de reducir la pérdida de materia orgánica.

Entre los beneficios que Green-Land y Dart, citados por Sánchez, asignaron a la Materia orgánica, están:

- Suple la mayor parte del Nitrógeno y del Fósforo que absorben los cultivos no abonados químicamente. El patrón de lenta liberación del Nitrógeno y del Azufre ofrece una ventaja definitiva de la materia orgánica, sobre los fertilizantes solubles.
- La materia orgánica suministra la mayor formación y agregación del suelo y de esa manera mejora las propiedades físicas y reduce la susceptibilidad a la erosión en los suelos arenosos.
- La materia orgánica suministra la parte de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en los suelos altamente meteorizados. Los descensos rápidos de Materia orgánica dan por resultado una reducción pronunciada en la Capacidad de Intercambio Catiónico.
- Mediante la formación de complejos con Materia orgánica, los óxidos amorfos no se cristalizan. La fijación de Fósforo por estos óxidos disminuye cuando los radicales orgánicos no se cristalizan y bloquean las cargas de fijación.
- La materia orgánica modifica las propiedades de retener el agua, particularmente en suelos arenosos.
- La materia orgánica puede formar complejos con los micronutrientes, lo cual evita su lixiviación.

Al no haber la suficiente materia orgánica es necesario adicionar la práctica de fertilización racional, con la aplicación de cubiertas protectoras. Es importante señalar que las buenas prácticas de manejo tienden a aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo (17).

Según Thorton (19) la presencia de materia orgánica asegura una gran población de bacterias beneficiosas, la cual es necesaria y esencial para la producción de cosechas; debido al papel que desempeñan los microorganismos en la descomposición de la materia vegetal y su conversión en humus.

La descomposición de materia orgánica, libera ácido carbónico, que favorece la asimilación de ciertos nutrientes insolubles de las plantas. Además la materia orgánica ayuda a mantener los nutrientes en forma fácilmente asimilable, sin que se produzca en ningún momento una concentración excesiva (19)

Cuando desaparece la materia orgánica, también desaparecen los elementos vitales, tales como: mohos, bacterias y lombrices. Y con el uso continuo de esos suelos se tiende a disminuir la fertilidad natural y a causar serios problemas de erosión (16).

Penagos (16) dice que un objetivo de los agricultores debe de ser aprovechar los elementos nutritivos existentes en su propio suelo. Cuando estos existen en cantidades suficientes, lo que debe de hacerse es ponerlos al alcance de las plantas y para ello es preciso que el trabajo de las bacterias sea aprovechado en su totalidad. Todo lo anterior se puede lograr mediante el aporte de materia orgánica.

F.- USO DE ESTIERCOL:

Una aplicación de estiércol de buena calidad u otra fuente de materia orgánica, generalmente muestran una influencia favorable sobre los rendimientos de los cultivos por varios años. Estos beneficios están distribuidos en un período de tiempo más prolongado que el efecto de los fertilizantes inorgánicos (12).

Entre los beneficios prolongados, la National Plant Food Institute (NFPI)(15), opina que el importante es ayudar a alimentar a los organismos del suelo, cuyo resultado es una conversión mas rápida de los residuos de las cosechas en materia orgánica para el suelo.

G.-USO DE FERTILIZACIÓN INORGANICA:

El abono inorgánico es altamente valioso para proveer de fertilidad mineral, reemplazando a los minerales consumidos para producir fruta, carne, huevos y leche. Pero un valor provechoso en producción solo se tiene combinando materia orgánica en cantidades suficientes, buen drenaje, buena humedad y dosis adecuadas de fertilizante inorgánico, para que se dé un suelo realmente lleno de vida (16).

Cada cosecha extrae del suelo los nutrientes que necesita para desarrollarse como tal; por lo que el suelo llega a perder su fertilidad a menos que se le esté renovando continuamente mediante los fertilizantes comerciales (5).

El empleo de abonos artificiales, solo debe tener lugar, cuando se han hecho análisis técnicos de éstos suelos. El uso de éstos abonos tiene las siguientes características: enriquece el suelo durante los primeros años en que se recurre a ellos, pero a menos que se aporte abundante materia orgánica, su fertilidad irá disminuyendo en grado considerable, constituyendose (por el abuso de estos productos) en un problema creado por el hombre, que ocasionará paulatinamente: esterilidad, erosión, ruina, hambre y muerte (16).

En Hawaii, anotó Penagos (16), los agricultores se quejan porque sus suelos ya no absorben el abono químico que ellos aplican a sus cultivos, apesar de haber agregado desperdicios de pescado, pero esto no fué suficiente oportador de la cantidad y variedad de microorganismos necesarios para absorber los alimentos necesarios para la vida del vegetal; por lo que los agricultores han solicitado información a los países que han usado abonos orgánicos, sobre la manera en que estos se elaboran.

VI. MATERIALES Y METODOLOGIA

A.- Localización del Experimento:

El experimento se desarrolló en los campos del Instituto Técnico de Agricultura (ITA), localizado en la aldea de Bárcena, Villa Nueva en el departamento de Guatemala.

Las coordenadas correspondientes al lugar ocupado por el ITA son las siguientes:

Latitud: 14o 31' Norte
Longitud 90o 36' Oeste
Altitud: 1,450 m.s.n.m.

La precipitación pluvial del lugar oscila entre 760 mm. a los 1,130 mm. anuales. Las temperaturas del lugar también oscilan entre: 30 oC la máxima y 7 oC la mínima (7).

B.- Características de los Suelos del Lugar:

Los suelos predominantes en el ITA son del tipo Guatemala y sus características teóricas son: suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica debilmente sementada. Se encuentra asociado con suelos Cauque. Fraijanes y Morán, pero se diferencian porque los suelos Guatemala se encuentran en lugares planos y los otros están en relieves ondulados o inclinados y además los primeros son mas profundos (7).

Estos suelos poseen en promedio un contenido de materia orgánica aproximado de 4 % en los primeros 25 cms. superficiales de suelo y un pH aproximado de 6.0. Estos suelos generalmente poseen una estructura granular bien desarrollada, pero en otros tipos, ya se ha destruído, debido al cultivo y a la exposición al sol (18).

Se podrán obtener económicamente grandes cantidades de producción alimenticia mediante el manejo adecuado del suelo; el que comprenderá el mantenimiento de la condición física y la adición de materia orgánica y elementos nutritivos al suelo. El factor que actualmente limita la producción parece ser la falta de suficiente materia orgánica en las capas superficiales, para que mantenga el suelo poroso y bien abierto. (18 y 20).

Los suelos de la finca Bárcena son en forma general, pertenecientes a las clases I y II, según Simmons et al (18).

C.- Análisis del Suelo:

Se hizo un muestreo de suelos en el área experimental, distribuyendo las muestras al azar. Dichas muestras colectadas fueron objeto de un análisis físico y químico.

i.-Análisis físico:

-Análisis granulométrico, por el método Boyoucos (Hidrómetro):

textura: arcillosa

- Determinación de la densidad aparente (Da), Densidad Verdadera y el Espacio Poroso Total (ETP), por el método de la probeta.

densidad aparente: 1.33 gr/cc

ii.-Análisis Químico:

- Disponibilidad de Macro y Micronutrientes por el Método de los ácidos diluidos (HCl 0.05 N y H₂SO₄ 0.025 N), tanto al inicio como al final del ciclo de cultivo.

Cuadro 2.

Composición del suelo al inicio del ciclo de cultivo:

pH	Microgramos/ml		meq/100 ml de suelo	
	P	K	Ca	Mg.
6.5	7.25	4.98	10	5.43

- Contenido de materia orgánica, por el método de combustión húmeda al inicio y al final del experimento.

M.O.(al inicio): 2.3%

M.O.(al final): ver cuadro en apendice.

D.- Datos a Tomar:

Para probar las hipótesis planteadas en la presente investigación, fue necesario considerar las siguientes variables:

-Producto Total obtenido (rendimiento) en Ton/ha.

-Calidad (Concentración de: sólidos totales, de Nitrógeno total, de Fósforo como P₂O₅ y de Potasio como K₂O) de los productos finales (ver cuadros de laboratorio en apéndice):

en tomate: los frutos

en Cebolla: los bulbos

en Repollo: las cabezas

-Presentación Física: Se consideró el criterio de las cocineras del ITA, para definir la mejor presentación del producto, asumiendo que ellas seleccionarían los productos en un mercado.

E.- Metodo Experimental:

Para el desarrollo del presente trabajo se evaluaron 2 factores: abono orgánico y fertilizante químico; los que se combinaron en la forma que se aprecia en el cuadro 3.

CUADRO 3.

Listado de los tratamientos a evaluar en el experimento

Tratamiento	Abono Orgánico	Abono Químico
1	AO-0	AQ-0
2	AO-0	AQ-1
3	AO-0	AQ-2
4	AO-0	AQ-3
5	AO-1	AQ-0
6	AO-1	AQ-1
7	AO-1	AQ-2
8	AO-1	AQ-3
9	AO-2	AQ-0
10	AO-2	AQ-1
11	AO-2	AQ-2
12	AO-2	AQ-3

--Abono organico ó bioabono: Es el efluente procedente de un biodigestor de desplazamiento horizontal, cargado con estiércol bovino.

--Abono Químico: El nivel de fertilizante que se va a usar está en función de la recomendación procedente del análisis químico del suelo realizado por el departamento de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).

Cuadro 4.

DOSIS A EVALUAR EN LOS 3 CULTIVOS:

Para Cebolla:

CLAVE	Ton/Ha.	CLAVE	qq/Ha.
AO0	0	AQ0	0 0
AO1	10	AQ1	3* + 2**
AO2	20	AQ2	6* + 4**
		AQ3	12* + 8**

Para Repollo:

AO0	0	AQ0	0 + 0
AO1	10	AQ1	3 + 4.86
AO2	20	AQ2	6 + 9.72
		AQ3	12 + 19.44

Para Tomate:

AO0	0	AQ0	0 + 0
AO1	10	AQ1	0.94 + 1.51
AO2	20	AQ2	1.88 + 3.02
		AQ3	3.76 + 6.04

CLAVES:

* = 16-20-0 y ** = 46-0-0

Cuadro 5Necesidades Nutritivas de los Cultivos:

	N	P lbs/ha.
Cebolla	220 lb.	100 lbs.
Repollo	380 "	130 "
Tomate	170 "	60 "

E.i.- Diseño Experimental y de Tratamientos:

Los niveles de los factores en estudio fueron combinados bajo el diseño de Bloques al Azar en un arreglo de Parcelas Divididas. Quedando el arreglo de la siguiente manera: Parcela grande: Abono orgánico y en Parcela chica: Fertilizante químico. Se usaron 3 repeticiones y dicho arreglo fué generalizado en los 3 cultivos bajo estudio.

E.ii.- Análisis del Experimento:

El modelo estadístico para la interpretación de los resultados, fué el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + T_j + BT_{ij} + O_k + TO_{jk} + E_{ijk}$$

donde:

- Y_{ijk} - Efecto de la variable respuesta.
- M - Efecto de la media general
- B_i - Efecto del i-ésimo bloque
- T_j - Efecto del j-ésimo nivel de parcela grande
- BT_{ij} - Efecto del error debido a la parcela grande en la i-ésima repetición y j-ésima parcela grande (error A).
- O_k - Efecto del k-ésimo nivel de parcela chica.
- TO_{jk} - Efecto de la interacción debido al factor de parcela grande con el factor de parcela chica.
- E_{ijk} - Efecto del error B.

E.iii.- Análisis de los Datos:

Para poder alcanzar los objetivos planteados y someter a prueba la hipótesis de trabajo, fue necesario recurrir a lo siguiente:

- ANDEVA del Diseño de Bloques al Azar.
- Comparación de medias por la prueba de Tukey al 5 %.
- Elaboración de gráficas, para facilitar la interpretación de los resultados.
- Contrastes ortogonales
- Análisis de Regresión.

F.- Manejo del Experimento:

F.i.- Preparación del terreno:

El área experimental fué preparada con un paso de arado de disco y luego un paso de rastra para que quedara bien mullida y nivelada. Luego se delimitaron las parcelas o unidades experimentales. Los distanciamientos y dimensiones se presentan en los dibujos del Apéndice

Como se puede ver en los cuadros del apéndice, los distanciamientos dependieron de los cultivos a que se hace referencia. Además variaron los distanciamientos entre calles y entre parcelas.

Cada parcela o unidad experimental, fué debidamente identificada, indicando el tratamiento correspondiente, así como el bloque al que correspondía.

F.ii.- Siembra:

En los tres cultivos bajo estudio, fué necesaria la preparación de semilleros, los cuales se hicieron utilizando el método que tradicionalmente utiliza el agricultor en la zona de Bárcena, (tablones de 1.0 metro de ancho, unos 20 cms. de altura y el largo necesario); dándole un manejo uniforme a cada uno de los tres semilleros elaborados.

Luego de alcanzado el punto de trasplante, el cual fué aproximadamente a los 30 días después de la siembra para los tres casos; se llevó a cabo el trasplante, utilizando para el efecto, las mismas prácticas que tradicionalmente utilizan los agricultores locales (consistió en un riego artificial, abrir hollos y depositar suavemente las plantas en cada postura ubicada a diferentes distancias en cada cultivo así: cebolla a 10 cms., repollo a 30 cms y en tomate a 50 cms entre plantas). Todas estas prácticas realizadas fueron homogéneas para todos los tratamientos en los tres cultivos.

F.iii.- Fertilización Química y Orgánica:

Según los resultados del análisis inicial del suelo (análisis químico), se calculó la dosis ideal de fertilizante químico, que también sirvió de base para calcular los otros tratamientos (ver cuadro 3)

Las aplicaciones de fertilizante inorgánico, fueron en 2 fechas, la primera que estaba planificada para presiembra, se llevó a cabo 8 días después del trasplante (Agosto 18/84) aplicando el fertilizante fosforado en forma puntual, haciendo para el efecto hollos al pie de la planta. La segunda aplicación se llevó a cabo 20 días después de la primera (Septiembre 7) aplicandose la fuente de Nitrógeno para llenar los requerimientos de los tres cultivos.

El abono orgánico (bioabono) diluído en agua, a razón de 1:1, se aplicó con regadera al pie de la planta, a manera de lámina de riego. Las dosis de bioabono fueron divididas en 3 partes para su aplicación.

Dichas partes o raciones fueron distribuidas de la siguiente manera: una en el momento del trasplante, la segunda fue momentos antes de la primera limpia juntamente con la segunda aplicación de fertilizante inorgánico. Luego la tercera aplicación fue antes de la segunda limpia .

Para evitar errores en las dosificaciones, el cálculo de los volúmenes de efluente a aplicar, se sacó la densidad inmediatamente antes de cada aplicación.

F.iv.- Control de Plagas y Enfermedades:

Se hicieron observaciones y muestreos continuos en las unidades experimentales, para determinar la necesidad de aplicar algún pesticida.

No se hicieron aplicaciones de pesticidas por el método de calendario, sino que se usaron las técnicas de nivel de significancia económica.

Los pesticidas que mas corrientemente se usaron durante las diferentes etapas de investigación, fueron: Tamaron 600, Lannate, Volaton, Antracol, Dithane M-45, Rhidomil.

F.v.- Control de Maelezas:

A pesar de que se tenían programadas dos limpias en todas las unidades experimentales; fue necesario realizar una tercera limpia momentos antes de iniciar la cosecha debido a que el terreno era primera vez que se usaba con cultivos limpios; y por eso presentó, indiferentemente de los tratamientos y del cultivo, una población considerable de flora espinosa que dificultaba la labor de la cosecha.

RESULTADOS

RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS A NIVEL DE CAMPO
OBTENIDOS EN EL CULTIVO DE TOMATE

Los datos de campo obtenidos en los diferentes cortes, aparecen en los cuadros del apéndice, en ésta sección aparece únicamente un resúmen extrapolado a tons. de tomates/ha.

Cuadro 6.

Pesos promedio de los tomates
obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados

Tratamientos	AO0	AO1	AO2	Y..K	Y..K
AQ0	38.844	51.561	69.250	159.656	53.219
AQ1	60.031	84.063	81.121	225.219	75.073
AQ2	98.688	104.938	95.750	299.375	99.790
AQ3	88.969	99.000	77.000	264.969	88.323
Y.J.	286.532	339.563	323.125	949.219	-----
Y.J.	71.633	84.891	80.781	-----	-----

AQ =Niveles de fertilizante químico

AO =Niveles de bioabono

Para interpretar en mejor forma los datos obtenidos a nivel de campo, toda la información se sometió a un análisis de varianza, cuyo resultado se muestra a continuación.

Cuadro 7.

Análisis de Varianza
para el Arreglo Factorial en Parcelas Divididas

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.
Bloques	2	1229.49	614.74	7.2225*	6.94
AO	2	122.82	61.41	0.7215ns	6.94
Error a	4	170.23	85.114		
Subtotal	8	1522.54	190.317		
AQ	3	1199.26	399.754	8.866**	3.15 5.09
AOAQ	6	242.76	40.46	0.897ns	3.15 5.09
Error	18	811.58	45.088		
Total	35	3776.14			

** = altamente significativo ns= no significativo

Además se hizo un ANDEVA asumiendo que era un diseño en bloques al azar, para buscar mayores diferencias entre tratamientos. (Ver apéndice).

En el ANDEVA del arreglo en parcelas divididas, puede observarse que existe significancia entre bloques, lo cual nos indica que hubo una gradiente de variación en los resultados, pudiendo ser la pendiente el factor mas importante.

Además puede notarse que en ambos ANDEVAs el abono orgánico (bioabono) no influyó significativamente en el rendimiento del cultivo; ni solo ni en interacción con el fertilizante químico. Siendo dicho rendimiento unicamente influenciado por el factor AQ o sean los diferentes niveles de fertilizante químico; lo cuales sí manifestaron significancia entre los diferentes niveles.

Es de hacer notar que el abono orgánico sí afecto la producción obtenida, aunque tal efecto fué difícil de cuantificar, pues en cantidad no fué estadísticamente significativo tal efecto, pero si se manifestó gran variación en lo que se refiere a la composición química o sea contenido de macro-nutrientes, concentración de solidos totales y la presentación física de los tomates (ver gráficas). Siendo el tomate de peor calidad, aquel proveniente de las parcelas donde no se aplicó bioabono, mientras que el tomate proveniente de de los tratamientos AO1 y AO2 (10 y 20 tons. de bioabono/ hectárea) presentaron calidades similares.

Una de las razones fué que dicha materia orgánica adicionada al suelo, permitió al cultivo del tomate soportar mejor la sequía, debido a la capacidad de retención de humedad que posee la materia orgánica en forma general. Otro efecto que se notó y que no aparecen en los cuadros numéricos es el gran crecimiento foliar en el tratamiento donde se aplicó el tratamiento AO2 (20 ton/ha), presentando también relativamente pocos frutos de gran tamaño (ver gráfica de rendimiento).

A pesar de las condiciones críticas existentes durante el desarrollo de este experimento, los resultados obtenidos son buenos indicadores de las bondades del bioabono principalmente cuando se hacen aplicaciones combinadas de éste con el fertilizante químico, o sea utilizandolo como complemento del fertilizante químico y nó como sustituto de éste.

Debido a que fueron los niveles de fertilizante químico, los únicos que manifestaron variación significativa, y para poder obtener la o las mejores dosis a recomendar a los agricultores; fué necesario someter dicho factor (fertilizante químico) a una comparación múltiple de medias por medio de la Prueba de Tukey (tal como se había indicado en la metodología). Dicha prueba se realizó a un nivel de significancia de 5%.

A continuación se presenta un cuadro-resúmen de dicha comparación múltiple de medias.

Cuadro 8.

Resúmen de la Comparación Múltiple de Medias Prueba de Tukey al 5%.

Tratamiento	Descripción*	Media ton/ha	Decisión.	
AQ2	dosis ideal	99.79	a	
AQ3	doble dosis ideal	88.32	a	b
AQ1	media dosis ideañ	75.07	b	c
AQ0	testigo	53.22		d

* ver metodología sobre descripción de tratamientos.

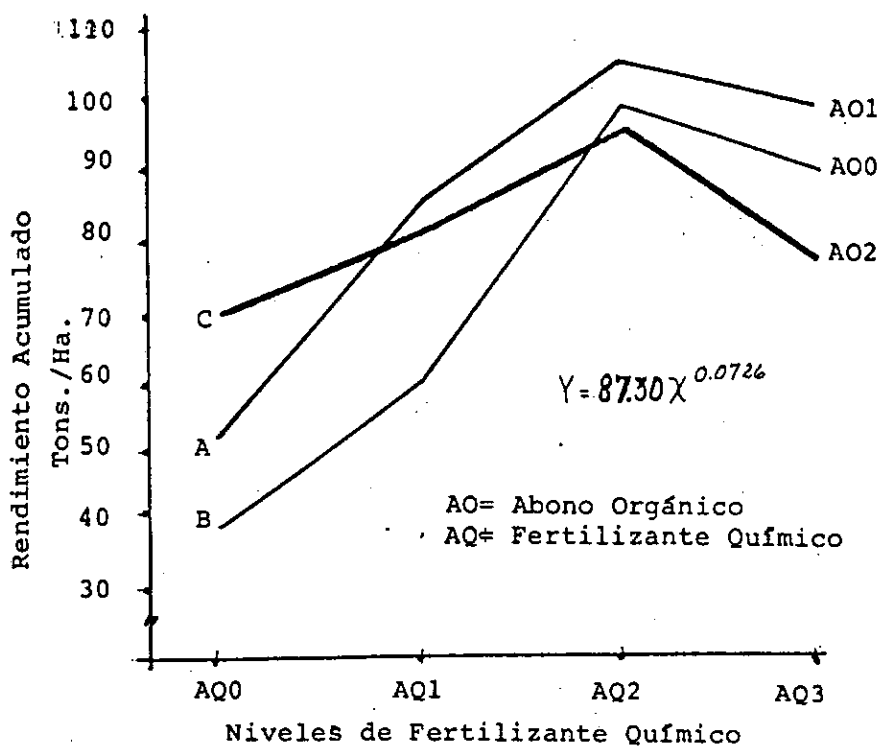
Como se puede ver en el cuadro anterior, el comportamiento de los niveles de fertilizante químico fué bastante indicativo para las acciones a nivel de agricultor, pues aunque en el tratamiento AQ3 se aplicó doble dosis de químico, el rendimiento fué menor que cuando se aplicó la

dosis ideal, aunque hay que hacer notar que en dicho comportamiento, el bioabono tuvo cierta influencia. Y fué logicamente el testigo el que proporcionó el menor resultado. Por lo que para fines de aplicación a nivel de campo de estos resultados, resulta igual aplicar el tratamiento AQ2 y AQ3 siendo logicamente mas recomendable usar el AQ2. Y también se comportó estadísticamente igual el tratamiento AQ3 y el AQ1, siendo logicamente preferible el tratamiento AQ1. O sea que no se recomienda en ningún momento la utilización de exeso de químico para el tomate.

DATOS DE CAMPO

PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA
A NIVEL DE CAMPO EN EL CULTIVO DEL TOMATE

Para hacer una mejor interpretación de la cantidad la producción, fué necesario hacer una serie de análisis de la información obtenida en el campo. Dicha información se presenta y se discute a continuación.



Gráfica 1:

Variación del rendimiento Acumulado de Tomate obtenido de los 12 tratamientos evaluados durante su cultivo.

En esta gráfica puede observarse la variación que tuvo el rendimiento acumulado por las 3 repeticiones en cada uno de los 12 tratamientos. Cada curva indica el comportamiento de la producción de los 4 niveles de FQ aplicados en los 3 niveles de bioabono que se evaluaron.

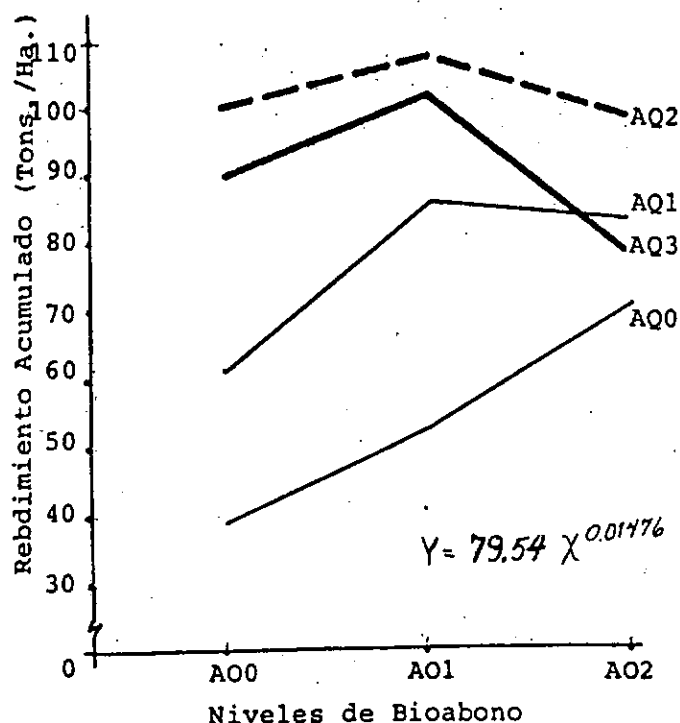
Considerando al testigo como 100% de producción, el tratamiento donde se aplicó la dosis recomendada por ICTA + 10 tons. de bioabono/ha, tuvo una producción de 270.15%.

En la gráfica A se observa un incremento de la producción conforme se incrementaba el nivel de FQ, sin usar nada de AO, pero al duplicar la dosis ideal de FQ, la producción disminuyó; posiblemente por el efecto adverso que causan las grandes cantidades de nutrientes en especial la urea (46-0-0) en sinergismo con condiciones del medio físico.

En las gráficas B y C se obtuvo un comportamiento similar al de la gráfica A, pero como puede notarse es en la gráfica B donde se obtuvo mayor rendimiento de tomate y correspondiente al tratamiento A01A02 donde se obtiene el mas alto de todos.

Dicho tratamiento es aquel donde se aplica la dosis ideal de FQ complementada con 10 Ton. de bioabono/Ha. En la gráfica C, aunque se usó el doble de la dosis de bioabono, no se logró superar el rendimiento; lo que puede deberse a que la cantidad mas adecuada para el cultivo del tomate sea alrededor de 10 ton de bioabono/ha. O bien a que las condiciones de suelo y clima no permitieron al cultivo desarrollar su potencial adecuadamente.

En forma resumida puede decirse que el rendimiento tuvo un comportamiento logarítmico, tal como lo expresa su ecuación, la cual posee un coeficiente de correlación de 0.931.



Gráfica 2

Variación del Rendimiento Acumulado de tomate, obtenido en los doce tratamientos evaluados durante su cultivo.

Aquí se hace un análisis de la misma información presentada en la gráfica anterior y la razón es analizar el comportamiento del rendimiento desde el punto de vista de los niveles de bioabono que se aplicaron para cada nivel de FQ evaluado. Aquí se hace más conspícua la diferencia entre los tratamientos:

En la gráfica A, es donde se tiene el mas bajo rendimiento, pues aquí no se aplicó ningún FQ y la respuesta obtenida fúe por efecto del bioabono aplicado. El menor rendimiento se obtuvo donde no se aplicó nada de FQ y nada de bioabono (testigo absoluto).

En la gráfica B el bioabono incremento en gran forma el rendimiento cuando se aplicaron 10 ton/Ha, pero disminuyó cuando se aplicaron 20 ton/ha, aunque dicha disminución no fué tan marcada; esto pudo deberse al gran crecimiento foliar que causó el bioabono.

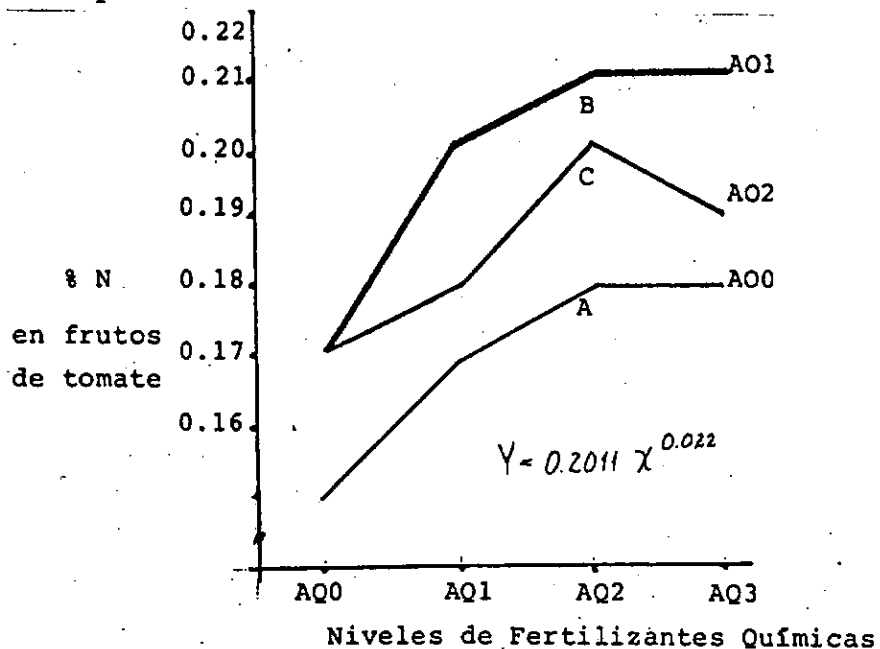
En la curva C, se nota que con la dosis ideal de FQ se obtiene un mayor rendimiento en el cultivo del tomate, el cual es superado cuando dicha dosis es complementada con 10 ton. de bioabono/ha, que es el tratamiento con el mayor rendimiento entre los que se evaluaron. Cuando se aplicaron 20 ton/ha, el rendimiento se redujo debido a que la cantidad de frutas fué menor y aunque de mayor tamaño.

En la curva D, cuando se duplicó la dosis ideal, el rendimiento no fué tan alto como se esperaba, aunque siempre fué el tratamiento de 10 ton/ha el que tuvo el mejor. En este caso se aplicaron 20 ton/ha se obtuvo un rendimiento inferior al tratamiento A00 (cuando no se aplicó bioabono como complemento), lo que pudo deberse a que las condiciones de suelo causaron un desarrollo foliar muy frondoso y poco estímulo para la formación de frutos como efecto de las grandes cantidades de Fertilizantes químicos y bioabono que se aportaron.

El rendimiento del tomate con respecto a los niveles de bioabono, manifestó un comportamiento logarítmico en su curva promedio. Dicha curva del rendimiento posee un coeficiente de correlación de 0.94.

DATOS DE LABORATORIO

Presentación y discusión de la información obtenida en el laboratorio a partir de la cosecha de tomate. La cual sirvió como base para evaluar las variaciones de calidad nutritiva de los productos obtenidos.



Gráfica 3

Variación de la concentración de Nitrógeno total en frutos de tomate producidos en los 12 tratamientos evaluados en su cultivo

La concentración de N en un producto es importante porque es el principal indicador del contenido proteico de ese producto; y en este caso se encontró una asociación considerable entre la concentración de N de los tomates y las cantidades de FQ aplicadas en combinación con las diferentes cantidades bioabono evaluadas.

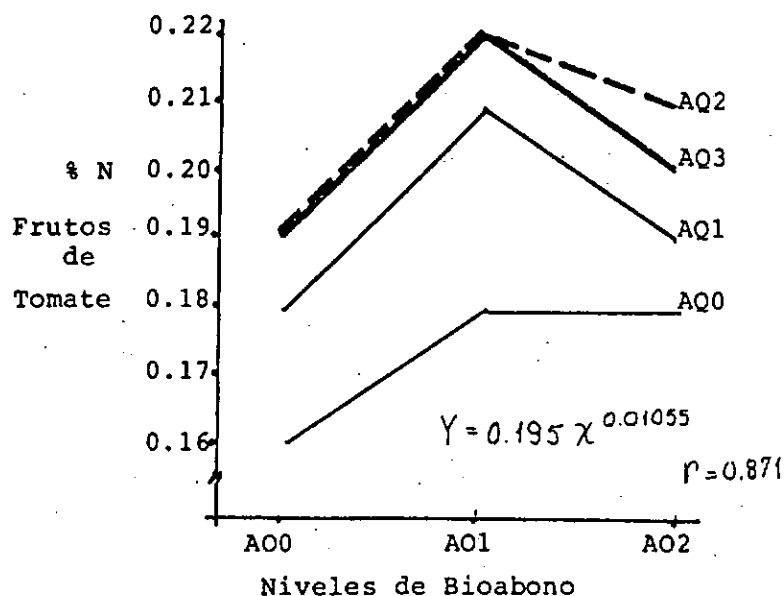
Se observa una influencia del bioabono, sobre la concentración de N, pero aquí lo mas notorio es la relación [N] y la dosis de FQ aplicada.

En la curva A se vé un incremento marcado del contenido de N en los productos conforme se incrementaba la cantidad de FQ, hasta llegar a la dosis ideal, luego la cantidad de N se mantuvo constante a pesar de que se aplicó el doble de la cantidad de FQ.

En la curva B (se aplicaron 10 ton de bioabono/Ha) en este caso el comportamiento de los niveles de FQ fueron totalmente diferentes al de la curva anterior, debido a que se nota claramente un efecto sinérgico entre el FQ y el bioabono; el contenido de N con una tendencia de incremento hasta la dosis ideal se mantiene constante cuando se duplicó la dosis ideal de FQ; lo que nos indica que el cultivo del tomate absorbió mayor cantidad de N del suelo cuando ese suelo contó con una buena cantidad de Materia Orgánica (MO).

En la curva C se observa un comportamiento diferente a los anteriores, pues en este caso las diferentes dosis de FQ se complementaron con 20 ton de bioabono/ha. Se evidencia una alza en la asimilación de N, conforme se incrementaba la cantidad de FQ hasta llegar a la dosis ideal; inmediatamente después la concentración de N en el producto bajó en un ligero porcentaje, posiblemente por un efecto entre una alta dosis de FQ y una alta dosis de bioabono que impidieron la concentración de N en el fruto y promovieron la formación de un exuberante follaje.

En forma general, la concentración de Nitrógeno con respecto a los niveles de fertilizante químico, tuvo un comportamiento logarítmico, como lo muestra su ecuación; esta ecuación posee un coeficiente de correlación de 0.961.

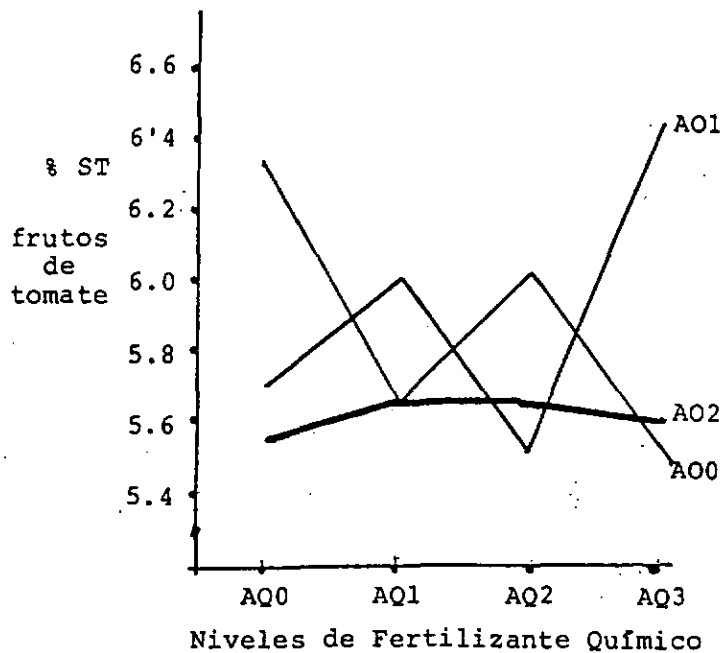


Gráfica 4.

Variación de la concentración de Nitrógeno total en los frutos de tomates obtenidos en los 12 tratamientos evaluados durante su cultivo.

En esta gráfica se hace mas notorio el efecto de la dosis ideal de Fertilizante químico y mas aún el efecto del nivel A01 (10 ton de bioabono/ha), lo cual nos indica que los frutos de tomate canalizaron buena cantidad de N a sus tejidos y que el desarrollo foliar no fué exagerado al grado de competir por Nitrogeno con los frutos.

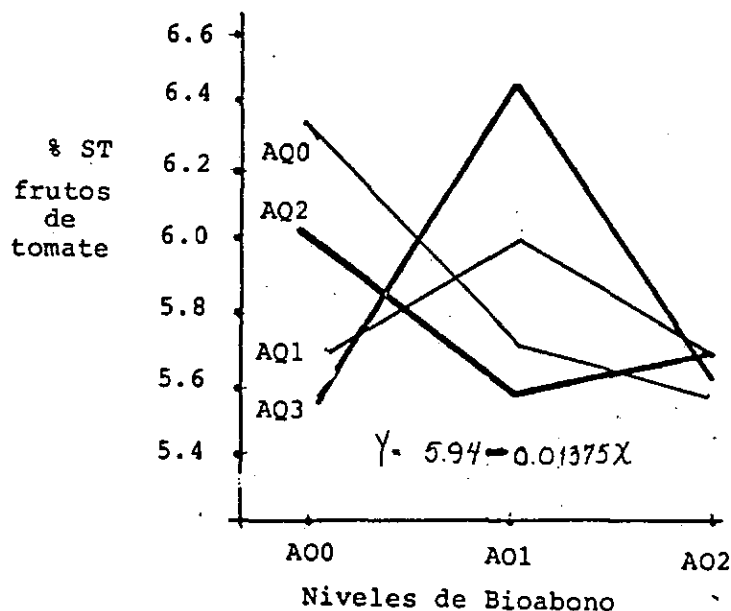
En el caso de los niveles A00 y A01, la causa de la baja concentración de N en el producto final, se debe a que la dosis de N no fué suficiente para el buen desarrollo. En este caso el nitrógeno manifiesta perfectamente la capacidad del bioabono para producir desarrollo foliar, ya que en todos los casos donde se usó A02 (20 tons. de bioabono/ha.) bajó la concentración de N o bien se mantuvo estable, como en el caso de A00 (sin químico).



Gráfica 5.

Variación de la concentración de ST en frutos de tomate obtenidos de los tratamientos evaluados durante su cultivo.

Esta gráfica, muestra un caso bien indicador de las capacidades físicas de la materia orgánica como acondicionador del suelo, pues haciendo una relación entre el contenido de ST y el contenido de agua en los frutos, observamos que la concentración de agua en los frutos está relacionada con la cantidad de agua que tengan disponible las plantas; y un cultivo con aplicaciones de materia orgánica podrá soportar en mejor forma las sequías. En este caso se hace la siguiente relación: a mayor materia orgánica en el suelo, se tendrá mejor disponibilidad de agua para el cultivo; lo que implicará mayor contenido de agua en sus tejidos y por ende menor contenido de sólidos totales.

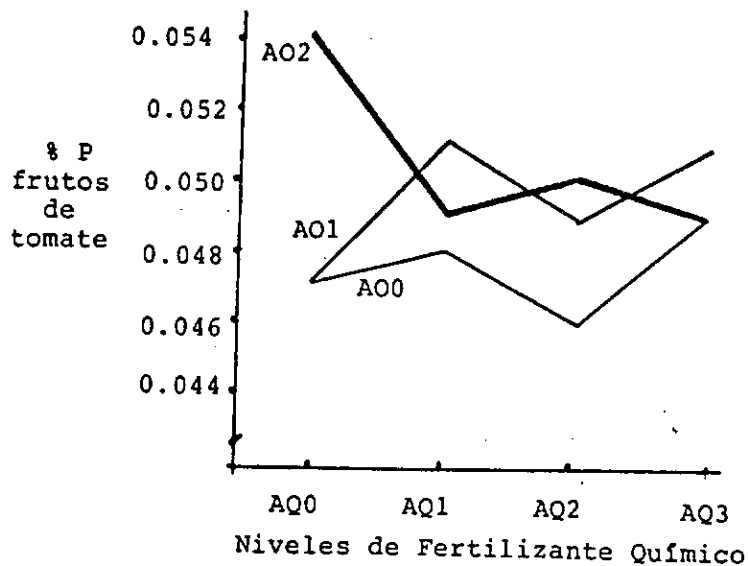


Grafica 6.

Variación de la concentración de sólidos totales en frutos de tomate obtenidos de los 12 tratamientos de fertilización evaluados durante su cultivo.

Contiene la misma información que la gráfica anterior, y muestra (al mantener fijos los niveles de bioabono y variar los niveles de Fertilizante químico) que los fertilizantes químicos no manifestaron una relación definida con la concentración de ST en el caso de los frutos de tomate.

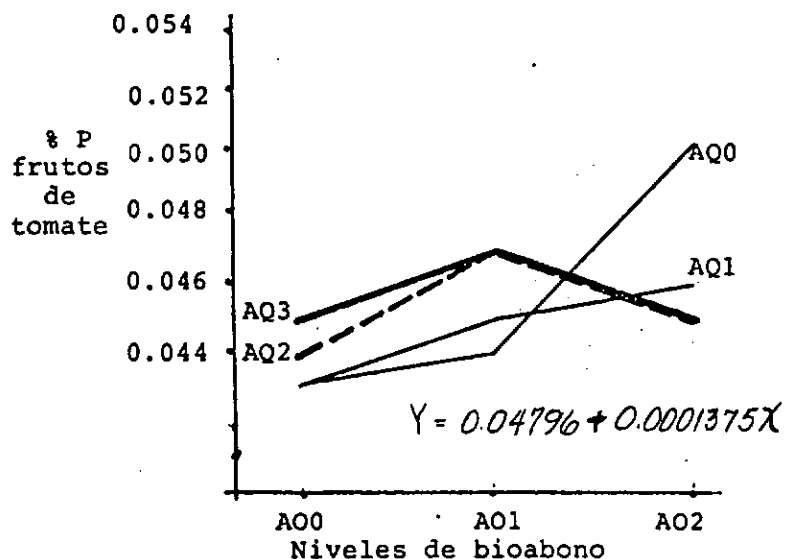
El efecto de los niveles de bioabono si queda enmarcado por el comportamiento de la curva promedio la cual muestra un decremento en forma lineal de la concentración de sólidos totales. Dicha curva posee un coeficiente de correlación de -0.83.



Gráfica 7.

Variación de la concentración de P en frutos de tomate, obtenidos en los 12 tratamientos de fertilización evaluados durante su cultivo

La concentración de P, mantuvo una relación poco definida con los niveles de fert. químico, aunque si es posible notar que cuando no se aplicó ningún químico y cuando se aplicó 0 y 10 ton de bioabono/ha. se obtuvo una concentración baja. Los niveles de bioabono, si muestran una relación con la concentración de P, ya que ésta se manifestó baja cuando no se aplicó bioabono, sin importar mucho los niveles de químico; mientras que cuando se aplicó 20 ton/ha la concentración fué alta y con tendencia a disminuir al incrementarse los niveles de químico y cuando se aplicó 10 ton de bioabono /ha se obtuvo un mejor comportamiento pues éste fué ascendente al aumentar los niveles de químico.

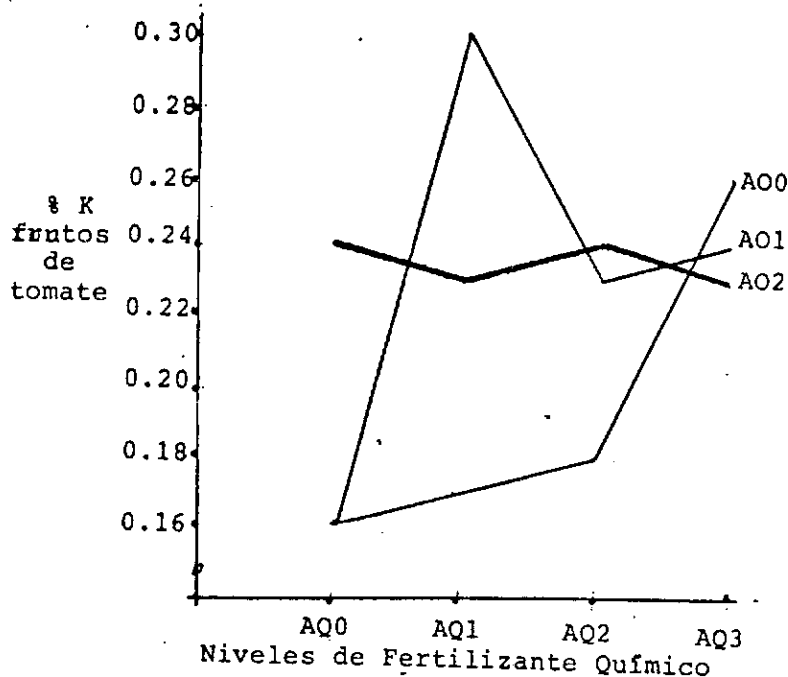


Gráfica 8.

Variación de la concentración de P en frutos de tomate obtenidos de los 12 tratamientos de fertilización evaluados durante su cultivo

En esta gráfica es mas notorio el efecto del bioabono, pues la concentración de P muestra una ligera tendencia al incremento, conforme se van incrementando los niveles de bioabono; aunque lo mas concreto es el efecto del nivel de AO1 (10 ton de bioabono/ha) que tuvo un mejor comportamiento para todos los niveles de fertilizante químico.

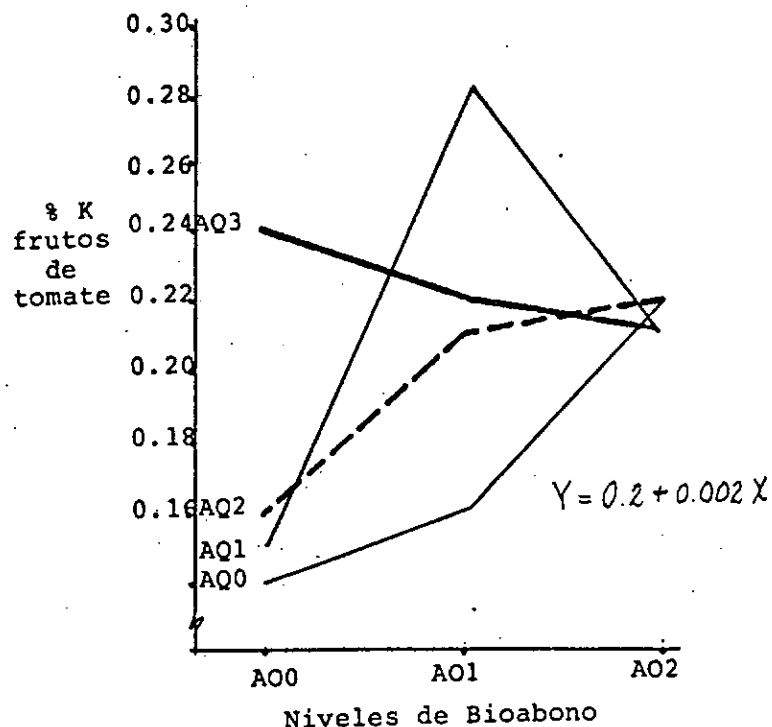
La concentración de Fósforo manifestó un comportamiento lineal con respecto los niveles de bioabono, el coeficiente de correlación de la curva promedio es de 0.967.



Gráfica 9 .

Variación de la concentración de K en frutos de tomate, obtenidos en los 12 tratamientos de fertilización evaluados durante su cultivo.

Esta gráfica muestra muy poca relación entre los tratamientos evaluados y la concentración de K, ya que éste elemento no fué incluido en las dosis evaluadas, pero a pesar de ello, se nota una estabilidad de la concentración de K cuando se aplicó 20 tons de bioabono/ha; lo que indica que este nivel proporcionó K orgánico que fué aprovechado por los frutos, a pesar de que el ciclo de cultivo fué relativamente corto.



Gráfica 10.

Variación de la concentración de Potasio en frutos de tomate obtenidos en los 12 tratamientos de fertilización evaluados durante su cultivo.

Esta gráfica muestra la misma información que la anterior, únicamente que tiene otra disposición en los tratamientos; esto es para mostrar más claramente el efecto del bioabono como aportador de K orgánico, en este caso del tomate. En forma general se muestra un incremento de la [K] al ir incrementando las cantidades de bioabono, independientemente de los niveles de fertilizante químico evaluados.

En forma general la concentración de K tuvo un aumento en forma lineal como lo muestra la ecuación de la curva promedio, la cual posee un coeficiente de correlación de 0.84.

ANALISIS EN CEBOLLA:
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE CAMPO.

Los datos de campo obtenidos en esta investigación se encuentran en el apéndice, por lo que en esta sección se presenta una interpretación de los mismos resultados traducidos a toneladas de biomasa/ha. Y para interpretar en mejor forma dichos resultados de campo se presenta un Análisis de Varianza como método estadístico, el cual será otra fuente de información.

Cuadro 9.

Resultados de Campo presentados por el cultivo de Cebolla,
 bajo los 12 tratamientos de fertilización.

Tratamientos	A00	A01	A02	Y..K	Y..K
AQ0	16.38	18.55	25.66	60.59	20.20
AQ1	21.88	26.88	27.99	76.75	25.58
AQ2	26.99	27.38	28.22	82.59	27.53
AQ3	27.84	28.98	28.50	85.32	28.44
Y.J.	93.09	101.79	110.37	305.25	-----
Y.J.	23.27	25.45	27.59	-----	-----

AQ=niveles de fertilizante químico

A0 =niveles de bioabono

Cuadro 10.

ANALISIS DE VARIANZA
PARA EL ARREGLO BIFACTORIAL DE
PARCELAS DIVIDIDAS

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.
Bloques	2	107.802	53.901	11.44*	6.94-18.
FACTOR (AO)	2	12.441	6.22	1.38	6.94 18.0
ERROR (a)	4	18.05	4.51		
SUBTOTAL	8	138.301	17.29		
FACTOR (B)	3	40.88	13.63	49.02**	3.16-5.09
INTERAC (AB)	6	64.13	10.68	38.44**	2.65-4.01
ERROR (b)	18	5.009	0.278		
TOTAL	35	248.32			

* Esta información de campo, también fué sometida a una ANDEVA para un diseño en bloques al azar, con el objeto de buscar mas diferencia entre tratamientos. (ver Apéndice).

Como se puede ver en el cuadro del Análisis de Varianza, el diseño de bloques al azar fué correctamente utilizado. Dicha información es indicada por la significancia entre bloques, lo que manifiesta la presencia de gradientes de variación, entre las que pueden mencionarse: la pendiente, la cercanía al camino, la presencia de corrientes de agua durante la época de lluvia y la susceptibilidad de ciertas áreas para el encharcamiento.

Además dicho ANDEVA muestra que no hubo significancia entre los diferentes niveles de bioabono, o sea que todos los niveles de bioabono que se utilizaron produjeron rendimientos "estadísticamente iguales", cuando actuaron por si solos. Aunque como se indica mas adelante, los niveles de bioabono sí produjeron diferencias significativas en el rendimiento, cuando interactuaron con las diferentes dosis de fertilizante químico. Lo que significa que las diferentes dosis de fertilizante químico se comportaron diferentes cuando estuvieron combinadas con los niveles de bioabono.

Solo como indicación es necesario mencionar que dichos niveles de fertilizantes químicos manifestaron significancia actuando aisladamente.

Existen una serie de razones que respaldan la lógica de este comportamiento, dichas razones serán analizadas en forma de conjunto al final de la discusión general de resultados de campo y de laboratorio de los tres cultivos en general.

Aunque cuantitativamente los niveles de bioabono no manifestaron significancia en su comportamiento, cabe señalar que la presentación física del producto final (bulbos de cebolla en fresco), si manifestaron diferencias

marcadas, pues las cebollas sin bioabono eran pequeñas, deformes y poco jugosas; mientras que las cebollas a las cuales se les aplicó bioabono como complemento a las dosis de químico, fueron grandes, bien formadas y presentables.

Debido a las diferencias estadísticas manifestadas por la interacción de bioabono-fertilizante químico, a continuación se presenta una comparación múltiple de medias por medio del Método de la Prueba de Tukey, el cual indicará los mejores tratamientos de entre los evaluados.

CUADRO 11 .

Prueba de Tukey al 5% de significancia
para la interacción AB

<u>INTERACCION</u>	<u>ton/ha</u>	<u>Regla de Decisión.</u>
A01AQ3	9.66	a
A02AQ3	9.50	a b
A02AQ2	9.41	a b
A02AQ1	9.33	a b
A00AQ3	9.28	a b
A01AQ2	9.13	a b c
A00AQ2	8.99	b c
A01AQ1	8.96	b c
A02AQ0	8.55	c
A00AQ1	7.29	d
A01AQ0	6.18	e
A00AQ0	5.46	f

Del cuadro anterior se deduce que las medias obtenidas de las interacciones A01AQ3, A02AQ3, A02AQ2, A02AQ1, A00AQ3 y A01AQ2, estadísticamente y con un 5% de significancia son iguales. Ya que son los tratamientos que arrojaron mejores resultados en este experimento.

La media mas baja es la que procede del testigo absoluto (A00AQ0). ES de notar que los tratamientos que poseen menos fertilizante químico son los que presentan mas bajo rendimiento, pero éstos van aumentando conforme se incrementan los niveles de bioabono gradualmente, así: A00AQ0 (5.46), A01AQ0 (6.18) y A02AQ0 (8.55).

En forma general se observa una influencia de los niveles de bioabono sobre el rendimiento, la cual no es tan marcada como la manifiestan los niveles de fertilizantes químicos.

Los rendimientos obtenidos en forma general en el experimento, son relativamente bajos debido a la influencia de condiciones adversas a que estuvo sometido el experimento.

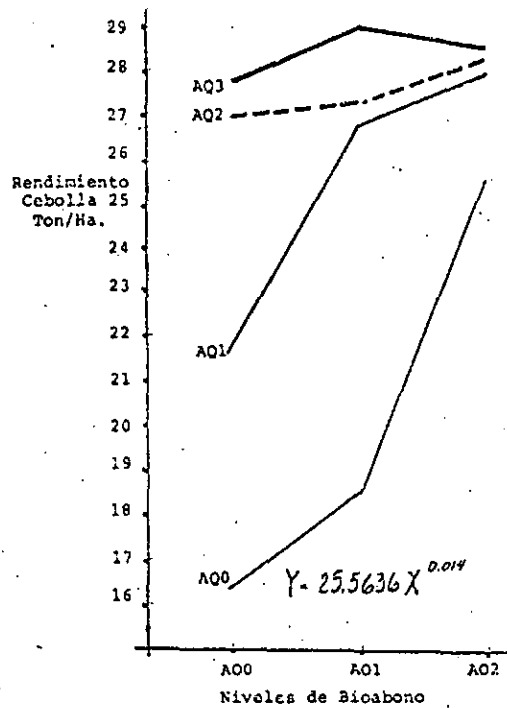
Para determinar la calidad de las cebollas se hizo, además de la observación de los bulbos, un análisis químico de cada uno de los 12 tratamientos evaluados. Debido al alto costo de dichos análisis, no se pudo hacer para cada unidad experimental, sino que las tres repeticiones de cada tratamiento se sacó una muestra, la cual fué sometida a los diferentes análisis.

Los análisis realizados en cada tratamiento fueron: % de Sólidos Totales (% ST), Concentración de Nitrógeno Total (%NT), Concentración de Fósforo (%P), en forma de P₂O₅ y Concentración de Potasio (%K) en forma de K₂O. Cada uno como indicador de la riqueza nutritiva de los bulbos en la alimentación y como indicadores de la acción de la materia orgánica (bioabono) en la asimilación de los macronutrientes (N, P y K)

El rendimiento del cultivo de cebolla se vió influenciado por los diferentes niveles de fertilizantes químicos que se evaluaron. Apesar de que se tuvo una serie de condiciones adversas tales como: las condiciones

ambientales, las condiciones físicas del suelo, el ciclo de vida de la cebolla (relativamente corto), la alta incidencia de plagas del suelo, severo ataque de plagas y enfermedades del follaje. Las diferentes combinaciones de Fertilizantes químicos y bioabono, manifestaron diferentes rendimientos, como se puede ver en las graficas siguientes:

Presentación de la información de Campo obtenida en el cultivo de la Cebolla.



Grafica 11.

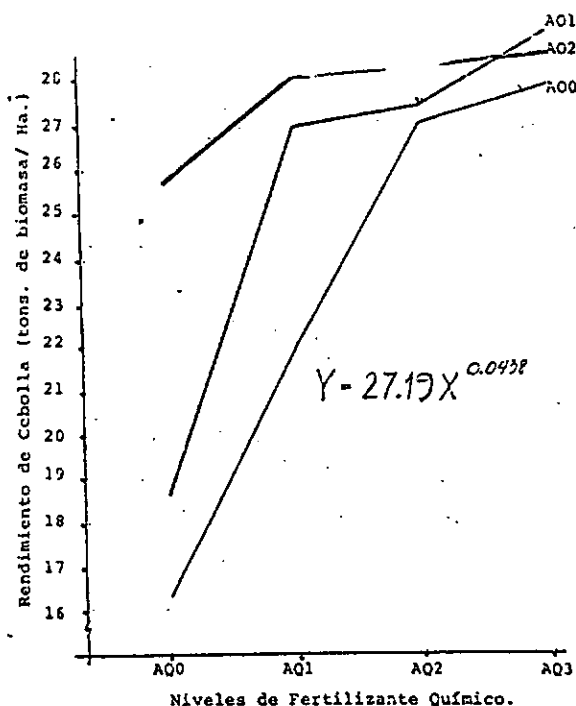
Variación del Rendimiento del cultivo de Cebolla en los 12 tratamientos Evaluados.

Al presentar la curva del comportamiento de cada nivel de fertilizante químico y variando los niveles de bioabono, se nota que hubo un incremento del rendimiento al aumentar las dosis de bioabono, tal incremento fué generalizado para todos los tratamientos con químico, excepto cuando se usaron 20 ton/ha y doble dosis ideal de químico, donde manifestó una ligera disminución.

El rendimiento mas bajo (16.38 ton/ha) se obtuvo con el testigo absoluto, mientras que el mas alto (28.98 ton/ha) se logró aplicando 10 ton/ha de bioabono y doble dosis de químico, aunque con la curva de la dosis ideal la diferencia es mínima.

Es bien marcada la diferencia entre los tratamientos sin químico y el resto, marcandose el efecto logrado por el bioabono cuando no se aplicó fertilizante químico.

La ecuación de la curva es bien definida en su comportamiento logaritmico, su coeficiente de correlación es de 0.91.



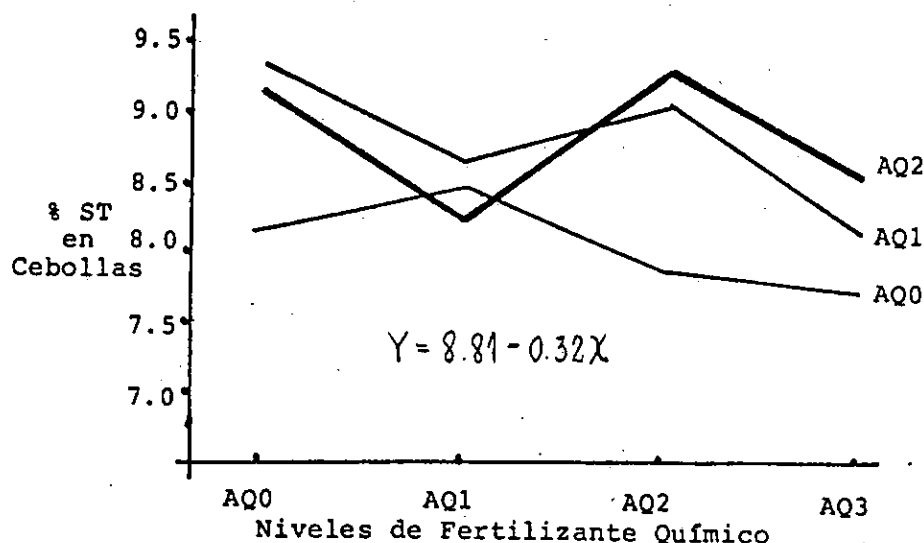
Gráfica 12.

Variación del rendimiento del cultivo de cebolla en los 12 tratamientos evaluados.

En esta gráfica se presenta la misma información que en la anterior, solo que en esta se reorganizó para enfatizar ciertos puntos que no era posible observar en la anterior. Aquí se hace mas notorio el efecto de los fertilizantes químicos, pues cuando se mantiene fijo el nivel de bioabono, el rendimiento tiene un marcado incremento al ir aumentando los niveles de fertilizante químico.

Además se muestra en forma bien marcada el efecto del bioabono, pues en la curva A00, es lo que se podría llamar el comportamiento tradicional, ya que no lleva nada de bioabono, y los resultados que se dan son por efecto únicamente del fertilizante químico; mientras que en las curvas A01 y A02 se aplicaron 10 y 20 tons/ha de bioabono, y los datos son producto de la combinación del fertilizante químico y del bioabono. Mostrando un mejor rendimiento el tratamiento de 20 ton/ha. aunque cuando se usó 10 ton también presentó un buen rendimiento, excepto cuando no se fertilizante químico. La curva posee un comportamiento logaritmico con un coeficiente de correlación de 0.99.

Análisis de la Información de Laboratorio, obtenida a partir de la cosecha de Cebolla.



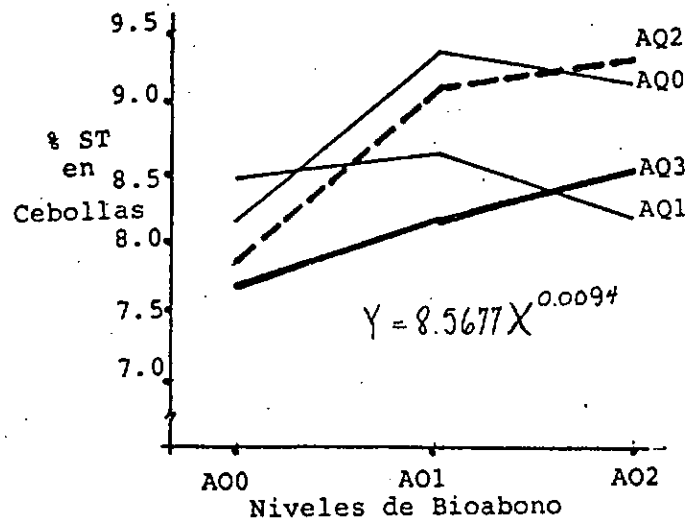
Gráfica 13:

Variación del contenido de ST en bulbos de Cebolla producidos en los 12 tratamientos evaluados.

En la curva A00 fué donde no se aplicó nada de bioabono, aquí el contenido de ST fué diferente a lo esperado, debido a que el % de ST disminuyó conforme se incrementó la cantidad de FQ; lo que indica que las cebollas donde se aplicó mas FQ fueron mas grandes y mucho mas jugosas (ricas en agua).

En las curvas A01 y A02 (aplicación de 10 y 20 ton/Ha, respectivamente), se presenta un comportamiento parecido al anterior, pues al incrementar la cantidad de de FQ también se disminuye el contenido de ST; pero se denota que en ambas curvas el tratamiento donde se aplicó la dosis ideal de FQ, siempre presentó una mayor concentración de ST.

Aunque el contenido de ST es bastante variable, la ecuación de la curva promedio muestra un comportamiento lineal con coeficiente de correlación de -0.81.



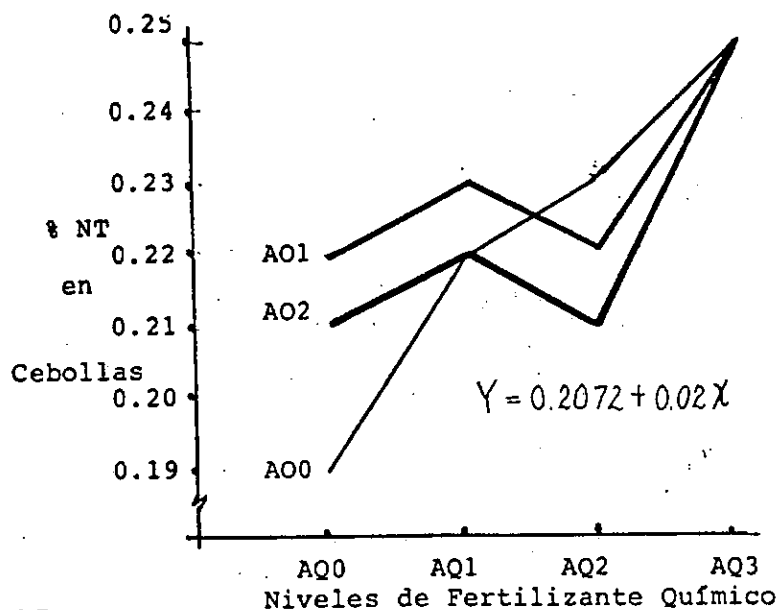
Gráfica 14:

Variación de la concentración de sólidos totales en bulbos de cebolla, obtenidos en los 12 tratamientos evaluados en su cultivo

La información es exactamente la misma que se presentó en la gráfica anterior, solo que organizada de una manera tal que permita hacer evidente el comportamiento de cada nivel de fertilizante químico

El efecto de los niveles de fertilizante químicos se hace mas evidente cuando se observa la curva de comportamiento de cada uno de ellos con respecto a los niveles de abono orgánico. Se denota un comportamiento ascendente de cada nivel de fertilizante químico al incrementar el contenido de materia orgánica (bioabono) aplicada al cultivo. Esto es confirmado por la ecuación de la curva que resultó lineal, con coeficiente de correlación de 0.859.

La curva presentada por la dosis ideal de FQ es netamente ascendente, notandose que la cantidad de ST se incrementa al aumentar la cantidad de materia orgánica en el mismo nivel de fertilizante químico.



Gráfica 15:

Comportamiento del contenido de NT en bulbos de cebolla producidos en los 4 niveles de FQ evaluados en los 3 niveles de AO.

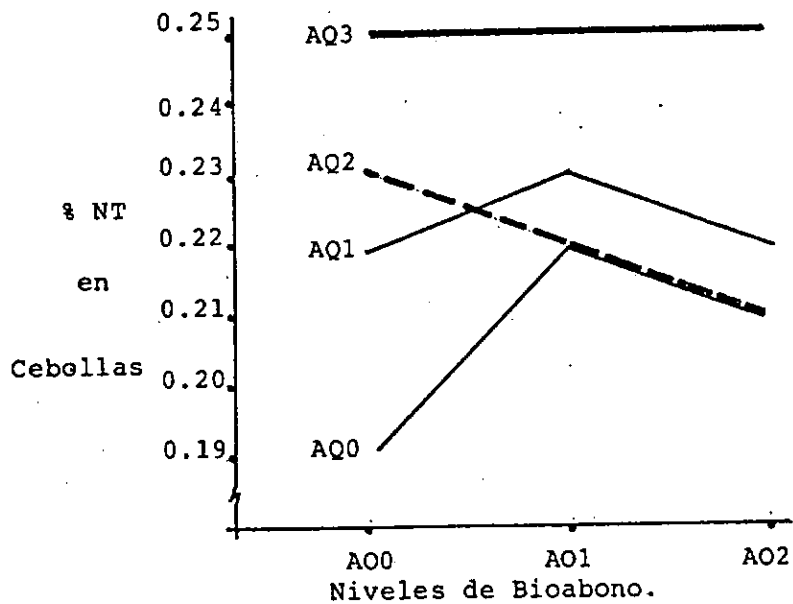
La concentración de NT en los bulbos de cebolla, también fué bastante variable al variar los diferentes niveles de FQ y AO.

En la curva A00 se obtuvo un incremento del NT al incrementar la cantidad de FQ aplicada; o sea éste comportamiento solo fué influenciado por el FQ pues se aplicó el nivel 0 de bioabono.

En la curva A01, el comportamiento es parecido al anterior, solo que se nota la influencia del bioabono, pues el tratamiento donde no se aplicó FQ y 10 ton de bioabono/Ha, presentó una cantidad de N mayor en los bulbos; y en los otros tratamientos la cantidad de N se vió influenciada por el FQ, incrementandose al incrementar éste.

La curva A02 manifiesta un contenido inferior de N en los bulbos, aunque la influencia del FQ, siempre predominó. En ésta curva es necesario anotar que los follajes manifestaron gran crecimiento, lo que justifica la baja en la concentración de N, ya que parte de éste fué utilizado por el cultivo en el crecimiento foliar.

Todo lo anterior se confirma con el comportamiento lineal de la curva promedio la cual posee un coeficiente de correlación de 0.952.

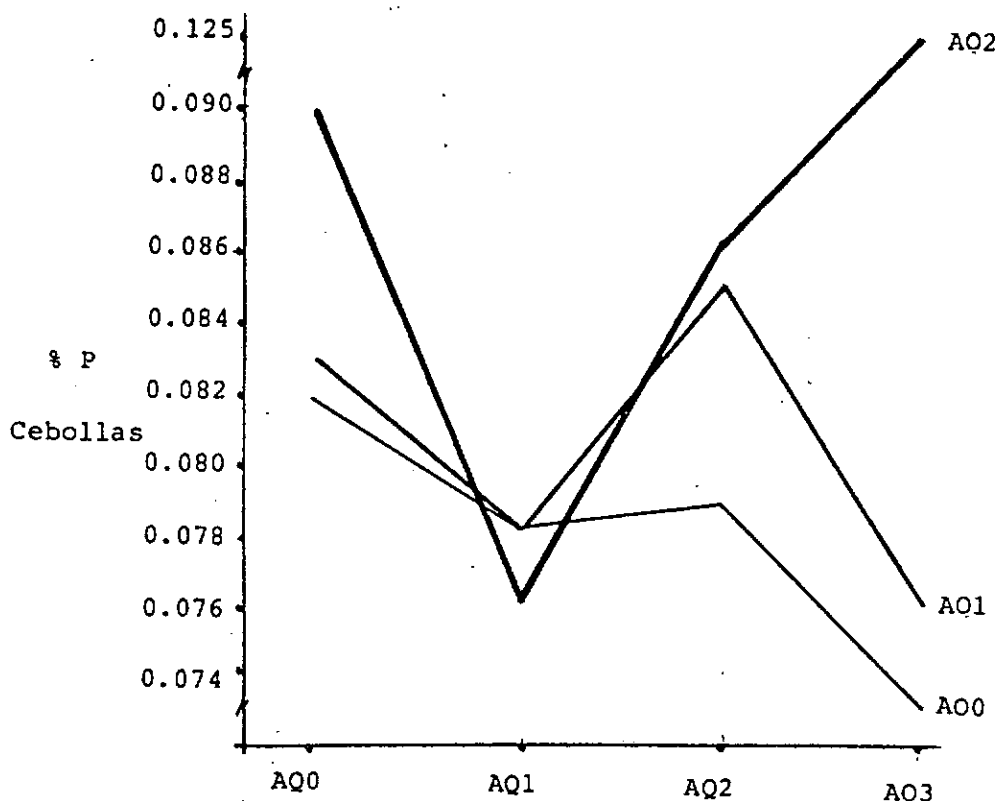


Gráfica 16.

Variación de la Concentración de NT en bulbos de Cebolla obtenidos de los 12 tratamientos evaluados.

En éstas se denota claramente la influencia del FQ en el contenido de NT, y así mismo la escasa participación del bioabono aplicado. Todo lo dicho anteriormente puede denotarse en las anteriores curvas.

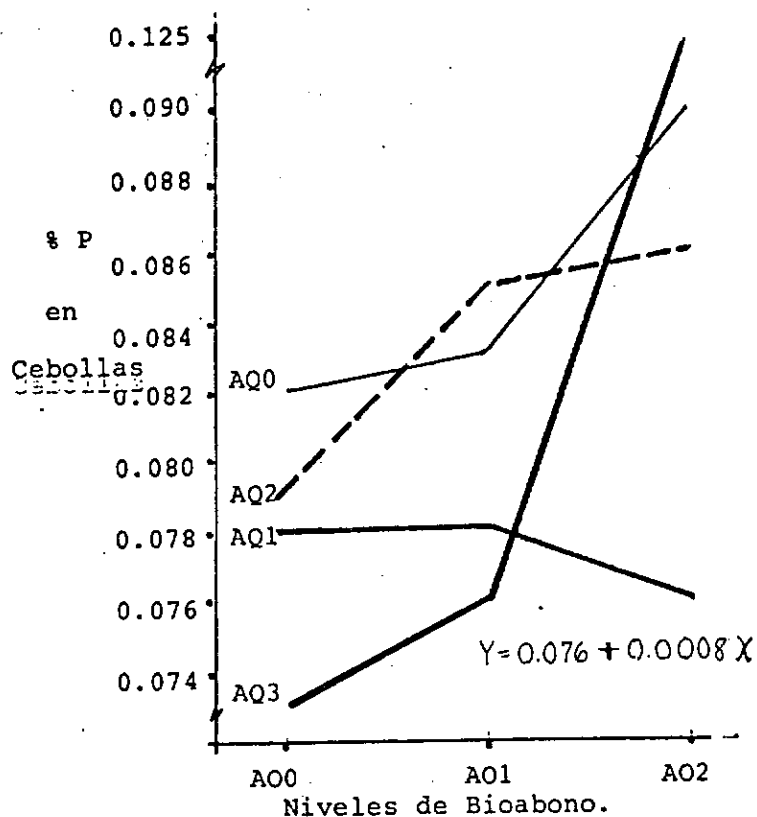
La mayor concentración de nitrógeno total fué manifestada cuando se aplicó la doble dosis de fertilizante químico y se manifestó sin ninguna variación de comportamiento aún cuando variaron las cantidades de bioabono. Y como se nota en las curvas la concentración del Nitrógeno disminuyó conforme disminuyeron las dosis del químico.



Grafica 17. Niveles de Fertilizante Químico
 Variación de la Concentración de Fósforo en bulbos de cebolla obtenidos de los 12 tratamientos de fertilización evaluados durante su cultivo.

En esta gráfica se nota un comportamiento bastante variable de la concentración del Fósforo en los bulbos de cebolla conforme se aplicaron los diferentes niveles de FQ en cada nivel de AO; Los comportamientos que se pueden ver en cada curva, así lo manifiestan. Cuando no se aplicó bioabono, la cantidad de N disminuyó, conforme se aplicó mayor cantidad de FQ, mientras que cuando se aplicaron 10 ton de bioabono/Ha, la cantidad de P en los bulbos fué mayor, aunque bastante variable, indiferentemente de los tratamientos con FQ.

Cuando se aplicaron 20 ton de bioabono/Ha, la cantidad de FQ influyó en mayor grado sobre la concentración de P, pues a pesar de que un resultado bajó en su concentración de P cuando se aplicó media dosis ideal, el resto del comportamiento es ascendente cuando se aplica mayor cantidad de FQ.

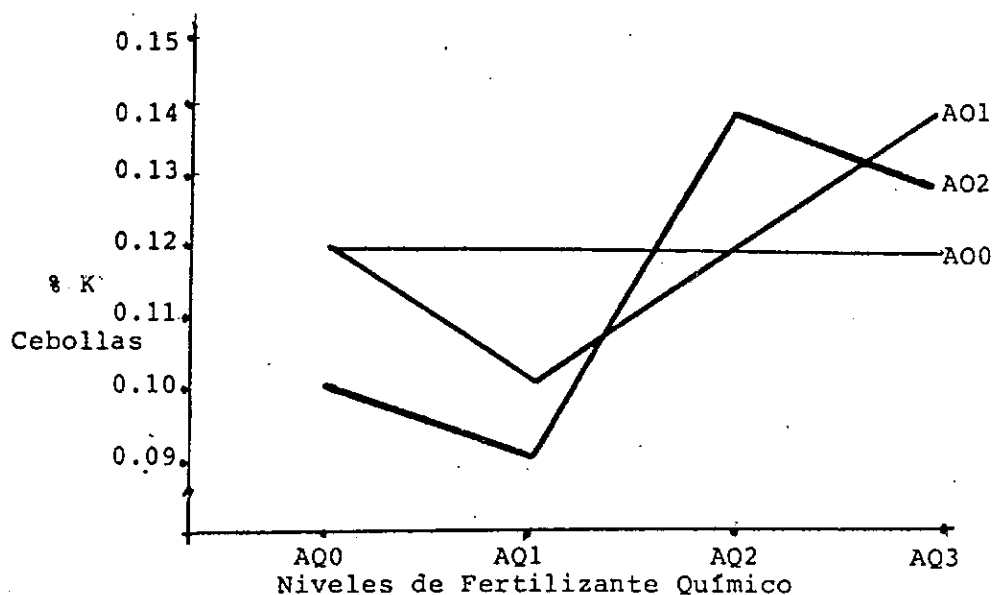


Gráfica 18.

Variación de la concentración de P en bulbos de cebolla producidos en los 12 niveles de fertilización evaluados.

La mayor influencia de la materia orgánica se observa en estas gráficas, donde se denota un incremento de la concentración de P, conforme se incrementan los niveles de bioabono aplicados. Esto resulta lógico, debido a que la materia orgánica en adición a los niveles de FQ que se aplicaron tienden a hacer un efecto sinérgico que redundará en un aprovechamiento por los bulbos. Algo de hacer notar es que cuando no se aplicó FQ, los niveles de P presentaron un incremento marcado conforme se incrementaron las cantidades de bioabono, denotándose el principio del beneficio químico de la materia orgánica de solubilizar las sales no asimilables por las plantas, transformándolas en aprovechables en la nutrición de éstas.

La curva promedio del comportamiento del P con respecto al bioabono posee un comportamiento lineal, lo que confirma lo anterior anotado. El coeficiente de correlación de esta curva es de 0.929.



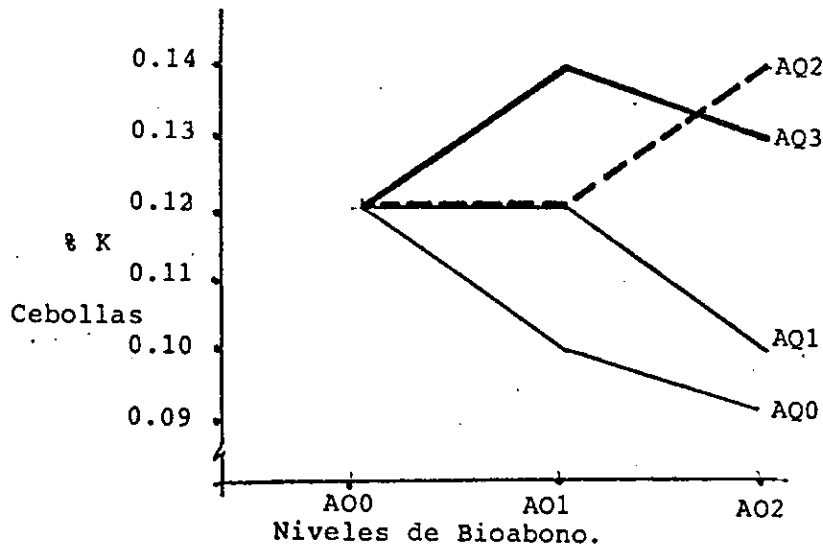
Gráfica 19.

Variación de la concentración de Potasio en bulbos de cebolla obtenidos de los 12 tratamientos de fertilización evaluados durante su cultivo.

En la curva A00 de esta gráfica, se nota un comportamiento completamente homogéneo de los 4 tratamientos de fertilizante químico en el nivel 0 de bioabono. O sea que el cultivo absorbió la misma cantidad de K del suelo, sin importar la cantidad de fertilizante que se aplicó. Lo que resulta bastante lógico pues el K no estaba incorporado en ninguna de las dosis que se evaluaron.

Las otras curvas se presentan un efecto marcado de la aplicación de 10 tons de bioabono/hectárea; pues se asume que esta materia orgánica actúa sobre las sales minerales del suelo, convirtiéndolas en nutrientes asimilables para las plantas. El rendimiento solo puede ser superado cuando se aplica el dolbe de fertilizante químico o bien cuando se usa la dosis ideal de químico complementada con 20 tons de bioabono/ha.

La razón por la que no se utilizó K para la fertilización, fué por la naturaleza de los suelos que son ricos en este elemento.



Gráfica 20.

Variación de la concentración de Potasio en bulbos de Cebolla obtenidos en los 12 tratamientos de fertilización evaluados durante su cultivo.

En forma general, puede observarse en esta gráfica una ligera relación entre los niveles de bioabono y la concentración de Potasio.

Al tomar como punto de partida el testigo absoluto, se nota un incremento de la [K] en los bulbos de cebolla cuando se aplica la dosis ideal de fertilizante químico mas los niveles de 10 y 20 tons. de bioabono/ha; y también cuando se duplica la dosis ideal de fertilizante químico mas 10 tons. de bioabono/ha. Dicho incremento es menor cuando la cantidad de bioabono es de 20 ton/ha debido al amplio crecimiento foliar manifestado por las plantas de cebolla.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
EN EL CULTIVO DEL REPOLLO**

Datos de Campo:

Los resultados de campo obtenidos en todas las unidades experimentales de repollo (36) se encuentran en un cuadro en el Apéndice de este trabajo, en ésta sección se encuentra se encuentra un resumen del rendimiento, en toneladas de biomasa/hectárea, de todos los tratamientos evaluados.

Cuadro 12.

Rendimiento promedio del Cultivo de Repollo
en los 12 tratamientos que se evaluaron
(ton. de biomasa/ha.)

Tratamientos	A00	A01	A02	Y..K	Y..K
AQ0	159.95	165.74	184.26	509.95	169.98
AQ1	206.25	208.80	213.42	628.47	209.49
AQ2	240.05	250.69	231.95	722.69	240.90
AQ3	259.03	278.24	305.09	842.36	280.79
Y.J.	865.28	903.47	935.73	2703.0	-----
Y.J.	216.32	225.87	233.68	-----	-----

AQ= Fertilizante químico A0=bioabono.

Para interpretar en mejor forma los datos obtenidos a nivel de campo, todos los rendimientos fueron sometidos a un análisis de Varianza, cuyo resumen se presenta a continuación.

Cuadro 13.

ANDEVA, para los rendimientos en peso manifestado por el cultivo del Repollo. (ton/ha).

FV.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.
Bloques	2	3097.158	1548.58	7.55*	6.94
Factor A (AO)	2	199.338	99.67	0.45ns	6.94
Error a	4	820.512	205.13	----	----
Sub-total	8	4117.008	-----	----	----
Factor B (AQ)	3	6631.779	2210.59	13.9*	3.16
Interacc AB	6	332.809	55.47	0.35ns	2.66
Error b	18	2662.094	155.10	----	----
Total	35	13943.690	-----	----	----

Referencias:

N.S.= no significancia

* = altamente significativo

La información de campo también fue sometida a un ANDEVA para diseño de bloques al azar, para buscar mayor diferencia entre tratamientos. El resúmen se presenta en el apéndice.

Según el cuadro de ANDEVA, no se presenta ninguna diferencia estadística entre los niveles de bioabono que se aplicaron (ni siquiera al 5%); lo que implica que el bioabono no afectó significativamente los rendimientos en el cultivo del repollo. Mientras que en el caso de los niveles de fertilizante químico (factor B), el ANDEVA indica que se presentaron diferencias significativas entre los diferentes niveles que se evaluaron.

No se evidenció estadísticamente ninguna interacción entre los niveles de fertilizante químico y de bioabono. Aunque resulta evidente que sí se presentó tal interacción, ésta no se llegó a determinar en el proceso de evaluación estadística. Vale la pena mencionar una serie de condiciones que se presentaron durante la etapa de cultivo que disminuyeron el efecto del bioabono durante el cultivo,

éstas son: presencia de sequía durante el invierno (canícula), con pocas facilidades para riego inmediato, condiciones de suelo poco aptas para este cultivo, sistema radicular profundo del cultivo de repollo, sistema de aplicación manual y superficial (a manera de riego); corto ciclo de producción, y otras.

Todas las condiciones citadas anteriormente, pudieron evitar la manifestación de los efectos del bioabono en el rendimiento, pero estas mismas condiciones favorecieron la manifestación de tales beneficios en otros aspectos, tales como: presentación final de los repollos, contenido de Nitrogeno, contenido de fibra en los repollos (ver contenido de solidos totales) y la concentración de los otros componentes que de una u otra manera afectan la calidad nutritiva de los repollos así como la aceptación de éstos por el consumidor.

Debido a todo lo anterior, y para obtener recomendaciones mas concretas de las experiencias de campo, se procedió a hacer una prueba de medias, mediante una comparación multiple de aquellas que resultaron con diferencias significativas.

Como resumen de la comparación multiple de medias por medio de la prueba de Tukey, se presenta a continuación el cuadro de decisión, que indica el comportamiento estadístico de las medias obtenidas con los niveles de fertilizante químicos que se evaluaron.

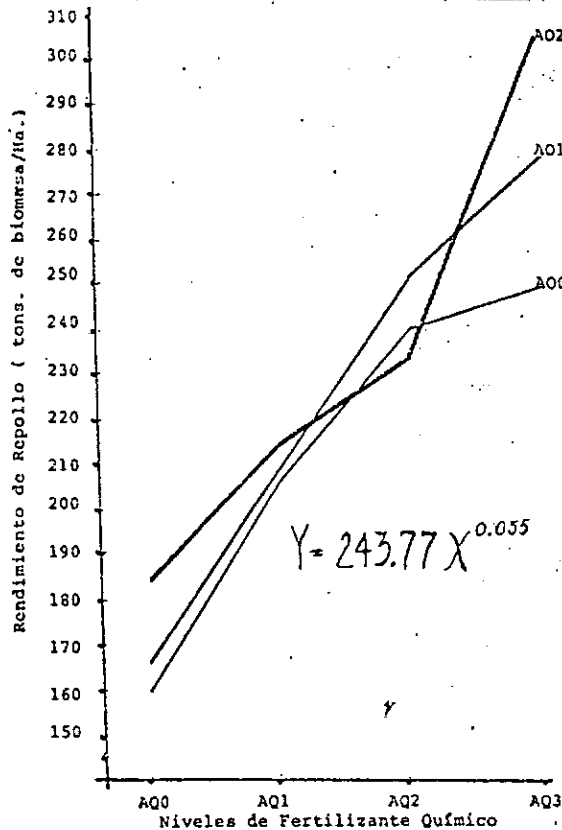
Cuadro 14.

Tabla de Decisión de la Prueba de Tukey al 5%

Tratamiento	Descripción	Media	
AQ3	12* + 19.44**	280.287	a
AQ2	6* + 9.72**	240.896	b
AQ1	3* + 4.86**	209.490	c
AQ0	testigo	169.985	d

Según se puede apreciar en el cuadro resumen de la prueba de Tukey al 5%, que todas las medias alcanzadas con los diferentes niveles de fertilizante químico se comportaron diferente en la prueba, observándose que la media correspondiente al tratamiento AQ3 (doble dosis de químico) fué la que manifestó el mayor rendimiento, mientras que el menor rendimiento fué proporcionado por el testigo absoluto, o sea donde no se hizo ninguna aplicación de químico.

Presentación de los datos de campo, en el cultivo de Repollo.

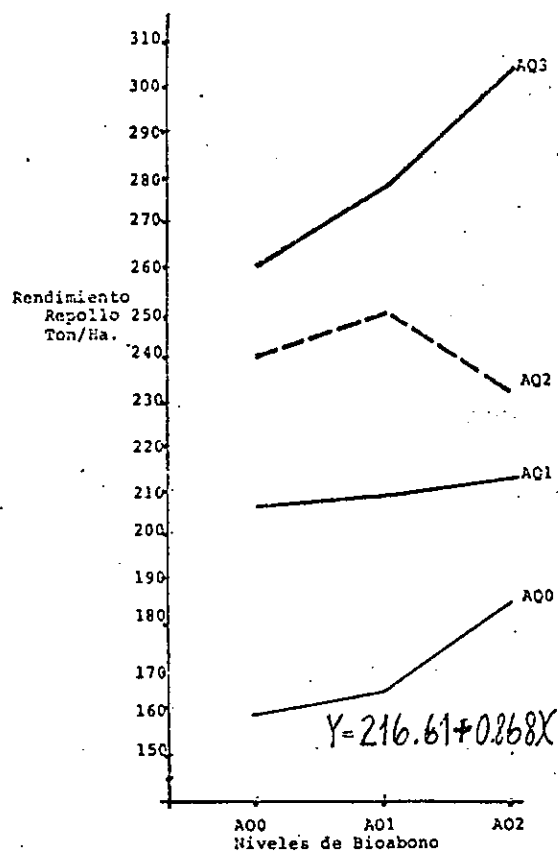


Gráfica 21.

Variación del rendimiento del cultivo del Repollo en los 12 tratamientos de fertilización evaluados.

Aquí puede notarse que el rendimiento estuvo directamente influenciado por el fertilizante químico y en menor grado por los niveles de bioabono. El incremento del rendimiento al incrementar los niveles de fertilizante químico, dándose los mas altos rendimientos (305.09 ton/ha) cuando se aplicó la doble dosis (AQ3) y 20 ton de bioabono/ha los mas bajos rendimientos (159.95) cuando no se aplicó nada de fertilizante químico (AQ0) y nada de bioabono. La razón de estos resultados es que al aplicar la doble dosis de F.Q. y el bioabono, se produjo un crecimiento del follaje; y fué eso lo que se cuantificó para emitir los resultados.

La curva promedio de rendimiento tuvo un comportamiento logarítmico con un coeficiente de correlación de 0.907.



Gráfica 22

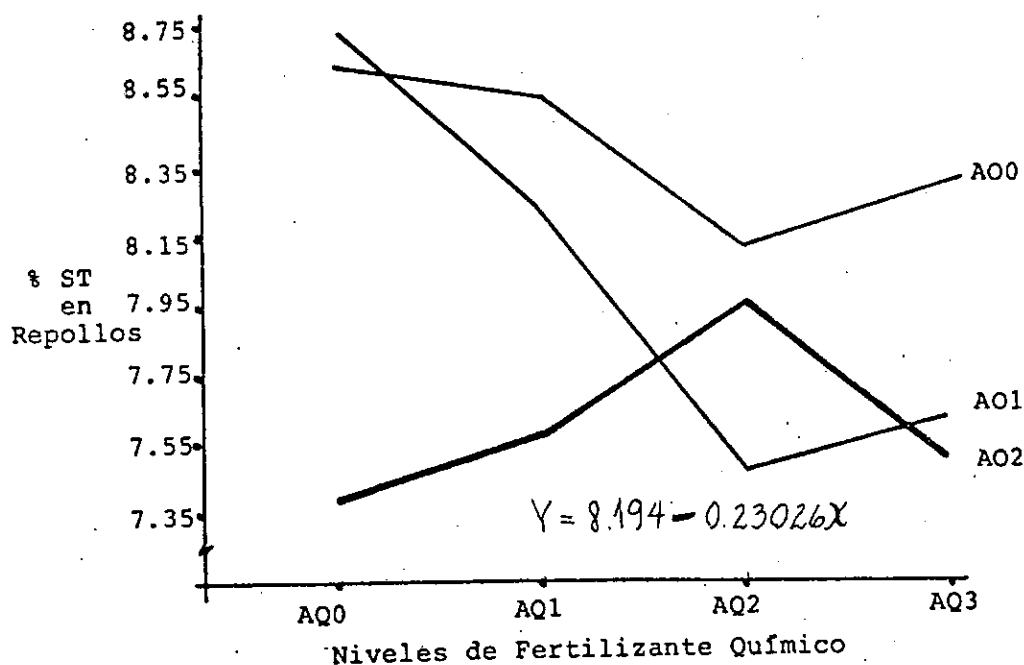
Variación del rendimiento de Repollo en los 12 tratamientos de fertilización que se evaluaron.

Aquí se presenta la misma información anterior (solo que reorganizada) para mostrar en forma mas marcada el efecto de los niveles de fertilizante químico y también el efecto de los niveles de bioabono; y como puede observarse el tratamiento AQ3 manifiesta mas conspicuamente su superioridad sobre los otros tratamientos. También es fácil notar que su efecto se vió mejorado cuando se complemento con las diferentes dosis de bioabono.

El rendimiento mas bajo de todos es el testigo absoluto (AQ0/AQ0) y el mejor fué cuando se aplicó 20 ton/ha de bioabono y doble dosis de fertilizante químico.

La curva promedio del rendimiento con respecto al bioabono es lineal y posee un coeficiente de correlación de 0.998, la cual es bastante confiable.

Análisis de la Información del Laboratorio, obtenida a partir de la cosecha de Repollo.

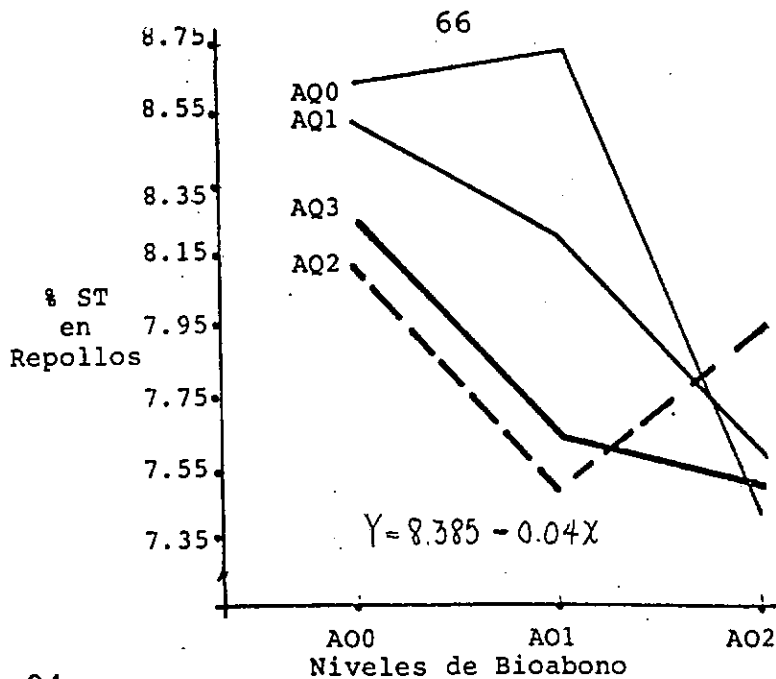


Gráfica 23.

Variación de la concentración de Sólidos Totales en repollos obtenidos de los 12 tratamientos evaluados.

En forma general puede decirse que la concentración de sólidos totales fué mayor cuando no se aplicó bioabono como complemento de las dosis de fertilizante. Dicha concentración bajó relativamente cuando se aplicaron 10 ton y bajó mas aún cuando se aplicaron 20 ton de bioabono/ha como complemento de las dosis de fertilizante químico.

En esta gráfica se manifiesta dramáticamente el efecto de los niveles de bioabono y de las propiedades físicas que la teoría le asigna a la materia orgánica, como retenedora de agua en el suelo; pues a mayor materia orgánica se nota un decremento de la concentración de sólidos totales. Así también es bien marcado el efecto ocasionado por los niveles de fertilizante químico, ya que el contenido de sólidos totales también disminuyó conforme se iban incrementando éstos.



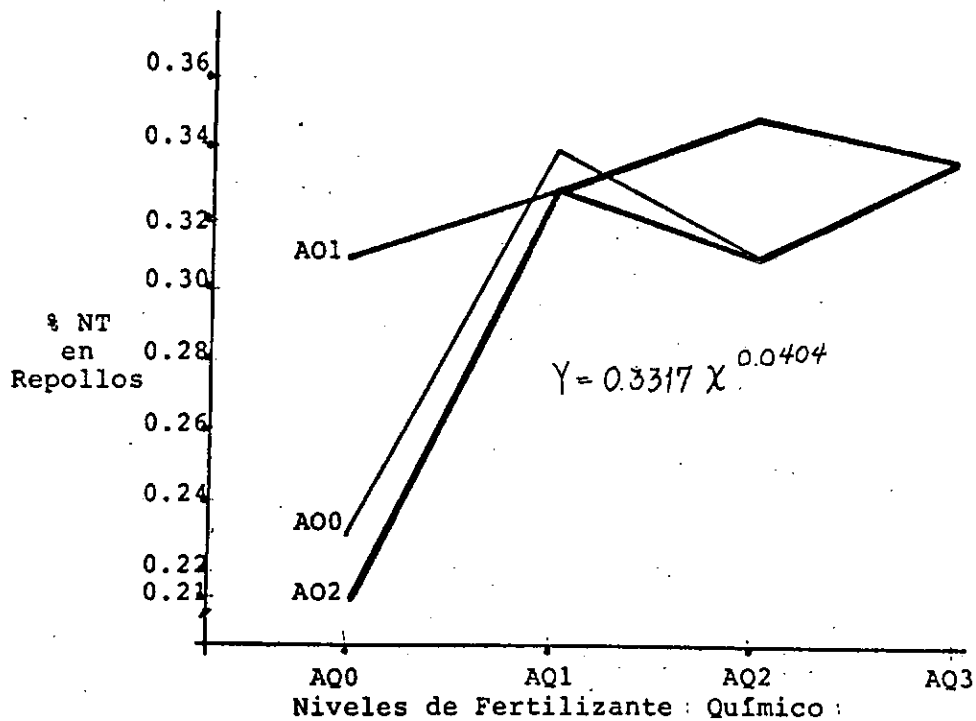
Gráfica 24.

Variación de la concentración de sólidos totales en repollos obtenidos de los 12 tratamientos evaluados.

A pesar de ser la misma información, sólo que organizada en otra forma, con el objeto de analizar con mayor claridad el efecto de los tratamientos evaluados. Se observa una relación entre los niveles de fertilizantes químicos evaluados y la variación en la concentración de sólidos totales, pues se nota que fué mayor la concentración cuando no se aplicó fertilizante químico y fué bajando conforme se incrementaban los niveles de éstos. En ésta gráfica también se hace notoria la acción de la materia orgánica para retener agua; pues se nota la baja en la concentración de sólidos totales, cuando se aplicó mas bioabono como complemento.

La concentración de sólidos totales es inversamente proporcional al contenido de agua o sea que un producto mientras mas agua posea en su constitución, poseera menos concentración de sólidos totales. Y en este caso los productos obtenidos bajo fertilización químico y con aplicación de bioabono como complemento, presentaron mayor contenido de agua.

La curva promedio para los sólidos totales tubo un comportamiento lineal y con un coeficiente de correlación de 1.0.



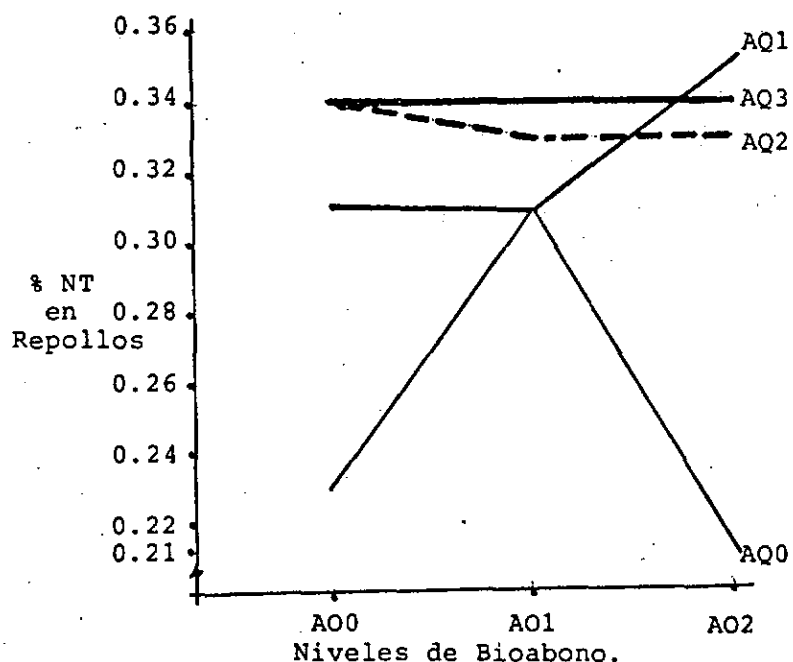
Gráfica 25

Variación de la [NT] en los repollos obtenidos de los 12 tratamientos evaluados en su cultivo.

Se nota un marcado incremento de la [NT] de todos los niveles de bioabono que se evaluaron, conforme se van incrementando las dosis de fertilizante químico.

Manifestando un comportamiento mas homogéneo cuando se aplicó la dosis ideal de bioabono (10 ton/Ha) o sea que con 10 ton/Ha, la tasa de asimilación de N, por las plantas de repollo, fué mayor y también fué mas homogénea al incrementar los niveles de fertilizante químico.

El comportamiento de la curva promedio es netamente logarítmico con un coeficiente de correlación de 0.986.

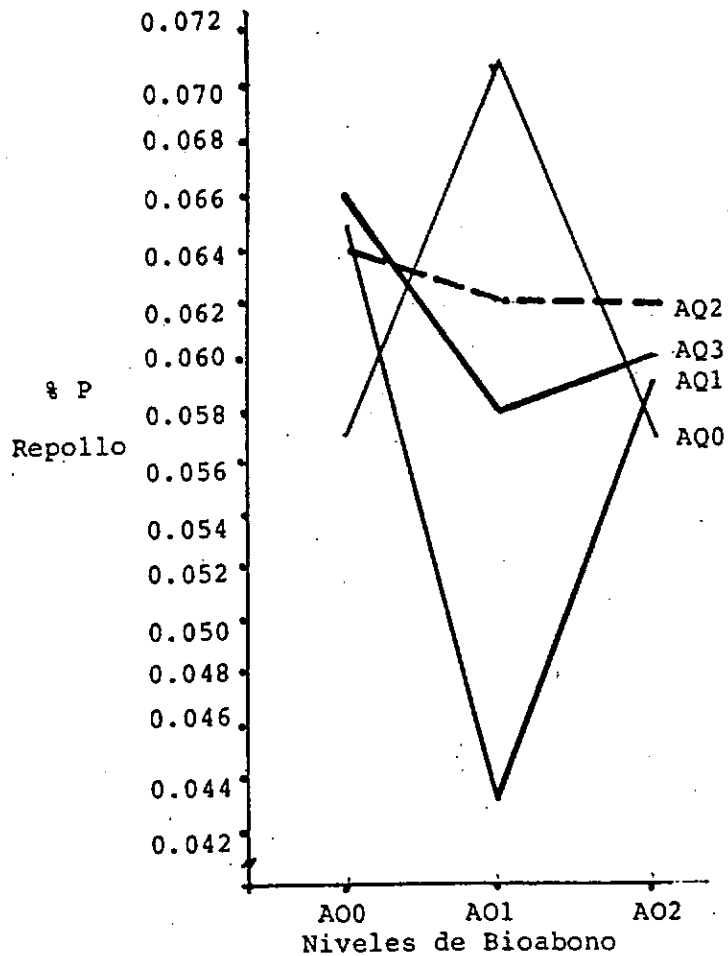


Gráfica 26.

Variación del contenido de NT en repollos, obtenidos en los 12 tratamientos evaluados en su cultivo.

Para reafirmar lo dicho en la gráfica anterior, se presenta la misma información en esta gráfica, con cambios en la organización de los datos para mostrar el efecto de los niveles de fertilizante químico, donde se nota que todos los niveles evaluados, excepto el testigo (0 FQ), presentan mayor concentración de Nitrogeno en sus tejidos foliares.

Considerandose, que en este caso del repollo, lo que interesa es el desarrollo foliar, (pues es la parte comestible) y resulta beneficioso cuando se presenten situaciones vicio foliar. También se denota la acción de la materia orgánica, pues los mejores resultados se dan cuando se combina el fertilizante químico con el bioabono.

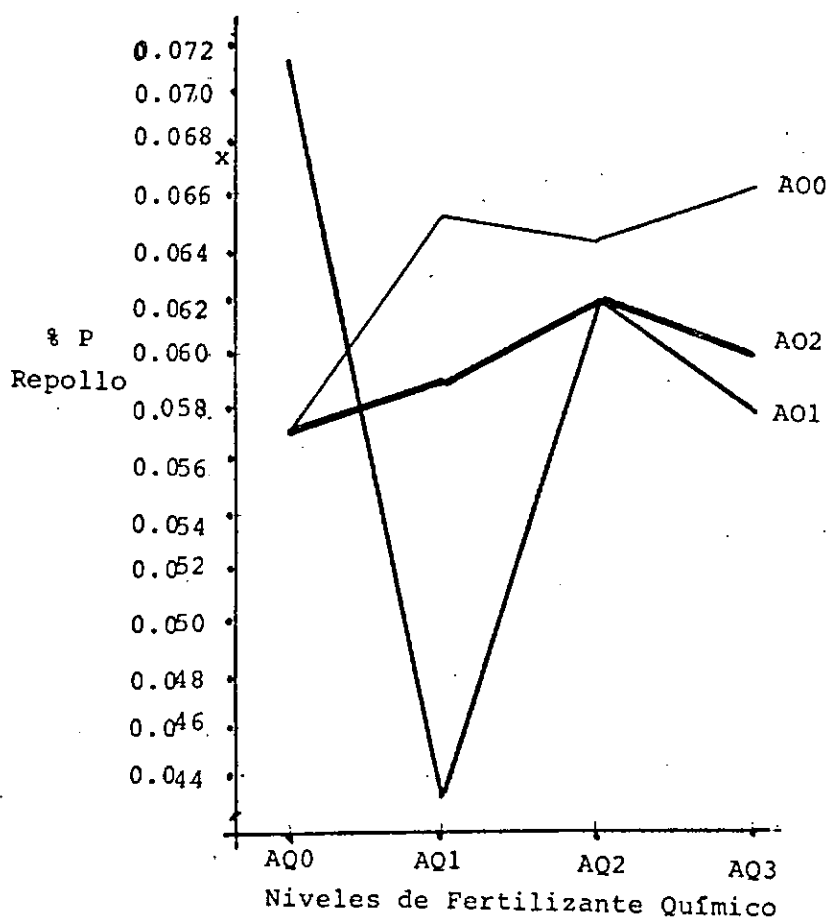


Gráfica 27 .

Variación de la concentración de P en repollos obtenidos en los 12 tratamientos evaluados en su cultivo.

Como puede notarse, no hubo una tendencia definida de la concentración de P con respecto a los tratamientos evaluados. Solo es posible señalar que cuando se aplicó el tratamiento AQ2 (dosis ideal) la concentración de P se mantuvo estable y alta, pero cuando las dosis de fertilizante químico fueron bajas ó nulas (AQ0 y AQ1) la concentración de P si fué bien oscilante, sin un comportamiento bien definido.

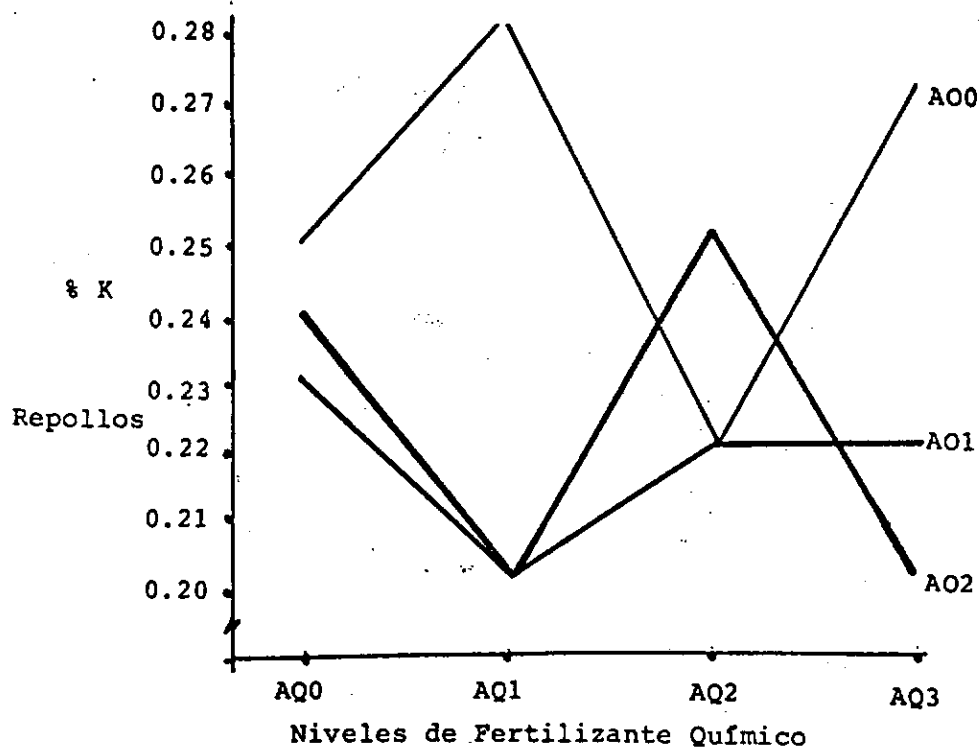
Lo que nos lleva a concluir que el P orgánico no tuvo ninguna influencia en la concentración del P de constitución del producto final.



Gráfica 28 .

Variación de la concentración de P en repollos obtenidos en los 12 tratamientos evaluados en su cultivo.

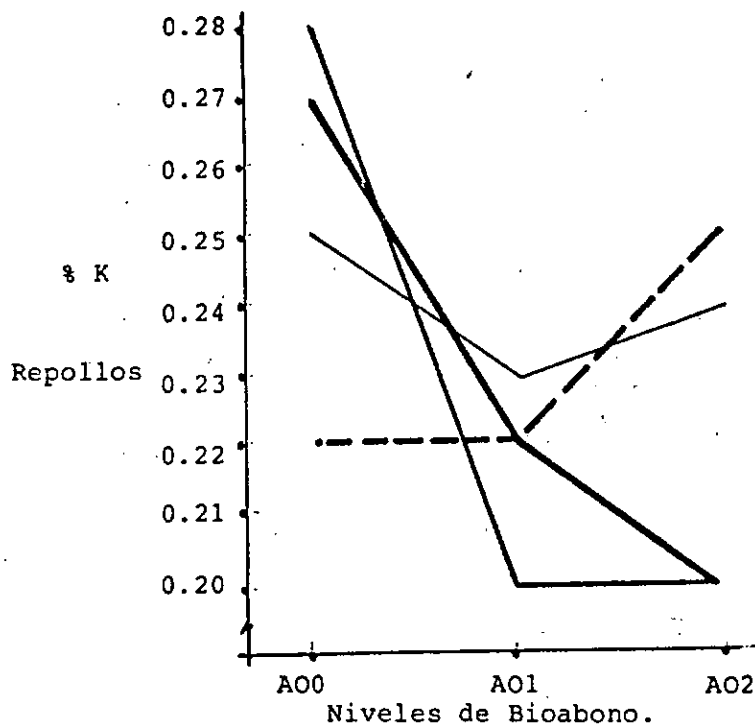
Analizando la misma información de la gráfica anterior, solo que haciendolo con los niveles de bioabono fijos, es facil observar que en los tratamientos orgánicos fué el tratamiento A02 (20 ton/ha) fué el que manifestó mayor estabilidad en la concentración de P. Siendo el tratamiento A00 (sin bioabono) el que presentó mayor concentración de P; lo cual se explica por el hecho de que a mayor crecimiento foliar (vicio) hubo una relativamente baja en la concentración de P, pues los datos se presentan en base húmeda, y estos mismos tratamientos fueron los que presentaron una mayor concentración de agua en sus tejidos.



Gráfica 29.

Variación de la concentración de K en repollos obtenidos en los 12 tratamientos evaluados en su cultivo.

En este caso de la concentración de K, no presentó un comportamiento muy definido, con respecto a los niveles de fertilizante químico que se evaluaron; pues en estas curvas poniendo los niveles de bioabono fijos y viendo su comportamiento al variar los niveles de fertilizante químico, se determina que la causa se debe a que el K no fué parte de de las dosis que se evaluaron, (ya que dichas dosis consistieron de N y P), y por eso no se vió directamente influenciado por los niveles de químico que se evaluaron, aunque se afectó por la concentración de agua, manifestando relación directa con los niveles de solidos totales encontrados.



Gráfica 30.

Variación de la concentración de K en repollos obtenidos en los 12 tratamientos evaluados en su cultivo.

Aquí se va a analizar la información ubicando fijos los niveles de fertilizante químico para ver la variación de la concentración de K al variar los niveles de bioabono.

La gráfica muestra que el efecto del K orgánico, o sea el contenido en el bioabono, no hizo efecto en la concentración final del K en los repollos, lo cual pudo deberse al corto período de tiempo que duró el cultivo en el campo y que no fué suficiente para que el bioabono actuara sobre las sales minerales de K y las hiciera asimilables por las plantas.

Aunque vale señalar que se nota una ligera influencia indirectamente proporcional a los niveles de fertilizante químico, por la misma razón que se señaló en la curva anterior (la relación con la concentración de sólidos totales).

CONCLUSIONES

En Cebolla:

A.-. Los niveles de bioabono evaluados individualmente no manifestaron efectos significativos en el rendimiento; pero sí cuando interactuaron con los niveles de fertilizante químico.

B.-. La apariencia física (tamaño, forma y color) de las cebollas mejoró cuando se aplicó bioabono.

C.-. El tratamiento que presentó el menor rendimiento fué el testigo absoluto. Mejorando el rendimiento al incrementar los niveles de bioabono y los niveles de fertilizante químico. Tal como lo plantea la hipótesis.

D.-. El mejor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó 10 tons de bioabono/ha. como complemento de la doble dosis de fertilizante químico.

E.-. La concentración de Nitrógeno en las cebollas estuvo relacionada en forma lineal ($R=0.952$) con los niveles de fertilizante químico que se evaluaron.

F.-. Se manifestó una relación directa en forma lineal ($R=0.929$) entre la concentración de Fósforo y las diferentes niveles de bioabono que se evaluaron.

En Repollo:

G.-. El uso de bioabono no afectó el rendimiento obtenido, siendo unicamente el fertilizante químico el factor que manifestó variaciones estadísticamente significativas.

H.-. Los tratamientos con mayor rendimiento fueron las combinaciones de doble dosis de fertilizante químico + 10 tons. de bioabono/ha y la dosis recomendada de fertilizante químico + 20 tons. de bioabono/ha.

I.-. La hipótesis se confirma por la interacción entre el bioabono, el fertilizante químico y el rendimiento, a pesar que no llegó a ser estadísticamente significativa.

J.- La apariencia física de los repollos mejoró con la aplicación de bioabono. Mejorando además la calidad nutritiva de éstos.

K.- La cantidad de fibra en los repollos disminuyó linealmente ($R=-1.0$) al aumentar los niveles de bioabono.

L.- La concentración de Nitrógeno en los repollos estuvo influenciada en forma logarítmica ($R=0.986$) por el fertilizante químico.

LL.- El contenido de P y K en los repollos no se vió influenciado por los tratamientos que se evaluaron.

En Tomate:

M.- El uso del bioabono, individualmente, no afectó significativamente el rendimiento del tomate .

N.- El fertilizante químico sí manifestó diferencias significativas, siendo la dosis recomendada por ICTA y 10 tons. de bioabono/ha. el mejor de todos los tratamientos

Ñ.- La concentración de Nitrógeno en los tomates estuvo influenciada en forma logaritmica ($R=0.961$) por los niveles de fertilizante químico y, con un $R=0.871$ por los niveles de bioabono que se evaluaron.

O.- Las mejores concentraciones de Nitrógeno en los frutos fué manifestada por el nivel AOL (10 tons de bioabono/ha) en todos los niveles de fertilizante químico.

P.-. La concentración de sólidos totales en los tomates, se vió inversamente afectada (en forma lineal con un $R=-0.83$) por los niveles de bioabono; mientras que la concentración de fósforo lo estuvo directamente (en forma lineal con $R=0.967$).

Q.- La calidad de los frutos y su apariencia física estuvieron directamente afectadas por los niveles de bioabono.

RECOMENDACIONES

A-. Para la fertilización mas adecuada en tomate, cebolla y repollo, aplicar la dosis de fertilizante químico recomendada por ICTA, mas 10 tons.de bioabono por hectárea como complemento.

B-. No aplicar el bioabono como sustituto de la dosis de fertilizante químico, principalmente cuando se estan haciendo las primeras aplicaciones de bioabono.

C-. Hacer la reducción de las aplicaciones de fertilizante químico en forma paulatina, conforme el suelo lo vaya requiriendo; o sea a medida que éste vaya recuperando sus propiedades físico-químicas.

D-. Aplicar mas de 10 tons de bioabono/ha., como complemento, unicamente si se desea del cultivo un buen desarrollo foliar.

E-. Realizar las aplicaciones en la etapa presiembra, preferentemente durante la preparación del terreno. Haciendolo a mas tardar durante las etapas iniciales de crecimiento; e incorporarlo al suelo mediante azadón u otro equipo agrícola.

F-. Desarrollar esta investigación nuevamente a nivel de agricultor; a fin de evaluar efectos a corto y mediano plazo; y llevar a cabo una minuciosa relacion beneficio/costo.

G-. Realizar mas investigaciones a nivel de campo con este abono orgánico, tratando de ampliar su gama de aplicaciones como nutriente vegetal, y también como alimento animal.

BIBLIOGRAFIA

1. ASHLEY, W; LEONARD, S. R. 1,984. El estiércol vale mucho, debe usarse bien. Agricultura de las Américas (EE. UU.) 12(7):98.
2. BAQUEDO MUÑOZ, M. 1,979. Los digestores, energía y fertilización para el desarrollo rural. Mexico, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. p 12-13.
3. CARRION BALLENA, G. 1,981. Efectos del bioabono (efluente líquido) en el desarrollo del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* var. Blanca de Boston) en el valle de Cajamarca. Perú, Instituto de Tecnología Industrial y de Normas Técnicas. s.p.
4. FAO (Italia). 1,977. China, recycling of organic wastes in agriculture. Rome. 215 p.
5. GARCIA MORALES, V. H. 1,977. Estudio del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) a diferentes intensidades de siembra en relación a la aplicación de abono orgánico y de nitrógeno en el valle de Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
6. GONZALEZ, B. J.; MUÑOZ V., L. A. 1,978. Aprovechamiento de desechos para la generación de biogás como fuente de energía. Panamá, Universidad de Panamá, Facultad de Agronomía. p 4-12.
7. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA METEOROLOGIA E HIDROLOGIA . 1,984. Cartas climáticas; estaciones de Bárcena y Villa Nueva. s.n.t.

8. GUDIÉL, V. M. 1,980. Manual agrícola Superb. 5 ed. Guatemala, Superb. p 66-74, 122-131, 140-150.
9. INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. PROYECTO LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA. 1,984. Biogás. Guatemala. 30 p.
10. LEON GARCIA, J. R. 1,977. Selección y construcción de un sistema de producción de gas metano y abono orgánico que se adapta al medio rural. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 6-9.
11. MEXICO. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES METALURGICAS 1,975. Desechos orgánicos, una fuente de energía para el campo. México. p 7-9.
12. MILIAR, E. E. 1,975. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, AID. 527 p.
13. MIRANDA H, S. E. 1,985. Evaluación de láminas de efluente de digestor y niveles de macronutrientes (NPK) y su efecto en el rendimiento de alfalfa forrajera (Medicago sativa L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76 p.
14. MONTERROSO SANTELIS, E. R. 1,979. Fertilización orgánica en 2 suelos serie Tiquisate en río Bravo, Suchitepequez y su influencia en el rendimiento de maíz (Zea mayz L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 67 p.
15. NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE (EE. UU.). 1,982. Manual de fertilizantes. México, Limusa. p 48-51, 132-144.

16. PENAGOS G., M. D. 1,974. Plantas biológicas, solución inmediata a graves problemas nacionales. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. p 9-24.
17. SANCHEZ, P. A. 1,981. Suelos tropicales; características. C. R., IICA. p 167-179, 187, 258.
18. SIMMONS S., Ch.; TARANO, J.; PINTO, J. 1,959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado S. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p 775-777.
19. THORTON, M. K. 1,965. Los suelos y como mejorarlos. La Hacienda (EE. UU.) 60(4):20-22.
20. VERASTEGUI L., J.; MATHEU, B. 1,979. Producción de biogás a partir de desechos orgánicos. Perú, Instituto de Tecnología Industrial y de Normas Técnicas. p 124.

Uo. Bo.

Petrucci



APENDICE

CUADRO 15.

Datos Específicos sobre distancias
utilizadas en cada uno de los cultivos bajo estudio.

En en el cultivo de la Cebolla:

Area Bruta Total	270 metros 2
Area bruta, parcela chica	7.50 "
Area Neta , parcela chica	3.00 "
Distancia entre surcos	0.50 metros
Distancia entre plantas	0.10 metros
‡ de surcos/U.E.	5

En el cultivo del Repollo

Area bruta total	720 metros 2
Area bruta U.E.	12 "
Area Neta U.E.	4.32 "
Distancia entre Plantas	0.40 metros
Distancia entre Surcos	0.60 metros
‡ surcos/ U.E.	5

En el Cultivo del Tomate

Area Bruta Total	1,000 metros 2
Area Bruta U.E.	15 metros 2
Area Neta U.E,	6 metros 2
Distancia entre Plantas	0.5 metros
Distancia entre Surcos	1.0 metros
‡ de surcos	5

CUADRO 16.

CUADRO DE RESULTADOS DE APLICACION DE
BIOABONO (AO) Y FERTILIZANTE QUIMICO (AQ) EN TOMATE

	<u>Bloques</u>	<u>AQ₀</u>	<u>AQ₁</u>	<u>AQ₂</u>	<u>AQ₃</u>	<u>-----</u>
AO ₀	B ₁	12.5	12.875	43	41.8125	110.1875
	B ₂	15.5625	20.75	30.0625	26.875	93.25
	B ₃	10.78125	26.40625	25.625	20.28125	83.09375
		<u>38.84375</u>	<u>60.03125</u>	<u>98.6875</u>	<u>88.96875</u>	<u>286.53125</u>
AO ₁	B ₁	26.625	27.4375	47.1875	50.5625	151.8125
	B ₂	14.4375	32.0625	32.375	31.625	110.5
	B ₃	10.5	24.5625	25.375	16.8125	77.25
		<u>51.5625</u>	<u>84.0625</u>	<u>104.9375</u>	<u>99</u>	<u>339.5625</u>
AO ₂	B ₁	30.625	36.1875	46.5	31.0625	144.375
	B ₂	19.75	25.75	29.8125	28.5	103.8125
	B ₃	18.875	19.1875	19.4375	17.4375	74.9375
		<u>69.25</u>	<u>81.125</u>	<u>95.75</u>	<u>77</u>	<u>323.125</u>
Total		<u>159.65625</u>	<u>225.21875</u>	<u>299.375</u>	<u>264.96875</u>	<u>949.21875</u>

CUADRO 17.

CEBOLLA. DATOS DE CAMPO.

DETALLE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL DE CAMPO
CON LA APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS.

		I	II	III	Y.ik	Y.jk
	AQ0	6.91	7.20	2.27	16.38	5.46
	AQ1	10.42	8.05	3.41	21.88	7.29
AO0	AQ2	8.71	12.22	6.06	26.99	8.99
	AQ3	8.71	13.35	5.78	27.84	9.28
Total parc. Grande		34.75	40.82	17.52	93.09	
	AQ0	7.10	8.24	3.22	18.56	6.18
	AQ1	10.60	10.13	6.15	26.88	8.96
AO1	AQ2	7.58	10.61	9.19	27.38	9.13
	AQ3	6.16	12.03	10.79	28.98	9.66
Total Parc grande		31.44	41.01	29.34	101.79	
	AQ0	9.85	9.85	5.96	25.66	8.55
	AQ1	8.71	11.70	7.58	27.99	9.33
AO2	AQ2	7.01	12.59	8.62	28.22	9.41
	AQ3	6.16	12.03	10.79	28.98	9.50
Total Parc grande		34.47	45.88	30.02	110.37	
Total bloques		100.66	127.71	76.88	305.70.	

CUADRO 18.
 REPOLLO. DATOS DE CAMPO
 DETALLE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL DE CAMPO.
 MEDIANTE LA APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS.

		I	II	III	Y.ik
	AQ0	61.111	64.120	34.722	159.953
	AQ1	92.361	53.704	60.185	206.25
A00	AQ2	96.065	65.972	78.009	240.016
	AQ3	86.111	91.203	81.713	259.027
Total parc grande		335.648	274.999	254.629	865.276
	AQ0	64.815	68.287	32.639	165.741
	AQ1	81.25	75.463	52.083	208.796
A01	AQ2	75.463	107.87	67.361	250.694
	AQ3	117.130	90.278	70.833	278.241
Total parc grande		338.658	341.898	222.916	903.472
	AQ0	78.704	52.315	53.241	184.26
	AQ1	69.907	75.463	52.083	213.425
A02	AQ2	78.009	86.343	67.596	231.948
	AQ3	127.315	87.037	90.741	305.093
Total Parc grande		353.935	301.158	279.633	934.726
Total bloques		1028.241	918.055	757.178	2703.474

CUADRO 19

ANALISIS DE VARIANZA
PARA DISEÑO EN BLOQUES AL AZAR EN TOMATE

<u>F.T.</u>	<u>G.L.</u>	<u>S.C.</u>	<u>C.M.</u>	<u>FC</u>	<u>FT</u>	<u>I</u>
BLOQUES	2	1240.23	620.11	14.045**	0.05	0.01
					3.44	5.72
TRAFS	11	1564.62	142.24	3.22**	2.265	3.19
AO	2	122.85	61.42	1.39NS	3.44	5.72
AQ	3	1199.0	399.68	9.05**	3.05	4.82
AOAQ	6	242.77	40.46	0.92NS	2.55	3.76
ERROR	22	971.257	44.15			
TOTAL	35	3776.107				

CUADRO 20

ANALISIS DE VARIANZA PARA DISEÑO
EN BLOQUES AL AZAR EN CEBOLLA

<u>F.V.</u>	<u>G.L</u>	<u>S.C.</u>	<u>C.M.</u>	<u>F.C.</u>	<u>F.C.</u>	<u>F.C.</u>
BLOQUES	2	98.716	49.358	11.478**	3.44	5.72
TRATS	11	65.14	5.92	1.376 ^{NS}	2.265	3.19
AO	2	12.98	6.49	0.66 ^{NS}	3.44	5.72
Q	3	41.83	13.94	3.24*	3.05	4.82
AOAQ	6	10.33	1.72	0.4	2.55	3.76
ERROR	22	94.59	4.3			
TOTAL	35	258.45				

CUADRO 21

ANALISIS DE VARIANZA PARA DISEÑO
EN BLOQUES AL AZAR EN REPOLLO

BLOQUES	2	3097.15	1548.59	9.25
TRAT.	11	7163.9165	651.26	3.89
AO	2	201.64	100.82	0.6
AQ	3	6631.77	2210.59	13.21
AOAQ	6	330.506	55.08	0.33
ERROR	22	3682.62	167.39	
TOTAL	35	13943.69		

CUADRO 22
CONTRASTES ORTOGONALES

CULTIVO DE LA CEBOLLA

Hipótesis

H0 = Sin bioabono vrs. con bioabono.

H1 = Tratamientos con 10 tons. de bioabono/ha. vrs. trats. con 20 tons. de bioabono/ha.

H2 = Tratamientos con 10 tons. de bioabono/ha. vrs. trats. con 0 tons. de bioabono/ha.

H3 = Tratamientos con fertilizante químico vrs. tratamientos sin fertilizante químicos

H4 = Fertilización combinada vrs. fertilización no combinada (químico u orgánicos separados)

H5 = Tratamientos con la dosis ideal de químico + 10 tons. de bioabono/ha. vrs. el resto de tratamientos.

H6 = Testigo absoluto vrs. bioabono sin químico

Trat.	A00A00	A00A01	A00A02	A00A03	A01A00	A01A01	A01A02	A01A03	A02A00	A02A01	A02A02	A02A03	Yi.Ci	(Yi.Ci) ²	r(Ci ²)	SC cont.	GL	FC	FT
Rend.	16.38	21.88	26.99	27.84	18.55	26.88	27.38	28.98	25.66	27.99	28.22	28.50							
H0	2	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-25.98	674.86	72	9.374	1	2.18	4.3
H1	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-8.58	73.62	24	3.07	1	0.71	*
H2	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-8.70	75.69	24	3.15	1	0.73	*
H3	3	-1	-1	-1	3	-1	-1	-1	3	-1	-1	-1	-62.89	3955.15	108	36.62	1	8.52	*
H4	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-30.65	939.42	36	26.10	1	6.07	*
H5	1	1	1	1	1	1	-11	1	1	1	1	1	-23.31	543.36	396	1.37	1	0.32	*
H6	2	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	-11.45	131.10	18	7.28	1	1.694	*

ns = no significativo

** = altamente significativo.

CONCLUSIONES DEL CONTRASTE EN CEBOLLA

- No hay diferencias entre los tratamientos con bioabono y los sin bioabono.
- No hay diferencias entre los tratamientos donde se usó 10 y 20 tons de bioabono/ha como complemento.
- No hay diferencia entre los tratamientos donde no se usó bioabono y donde se usaron 10 tons de bioabono/ha como complemento.
- Hay diferencia entre los tratamientos con fertilizante químico y los sin fertilizante químico.
- Hay diferencia entre los tratamientos donde se evaluó el bioabono solo y donde se aplicó combinado con el fertilizante químico. Tal como lo propone la hipótesis del trabajo.
- No hay diferencia entre los tratamientos con la dosis ideal + 10 tons de bioabono como complemento y el resto de tratamientos.
- No hay diferencia entre el testigo absoluto y los niveles de bioabono usados como sustitutos del fertilizante químico.

CUADRO 23
CONTRASTES ORTOGONALES

CULTIVO DEL TOMATE

- H0 = Sin Bioabono vrs. con Bioabono
 H1 = 10 tons. de bioabono vrs. 20 tons. de bioabono
 H2 = 10 tons. de bioabono vrs. 0 tons. de bioabono.
 H3 = Con Químico vrs. Sin Químico.
 H4 = Fertilización combinada vrs. no combinada
 H5 = Dosis ideal químico + 10 ton bioabono vrs. el resto.
 H6 = Testigo absoluto vrs. bioabono sin químico

/Trat	AO0AQ0	AO0AQ1	AO0AQ2	AO0AQ3	AO1AQ0	AO1AQ1	AO1AQ2	AO1AQ3	AO2AQ0	AO2AQ1	AO2AQ2	AO2AQ3	Yi.Ci	(Yi.Ci) ²	r(Ci2)	SC	cont.	G.L.	F.C.	F.T.
Hip.	38.84	60.03	98.69	88.96	51.56	84.06	104.94	99.0	69.25	81.125	95.75	77.0								
H0	2	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-89.63	8033.64	72	111.58	1	2.53	4.3	7.95
H1	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	16.44	270.12	24	11.25	1	0.25	"	"
H2	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-53.03	2812.58	24	64.16	1	1.45	"	"
H3	3	-1	-1	-1	3	-1	-1	-1	3	-1	-1	-1	-310.33	96305.33	108	891.7	1	20.2	"	"
H4	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-134.54	18100.69	36	502.8	1	11.3	"	"
H5	1	1	1	1	1	1	-11	1	1	1	1	1	-310.06	96142.66	396	242.78	1	5.5	"	"
H6	2	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	-43.13	1860.2	18	60.21	1	1.36	"	"

CONCLUSIONES

- No hay diferencia entre tratamientos con bioabono y sin bioabono.
- No hay diferencia entre los tratamientos complementados con 10 tons de bioabono y con 20 tons de bioabono/ha.
- No hay diferencia entre los tratamientos complementados con 10 tons. de bioabono y los tratamientos sin bioabono.
- Hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos con fertilizantes químicos y los tratamientos sin fertilizante químico.
- Hay diferencia entre los tratamientos donde se aplicó fertilización combinada y donde se aplicó fertilización no combinada
- Hay diferencia significativa entre la dosis ideal 10 tons. de bioabono/ha y el resto de tratamientos. Superando la combinación mencionada.
- No hay diferencia al comparar los tratamientos con bioabono y sin fertilizante químico contra el testigo absoluto.

CUADRO 24

CONTRASTES ORTOGONALES

CULTIVO DEL REPOLLO

Hipótesis

H0 = Con bioabono vrs. con bioabono.

H1 = 10 tons. de bioabono vrs. 20 tons. de bioabono.

H2 = Con químico vrs. sin químico.

H3 = 10 tons de Bioabono vrs. 0 tons. de bioabono.

H4 = 20 tons de bioabono vrs. 0 tons. de bioabono.

H5 = Bioabono solo vrs. bioabono combinado.

H6 = Dosis ideal + 10 tons. de bioabono vrs. todos los otros tratamientos.

H7 = Dosis ideal de fert. químico + 10 tons. de bioabono vrs. dosis ideal de fert. químico + 20 tons. de bioabono.

H8 = Testigo absoluto vrs. el resto de tratamientos.

H9 = Dosis ideal de químico + 10 tons./ha. vrs. dosis ideal de químico + 20 tons./ha.

Trats.	AOOAOO	AOOAO1	AOOAO2	AOOAO3	AOLA00	AOLA01	AOLA02	AOLA03	AO2AO0	AO2AO1	AO2AO2	AO2AO3	Y.Ci	(Y.Ci) ²	r(Ci2)	SC cont.	F.C.	F.T
Hip	159.95	206.25	240.05	259.03	165.74	208.80	250.69	278.24	184.26	213.42	231.95	305.09						
H0	2	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-107.63	11584.22	72	160.89	0.96ns	4.3
H1	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-31.25	976.56	24	40.69	0.24ns	"
H2	3	-1	-1	-1	3	-1	-1	-1	3	-1	-1	-1	-663.67	440457.87	108	4078.3	24.36**	"
H3	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-38.19	1458.48	24	60.77	0.363ns	"
H4	1	1	1	1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-69.44	4821.91	24	200.91	1.20ns	"
H5	1	1	1	1	1	1	-11	1	1	1	1	1	-304.81	92909.14	396	234.60	1.40ns	"
H6	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-272.91	74479.87	36	2068.88	12.36**	"
H7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-11	-957.61	917016.91	396	2315.70	13.83**	"
H8	2	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	-30.1	906.01	18	50.33	0.3ns	"
H9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	-18.74	351.19	6	58.5	0.35ns	"

ns= no significativo

** altamente significativo.

CONCLUSIONES DEL CONTRASTE EN REPOLLO

- No hay diferencia entre los tratamientos con bioabono y los sin bioabono.
- No hay diferencia entre los tratamientos con 10 tons y 20 tons de bioabono/ha como complemento.
- Hay diferencia entre los tratamientos con fertilizante químico y los sin fertilizante químico.
- No hay diferencia entre los tratamientos sin bioabono y los que tienen 10 tons de bioabono/ha como complemento.
- No hay diferencia entre los tratamientos sin bioabono y los que tienen 20 tons de bioabono/ha como complemento.
- No hay diferencia entre la dosis ideal de fertilizante químico + 10 tons de bioabono como complemento y el resto de tratamientos.
- Hay diferencia entre los tratamientos con bioabono solo y los tratamientos con bioabono combinado. Tal como lo propone la hipótesis del trabajo
- Hay diferencia entre la doble dosis de fertilizante químico + 20 ton de bioabono/ha y el resto de tratamientos.
- No hay diferencia entre el testigo absoluto y los tratamientos donde se aplicó 10 y 20 tons de bioabono/ha sin fertilizante químico.
- No hay diferencia entre los tratamientos con la dosis ideal de fertilizante químico + 10 y 20 tons de bioabono/ha.

BREVE ANALISIS ECONOMICO

Ejemplo con un biodigestor ICAITI de 15 metros cúbicos de capacidad, se tendrá:.

- Inversión inicial aproximada Q 1,200
- Producción diaria: 5 metros cúbicos de biogás
 0.5 metros cúbicos de bioabono
- Tiempo necesario para cargar y descargar el biodigestor
diariamente: 1 hora-hombre/día. (Generalmente es el mismo tiempo que se usa para disponer de los estiércoles, o sea para limpiar el establo o el corral, cuando no se tiene un biodigestor).
- Tiempo para aplicar el bioabono en el terreno:
solo aplicación (manualmente) = 1 día-hombre/manzana.
costos de transporte* = dependerá de la distancia entre el biodigestor y el terreno.

* Puede incurrirse en otros gastos, ya sea en combustibles para transportar el bioabono al campo, cuando se usa algún vehículo automotor; o bien cuando se usa algún equipo auxiliar para hacer la aplicación al suelo. Esto aumentará la eficiencia de la operación.

Para la construcción de biodigestor se necesita hacer una inversión inicial moderada, pero dicha inversión se recupera con los beneficios a corto plazo con el biogás, el saneamiento ambiental y el mejoramiento de las cosechas; y a mediano y largo plazo: el gran beneficio que consiste en la recuperación de la capacidad productiva del suelo, que se traduce en dinero al vender las cosechas que serán mayores y de mejor calidad.

"UNA INVERSION EN UN BIODIGESTOR, ES UNA INVERSION RENTABLE"



COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA
HONDURAS
NICARAGUA

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE
INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL
(ICAITI)

CENTRAL AMERICAN RESEARCH INSTITUTE FOR INDUSTRY
Avenida La Reforma 4-47, Zona 10
GUATEMALA, C. A.

APARTADO POSTAL 1552
Cables: ICAITI
Tele. 5312-ICAITI-GU
TELEFONOS: 310631 y
317466

INFORME DE LABORATORIO

Nombre: Ing. José Antonio Silva
Institución: PROYECTO 1680.3
Dirección:
Muestra: Dice: 12 muestras de Tomate

Número de Registro: M-55501 al
M-55512
Fecha de recibo: 28 NV 84
Inicio análisis: 29 NV 84
Fecha de entrega: 10 DC 84

Condiciones de la muestra:
en bolsa de plástico sin
sellar, tal como fueron entregadas por Sr.
Hugo Arriaza.

RESULTADO: En las muestras analizadas:

Registro ICAITI	Identificación	Sólidos Totales %	% Nitrógeno En base húmeda	Total En base seca
M-55501	I-0	6.31	0.16	2.47
M-55502	I-1	5.65	0.18	3.20
M-55503	I-2	6.02	0.19	3.09
M-55504	I-3	5.56	0.19	3.37
M-55505	II-0	5.69	0.18	3.21
M-55506	II-1	6.00	0.21	3.40
M-55507	II-2	5.50	0.22	3.88
M-55508	II-3	6.44	0.22	3.35
M-55509	III-0	5.54	0.18	3.24
M-55510	III-1	5.65	0.19	3.31
M-55511	III-2	5.65	0.21	3.72
M-55512	III-3	5.60	0.20	3.56

Observaciones:

Determinaciones en duplicado
Método: Methods of Analysis, AOAC 13th Ed., 1980



J. Magaña
Jefe de laboratorios



INSTITUTO CENTROAMERICANO DE
INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL
(ICAITI)

CENTRAL AMERICAN RESEARCH INSTITUTE FOR INDUSTRY

Avenida La Reforma 4-47, Zona 10
GUATEMALA, C. A.

COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA
HONDURAS
NICARAGUA

APARTADO POSTAL 1502
Cables: ICAITI
Telex: 5312-ICAITI-GU
TELEFONOS: 310531,
317466

INFORME DE LABORATORIO

Nombre: Ing. José Antonio Silva
Número de Registro: M-54583 al
M-54694
Institución: PROYECTO 1680.3
Fecha de recibo: 5 NV 84
Dirección: Inicio análisis: 6 NV 84
Muestra: Dice: Doce Muestras de Cebolla
(sólo el bulbo)
Fecha de entrega: 26 NV 84

Condiciones de la muestra:

RESULTADO: En las muestras analizadas: plástico sin sellar, tal como las entregó el Sr. Hugo Arriaza.

Registro ICAITI	Identificación	% Sólidos totales	% Nitrógeno en base húmeda	Total en base s:
M-54683	Cebolla 0-A	8.15	0.19	2.33
M-54684	Cebolla 1-A	9.33	0.22	2.36
M-54685	Cebolla 2-A	9.14	0.21	2.30
M-54686	Cebolla 0-B	8.44	0.22	2.61
M-54687	Cebolla 1-B	8.61	0.23	2.67
M-54688	Cebolla 2-B	8.19	0.22	2.69
M-54689	Cebolla 0-C	7.84	0.23	2.93
M-54690	Cebolla 1-C	9.07	0.22	2.43
M-54691	Cebolla 2-C	9.27	0.21	2.27
M-54692	Cebolla 0-D	7.69	0.25	3.25
M-54693	Cebolla 1-D	8.14	0.25	3.07
M-54694	Cebolla 2-D	8.50	0.25	2.94

Observaciones:

Determinaciones en duplicado
Método: AOAC 13th Ed.



[Handwritten signature]



INSTITUTO CENTROAMERICANO DE
INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL
(ICAITI)

CENTRAL AMERICAN RESEARCH INSTITUTE FOR INDUSTRY

Avenida La Reforma 4-47, Zona 10

GUATEMALA, C. A.

COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA
HONDURAS
NICARAGUA

APARTADO POSTAL 1552
Cables: ICAITI
Telex: 5312-ICAITI-GU
TELEFONOS: 310631 y
317466

INFORME DE LABORATORIO

Nombre: Ing. José Antonio Silva
Institución: PROYECTO 1680.3
Dirección:
Muestra: Dice: 12 Muestras de Repollo

Número de Registro: M-54830 a1
M-54841
Fecha de recibo: 12 NV 84
Inicio análisis: 15 NV 84
Fecha de entrega: 10 DC 84

Condiciones de la muestra:

en 12 bolsas sin sellar, tal
como las entregó el Sr. Hugo Arriaza.

RESULTADO: En las muestras analizadas:

Registro ICAITI	Identificación	% Sólidos Totales	% Nitrógeno en base húmeda	Total en base seca
M-54830	I-0	8.63	0.23	2.66
M-54831	I-1	8.52	0.34	3.97
M-54832	I-2	8.11	0.31	3.82
M-54833	I-3	8.27	0.34	4.09
M-54834	II-0	8.72	0.31	3.49
M-54835	II-1	8.19	0.33	3.99
M-54836	II-2	7.46	0.31	4.16
M-54837	II-3	7.62	0.34	4.38
M-54838	III-0	7.39	0.21	2.83
M-54839	III-1	7.57	0.33	4.32
M-54840	III-2	7.94	0.35	4.33
M-54841	III-3	7.49	0.34	4.42

Observaciones:

Determinaciones en duplicado

Método: Methods of Analysis, AOAC 13th Ed., 1980

Analizado por:

Aura Noemí Ruiz de Arce



J. M. Arriaza
Jefe de Laboratorios



INSTITUTO CENTROAMERICANO DE
INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL
(ICAITI)

CENTRAL AMERICAN RESEARCH INSTITUTE FOR INDUSTRY
Avenida La Reforma 4-47, Zona 10
GUATEMALA, C. A.

COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA
HONDURAS
NICARAGUA

APARTADO POSTAL 1552
Cables: ICAITI
Telex: 5312-ICAITI-GU
TELEFONOS: 310631 y
317466

INFORME DE LABORATORIO

Nombre: Ing. José Antonio Silva

Número de Registro: M-55501 a
M-55512

Institución: PROYECTO 1680-3

Fecha de recibo: 21 EN 85

Dirección:

Inicio análisis: 22 EN 85

Muestra Dice: Tomate

Fecha de entrega: 22 EN 85

Condiciones de la muestra:
tal como fue en
tregada.

RESULTADO: En las muestras analizadas:

Registro ICAITI	Identificación	K ₂ O	P ₂ O ₅
M-55501	Tomate I-0	0.16%	0.047%
M-55502	Tomate I-1	0.17%	0.048%
M-55503	Tomate I-2	0.18%	0.047%
M-55504	Tomate I-3	0.26%	0.049%
M-55505	Tomate II-0	0.18%	0.048%
M-55506	Tomate II-1	0.30%	0.051%
M-55507	Tomate II-2	0.23%	0.049%
M-55508	Tomate II-3	0.24%	0.051%
M-55509	Tomate III-0	0.24%	0.054%
M-55510	Tomate III-1	0.23%	0.049%
M-55511	Tomate III-2	0.24%	0.050%
M-55512	Tomate III-3	0.23%	0.049%

Observaciones:

Determinaciones en duplicado
Método: Espectrofotometría de Absorción Atómica
AOAC 12th Ed.



J. Mayra



INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL
(ICAITI)

CENTRAL AMERICAN RESEARCH INSTITUTE FOR INDUSTRY

Avenida La Reforma 4-47, Zona 10

GUATEMALA, C. A.

APARTADO POSTAL 1552

Cables: ICAITI

Telex: 5312-ICAITI-GU

TELEFONOS: 310631 y 317466

COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA
HONDURAS
NICARAGUA

INFORME DE LABORATORIO

Nombre: Ing. José Antonio Silva

Número de Registro: M-54683 a
M-54694

Institución: PROYECTO 1680-3

Fecha de recibo: 21 EN 85

Dirección:

Inicio análisis: 22 EN 85

Muestra: Dice: Cebollas

Fecha de entrega: 22 EN 85

Condiciones de la muestra:
tal como fue en
tregada.

RESULTADO:

En las muestras analizadas:

Registro ICAITI	Identificación	K ₂ O	P ₂ O ₅
M-54683	0-A	0.12%	0.082%
M-54684	1-A	0.12%	0.083%
M-54685	2-A	0.10%	0.090%
M-54686	0-B	0.12%	0.078%
M-54687	1-B	0.10%	0.078%
M-54688	2-B	0.09%	0.076%
M-54689	0-C	0.12%	0.079%
M-54690	1-C	0.12%	0.085%
M-54691	2-C	0.14%	0.086%
M-54692	0-D	0.12%	0.073%
M-54693	1-D	0.14%	0.076%
M-54694	2-D	0.13%	0.125%

Observaciones:

Determinaciones en duplicado

Método: Espectrofotometría de Absorción Atómica
AOAC 12th Ed.



J. May...
Jefe de Laboratorio



INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL
(ICAITI)

CENTRAL AMERICAN RESEARCH INSTITUTE FOR INDUSTRY

Avenida La Reforma 4-47, Zona 10

GUATEMALA, C. A.

COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA
HONDURAS
NICARAGUA

APARTADO POSTAL 1552
Cables: ICAITI
Telex: 5312-ICAITI-GU
TELEFONOS: 310631 y
317466

INFORME DE LABORATORIO

Nombre: Ing. José Antonio Silva

Número de Registro: M-54830 a
M-54841

Institución: PROYECTO 1680-3

Fecha de recibo: 21 EN 85

Dirección:

Inicio análisis: 22 EN 85

Muestra

Fecha de entrega: 22 EN 85

Condiciones de la muestra:
tal como fue en-
tregada.

RESULTADO: En las muestras analizadas:

Registro ICAITI	Identificación	K ₂ O	P ₂ O ₅
M-54830	Repollo I-0	0.25%	0.057%
M-54831	Repollo I-1	0.28%	0.065%
M-54832	Repollo I-2	0.22%	0.064%
M-54833	Repollo I-3	0.27%	0.066%
M-54834	Repollo II-0	0.23%	0.071%
M-54835	Repollo II-1	0.20%	0.043%
M-54836	Repollo II-2	0.22%	0.062%
M-54837	Repollo II-3	0.22%	0.058%
M-54838	Repollo III-0	0.24%	0.057%
M-54839	Repollo III-1	0.20%	0.059%
M-54840	Repollo III-2	0.25%	0.062%
M-54841	Repollo III-3	0.20%	0.060%

Observaciones:

Determinaciones en duplicado

Método: Espectrofotometría de Absorción Atómica
AOAC 12th Ed.

Analizado por:

Tomás Prieto

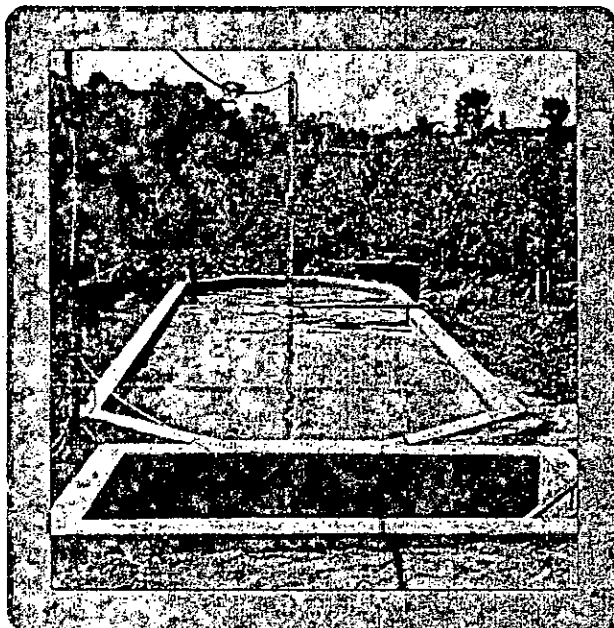


J. May...
Jefe de Laboratorios



DIGESTOR PARA BIOGAS

Construcción Convencional



◀ Aspecto de la parte visible de un digestor. El cuerpo principal de la instalación está construido bajo tierra para lograr un adecuado aislamiento térmico, y facilitar la construcción y la operación.

Este tipo de digestor, que se construye con técnicas convencionales de albañilería, se usa en el aprovechamiento de estiércol bovino, porcino o aviar, para la producción de BIOGAS.

El biogás se usa como combustible para cocinar, para alimentar lámparas, para operar motores de combustión interna, y para hacer funcionar refrigeradores.

Además del biogás, un digestor produce un residuo semisólido llamado EFLUENTE o BIOABONO, que es apropiado para fertilizar tierras de cultivo.

Los digestores resultan muy convenientes en fincas lecheras, en instalaciones ganaderas, en granjas avícolas y en criaderos de cerdos, si el número de animales es suficiente para producir la cantidad apropiada de estiércol. Con los digestores se logra un doble propósito: disponer de desechos que son normalmente molestos y de difícil manejo, y producir combustible y abono a muy bajo costo.

Para diferentes necesidades, se pueden construir unidades de distintos tamaños, con capacidades desde 10 hasta 35 metros cúbicos, y aún mayores.

Las principales características operativas de este modelo de digestor son: desplazamiento horizontal, operación continua, carga y descarga diaria, período de retención de 30 a 50 días.

CONSTRUCCION FACIL * COSTO MODERADO * ESCASO MANTENIMIENTO * LARGA VIDA UTIL

COMPOSICION DEL BIOGAS

Metano, CH ₄	59.0 %
Bióxido de carbono, CO ₂	38.0 %
Hidrógeno, H ₂	1.5 %
Nitrógeno, N ₂	1.0 %
Sulfuro de hidrógeno, H ₂ S	0.5 %

Valores promedio para sustrato de estiércol bovino.

COMPOSICION DEL BIOABONO

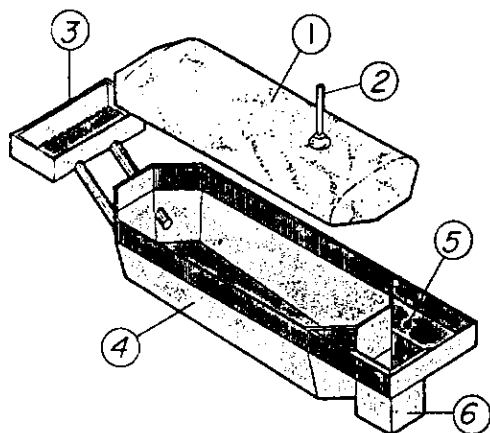
Sólidos totales	6.5 %
Humedad	93.5 %

CONTENIDO DE NUTRIENTES. BASE SECA

Nitrógeno	2.6 %
Fósforo	1.5 %
Potasio	1.0 %
Otros microelementos	1.4 %

Valores promedio para sustrato de estiércol bovino.

ELEMENTOS DE UN DIGESTOR

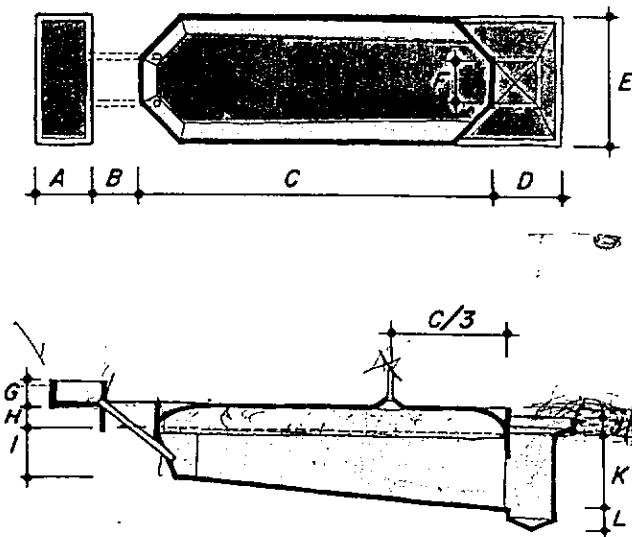


- 1 Cubierta
- 2 Tubería salida biogás
- 3 Pileta de carga
- 4 Tanque
- 5 Pileta descarga/compensación
- 6 Pozo de descarga

Se muestra el digestor completo. Las únicas partes visibles son la cubierta y las piletas; el resto se construye bajo tierra.

DIMENSIONES GENERALES DE UN DIGESTOR (cm)

m ³	10	15	20	25	30	35
A	80	80	120	120	120	120
B	100	100	100	100	100	100
C	620	710	770	830	890	920
D	125	160	185	210	240	255
E	220	250	270	290	310	320
F	80	80	80	80	80	80
G	40	40	40	40	40	40
H	50	50	50	50	50	50
I	72	83	90	97	104	108
J	20	20	20	20	20	20
K	140	160	173	186	199	205
L	50	50	50	50	50	50



MATERIALES NECESARIOS PARA OPERAR UN DIGESTOR (1)

VOLUMEN NOMINAL DIGESTOR	VOLUMEN DIARIO AGUA (litros)	VOLUMEN DIARIO ESTIERCOL (litros)	NUMERO DE ANIMALES		
			GANADO VACUNO (2)	GANADO PORCINO (3)	AVES DE CORRAL
10	160	160	15 - 20	20 - 25	3000 - 3500
15	240	240	25 - 30	30 - 35	4500 - 5000
20	305	305	30 - 40	40 - 45	6000 - 6500
25	380	380	40 - 50	50 - 55	7500 - 8000
30	470	470	50 - 60	60 - 65	9000 - 9500
35	520	520	60 - 70	70 - 75	10500 - 11000

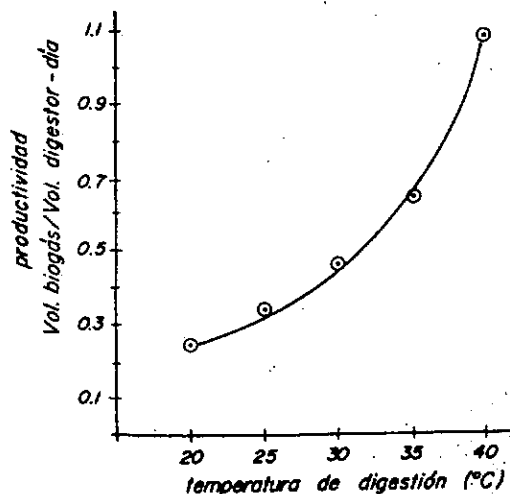
(1) Basados en 30 días de período de retención;

(3) De 100 kg de peso.

(2) Semiestabulados, de 300 kg de peso;

PRODUCCION DE BIOGAS Y BIOABONO

	VOLUMEN NOMINAL DE DIGESTOR						OBSERVACIONES
	10	15	20	25	30	35	
BIOGAS VOLUMEN DIARIO (m ³)	4.0	6.0	7.5	9.0	11.0	12.0	Estos son valores promedio. La producción de biogás depende de la temperatura. Sustrato: estiércol bovino.
BIO ABONO VOLUMEN DIARIO (m ³)	0.32	0.48	0.61	0.77	0.94	1.04	Los volúmenes de bioabono indicados están en base a un período de retención de 30 días. Sustrato: estiércol bovino.



EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCION DE BIOGAS

ENERGIA PRODUCIDA POR BIOGAS OBTENIDO DE DISTINTOS DESECHOS ANIMALES

(1) DESECHO	(2) DILUCION	(3) RENDIM.	(4) ENERGIA
Bovino (300 kg)	1:1	0.025	133.37
Porcino (100 kg)	1:1	0.050	266.75
Aviar (2 kg)	1:2	0.060	320.10
Humano (70 kg)	1:1	0.040	213.40

- (1) Se indica peso de cada animal.
 (2) Dilución Desecho fresco/agua.
 (3) m³ biogás/kg estiércol fresco.
 (4) kcal/kg estiércol fresco

Poder calorífico biogás: 22.32 MJ/m³ (5335 kcal/m³)

MATERIALES NECESARIOS PARA CONSTRUIR UN DIGESTOR

MATERIAL			VOLUMEN NOMINAL					3
			10	15	20	25	30	
Bloques cemento 10 x 20 x 40 cm	(1)	unidad	530	680	420	480	540	580
Bloques cemento 20 x 20 x 40 cm	(1)	unidad	---	---	370	430	490	520
Cemento Portland		sacos	30	35	45	50	60	60
Arena de río		m. cúb.	5	6	8	9	10	12
Grava o piedra triturada		m. cúb.	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Hierro ϕ 10 mm (ϕ 3/8")	(2)	varilla	39	47	54	60	67	69
Hierro ϕ 6 mm (ϕ 1/4")		varilla	10	12	14	14	16	16
Alambre de amarre		kg.	12	12	24	24	24	24
Clavo de 6.4 cm		kg.	4	5	5	5	6	6
Madera pino rústico		pie-t	375	480	540	600	700	750
Tubo de cemento ϕ 150 mm (6")	(3)	unidad	4	4	4	6	6	6
Cuerda de plástico ϕ 12 mm		metro	25	30	33	35	38	40
Tela de plástico		m ²	16	20	25	30	35	35
Tubo de HG, ϕ 19 mm (3/4") 60cm		unidad	1	1	1	1	1	1
Llave de paso ϕ 19 mm (3/4") PVC		unidad	1	1	1	1	1	1

(1) Puede usarse ladrillo de barro, de dimensiones equivalentes.

(2) El refuerzo de la cubierta puede hacerse con malla electro-soldada de ϕ 3.8 mm, a 15 cm.

(3) Puede usarse tubo de otro material, del mismo diámetro.

COCINA	frijol 1 libra	arroz 1 libra	maíz 1 libra	tortillas 1 libra	carne (caldo) 1 libra	café 1 litro	4 huevos fritos	3 comidas/ 5 personas
CONSUMO (litros biogás)	500	175	269	300	400	125	30	2 000

EQUIPO	quemador estufa 8 cm	quemador estrella comal	lámpara camisa 25 watt	motor gasol. 3HP	motor diesel 7HP 50/50	refrigerador 8 pies cúb.	generador, por kw
CONSUMO (litros biogás/h.)	290	580	100	1350	1600	275	900

El público interesado en la tecnología del biogás puede visitar algunos de los digestores que ha construido el ICAITI con el patrocinio de ROCAP, y que se usan como unidades de demostración.

Información adicional sobre la tecnología del biogás, sobre los lugares en que están las unidades de demostración o sobre las publicaciones producidas en este campo, puede pedirse directamente al ICAITI o a alguno de sus delegados en los países de Centroamérica.

**INSTITUTO CENTROAMERICANO DE
INVESTIGACION Y TECNOLOGIA
INDUSTRIAL**

Avenida Reforma 4-47, Zona 10
Télex: 5312 - ICAITI-GU
Ciudad de Guatemala

EN EL SALVADOR: Ing. Jaime González P.
c/o Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI)
Apartado Postal No. 48
San Salvador, E. Salvador, C. A.

EN HONDURAS: Ing. Angel Porfirio Sánchez
c/o Asociación Nacional de Industriales (ANDI)
Apartado Postal 20-C
Tegucigalpa, D.C., Honduras, C. A.

EN NICARAGUA: Lic. Roberto Quintana C.
c/o Cámara de Industrias de Nicaragua (CADIN)
Apartado Postal No. 1436
Managua, Nicaragua, C. A.

EN COSTA RICA: Ing. Félix del Barco
c/o Cámara de Industrias de Costa Rica
Apartado Postal No. 10 003
San José, Costa Rica, C. A.

EN PANAMA: Ing. Celedonio Moncayo
Apartado Postal 9034 Zona 6
Panamá, República de Panamá.



DIGESTOR PARA BIOGAS CONSTRUCCION DE BAJO COSTO



Este tipo de digestor fue diseñado para utilizar los excrementos de cerdos, vacas, ovejas, etc., y el estiércol de cerdos y vacas, y el estiércol de cerdos y vacas.

Este tipo de digestor puede ser utilizado como combustible para cocinar, para calentar las estufas, para calentar el agua, para calentar el agua y hacer funcionar el sistema de absorción.

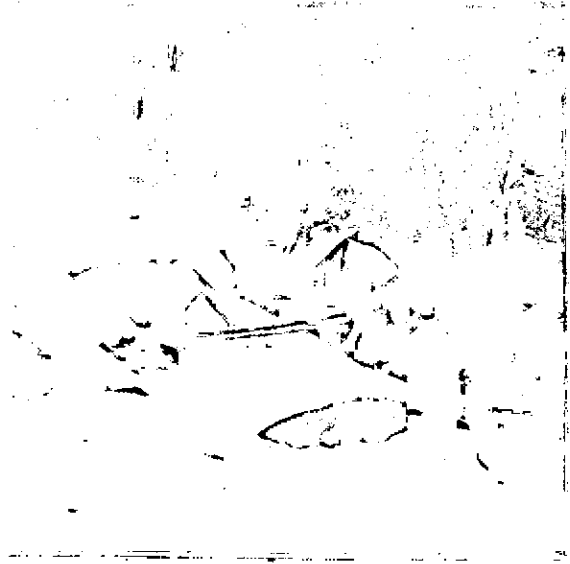
Este tipo de digestor produce un gas que puede ser utilizado para cocinar, para calentar las estufas, para calentar el agua, para calentar el agua y hacer funcionar el sistema de absorción.

Este tipo de digestor es muy conveniente en las instalaciones ganaderas, en las granjas, en los criaderos de cerdos, siempre que el número de animales sea suficiente para producir la cantidad necesaria de estiércol. En estos digestores se logra un doble propósito: disponer de desechos que son normalmente difíciles de manejar, y producir combustible y abono a muy bajo costo.

De acuerdo a las necesidades, se pueden construir digestores de distintos tamaños, con capacidad de 3 hasta 9 metros cúbicos, del tipo que se describe en esta hoja.

Este tipo de digestor se construye en arena en que el terreno sea muy arcilloso, muy arenoso o muy húmedo.

Las características operativas de este tipo de digestor son: desplazamiento continuo de la carga y descarga diaria, período de retención de 30 a 50 días.



Construcción de un digestor. El cuerpo principal de la instalación está construido bajo tierra para lograr un adecuado aislamiento térmico, y facilitar la construcción y la operación.

COMPOSICION DEL BIOGAS

Metano, CH ₄	59.0 %
Bióxido de carbono, CO ₂	38.0 %
Hidrógeno, H ₂	1.5 %
Nitrógeno, N ₂	1.0 %
Sulfuro de hidrógeno, H ₂ S	0.5 %

Valores promedio para sustrato de estiércol bovino.

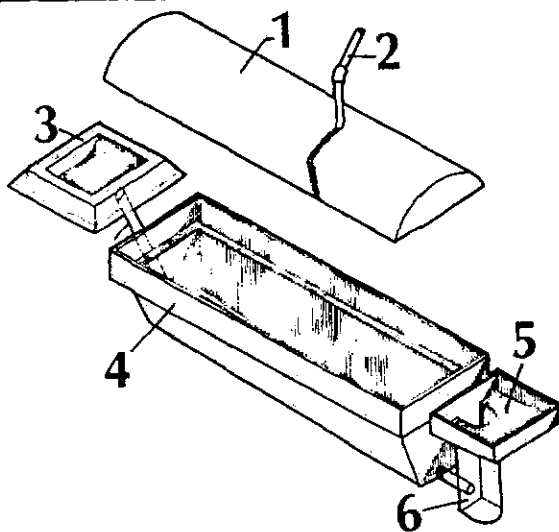
COMPOSICION DEL BIOABONO

Sólidos totales	6.5 %
Humedad	93.5 %

CONTENIDO DE NUTRIENTES, BASE SECA

Nitrógeno	2.6 %
Fósforo	1.5 %
Potasio	1.0 %
Otros microelementos	1.4 %

Valores promedio para sustrato de estiércol bovino.



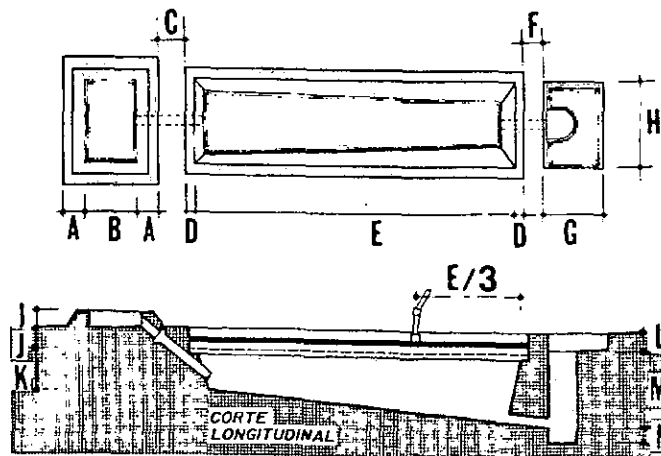
ELEMENTOS DE UN DIGESTOR

- 1 Cubierta
- 2 Tubería salida biogás
- 3 Pileta de carga
- 4 Tanque
- 5 Pileta descarga/compensación
- 6 Pozo de descarga

Se muestra el digestor completo. Las únicas partes visibles son la cubierta y las piletas; el resto se construye bajo tierra.

DIMENSIONES GENERALES DE UN DIGESTOR (c m)

m ³	3	4	5	6	7	8	9
A	40	40	40	40	40	40	40
B	100	100	100	100	100	100	100
C	50	50	50	50	50	50	50
D	15	15	15	15	15	15	15
E	400	450	475	525	550	600	650
F	35	35	35	35	35	35	35
G	100	100	100	100	100	100	100
H	130	145	160	160	160	160	160
I.	30	30	30	30	30	30	30
J	50	50	50	50	50	50	50
K	40	45	50	55	65	65	70
L	40	40	40	40	40	40	40
M	100	110	118	128	140	145	155
N	30	30	30	30	30	30	30



MATERIALES NECESARIOS PARA OPERAR UN DIGESTOR (1)

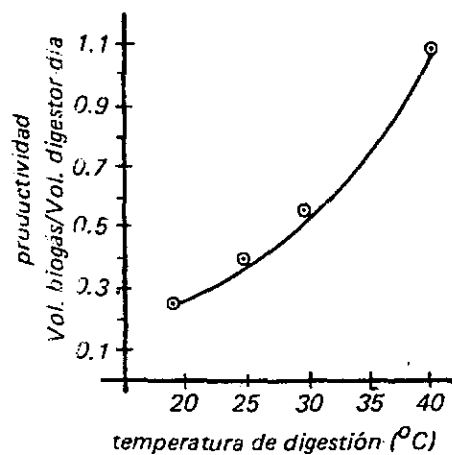
VOLUMEN NOMINAL DIGESTOR	VOLUMEN DIARIO AGUA (litros)	VOLUMEN DIARIO ESTIERCOL (litros)	NUMERO DE ANIMALES		
			GANADO VACUNO (2)	GANADO PORCINO (3)	AVES DE CORRAL
3	45	45	3 - 5	6 - 8	900-100
4	60	60	5 - 7	8 - 10	1200-1400
5	75	75	7 - 9	10 - 12	1500-1700
6	90	90	9 - 11	12 - 14	1800-2000
7	105	105	11 - 13	14 - 16	2100-2300
8	120	120	13 - 15	16 - 18	2400-2600
9	135	135	15 - 17	18 - 20	2700-2900

- 1) Basados en 30 días de período de retención
 (2) Semiestabulados, de 300 kg de peso
 (3) De 100 kg de peso

PRODUCCION DE BIOGAS Y BIOABONO

	VOLUMEN NOMINAL DE DIGESTOR							OBSERVACIONES
	3	4	5	6	7	8	9	
BIOGAS Volumen Diario (m ³) ³⁾	1.2	1.5	2.0	2.5	2.8	3.2	3.5	Estos son valores promedio. La producción de biogás depende de la temperatura. Sustrato: estiércol bovino.
BIOABONO Volumen Diario (m ³)	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	Los volúmenes de bioabono indicados está en base a un período de retención de 30 días. Sustrato: estiércol bovino.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCION DE BIOGAS



ENERGIA PRODUCIDA POR BIOGAS OBTENIDO DE DISTINTOS DESECHOS ANIMALES

(1) DESECHO	(2) DILUCION	(3) RENDIM	(4) ENERGIA
Bovino (300 kg)	1:1	0.025	133.37
Porcino (100 kg)	1:1	0.050	266.75
Aviar (2 kg)	1:2	0.060	320.10
Humano(70 kg)	1:1	0.040	213.40

- (1) Se indica peso de cada animal.
 (2) Dilución Desecho fresco/agua
 (3) m³ biogás/kg estiércol fresco.
 (4) kcal/kg estiércol fresco

Poder calorífico biogás: 22.32 MJ/m³ (5335 kcal/m³)

MATERIALES NECESARIOS PARA CONSTRUIR UN DIGESTOR

MATERIAL		VOLUMEN NOMINAL						
		3	4	5	6	7	8	9
Sacos de Cemento	sacos	12	15	18	20	22	25	28
Malla Metálica para Gallinero, de 0.92 m de ancho	metro	10	13	15	17	18	19	20
Tubo Galvanizado de 2.54 cm (1") diám y 60 cm. de largo	unidad	1	1	1	1	1	1	1
Tubo de Concreto de 15 cm (6") de Diámetro (1)	unidad	2	2	2	2	2	2	2
Tubo de Concreto de 38 cm (15") de Diámetro	unidad	1	1	1	1	1	1	1
Tela Plástica Negra de 0.92 m de ancho	metro	10	13	15	17	18	19	20
Arena de Río	m. cúb.	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5

(1) Puede usarse tubo de otro material, del mismo diámetro.

COCINA	frijol 1 libra	arroz 1 libra	maíz 1 libra	tortillas 1 libra	cama (caldo) 1 libra	café 1 litro	4 huevos fritos	3 comidas 5 personas
CONSUMO (litros biogás)	500	175	269	300	400	125	30	2 000

EQUIPO	quemador estufa 8 cm.	quemador estrella comal	lámpara camisa 25 watt	motor gasol. 3HP	motor diesel 7HP 50/50	refrigerador 8 pies cúb.	generador, por kw
CONSUMO (litros biogás/h.)	290	580	100	1350	1600	200	900

El público interesado en la tecnología del biogás puede visitar algunos de los digestores que ha construido el ICAITI con el patrocinio de ROCAP, y que se usan como unidades de demostración.

Información adicional sobre la tecnología del biogás, sobre los lugares en que están las unidades de demostración o sobre las publicaciones producidas en este campo, puede pedirse directamente al ICAITI o a alguno de sus delegados en los países de Centroamérica.

* * * * *

**INSTITUTO CENTROAMERICANO DE
INVESTIGACION Y TECNOLOGIA
INDUSTRIAL**

Avenida Reforma 4-47, zona 10
Télex: 5312 - ICAITI - GUA
Ciudad de Guatemala

EN EL SALVADOR: Ing. Jaime González P.
c/o Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI)
Apartado Postal No. 48
San Salvador, El Salvador, C.A.

EN HONDURAS: Ing. Angel Porfirio Sánchez
c/o Asociación Nacional de Industrias (ANDI)
Apartado Postal 20-C
Tegucigalpa, D.C., Honduras, C.A.

EN NICARAGUA: Lic. Roberto Quintana C.
c/o Cámara de Industrias de Nicaragua (CADIN)
Apartado Postal No. 1436
Managua, Nicaragua, C.A.

EN COSTA RICA: Ing. Félix del Barco
c/o Cámara de Industrias de Costa Rica
Apartado Postal No. 10 003
San José, Costa Rica, C.A.

EN PANAMA: Ing. Celedonio Moncayo
Apartado Postal 9034 zona 6
Panamá, República de Panamá

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O