

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



EVALUACIÓN DE GALLINAZA Y BOKASHI, SOBRE EL RENDIMIENTO DE  
ARVEJA CHINA (*Pisum Sativum* L.) EN LA FINCA SAN ANTONIO CONTRERAS,  
SAN RAIMUNDO, GUATEMALA.

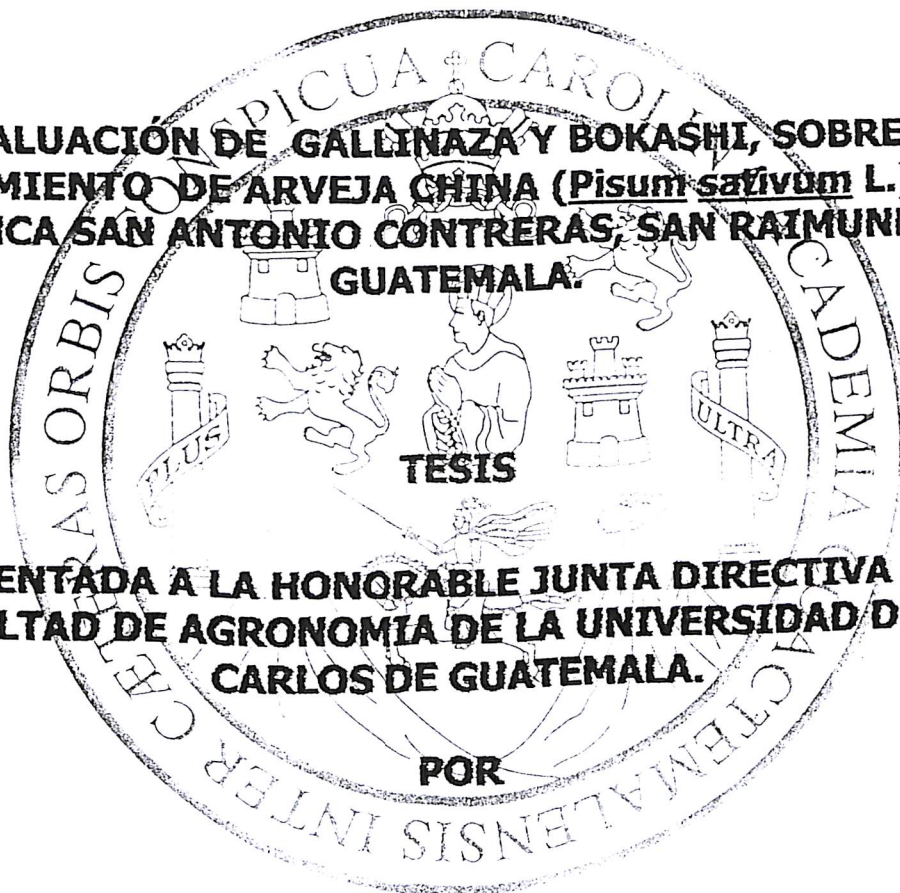
JUAN PABLO CHRISTIAN MELENDEZ GARCIA

GUATEMALA, MAYO DE 2003

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**



**EVALUACIÓN DE GALLINAZA Y BOKASHI, SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE ARVEJA CHINA (Pisum sativum L.) EN LA  
FINCA SAN ANTONIO CONTRERAS, SAN RAIMUNDO,  
GUATEMALA.**



**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA.**

**POR**

**JUAN PABLO CHRISTIAN MELENDEZ GARCIA**

**GUATEMALA, MAYO DE 2003**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**M.V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO:</b>	<b>ING. AGR. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA</b>
<b>VOCAL PRIMERO:</b>	<b>ING. AGR. WALTER ESTUARDO GARCÍA TELLO</b>
<b>VOCAL SEGUNDO:</b>	<b>ING. AGR. MANUEL DE JESÚS MARTINEZ OVALLE</b>
<b>VOCAL TERCERO:</b>	<b>ING. AGR. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ</b>
<b>VOCAL CUARTO:</b>	<b>Br. WENER ARMANDO OCHOA OROZCO</b>
<b>VOCAL QUINTO:</b>	<b>Br. JUAN MANUEL COREA OCHOA</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>ING. AGR. EDIL RENE RODRÍGUEZ QUEZADA</b>

Guatemala, mayo 2003

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN DE GALLINAZA Y BOKASHI, SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.) EN LA FINCA SAN ANTONIO CONTRERAS, SAN RAIMUNDO, GUATEMALA.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo,

Atentamente,



Juan Pablo Christian Meléndez García

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:** que me permitió ser todo lo que fui, me permite ser todo lo que soy y me va a permitir todo lo que algún día llegaré a ser.

**MIS PADRES:** José María Meléndez García y Judith Victoria García de Meléndez, por sus esfuerzos y sacrificios.

**MIS HERMANOS:** Norman, Francisco, y Nadia, por su apoyo, por el ejemplo que me han brindado, y por su amistad y amor.

**MIS ABUELOS:** Francisco Ovidio García y García y Mary Concepción Yolanda Morales de García, por su ejemplo, amor y apoyo.

**MIS TÍOS, TIAS, PRIMOS Y PRIMAS:** Como muestra de cariño y agradecimiento al esfuerzo y apoyo brindado.

**MIS SOBRINOS:** María del Rocío, Pablo José, Emilio José, María Marcela y José Miguel.

## **TESIS QUE DEDICO**

**A:**

**GUATEMALA**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON EN MI FORMACIÓN.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Con todo cariño y admiración a mis tíos Ing. Víctor Hugo García e Ing. Tulio René García por todo el apoyo financiero y logístico de la presente investigación, así como también por la contribución de ambos en mi formación profesional.

A mis asesores Ing. Omar Samayoa e Ing. Guillermo Méndez por su apoyo incondicional y orientación en la realización de la investigación.

A mi prima María de los Ángeles García por el apoyo y cariño brindado a lo largo de todo el proceso de la presente tesis.

Al personal de la empresa San Juan Agroexport y de la finca San Antonio Contreras por el trabajo que aportaron para que se llevara a cabo la presente.

## INDICE

<b>INDICE DE CUADROS</b> -----	<b>viii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> -----	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> -----	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>1</b>
<b>2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b> -----	<b>3</b>
<b>3. MARCO TEORICO</b> -----	<b>4</b>
<b>3.1 MARCO CONCEPTUAL</b> -----	<b>4</b>
<b>3.1.1 Cultivo de la arveja china</b> -----	<b>4</b>
<b>3.1.1.1 Requerimientos nutricionales del cultivo de arveja china</b> -----	<b>5</b>
<b>3.1.2 El sistema de producción de Agricultura Orgánica</b> -----	<b>6</b>
<b>3.1.2.1 Abonos orgánicos</b> -----	<b>6</b>
<b>3.1.2.2 La gallinaza</b> -----	<b>7</b>
<b>3.1.2.3 El bokashi</b> -----	<b>8</b>
<b>3.1.2.4 La materia orgánica del suelo</b> -----	<b>13</b>
<b>3.1.2.5 Descomposición de residuos orgánicos</b> -----	<b>14</b>
<b>3.1.2.6 Nutrimientos esenciales y su movimiento en el suelo</b> -----	<b>16</b>
<b>3.1.2.7 Funciones de los nutrimentos en las plantas</b> -----	<b>19</b>
<b>3.2 MARCO REFERENCIAL</b> -----	<b>21</b>
<b>3.2.1 Antecedentes de investigación</b> -----	<b>21</b>
<b>3.2.2 Antecedentes de la finca</b> -----	<b>23</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> -----	<b>27</b>
<b>5. HIPÓTESIS</b> -----	<b>28</b>
<b>6. METODOLOGÍA</b> -----	<b>29</b>
<b>6.1 Fase I: Obtención de los materiales</b> -----	<b>29</b>
<b>6.1.1 La gallinaza</b> -----	<b>29</b>
<b>6.1.2 El bokashi</b> -----	<b>29</b>
<b>6.1.3 Caracterización química y microbiológica de los materiales</b> -----	<b>30</b>

6.2 Fase II: Tratamientos a evaluar a nivel de campo	31
6.3 Diseño experimental	31
6.4 Variables de respuesta	32
6.5 Análisis de la información	33
6.5.1 Análisis estadístico	33
6.5.2 Análisis económico	33
6.6 Fertilización y manejo del cultivo	34
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
7.1 Análisis y caracterización de los materiales evaluados en el estudio	38
7.2 Rendimiento total	44
7.3 Rendimiento exportable	49
7.4 Análisis económico	50
7.5 Consideraciones Finales	51
8. CONCLUSIONES	52
9. RECOMENDACIONES	53
10. BIBLIOGRAFIA	54
11. ANEXOS	56

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Composición de elementos mayores de la gallinaza, en kilogramos por tonelada. -----	8
CUADRO 2. Análisis químico de Bokashi. -----	13
CUADRO 3. Características generales de los nutrimentos del suelo. -----	18
CUADRO 4. Análisis químico del suelo del área experimental. -----	25
CUADRO 5. Análisis microbiológico del suelo del área experimental -----	26
CUADRO 6. Análisis de textura del suelo del área experimental. -----	26
CUADRO 7. Componentes de el Bokashi y sus cantidades utilizadas para su preparación. -----	30
CUADRO 8. Tratamientos a evaluar. -----	31
CUADRO 9. Manejo orgánico para el control de plagas. -----	35
CUADRO 10. Descripción de los productos utilizados. -----	36
CUADRO 11. Plan de fertilización foliar orgánica para el cultivo de arveja china ( <i>Pisum sativum</i> ). -----	37
CUADRO 12. Resultados de los análisis químicos elaborados al Bokashi y a la Gallinaza. -----	38
CUADRO 13. Resultados de los análisis microbiológicos elaborados a la Gallinaza y el Bokashi. -----	40
CUADRO 14. Análisis de textura realizados a la Gallinaza y al Bokashi. -----	42

<b>CUADRO 15. Análisis de densidad aparente realizados al Bokashi y a la Gallinaza. -----</b>	<b>43</b>
<b>CUADRO 16. Resultados de los análisis fitopatólogicos realizados al Bokashi Y a la Gallinaza. -----</b>	<b>44</b>
<b>CUADRO 17. Resumen de la prueba de TUKEY para la variable de rendimiento total (kg/ha). -----</b>	<b>45</b>
<b>CUADRO 18. Resumen de la prueba de TUKEY para la variable de rendimiento de exportable. -----</b>	<b>49</b>
<b>CUADRO 19. Tasa de Retorno Marginal, para los tratamientos seleccionados del análisis de dominancia. -----</b>	<b>50</b>
<b>CUADRO 1 "A". Rendimiento total en kg/ha observado en cada una de las unidades experimentales. -----</b>	<b>58</b>
<b>CUADRO 2 "A". Rendimiento exportable en kg/ha observado en cada una de las unidades experimentales. -----</b>	<b>59</b>
<b>CUADRO 3 "A". Resumen del análisis de varianza para la variable de rendimiento total. -----</b>	<b>60</b>
<b>CUADRO 4 "A". Resumen del análisis de varianza para la variable de Rendimiento exportable. -----</b>	<b>60</b>

**CUADRO 5 "A". Análisis de dominancia para los tratamientos**  
**bajo estudio. ----- 61**

**CUADRO 6 "A". Presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos**  
**Evaluados. ----- 62**

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Comparación del contenido de N, P, K, Ca y Mg de la Gallinaza y el Bokashi . -----	39
FIGURA 2. Comparación del contenido de B, Cu, Fe, Mn y Zn Entre el Bokashi y la Gallinaza. -----	40
FIGURA 3. Análisis de bacterias aerobias mesófilas efectuados al Bokashi y la Gallinaza. -----	41
FIGURA 4. Rendimiento Total de Arveja China ( <u>Pisum sativum</u> L.), en cada uno de los Tratamientos evaluados. -----	46
FIGURA 5. Comparación de los rendimientos obtenidos de Arveja China ( <u>Pisum sativum</u> L.), con la fertilización de Gallinaza y Bokashi a las mismas dosis. -----	47
FIGURA 6. Ubicación del área experimental en el municipio de San Raimundo del departamento de Guatemala. -----	62
FIGURA 7. Croquis de campo de la distribución de los tratamientos y sus repeticiones. -----	63

**EVALUACIÓN DE GALLINAZA Y BOKASHI, SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARVEJA CHINA (Pisum sativum L.) EN LA FINCA SAN ANTONIO CONTRERAS, SAN RAIMUNDO, GUATEMALA.**

**EVALUATION OF GALLINAZA AND BOKASHI, OVER THE YIELD OF SNOW PEAS (Pisum sativum L.) AT SAN ANTONIO CONTRERAS FARM, SAN RAIMUNDO, GUATEMALA.**

**RESUMEN**

Con el objetivo de determinar la cantidad y tipo de abono orgánico que se debe de utilizar en la fertilización del cultivo de Arveja China, producida bajo de un sistema de producción agrícola orgánico, la cual sea la económicamente mas rentable, se evaluaron 12 tratamientos que incluyeron fertilización con Gallinaza a razón de 1948 kg/ha, 3247 kg/ha, 6494 kg/ha, 9740 kg/ha, 12987 kg/ha, 16234 kg/ha, fertilización con Bokashi a razón de 3247 kg/ha, 6494kg/ha, 9740 kg/ha, 12987 kg/ha, 16234 kg/ha y un Testigo Absoluto sin fertilización. Estas dosis se determinaron de acuerdo a un análisis de suelos y a los requerimientos nutricionales del cultivo. La investigación se realizó en la finca San Antonio Contreras, San Raimundo, Guatemala, de noviembre del 2001 a febrero del 2002. La incorporación de ambos abonos se hizo 4 días antes de realizar la siembra, en una sola etapa. El tratamiento que tuvo el mayor rendimiento (10356 kg/ha) fue el que se fertilizó la Arveja China con Bokashi a razón de 9740 kg/ha, seguido de Bokashi a razón de 6494 kg/ha con un rendimiento de 10195 kg/ha . En contraposición los tratamientos de menor rendimiento fueron Gallinaza a razón de 16234 kg/ha (rendimiento de 6108kg/ha) y el Testigo Absoluto con 2944 kg/ha. Los tratamientos con mayor beneficio económico fueron Bokashi a razón de 6494kg/ha con una Tasa Marginal de Retorno (TMR) de 48% y Gallinaza 3247 kg/ha con una TMR de 265%.

# 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el consumo de vegetales orgánicos está aumentando, ya que cada vez la demanda de los mismos es mayor, especialmente en el continente europeo. En nuestro país actualmente se producen cultivos orgánicos como: banano, café, cardamomo, plantas medicinales, piña, ajonjolí, lechuga, acelga, brócoli, rábano, cebollín, zanahoria y otros (8). Pero la oferta de los mismos no se da abasto para que se de la exportación. Esto debido a que la tecnología de producción es muy reciente y no se tiene mucha experiencia en estos procesos, a diferencia de la agricultura convencional. Dentro de cualquier sistema de agricultura, ya sea convencional u orgánico, uno de los factores más importantes para el buen desarrollo del proceso de producción de cualquier cultivo es la fertilización, ya que si la misma es deficiente, bajan los rendimientos, se incrementa la incidencia de plagas y enfermedades, etc. Sin embargo existe poca disponibilidad de fuentes de fertilización orgánica que sean eficientes y de bajo costo. En muchos casos no existe información sobre su calidad nutricional y microbiológica, ni del efecto de los mismos sobre el rendimiento de los cultivos. La Gallinaza y el abono tipo Bokashi, constituyen dos alternativas en sistemas de producción orgánica, ambos son permitidos como insumos en este tipo de sistema. El primero es producido a partir de estiércol deshidratado y pulverizado de aves, mientras que el segundo se elabora a partir de diferentes componentes que desempeñan una función particular dentro del mismo. En la presente investigación se hizo una evaluación de estos dos tipos de abonos, en 5 dosis de cada uno, en el cultivo de Arveja China (*Pisum sativum* L.), y se determinó su efecto sobre el rendimiento. Se utilizó un diseño en bloques al azar con 12 tratamientos y 5 repeticiones. El estudio incluyó la obtención y caracterización de los abonos, así como la evaluación de varias dosis en el campo.

La investigación se desarrolló en la finca San Antonio Contreras, ubicada en el municipio de San Raimundo de Peñafort, del departamento de Guatemala. La fase de campo del estudio se desarrolló de noviembre del 2001 a febrero del 2002.

## **2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En la finca San Antonio Contreras, se practica un sistema de agricultura orgánica, desde 1998, en el cual únicamente se utilizan insumos orgánicos en el proceso de producción, entre ellos están los abonos orgánicos como la Gallinaza y el Bokashi como fuentes de fertilización. Dado que en Guatemala se carece de información y fuentes de investigación en las cuales se hayan evaluado abonos orgánicos, como el Bokashi y la Gallinaza, ya que no existen suficientes estudios que evalúen y comparen el efecto de estos dos abonos orgánicos sobre el rendimiento de los cultivos, en condiciones de agricultura orgánica. Es necesario determinar cual es el efecto de estos dos abonos sobre el rendimiento y analizar las causas de dicho comportamiento en un cultivo de exportación como la Arveja China. A nivel experimental bajo invernadero se ha observado que algunas plantas responden a dosis crecientes de Bokashi (14), sin embargo es importante evaluarlo a nivel de campo.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Marco Conceptual**

##### **3.1.1 Cultivo de la Arveja China (Pisum sativum L.)**

Este cultivo es originario de algunas regiones del Mediterráneo y África oriental, la misma es de tallo herbáceo, con hojas pinaticompuestas con uno, dos o tres pares de folíolos con un zarcillo terminal, las flores son sencillas y nacen en pares sobre péndulos largos. Según la variedad el cultivo alcanza alturas entre los 50 a 175 Cms o más. Los climas óptimos para el cultivo son los templados y fríos, en alturas comprendidas entre los 1000 a 3000 MSNM, siendo la temperatura óptima de 15 a 20 grados centígrados, aunque se puede cultivar en temperaturas más bajas y altas como de 7 a 29° C. La Arveja China (Pisum sativum) prefiere los suelos alcalinos y no es muy tolerante a suelos ácidos; el óptimo es aquel suelo que tiene un pH de 6 a 7.5 (1). Las principales variedades que se están cultivando actualmente en Guatemala son (1):

Oregon Sugar Pod II

Mammoth Melting Sugar

Goliath

La Arveja China (Pisum sativum L.) tiene la siguiente clasificación taxonómica (9):

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermas
Sub-clase:	Dicotiledoneas
Orden:	Leguminales
Familia:	Leguminoseae
Subfamilia:	Papilinoidea
Tribu:	Vicieas
Genero:	Pisum
Especie:	P. sativum.

#### **3.1.1.1 Requerimientos nutricionales del cultivo de Arveja China**

El cultivo de Arveja China tiene un requerimiento nutricional de (3):

Nitrógeno: 130 kg/ha

Fósforo: 78 kg/ha

Potasio: 78 kg/ha

Calcio: 35 kg/ha

Magnesio: 8 kg/ha

Azufre: 15 kg/ha

### **3.1.2 El sistema de producción de Agricultura Orgánica**

El sistema de producción de agricultura orgánica busca principalmente la conservación ambiental y sus componentes (Flora, Fauna, Suelo, Agua, etc). En el mismo se promueve la vida, la conservación y el desarrollo de todos los componentes del gran sistema biológico integrado que existe en la tierra (11). Dentro de este sistema biológico se incluyen, los macroorganismos del suelo, vegetales y animales, la macrofauna del suelo: mamíferos pequeños (ratones, etc), artrópodos (crustáceos, arácnidos, miriápodos y colémbolos), moluscos (caracoles y babosas), lombrices, las algas, las bacterias, los hongos, etc. y se toma en cuenta el papel que juega cada uno de ellos dentro del sistema biológico terrestre (3).

En este sistema de producción agrícola orgánico, existen una buena cantidad de insumos que son utilizados para manejo del mismo tales como insecticidas, fungicidas, bactericidas, fertilizantes (foliares y aplicados al suelo), etc. Dentro de este ultimo grupo de fertilizantes se encuentran el Bokashi y la Gallinaza. (3).

#### **3.1.2.1. Abonos orgánicos**

La importancia y el uso de los abonos orgánicos en los sistemas de producción agrícola ha venido creciendo, ya que bastantes agricultores han experimentado los efectos que se obtienen en el suelo y en los cultivos. Estos efectos pueden ser

**A. Físicos:** Uno de los principales beneficios de los abonos orgánicos sobre el suelo son de tipo físico. En primer lugar por el efecto floculante y cementante de la materia orgánica no se duda del mejoramiento de la estructura, y por ende, la disminución de la densidad aparente.

Los efectos de estas condiciones se ven reflejados en una mayor penetración radical y el mejor movimiento de aire, agua y nutrimentos. También se debe de mencionar la economía en la necesidad de irrigación y el gasto de agua (3).

**B. Químicos:** químicamente, es esperable un aumento en los contenidos nutricionales del suelo, cuya magnitud depende del tipo de abono y de la cantidad aplicada.

**C. Biológicos:** este tipo de efectos, a pesar de ser, probablemente los de mas repercusión en los sistemas cuando se usan abonos orgánicos por su acción sutil dentro del mismo, son quizá los menos establecidos y cuantificados (3).

### 3.1.2.2 La Gallinaza

La Gallinaza está constituida en una buena parte de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, esto dependiendo de su origen, al mismo tiempo aporta algunos materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejoran las condiciones físicas del suelo. La misma se obtiene a partir de la deshidratación y pulverización de estiércol de aves (7).

La Gallinaza es frecuentemente utilizada por los productores de Arveja China (Pisum sativum L.) a nivel nacional, como complemento de sus programas de fertilización. La gallinaza no se aplica como tal, ni como se produce, por los compuestos amoniacales que contiene, debido a que los mismos son cáusticos. La cantidad que debe de aplicarse debe ser de 7.5 a 25 ton/ha (17), sin quedar en contacto directo con las plantas hortícolas porque son sensibles. El abono animal es muy valioso por su bajo costo y por la materia orgánica que aporta. Contiene aproximadamente en forma natural 60% de humedad y es desagradable al manipularlo, mientras que al desecarlo se torna inofensivo e inodoro; casi siempre contiene todos los nutrientes necesarios para las plantas, aunque no en cantidades adecuadas dependiendo básicamente de la alimentación de los animales, en este caso las aves (11). Las deyecciones de las gallinas son más ricas en elementos nutritivos que las de los grandes animales domésticos.

Esto se debe en parte a la mayor concentración de las raciones que consumen las aves, pero principalmente a la menor cantidad de agua que contienen dichas deyecciones (19). En el cuadro 1 se presenta la composición de cierto tipo de gallinaza.

### **Cuadro 1. Composición de elementos mayores de la Gallinaza, en kilogramos por tonelada.**

Kilogramos de N	Kilogramos de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kilogramos de K <sub>2</sub> O
10	8	4

**Fuente: Vargas B.B. 1991. (17)**

Cuando la gallinaza es utilizada en pequeñas cantidades para abonar hortalizas, conviene aplicarla en línea sobre el surco, mezclando la misma con la tierra antes de sembrar la semilla. En cambio cuando la cantidad a aplicar sea de 10 toneladas o más por hectárea, debe extenderse la gallinaza sobre toda la superficie del terreno uniformemente (17).

#### **3.1.2.3 El Bokashi**

##### **A. Definición**

Bokashi es una palabra japonesa que significa " abono fermentado". Para su elaboración se utilizan materiales que se pueden obtener fácilmente en la finca, su costo generalmente es bajo. La fabricación de este tipo de abono se puede entender como un proceso de descomposición aeróbica y termófila de residuos orgánicos mediante poblaciones de microorganismos quimiorganotróficos, bajo condiciones controladas que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición (11).

En el Bokashi, la gallinaza puede o no formar parte en el proceso de fabricación del mismo. Entre los factores que afectan este proceso de fabricación tenemos: la temperatura, humedad, aireación, la relación carbono-nitrógeno, el pH, así como también el tamaño de las partículas de los ingredientes (5).

## **B. Componentes y su función**

Los componentes sugeridos para la elaboración del Bokashi son según Restrepo (11):

### **a. Gallinaza de aves ponedoras o estiércol de ganado vacuno u otros**

Este componente aporta nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro (7). Se sugiere el empleo de gallinaza proveniente de gallinas ponedoras en lugar de la que se deriva de pollos de engorde, ya que esta última tiene mayor contenido de agua y puede contener antibióticos que podrían afectar algunos microorganismos que participan en la fermentación. Puede ser sustituida por otros tipos de estiércol como bovinaza, cerdaza, etc (11).

### **b. Carbón quebrado en partículas pequeñas**

Funciona como superficie de absorción por lo que permite retener nutrientes y evita su pérdida. Sirve de portador y refugio de microorganismos y reduce la liberación de malos olores. Una vez aplicado al suelo ayuda a mejorar su estructura. Se puede elaborar en una carbonera utilizando restos de madera de la finca. Es recomendable que el tamaño de las partículas no sea muy grande para aumentar la superficie de absorción y por lo mismo la retención de nutrientes (11).

### **c. Granza de arroz**

Esta aporta sílice, elemento que puede mejorar la tolerancia de las plantas a ciertas enfermedades y plagas. Ayuda a la aireación evitando la anaerobiosis que conduce a la pudrición y mala calidad del abono. Se han usado materiales como cascarilla de café y aserrín como sustitutos de la granza. Es importante probar con materiales disponibles en la finca como residuos vegetales triturados (11).

### **d. Pulimento de arroz**

Igual que la granza, este subproducto de los beneficios de arroz aporta nutrientes como fósforo orgánico y magnesio. Puede ser sustituido por otros productos como harina de granos. Es importante evaluar el uso de harina de granos podridos ya que su costo puede ser mas bajo (11).

### **e. Carbonato de calcio o cal agrícola o ceniza de fogón**

La función principal de el uso de cal agrícola es la regulación de la acidez que se presenta durante todo el proceso de la fermentación, cuando se esta elaborando el abono orgánico, dependiendo de su origen, natural o fabricado, puede contribuir con otros minerales útiles a las plantas (11).

### **f. Melaza o miel de purga de caña de azúcar o jugo de la misma**

Es la fuente de energía para los microorganismos, especialmente durante las primeras etapas del proceso de fermentación. Además, es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes como el boro. Puede ser sustituido por panela u otro material con alto contenido de azucares (11).

### **g. Suelo con mantillo, levadura o bokashi**

Este es utilizado como fuente de "inoculo" para iniciar la reproducción de microorganismos que descompondrán los materiales. Cuando el mantillo incluye suelo funciona también como superficie de absorción y proporciona buena condición física a la mezcla. Se aconseja que el material provenga de áreas poco disturbadas o bosques donde la cantidad y diversidad de microorganismos pueda ser mayor. Cuando no se dispone de suelo con buena "carga" de microorganismos se debe adicionar levadura o Bokashi (11).

### **h. Agua**

El agua propicia las condiciones adecuadas para el desarrollo y la reproducción microbiológica durante el proceso de fermentación además, el agua es un excelente conductor de calor permitiendo que la temperatura se distribuya homogéneamente en todo el material del abono, lo cual favorece la eliminación de patógenos y otros organismos mesófilicos durante los primeros días del proceso (11).

Cada uno de estos componentes desempeña una función particular en el Bokashi y, en la medida de lo posible, se pueden sustituir por materiales disponibles dentro de la finca y que puedan cumplir una función similar, con el objetivo de reducir costos. La correcta mezcla de estos y el manejo de factores como la humedad y la temperatura son básicos para obtener abono con las características deseadas (11).

### **C. Proceso de elaboración**

**Ingredientes:** Suelo con mantillo, pulimento de arroz (semolina) , carbón desintegrado en partículas pequeñas, gallinaza, granza de arroz, levadura, 1 litro de melaza (16).

Se coloca un tercio de cada uno de los materiales, uno sobre otro y se mezclan (se repite el procedimiento dos veces mas). La mezcla debe ser uniforme para permitir que la descomposición del material también sea uniforme. La mezcla se debe hacer, por lo menos, tres veces e ir agregando agua con melaza disuelta hasta tener un contenido aproximado de 45% de humedad. Para calcular esto se usa la "prueba del puñado", la cual consiste en tomar una cantidad del material y apretarlo fuerte con la mano, este no debe gotear agua, pero debe formar un "agregado" que se desintegre fácilmente. Si el contenido de agua es muy alto hay que agregar granza de arroz, luego se forma un montículo y se cubre con sacos. A partir del segundo día se debe voltear el montículo dos veces por día, para enfriar el material y homogenizarlo (16).

Este procedimiento se realiza normalmente hasta el quinto o sexto día. Cada día se debe ir bajando la altura del montículo hasta que quede de unos 10 cm. La forma para determinar si el abono esta listo es que la temperatura se ha estabilizado. Por lo regular, entre mayor es la temperatura en el lugar, mas rápido es el procedimiento, es decir que en lugares cálidos es mas rápido que en los fríos. Sin embargo el período de la preparación puede llevar entre 8 y 15 días. El material se puede usar de inmediato o se puede almacenar en sacos protegidos del sol y del viento, por un tiempo que no deberá ser mayor de 3 meses (16).

## D. Usos

Se puede utilizar en almácigos (mezclado con suelo), en el transplante o en cultivos ya establecidos, enterrado a los lados de la planta. Es importante evitar el contacto directo de la planta con el abono, especialmente si esta fresco, ya que puede dañarla. La dosis puede ser muy variable dependiendo del cultivo, fertilidad del suelo, etc. Experiencias de algunos agricultores indican que han usado dosis de 30 g para hortalizas de hojas, 80 g para hortalizas de tubérculos o cultivos que formen cabeza como el brócoli, coliflor o repollo, 100 g para tomate y chile pimiento. Sin embargo es importante evaluar dosis para cada condición en particular, porque puede mostrar diferentes respuestas (16). Una descripción de un análisis químico efectuado a un tipo de bokashi (Cuadro 2) se presenta a continuación.

## E. Composición química de un tipo de bokashi

**Cuadro 2. Análisis químico de bokashi**

					%				ppm		
Identificación	PH	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Bokashi	7.12	28.58	1.37	0.05	0.33	0.44	0.15	0.1	24	13	15

Fuente: Samayoa J.O. *et al*/2000 (14).

### 3.1.2.4 La materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo. La parte mas estable de esta materia orgánica del suelo se llama humus, que se puede definir como la fracción mas o menos estable de la materia orgánica del suelo que se obtiene después que se ha descompuesto la mayor parte de sustancias vegetales o animales añadidas al suelo. La materia orgánica del suelo tiene un papel muy importante ya que regula los procesos químicos que ocurren en el suelo, influye sobre las características físicas y es el centro de casi todas las actividades biológicas en el mismo,

superiores (4).

Entre los procesos químicos de importancia en los que interviene la materia orgánica procede mencionar:

- A. El suministro de elementos nutritivos por la mineralización tanto macro como micronutrientes (4).
- B. La estabilización de la acidez del suelo por su poder amortiguador.
- C. La apreciable contribución a la capacidad de intercambio catiónico de los suelos, muy valiosa para los de textura arenosa y los que contienen arcilla de reducida capacidad de cambio y baja retención de cationes (4).

La materia orgánica también afecta algunas propiedades físicas del suelo como lo son:

- A. La estructura del suelo: favorece la formación de agregados individuales, reduce la agregación global del suelo y disminuye la plasticidad del mismo (4).
- B. Uso mas eficiente de agua mediante: la mejora de la infiltración de agua en el suelo, reduce la pérdida de agua por evaporación, promueve un sistema de raíces mas profundas que permiten el uso de agua en una capa mas profunda de suelo, al oscurecer el suelo en los climas templados, fomenta su calentamiento y promueve una mejor germinación, al mejorar drenaje y estructura promueve la aeración de los suelos y , por tanto, un mejor crecimiento y funcionamiento mas eficaz de las raíces (4).

En cuanto a los factores biológicos la materia orgánica es fuente de nutrientes tanto para los organismos superiores como para los inferiores; es también la fuente energética de ellos por sus compuestos de carbono (4).

### **3.1.2.5 Descomposición de los residuos orgánicos**

El proceso mediante el cual una gran variedad de sustancias llegan al suelo a formar mezclas mas uniformes, se llama humificación. Es de tipo dominante aeróbico y requiere de cantidades moderadas de humedad, ya que consiste en fenómenos biológicos acelerados por enzimas sintetizadas principalmente por bacterias aeróbicas y hongos en el suelo. Varios factores internos y ambientales

influyen sobre la descomposición de la materia orgánica en el suelo. A veces estos factores se interrelacionan como por ejemplo la desintegración de las hojas por insectos que las reducen a pedazos pequeños, son mas propensos a la descomposición microbiana posterior (4).

Como factores internos en la descomposición de los materiales cabe mencionar el % de humedad, que favorece su descomposición si no es excesivo e impide la oxidación; el tamaño, que es factor positivo mientras menor sea, y la composición química, cuyo efecto puede ser positivo o negativo según la mayor o menor presencia de nutrimentos, dentro de la composición química hay que tomar en cuenta la relación C/N la cual cuando es muy elevada no favorece la descomposición por microorganismos, por ejemplo cuando se compara una hoja tierna con un trozo de madera, se afirma que la hoja tierna tendrá una descomposición mucho mas rápida, mientras el trozo de madera permanecerá años sin descomponerse (4).

Entre los factores externos procede mencionar la temperatura que suele acelerar los procesos químicos, mientras que en exceso conduce a la degradación de las enzimas presentes, esenciales para muchas reacciones. El efecto de la temperatura sobre los microorganismos del suelo es también importante ya que la mayoría de ellos actúan en forma optima en el suelo a temperaturas intermedias (30 a 35 grados Celsius). La humedad del medio ambiente influye asimismo sobre la vida de los microorganismos. Se ha observado que la vida microbiana optima en el suelo corresponde a grados de humedad situados entre la capacidad de campo y la mitad de dicho valor. La aeración es también factor decisivo, mientras haya un poco de aire (mas de 2% de  $O_2$ ) los organismos aeróbicos se comportan bastante bien. Los procesos anaeróbicos tienen lugar solamente cuando el suelo esta completamente saturado de agua. Se sabe también que en suelos mas secos, el nitrógeno que se mineraliza da principalmente  $NO_3$  en tanto que en los mas húmedos se transforma en  $NH_4$  (4).

Entre los factores químicos externos, el pH es uno de los más importantes que tiene efectos directos e indirectos. Entre los efectos directos, se tienen su influencia sobre las bacterias y actinomicetos comúnmente poco tolerantes a un pH bajo. El pH influye también sobre la vegetación activa del suelo, la que varía según la tolerancia de las especies a la acidez del suelo. Indirectamente el pH afecta la disponibilidad de los nutrimentos y por ello, su acción puede ser útil para los microorganismos. La concentración de nutrimentos del suelo también está disponible a los microorganismos y los afecta. La falta de algunos nutrimentos en casos pronunciados puede inclusive impedir la descomposición de la materia orgánica debido a la reducción de la vida microbiana (4).

### **3.1.2.6 Nutrimentos esenciales y su movimiento en el suelo**

Existen 16 elementos que se consideran esenciales para el desarrollo vegetal:

El Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Zinc, Manganeso, Hierro, Cobre, Boro, Molibdeno y el Cloro. Recientemente se ha incorporado el elemento número 17 el cual es el Níquel (3).

Los elementos que la planta utiliza en mayor cantidad, C, H, O, los obtiene principalmente del aire y del agua, aunque puede tomarlos también del suelo a partir del CO<sub>2</sub> disuelto en el agua, de los OH, de los carbonatos, etc.

Del suelo la planta absorbe como elementos mayores, o sea, en grandes cantidades, el N y el K. Aunque el P generalmente se incluye dentro de este grupo de mayores porque se aplica en grandes cantidades, no es en realidad consumido por la planta en gran magnitud, sino que su uso a partir del suelo resulta muy ineficiente. El N también puede ser fijado biológicamente a partir de la atmósfera por algunas bacterias que se asocian a las plantas (3).

Elementos medios se consideran el Ca, el Mg y el S, y como elementos esenciales en pequeñas cantidades, o sea, clasificados como oligoelementos o micronutrimentos están el Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl y el Ni. Cada elemento tiene formas químicas particulares de absorción, algunas son catiónicas (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu y Fe) y otras aniónicas (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P, S, B, Mo, Cl) (3).

Existen tres tipos de movimientos de nutrimentos en el suelo:

**A. Flujo de masas:** consiste en el arrastre de los elementos con el agua que se mueve hacia la raíz por efecto de la transpiración de la planta.

**B. Difusión:** en este caso las partículas se mueven de zonas de mayor concentración (solución del suelo, especialmente si ha sido fertilizada) a zonas de menor concentración (zona cercana a la raíz, en donde, por efecto de la absorción se ha producido un déficit del elemento) (3).

**C. Intercepción radical:** esta forma consiste en el crecimiento de las raíces y que estas se extiendan a través del espacio poroso e intercepten los nutrimentos que encuentren a su paso (3).

En el cuadro 3 se resumen algunas características de los nutrimentos del suelo.

### CUADRO 3. Características generales de los nutrimentos del suelo.

ELEMENTO	FORMA DE ABSORCIÓN	FORMA METABÓLICA	MOVILIDAD	MECANISMO DE ABSORCIÓN	EXPRESIÓN EN LOS FERTILIZANTES
N	$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_4^+$	+	flujo de masas	N
	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_3$			
	Urea	$\text{NH}_2\text{OH}^-$			
	amidas				
	aminoácidos				
P	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	+	difusión	$\text{P}_2\text{O}_5$
	$\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{HPO}_4^{2-}$			
K	$\text{K}^+$	$\text{K}^+$	+	difusión	$\text{K}_2\text{O}$
Ca	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Ca}^{++}$	+	intercepción	Ca
				flujo de masas	
Mg	$\text{Mg}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	+	intercepción	$\text{MgO}$
				flujo de masas	
S	$\text{SO}_4^{2-}$	S-H/S-S	+	flujo de masas	S
				-	
Mn	$\text{Mn}^{++}$	$\text{Mn}^{++}$	+	flujo de masas	Mn
				Quelatos	
Zn	$\text{Zn}^{++}$	$\text{Zn}^{++}$	+	flujo de masas	Zn
				Quelatos	
Cu	$\text{Cu}^{++}$	$\text{Cu}^{++}$	-	flujo de masas	Cu
				$\text{CuOH}^{++}$	
				$\text{CuCl}^+$	
Fe	$\text{Fe}^{++}$	$\text{Fe}^{++}$	-	flujo de masas	$\text{Fe}_2\text{O}_3$

Fuente: Berstch, H.F. 1995. (3)

### **3.1.2.7 Funciones de los nutrimentos en las plantas**

**A. Nitrógeno (N):** Es el componente fundamental de todas las moléculas orgánicas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal:

Aminoácidos, ácidos nucleicos, clorofila, citocromos, coenzimas, hormonas y otros compuestos nitrogenados con funciones variadas ( ureidos, amidas, alcaloides, etc)

Por lo tanto participa activamente en los principales procesos metabólicos: la fotosíntesis, la respiración, la síntesis proteica (3).

**B. Fósforo (P):** Ayuda a la maduración, mejora la calidad de los frutos, mejora el desarrollo de la red de raíces. Forma parte de la molécula transportadora de alta energía ATP, por lo tanto, participa en todos los procesos metabólicos que involucran energía. Participa en la fotosíntesis, en la glicólisis, en la respiración, en la síntesis de ácidos grasos y en la síntesis de proteínas.

**C. Potasio (K):** Incrementa la resistencia a enfermedades, incrementa la calidad de los frutos. Participa en casi todos los procesos, respiración, fotosíntesis, aparición de clorofila, pero no tiene un papel específico. Se le confiere una participación muy activa en la regulación osmótica e hídrica de la planta y también en el mantenimiento de la permeabilidad de las membranas (3).

**D. Calcio (Ca):** Su principal papel es estructural, porque constituye, como Pectatos de Ca en las laminas medias, la parte cementante de las paredes celulares. Participa en la formación de membranas celulares y de estructuras lipídicas. Actúa también como activador de enzimas y se relaciona con la nodulación y la fijación de N.

**E. Magnesio (Mg):** forma parte de la molécula de clorofila, por lo tanto es determinante sobre la fotosíntesis. Participa en gran medida en el balance electrolítico dentro de la planta y como activador enzimático (3).

**F. Azufre (S) :** Forma parte de las proteínas como integrante de los aminoácidos azufrados cistina, cisteína y metionina, es constituyente de algunas enzimas, vitaminas y de la coenzima A, que participan en el metabolismo de azúcares, grasas, y proteínas. Promueve la formación de nódulos en las leguminosas.

**G. Manganese (Mn):** Actúa como activador enzimático en la respiración y en el metabolismo del N, en este último caso activando las reductasas. Acelera la germinación y la madurez.

**H. Zinc (Zn):** Actúa como activador de varias enzimas, dos de ellas muy importantes, la anhidrasa carbónica (que convierte el ácido carbónico en CO<sub>2</sub> y agua) y la deshidrogenasa alcohólica, así como de enzimas transportadoras de fosfatos (3).

**I. Cobre (Cu):** Es componente de diferentes enzimas fenolasas, lactasas y de la oxidasa del ácido ascórbico, así como de ciertas proteínas ( plastocianina) presentes en el cloroplasto, de aquí que participe en la fotosíntesis. Promueve la formación de la vitamina A.

**J. Hierro (Fe):** Actúa como activador enzimático de la síntesis de clorofila; es un factor necesario, pero no forma parte de la molécula. Interviene en la síntesis de proteínas y es componente de algunas metaloflavoproteínas que intervienen en diferentes oxidaciones y reducciones biológicas.

**K. Boro (B):** Su papel específico no está totalmente claro, pero afecta muchos procesos en forma indirecta. Interviene en el transporte de azúcares. Participa en la diferenciación y desarrollo celular, en el metabolismo de N, en la absorción activa de sales, en el metabolismo hormonal, en las reacciones hídricas, en el metabolismo de P y en la fotosíntesis (3).

**L. Molibdeno (Mo):** Está fuertemente relacionado con el metabolismo del N; interviene en la fijación del N gaseoso a nivel de organismos fijadores, en la asimilación de nitratos y forma parte del sistema de la reductasa del N.

**M. Cloro (Cl):** Este estimula la fase luminosa de la fotosíntesis.

**N. Níquel (Ni):** Ha sido recientemente incorporado como elemento esencial (3).

## **3.2. Marco referencial**

### **3.2.1 Antecedentes de investigación**

Castellón 1999, (5) evaluó un sustrato compuesto de 25% de Bokashi + 75% de suelo, el cual lo utilizó para almacigo de café orgánico. El estudio consistió de dos experimentos para evaluar el efecto de abonos orgánicos en un almacigo orgánico de Café ( Coffea arabica L.), en función del procesamiento, la composición y la cantidad utilizada de sustrato bajo dos niveles de sombra (0% y 50% de iluminación) y dos elevaciones ( 602 y 1325 msnm) realizado en Turrialba, Costa Rica a 602 msnm con una precipitación anual promedio de 2065mm y una temperatura promedio de 21°C. El otro experimento fue llevado a cabo en la finca cafetalera orgánica "Cristina" ubicada en el cantón Paraíso, provincia de Cartago, Costa Rica a 1325 msnm; precipitación anual promedio de 1780mm; temperatura promedio de 17.1° C . En este estudio, en el sustrato compuesto por 25% de Bokashi y 75% de suelo se obtuvieron buenas proporciones de altura, vigor y materia seca. En la evaluación de Samayoa J.O. *et al* 2000. (13), evaluó cinco niveles de Bokashi en el cultivo de repollo ( Brassica oleracea) a nivel de invernadero, siendo estos niveles de: 10, 15, 20, 25, 30 gramos de Bokashi por planta. En la misma se midieron las variables respuesta de peso seco de planta completa en gramos, de la raíz en gramos, de la parte aérea en gramos, la mejor respuesta e estas variables se obtuvo al aplicar la dosis de 30 gramos por planta. Samayoa J.O. *et al* 2000. (14), en su estudio en el cultivo de coliflor ( Brassica oleracea variedad shasta) evaluando las dosis de 1190, 2380, 3571, 4761 y 5952 kg/ha, midió la variable respuesta de peso seco por planta en gramos, obtuvieron respuesta en el aumento de peso seco por planta en todas las dosis que se evaluaron, en una proporción que superó hasta en un 84% al testigo absoluto (sin fertilización).

Samayoa J.O. *et al* 2000 (15) evaluaron en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris. L.) dosis de 330, 660, 991, 1321, 1651 y 1982 kg/ha midiendo el peso seco por planta en gramos, obtuvo buena respuesta en las seis dosis que evaluaron, ya que en las seis se observó un aumento del peso seco por planta conforme aumentaba la dosis de Bokashi por planta.

Vargas B. 1991 (17) evaluó varias dosis de gallinaza en el cultivo de Brócoli (Brassica oleracea.var.*italica*, Plank) en la aldea San José del municipio de Villa Nueva en el departamento de Guatemala, lugar que reúne las condiciones ecológicas para este cultivo. El rendimiento fue evaluado en el peso fresco de las inflorescencias expresado en kg/ha. Las dosis utilizadas en el estudio se basaron en análisis de suelo y en recomendaciones de estudios realizados. El mismo determinó que al aplicar 7 ton/ha de gallinaza se obtuvo un rendimiento de 118,314 kg/ha. Los mejores rendimientos los obtuvo al aplicar gallinaza en combinación con nitrógeno de compensación.

Chávez R. 1992 (7) hizo uso en su estudio de la gallinaza, él experimentó dos niveles de la misma sobre el rendimiento de Papa ( Solanum tuberosum L.) en dos localidades de las Verapaces. Él buscaba una alternativa para incrementar el rendimiento de la Papa y que al mismo tiempo conservará y mejorará el grado de fertilidad del suelo. Hizo uso de la fertilización química como complemento, el estudio se efectuó en el municipio de San Juan Chamelco del departamento de Alta Verapaz, y el municipio de Purulhá, del departamento de Baja Verapaz, en este estudio se determinó que el uso de la Gallinaza como fertilizante en la producción de Papa es fundamental en el rendimiento , puesto que, todos los tratamientos que incluyeron este sustrato mostraron los rendimientos mas altos para las dos localidades estudiadas.

Como lo fue la dosis de 7 ton/ha de gallinaza se obtuvo un rendimiento de 19.22 ton/ha de tubérculos de Papa lográndose obtener un incremento de 8.4 ton/ha sobre el tratamiento sin ninguna fertilización.

Hernández L. 2001. (9), en su estudio experimentó la tecnología de producción orgánica en el cultivo de arveja china, en Sta. Catarina Ixtahuacan, Solóla. Evaluando 2 fertilizaciones en el ciclo total de la planta, en la primera fertilización que se efectuó al momento de la siembra se aplicaron 2,146.4 kg/ha de Gallinaza + 2,146.4 kg/ha de Bokashi. La segunda fertilización aplicada a los 28 días después de la siembra se compuso de 1,073.7 kg/ha de Gallinaza + 1,073.7 kg/ha de Bokashi, y se obtuvo un rendimiento de 4,748.3 kg/ha brutos, de los cuales el 17% fue de calidad de rechazo y el restante 83% fue de calidad exportable.

García E. 1998. (8) evaluó el uso del Bokashi y la Gallinaza, sobre el rendimiento del cultivo de Arveja China (*Pisum sativum* L.) var. Oregon Sugar Pod II, probando dosis de 16,233 kg/ha de gallinaza aplicada junto a 16,233 kg/ha de Bokashi obtuvo rendimientos de 10,175 kg/ha. Mientras que con dosis de 12,175 kg/ha de Gallinaza mas 12,175 kg/ha de Bokashi y obtuvo rendimientos de 11,168.8 kg/ha en el mismo lote.

### **3.2.2 Antecedentes de la finca**

La finca San Antonio Contreras se encuentra dentro del municipio de San Raymundo de Peñafort, del departamento de Guatemala. Sus coordenadas son: 14° 38'10" Latitud Norte y Longitud Oeste 90° 35' 52". Está dentro de la zona de vida montano bajo tropical húmeda, y dentro de la región climatológica perteneciente al bosque húmedo semicálido con invierno benigno seco (10). La finca se localiza a 1700 msnm, tiene una temperatura media anual de 18.8°C , temperatura máxima 32.8°C y temperatura mínima de 15.0°C, una humedad relativa de 65%, una precipitación media anual de 1475.3mm. En la finca existen únicamente suelos pertenecientes a las clases III y VI.

La clase III son suelos poco profundos, los cuales presentan pendiente moderada, con problemas de textura, la cual es arcillosa, limitaciones para la mecanización y con drenaje deficiente, estos son aptos para cultivos de la región con practicas intensivas de manejo de suelos. La clase VI son suelos muy poco profundos, no mecanizables, con textura deficiente, la topografía es ondulada fuerte o quebrada así como una pendiente fuerte y un drenaje deficiente y no son aptos para cultivos, se usan generalmente para pastos y bosques, aunque se pueden establecer algunos tipos de cultivos perennes, se hacen necesarias las practicas de conservación de suelos. La densidad aparente de los suelos de la finca tiene valores entre un rango de 0.89 y 1.2 g/cc (10). Los suelos de la finca se originaron a partir de piedra pómez, algunos de ellos y otros de andésita y basalto. La Finca San Antonio Contreras cuenta con un total de 404.9 hectáreas, de las cuales 80.73 ha (19.93%) se pueden utilizar para la agricultura, 1.87 ha (0.46%) se usan en un sistema agroforestal, 220.35 ha (54.42%) se utilizan en un sistema forestal, 101 ha (24.94%) en protección y 1ha (0.24%) pertenece al área ocupada por instalaciones como: corrales, casas, bodegas, garages, tanques de agua, etc. La finca posee 1 pozo mecánico, cuya agua se utiliza para riego, bebida, usos caseros, etc. También posee un tanque de abastecimiento de agua el cual esta ubicado estratégicamente, dentro del área y es del mismo que parte el sistema de riego del área que se cultiva actualmente en la finca, este tanque tiene capacidad actualmente para almacenar 64 mts<sup>3</sup> de agua. El sistema de riego es por goteo, el cual es utilizado para cultivos actualmente, tiene una extensión de 20 ha y la misma se divide en los lotes, identificados con las letras de la A a la R. Esta área cultivable posee un sistema de conservación de suelos, el cual esta constituido por curvas a nivel y acequias, ambas con barreras vivas de pasto para mejor protección (10).

El estudio se llevó a cabo en el lote M el cual tiene una área de 0.77 ha. En este lote en los meses de octubre de 1999 a enero del 2000 se sembró Arveja China (*Pisum sativum* L.) y se fertilizó la misma con Gallinaza de la marca comercial Fertiorganico aplicando un total de 1948 kg/Ha, posteriormente en el año 2000 no se sembró ningún otro cultivo en este lote, hasta en año 2001 en el mes de noviembre cuando se hizo el presente estudio. Previo a realizar la siembra se efectuaron varios análisis al suelo del lote "M" de los cuales se presentan los resultados a continuación (Cuadros 4, 5 y 6).

#### **CUADRO 4. Análisis químico del suelo del área experimental.**

<b>ANALISIS QUÍMICO</b>		
	<b>Unidad de medida</b>	<b>valor</b>
<b>PH</b>		7
<b>Concentración de sales:</b>	ds/m	0.08
<b>Materia orgánica:</b>	%	3.10
<b>Nitrógeno:</b>	ppm	5
<b>Fósforo:</b>	ppm	21.7
<b>Potasio:</b>	ppm	319.8
<b>Calcío:</b>	ppm	1709.6
<b>Magnesio:</b>	ppm	278.5
<b>Cobre:</b>	ppm	4.7
<b>Hierro:</b>	ppm	310.8
<b>Manganeso:</b>	ppm	193.4
<b>Zinc:</b>	ppm	4.1
<b>Aluminio:</b>	ppm	8

**FUENTE: Fca. San Antonio Contreras.**

**CUADRO 5. Análisis microbiológico del suelo área experimental.**

<b>ANALISIS MICROBIOLOGICO</b>	
<b>Bacterias aerobias mesófilas (UFC/g)</b>	<b>Mohos y Levaduras (UFC/g)</b>
9,400,000	10,300

**FUENTE:** Fca. San Antonio Contreras.

**CUADRO 6. Análisis de textura del suelo del área experimental.**

<b>ANALISIS DE TEXTURA</b>		
<b>Arena</b>	<b>Limo</b>	<b>Arcilla</b>
17%	21%	62%

**Textura:** Arcillosa.

**Fuente:** Fca. San Antonio Contreras.



## 4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### 4.1 General

Evaluar el rendimiento de Arveja China ( Pisum sativum L.) mediante la aplicación de los abonos orgánicos Bokashi y Gallinaza en un sistema de agricultura orgánica, bajo las condiciones de la finca San Antonio Contreras, San Raimundo, Guatemala.

### 4.2 Específicos

4.2.1. Evaluar el efecto de varias dosis de Bokashi y Gallinaza sobre el rendimiento de Arveja China (Pisum sativum L.)

4.2.2. Comparar la composición química, física y microbiológica de estos dos tipos de abonos orgánicos y su relación con el rendimiento del cultivo de Arveja China (Pisum sativum L.).

4.2.3. Determinar la dosis de Bokashi y Gallinaza económicamente más rentable en la fertilización del cultivo de Arveja China (Pisum sativum L.).

## **5. HIPÓTESIS**

- 5.1. Existe al menos una cantidad de Bokashi o Gallinaza que incrementa el rendimiento de arveja china (Pisum sativum L.) con respecto al testigo absoluto.
- 5.2. El contenido de nutrientes y carga microbiológica del Bokashi, es similar que el de la Gallinaza.
- 5.3. Al menos uno de los tratamientos es económicamente mas rentable que el testigo absoluto.

## **6 . METODOLOGIA**

### **6.1 Fase I: Obtención de los materiales**

#### **6.1.1 Gallinaza**

La gallinaza que se usó en el estudio, fue la que se conoce bajo el nombre comercial de Fertiorgánico, la cual es producida en planta la Alameda, Chimaltenango, Guatemala, está compuesta por una formula 3-4-3, además nutrientes secundarios y menores. Este constituye un abono orgánico al cual se le da un proceso de descomposición de 6 a 8 meses, asimismo es enriquecido con calcio, magnesio y fósforo natural, posteriormente se deshidrata y se pulveriza y se empaca, según los fabricantes el Fertiorgánico ya empacado tiene un 10% de humedad.

#### **6.1.2 Bokashi**

La preparación del Bokashi, se hizo en la finca e incluyó los siguientes componentes y cantidades (Cuadro 7).

## **Cuadro 7. Componentes de el Bokashi y sus cantidades utilizadas para su preparación**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Estiércol de ganado vacuno</b>	600 kg
<b>Rastrojo de Milpa (Maíz)</b>	60 kg
<b>Tierra (suelo)</b>	228 kg
<b>Carbón vegetal</b>	41 kg
<b>Cal Agrícola</b>	23 kg
<b>Levadura</b>	2 kg
<b>Afrecho</b>	136 kg
<b>Agua</b>	250 lts
<b>Melaza de Caña</b>	10 lts

**FUENTE: Fca. San Antonio Contreras.**

Esta receta es específica para preparar aproximadamente 681 kilogramos de Bokashi, con un 10% de humedad.

### **6.1.3 Caracterización química, física y microbiológica de los materiales**

Después de elaborado el Bokashi y ya teniendo disponible la Gallinaza (FERTIORGANICO) se tomaron 3 muestras compuestas de cada uno de ellos y se enviaron al laboratorio de Soluciones Analíticas, ubicado en la ciudad capital de Guatemala, el cual se encargó de los análisis químicos y microbiológicos de las mismas. Las variables que se consideraron en el análisis químico fueron: contenido de N, P, K, Ca, Mg, Bo, Cu, Fe, Mn, Zn, materia orgánica, pH, y concentración de sales. En el análisis microbiológico: contenido total de bacterias aerobias mesófilas y contenido total de mohos y levaduras, detección de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. El físico: densidad aparente y textura.

**6.2 Fase II: Tratamientos evaluados (cuadro 8), el mismo presenta los tratamientos que se evaluaron en el presente estudio.**

**Cuadro 8. Los tratamientos evaluados se describen así**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>1</b>	Fertilización con Gallinaza a razón de 3247 kg/ha.
<b>2</b>	Fertilización con Gallinaza a razón de 6494 kg/ha .
<b>3</b>	Fertilización con Gallinaza a razón de 9740 kg/ha.
<b>4</b>	Fertilización con Gallinaza a razón de 12987 kg/ha.
<b>5</b>	Fertilización con Gallinaza a razón de 16234 kg/ha.
<b>6</b>	Fertilización con Bokashi a razón de 3247 kg/ha.
<b>7</b>	Fertilización con Bokashi a razón de 6494 kg/ha.
<b>8</b>	Fertilización con Bokashi a razón de 9740 kg/ha.
<b>9</b>	Fertilización con Bokashi a razón de 12987 kg/ha.
<b>10</b>	Fertilización con Bokashi a razón de 16234 kg/ha.
<b>11</b>	Testigo Finca: fertilización con Gallinaza a razón de 1948 kg/ha.
<b>12</b>	Testigo absoluto: sin fertilización.

**\*Nota:** La Gallinaza y el Bokashi tuvieron un porcentaje de humedad del 10%.

### **6.3 Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño en bloques al azar, con 12 tratamientos y 5 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 4 surcos de 4 m de largo x 1m de ancho, siendo la unidad experimental de 16 m<sup>2</sup>. El área experimental total fue de 1,504 m<sup>2</sup>.

El modelo estadístico que se empleo fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del i.....ésimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto del j.....ésimo bloque

$\varepsilon_{ijk}$  = error experimental en la ij.....ésima unidad experimental

#### **6.4 Variables de respuesta**

- a. Rendimiento total en kg/ha
- b. Rendimiento exportable kg/ha

#### **A. Rendimiento**

El corte y la clasificación de la arveja, estuvo a cargo del departamento de control de calidad, de la empresa San Juan Agroexport, en la cual se determinaron los datos de rendimiento total (kg/ha) y rendimiento exportable (kg/ha), según los estándares de calidad utilizados en dicha empresa.

## **6.5 Análisis de la información**

### **6.5.1 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza para las variables respuesta de: rendimiento total y rendimiento exportable. Cuando se encontraron diferencias significativas entre las medias se aplicó una prueba de Tukey para comparar los tratamientos. Para lo que fue el contenido de nutrientes (análisis químico). Se usó una prueba t, la cual se compuso de los 2 tratamientos (Gallinaza y Bokashi) con 3 repeticiones cada uno (3 muestras), esto para cada elemento y para los datos de concentración de sales y materia orgánica. De la misma manera se hizo también una prueba de t, para la comparación del contenido de bacterias aerobias mesófilas, y para el contenido de mohos y levaduras.

### **6.5.2 Análisis económico**

Se utilizó un análisis de dominancia con base a un presupuesto parcial que se realizó. A los tratamientos no dominados, se les calculó la tasa de retorno marginal (TRM). Para calcular el beneficio bruto se tomo en cuenta el precio que la empresa San Juan Agroexport paga por kilogramo exportable de arveja china el cual es de Q5.00/kg.

## **6.6 Fertilización y Manejo del cultivo**

La fertilización con los abonos orgánicos: Gallinaza y Bokashi, se realizó al suelo, 2 días antes de la siembra, de la siguiente manera:

Primero se preparó el terreno con maquinaria agrícola (arado y rastra), una vez que el terreno estuvo preparado, se procedió con el surqueado del mismo, este se realizó mediante el corte del suelo con azadón, haciendo un surco al fondo del mismo en el que fue incorporado el abono (Bokashi o Gallinaza), según la dosis para cada tratamiento, posteriormente se cubrió con tierra, después de cubierto se rayó el surco y se comenzó con la siembra. La distancia de siembra fue de 1 m entre surcos y 6 cm entre planta. Después de sembrado se procedió a realizarle el tutoreado, según las exigencias del cultivo. El control de malezas se realizó manualmente con azadón. El riego fue por goteo, con mangueras que tienen 1 gotero a cada 50cm, realizando el riego de forma uniforme en todos los tratamientos. El control de plagas y enfermedades fue el que se lleva a cabo en la finca, en el cual es permitido únicamente el uso de productos orgánicos (Cuadros 9, 10 y 11).

## CUADRO 9. Plan de manejo orgánico para el control de plagas.

Etapa Fenológica	Plaga/Enfermedad	Control	Dosis	Observaciones
Siembra	Fusarium			
	Rhizoctonia	Subsol	2.5 lt/ha	aplicado al suelo
Siembra	Gallina ciega (Phyllophaga sp)	Nemátodos benéficos	14 bolsas /ha	aplicado al suelo
Plántula a 12 días	Larvas de Lepidópteros (Noctuidae)	BST-88	1 lt/ha	aplicación foliar
Plántula a 15 días	Fusarium	Subsol	2.5 lt/ha	aplicado a la base del tallo
Plántula a 30 días	Fusarium	Subsol	2.5 lt/ha	aplicado a la base del tallo
Plántula a cosecha	Larvas de Lepidópteros (Noctuidae)	BST-88	1 lt/ha	aplicación foliar
		JAVELIN	0.5 kg/ha	aplicación foliar
		Dipel	0.5 kg/ha	aplicación foliar
		ACT		
	Trips (Frankiniella sp)	Botánico	2.8 lt/ha	aplicación foliar
	Afidos (Aphidae)	Centurión	2.5 lt/ha	aplicación foliar
	Mosca minadora			
	Cenicilla (Erysiphe sp)	Kumulus	1.4 kg/ha	1 aplicación foliar / semana
	Ascochyta sp	Phyton	1 lt/ha	1 aplicación foliar / semana

**Fuente: García, E. 1998. (8)**

## CUADRO 10. Descripción de los productos orgánicos utilizados.

Nombre Comercial	Ingrediente Activo
SUBSOL	Bacillus subtilis
BST-88	Bacillus thuringiensis
DIPEL	Bacillus thuringiensis var. kurstaki
JAVELIN	Bacillus thuringiensis var. kurstaki
VPN-ULTRA	Virus de la poliedrosis nuclear
ACT-BOTANICO	Extracto de arbol de neem
CENTURIÓN	Acidos grasos
NEMATODOS BENÉFICOS	Diplogasteritus sp.
PHYTON	Sulfato de cobre
KUMULUS	Azufre

**Fuente: García E. 1998 (8).**

**Nota:** estos productos tienen permitido el uso dentro del sistema de producción agrícola orgánico. (Mayacert)

**Cuadro 11. Plan de fertilización foliar orgánica para el cultivo de arveja china (Pisum sativum L.)**

<b>Etapa fenológica</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad por ha</b>
<b>3ra a 5ta semana después de la siembra</b>	Folifort equilibrado	2.15 lt/ha
<b>5ta a 8va semana después de la siembra</b>	Folifort equilibrado + Folifort nitrogenado	2.15 lt/ha
<b>8va a 10ma semana después de la siembra</b>	Folifort nitrogenado + Folifort potásico	2.15 lt/ha
<b>10ma semana en adelante</b>	Folifort potásico	2.15 lt/ha

**Fuente: García E. 1998 (8).**

**Nota:** El Folifort es un fertilizante foliar orgánico completo, elaborado a partir de féculas de cereales, el cual se presenta en tres formulas de N-P-K:

**Nitrogenado: 21-0-0 + meso y microelementos**

**Equilibrado: 8-7-10 + meso y microelementos**

**Potásico: 7-7-16 + meso y microelementos.**

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Análisis y caracterización de los materiales evaluados en el estudio

Los resultados de los análisis químicos realizados al Bokashi y la Gallinaza se presentan en el cuadro 12.

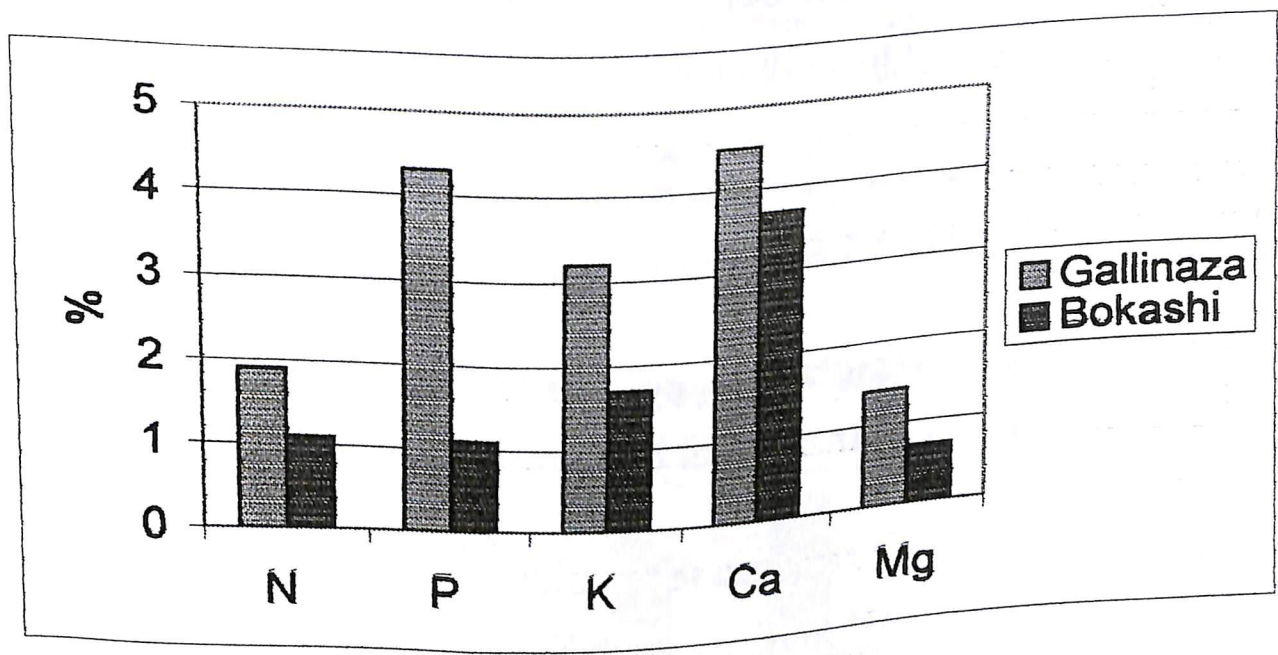
#### CUADRO 12. Resultados de los análisis químicos realizados al Bokashi y la Gallinaza.

ANÁLISIS QUÍMICO			
	Gallinaza	Bokashi	Prob> T
pH:	7.3	8.6	
Concentración de sales: (ds/m)	10.8 ds/m	3.3 ds/m	0.0000
Materia orgánica: (%)	52.10%	35.70%	0.0026
Nitrógeno (%)	1.9	1.1	0.0009
Fósforo (%)	4.3	1.1	0.0000
Potasio (%)	3.2	1.7	0.0003
Calcio (%)	4.5	3.7	0.0892
Magnesio (%)	1.4	0.7	0.0006
Boro (ppm)	235.9	171.4	0.0149
Cobre (ppm)	70.1	15.9	0.0000
Hierro (ppm)	1887.3	5777.2	0.0003
Manganeso (ppm)	465.7	542.6	0.0946
Zinc (ppm)	407.6	67.4	0.0000
*Datos promedio entre las 3 muestras analizadas de cada materia. (n=3)			

Fuente: Soluciones Analíticas.

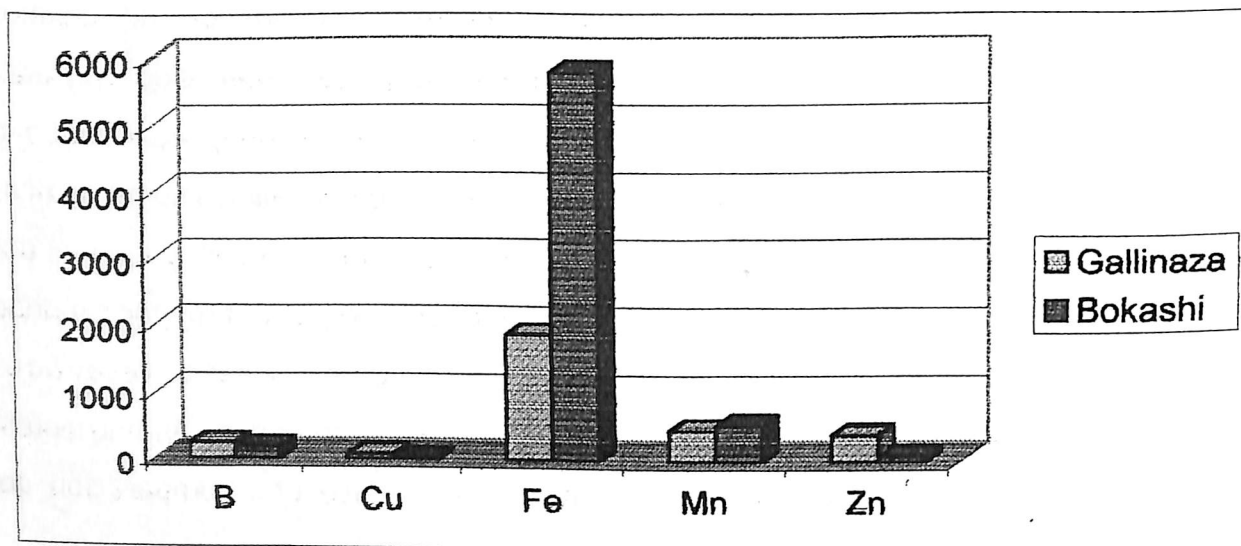
De acuerdo a las pruebas de t, que se realizaron a los resultados de los análisis químicos efectuados a la Gallinaza y a el Bokashi, se encontró que la Gallinaza posee un mayor contenido de N, P, K, Mg, B, Cu y Zn que el Bokashi. Para el Ca, y Mn no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos abonos.

El contenido de Materia Orgánica, así como también la Concentración de Sales, es mayor en la Gallinaza que en el Bokashi. Para el contenido de Fe el Bokashi presentó mayor contenido que la Gallinaza. El mayor contenido de algunos nutrientes de la Gallinaza con respecto al Bokashi, pudo haber sido causado, debido a que el Bokashi se elaboró con estiércol de ganado vacuno, reafirmando lo mencionado por Worthen L. (19), que las deyecciones de las gallinas son más ricas en elementos nutritivos que las de los grandes animales domésticos, y esto es por la mayor concentración de raciones que consumen las aves, y a la menor cantidad de agua que contienen dichas deyecciones. Además el Bokashi lleva otros componentes como la tierra, caña de maíz, etc. que son menos ricos en nutrientes. En la figura 1 se presenta una gráfica, en la cual se hace una comparación del contenido de N, P, K, Ca y Mg de la Gallinaza y el Bokashi.



**Figura 1. Comparación del contenido de N, P, K, Ca y Mg de la Gallinaza y el Bokashi.**

En la figura 2 se presenta la gráfica de comparación del contenido de B, Fe, Mn y Zn del Bokashi y la Gallinaza.



**Figura 2. Comparación del contenido de B, Cu, Fe, Mn, y Zn entre el Bokashi y la Gallinaza.**

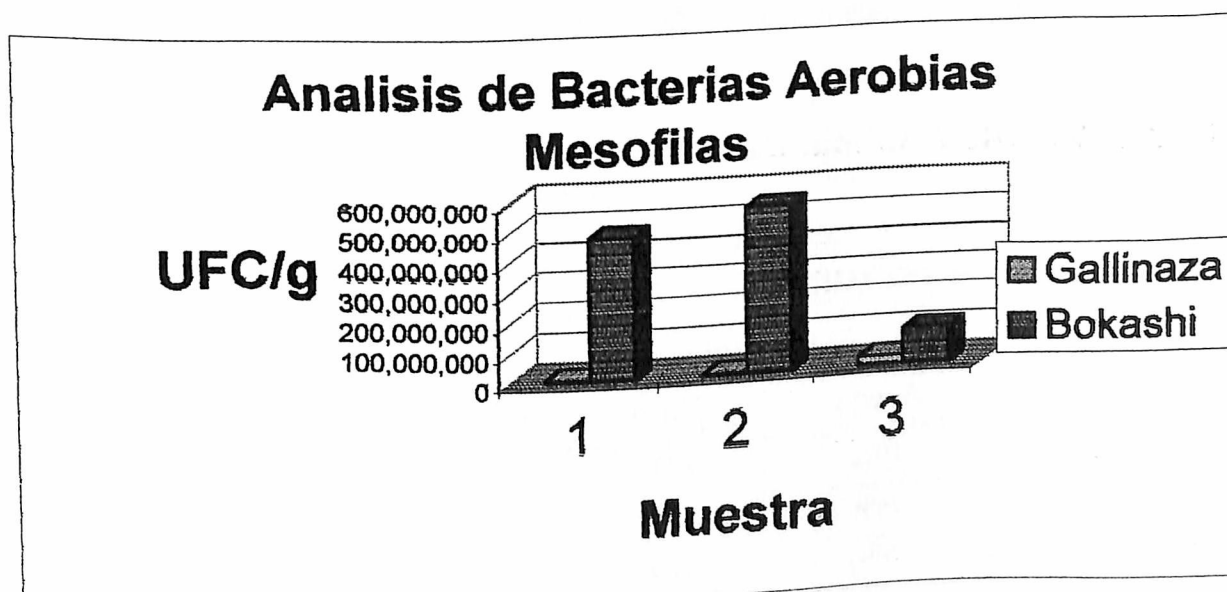
En el cuadro 13 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos realizados a la Gallinaza y el Bokashi.

**CUADRO 13. Resultados de los análisis microbiológicos efectuados a la Gallinaza y el Bokashi.**

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
	Gallinaza	Bokashi	Gallinaza	Bokashi
<b>MUESTRA</b>	<b>bacterias aerobias mesófilas (UFC/g)</b>		<b>mohos y levaduras (UFC/g)</b>	
1	7,100,000	476,000,000	1,300,000	3,600,000
2	6,600,000	560,000,000	1,700,000	5,600,000
3	28,700,000	116,000,000	5,300,000	4,300,000
<b>PROMEDIO</b>	<b>14,133,333.30</b>	<b>384,000,000</b>	<b>2,276,670</b>	<b>4,250,000</b>
	<b>P&gt;T = 0.3799</b>		<b>P&gt;T = 0.2817</b>	

Fuente: Soluciones Analíticas.

Los resultados de las pruebas de t, para los datos del análisis microbiológico: Bacterias Aerobias Mesófilas y Mohos y Levaduras, indican que no existen diferencias significativas entre el Bokashi y la Gallinaza. Con respecto a los datos de Bacterias Aerobias Mesófilas que se obtuvieron después de analizar la Gallinaza, ellos indican que de las tres muestras, dos se mantuvieron en cierto rango 6 a 8 millones de UFC/g (unidades formadoras de colonia/gramo), pero la tercera muestra mostró un valor de 28,000,000 UFC/g. El Bokashi mostró en las tres muestras analizadas valores entre un rango de 100,000,000 a 600,000,000 UFC/g. Para ambos abonos se observa que la variación que existió entre los valores fue muy grande. A través de la prueba t se observa que el valor de la desviación estándar para la Gallinaza fue de 79,316,097.56 y para el Bokashi fue de 21,608,858,183.62. Estos valores de desviación estándar no permiten detectar diferencias, sin embargo se observa una tendencia muy clara de mayor riqueza microbológica en el Bokashi. Haciendo la comparación entre los dos abonos se deben de observar las medias obtenidas para cada abono: Gallinaza: 14,133,333.33 UFC/g y Bokashi: 384,000,000 UFC/g, se denota una marcada diferencia entre las mismas, lo cual se hace mas claro al observar la Figura 3.



**FIGURA 3. Análisis de Bacterias Aerobias Mesófilas efectuados al Bokashi y la Gallinaza.**

Para Mohos y Levaduras el Bokashi tuvo una media de 4,250,000 UFC/g y la Gallinaza de 2,276,670 UFC/g. De acuerdo a la prueba de t no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Esta diferencia en el contenido de Bacterias Aerobias Mesófilas y Mohos y Levaduras, entre ambos abonos podría ser principalmente por la diferencia en el periodo de elaboración y almacenamiento de ambos abonos, ya que el Bokashi es un material relativamente mas fresco, ya que su proceso de elaboración duró 14 días y estuvo 5 días en almacenamiento, mientras que el proceso de elaboración de la Gallinaza fue de 6 meses y se tuvo almacenada durante 15 días, mientras mas largo es el periodo de elaboración y de almacenado de un abono, ocurre una disminución del contenido de los microorganismos antes mencionados. Otro factor que podría determinar el menor contenido microbiológico en la Gallinaza es el alto uso de antibióticos en las granjas avícolas. Así como también el pH más alcalino del bokashi permite el mayor desarrollo de actinomicetos en condiciones de baja humedad.

En lo que a Textura concierne, se pudo observar en los resultados de los análisis (Cuadro 14) que la composición de Arena, Limo y Arcilla de los dos abonos es muy parecida, ya que de acuerdo al triangulo de texturas. El Bokashi posee una textura Franco arenosa, y la Gallinaza presento una textura Franco Areno-Arcillosa.

**CUADRO 14. Análisis de textura realizados a la Gallinaza y el Bokashi.**

<b>ANÁLISIS DE TEXTURA</b>						
		<b>GALLINAZA</b>			<b>BOKASHI</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b>Arena</b>	<b>Limo</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Arena</b>	<b>Limo</b>	<b>Arcilla</b>
1	19%	14%	67%	19%	12%	69%
2	24%	17%	59%	17%	14%	69%
3	24%	17%	59%	24%	17%	59%
<b>PROMEDIO</b>	<b>22%</b>	<b>16%</b>	<b>61%</b>	<b>20%</b>	<b>14%</b>	<b>65%</b>

**Fuente: Soluciones Analíticas.**

Esta similitud se debe a que en el proceso de elaboración de ambos abonos se incluyen materiales similares, como ejemplo en la Gallinaza se usa cascarilla de arroz, para el Bokashi caña de maíz picado, el carbón vegetal quebrado que se usa en el Bokashi es similar a la arena de piedra pómez utilizada para la Gallinaza.

La principal variación en el proceso de elaboración de estos dos abonos, es la cantidad de cada uno de los ingredientes que se usan. Lo anterior indica pequeñas diferencias entre texturas del Bokashi y la Gallinaza.

En los análisis de Densidad Aparente (Cuadro 15) se observó una diferencia entre los dos abonos, ya que el Bokashi presentó un valor menor a la Gallinaza, lo cual nos indica que el Bokashi constituye un material más poroso que la Gallinaza. Esto es debido a que en el proceso de elaboración del abono tipo Bokashi se incluyen ingredientes en mayores cantidades como el carbón vegetal y la caña de maíz, los cuales son los principales colaboradores a mejorar la densidad aparente del mismo.

### **CUADRO 15. Análisis de densidad aparente realizados al Bokashi y a la Gallinaza.**

<b>Muestra</b>	<b>Gallinaza</b>	<b>Bokashi</b>
1	0.537 g/cc	0.4039 g/cc
2	0.4671 g/cc	0.35 g/cc
3	0.5307 g/cc	0.4383 g/cc
<b>Promedio</b>	<b>0.51 g/cc</b>	<b>0.39 g/cc</b>

**Fuente: Soluciones Analíticas.**

En cuanto a los otros análisis se observa que en el fitopatológico (Cuadro 16) , en ninguno de los dos abonos hubo presencia de hongos, bacterias o nemátodos fitopatógenos. Esto reafirma el hecho de que los estiércoles animales una vez tratados y sometidos a un proceso de descomposición están libres de organismos fitopatógenos.

**CUADRO 16. Resultados de los análisis fitopatológicos realizados al Bokashi y la Gallinaza.**

<b>ANÁLISIS FITOPATOLOGICO</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>Gallinaza</b>	<b>Bokashi</b>
1	No se encontraron organismos fitopatógenos	
2	No se encontraron organismos fitopatógenos	
3	No se encontraron organismos fitopatógenos	

**Fuente: Soluciones Analíticas.**

**7.2 Rendimiento total**

El rendimiento total se obtuvo después de cosechar todas las vainas del área experimental, hasta que las plantas finalizaron su ciclo de vida. Los datos obtenidos en cada una de las unidades experimentales se presentan en el cuadro 1 "A".

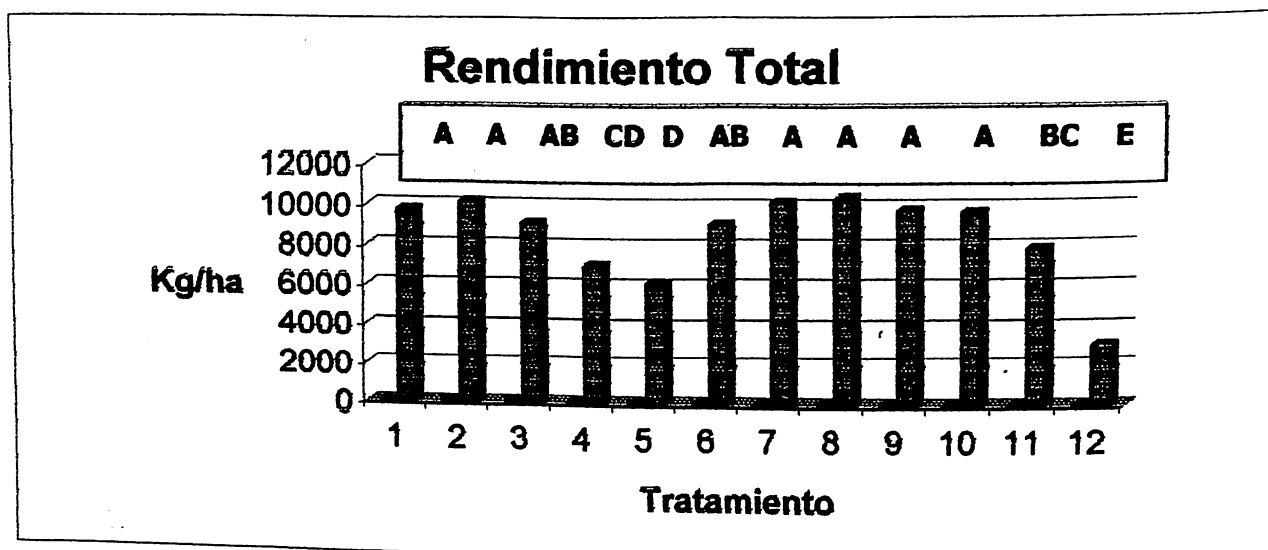
El análisis de varianza se presenta en el cuadro 3 "A" y nos indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $\alpha=0.05$ ), lo cual nos hizo efectuar la prueba de Tukey para identificar cuales son el o los tratamientos que presentaron mayor rendimiento. En el siguiente cuadro (17) se presenta la prueba de Tukey y se enumeran los rendimientos totales en kg/ha, obtenidos en cada uno de los respectivos tratamientos, ordenados descendientemente:

**CUADRO 17. Resumen de la prueba de TUKEY, para la variable rendimiento total (kg/ha).**

	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA (kg/Ha)</b>	<b>GRUPO TUKEY</b>
<b>8</b>	<b>Bokashi 9740 kg/ha</b>	10356	<b>A</b>
<b>7</b>	<b>Bokashi 6494 kg/ha</b>	10195	<b>A</b>
<b>2</b>	<b>Gallinaza 6494 kg/ha</b>	10161	<b>A</b>
<b>9</b>	<b>Bokashi 12987 kg/ha</b>	9819	<b>A</b>
<b>1</b>	<b>Gallinaza 3247 kg/ha</b>	9772	<b>A</b>
<b>10</b>	<b>Bokashi 16234 kg/ha</b>	9743	<b>A</b>
<b>3</b>	<b>Gallinaza 9740 kg/ha</b>	9134	<b>AB</b>
<b>6</b>	<b>Bokashi 3247 kg/ha</b>	9094	<b>AB</b>
<b>11</b>	<b>Gallinaza 1948 kg/ha</b>	7875	<b>BC</b>
<b>4</b>	<b>Gallinaza 12987 kg/ha</b>	6956	<b>CD</b>
<b>5</b>	<b>Gallinaza 16234 kg/ha</b>	6108	<b>D</b>
<b>12</b>	<b>Testigo absoluto</b>	2944	<b>E</b>

La prueba de TUKEY indica que los tratamientos Bokashi 9740 kg/ha, 6494 kg/ha, Gallinaza 6494/ha, Bokashi 12987 kg/ha, Gallinaza 3247 kg/ha, y Bokashi 16234 kg/ha, superan a los tratamientos de Gallinaza 1948 kg/ha, Gallinaza 12987 kg/ha, Gallinaza 16234 kg/ha y al testigo absoluto.

En la gráfica 4 se muestra la respuesta que tiene el cultivo de Arveja China (Pisum sativum L.) a la fertilización con Bokashi y Gallinaza. Se observa que en dosis de 3247, 6494 y 9740 kg/ha (tratamientos 1, 2 y 3 para Gallinaza y 6, 7 y 8 para Bokashi), no se muestran diferencias entre el Bokashi y la Gallinaza.



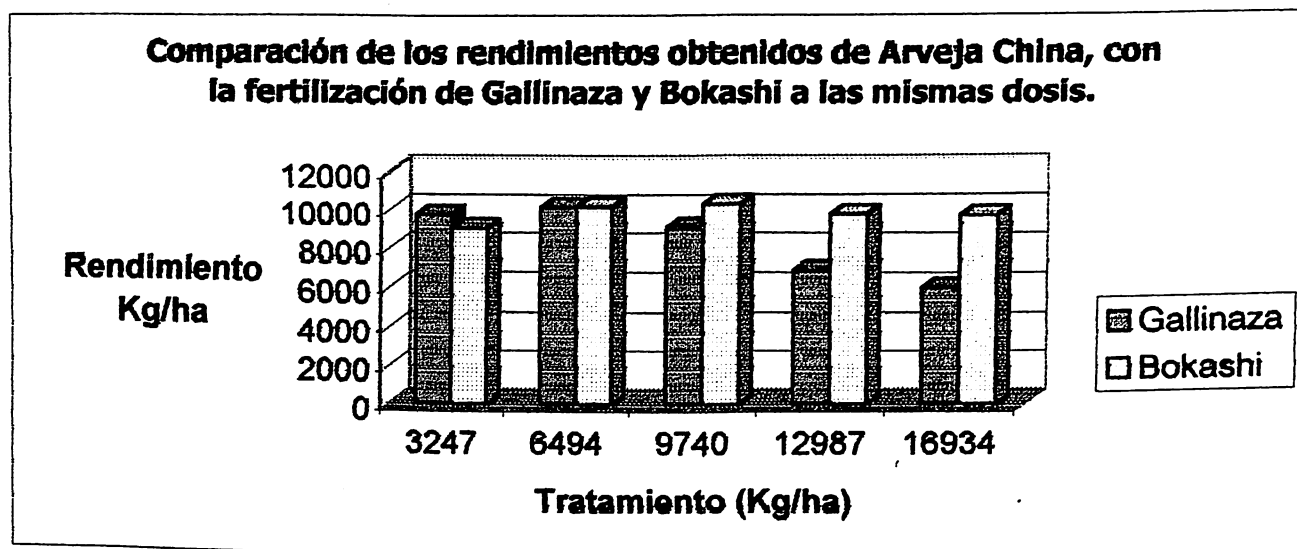
**Figura 4. Rendimiento Total de Arveja China (Pisum sativum L.), en cada uno de los tratamientos evaluados.**

Sin embargo en dosis mayores el rendimiento del cultivo de Arveja china (Pisum sativum L.) tiende a disminuir con el uso de Gallinaza y se mantiene con el uso de Bokashi (Grafica 5: ver tratamientos 4 y 5 con Gallinaza 9 y 10 con Bokashi ). Una de las razones por las cuales se da esta disminución del rendimiento, podría ser debido a que la Gallinaza al reaccionar en el suelo produce compuestos amoniacales los cuales son cáusticos, de la misma manera que las sales como los cloruros, carbonatos, bicarbonatos, e hidróxidos y óxidos (18). El abundante contenido de estos compuestos (cloruros, carbonatos y bicarbonatos) que presentó la Gallinaza, se refleja en la concentración de sales, la cual fue de 10.8 ds/m. Esto se pudo observar en el área experimental, ya que los tratamientos 4 (fertilización con Gallinaza a razón de 12,987 kg/ha) y 5 (fertilización con Gallinaza a razón de

16,234 kg/ha) presentaron menor densidad de población de plantas que los otros tratamientos, ya que las semillas sufrieron quemaduras, por lo que no germinaron. Esto reafirma lo mencionado por Worthen (19) el cual experimentó que en las aplicaciones de Gallinaza mayores de 9500Kg/ha conviene hacerlas distribuyendo la misma sobre toda la superficie del terreno, o conviene hacerlo unos 15 días antes de la siembra, esto para evitar la quema de las semillas. A pesar de que se tomaron precauciones cubriendo la Gallinaza para evitar el contacto con la semilla, pudo haberse presentado algún efecto en los tratamientos evaluados.

Otro factor que podría haber influenciado el comportamiento observado en el rendimiento de Arveja China podría ser el contenido de microorganismos, los cuales contribuyen al incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas en el suelo (6), al comparar los tratamientos en los cuales se utilizaron las mismas dosis de Bokashi y de Gallinaza, se esperaba que los tratamientos los cuales se hizo uso de Gallinaza presentaran mayor rendimiento que los tratamientos con los cuales se utilizó Bokashi, ya que la Gallinaza tiene mayor contenido de nutrientes (Cuadro 12), sin embargo a pesar de ese mayor contenido de nutrientes el rendimiento fue similar o mayor con el uso de Bokashi en dosis similares a la Gallinaza. El mayor contenido de microorganismos en el Bokashi podría haber incrementado la disponibilidad de nutrientes o realizar funciones de defensa contra patógenos (6).

En la figura 5 se presenta una gráfica en la cual se comparan los rendimientos de Arveja China, con la fertilización de Gallinaza y Bokashi a las mismas dosis.



**FIGURA 5. Comparación de los rendimientos obtenidos de Arveja China, con la fertilización de Gallinaza y Bokashi a las mismas dosis.**

En el caso de la Gallinaza la mayor concentración de sales o el uso frecuente de antibióticos en las granjas avícolas pudo haber originado toxicidad para los microorganismos antes mencionados y por ende podría haberse disminuido el proceso de descomposición de la materia orgánica en los tratamientos en los cuales se hizo uso de Gallinaza para la fertilización.

De acuerdo al pH que presentó el Bokashi, 8.6 el mismo se define como Extremadamente alcalino, mientras que la Gallinaza presentó un pH de 7.3, con lo cual se define como Moderadamente alcalino, esto se puede aprovechar de acuerdo a las necesidades de cada suelo en particular, ya que el uso continuo del Bokashi podría tener un mayor efecto de alcalinidad sobre el pH del suelo que el uso de Gallinaza, especialmente para la mayor parte de suelos del trópico que presentan algún grado de acidez.

### 7.3 Rendimiento exportable

El rendimiento exportable se obtuvo después de la clasificación de la cosecha, el cual se fue obteniendo después de cada corte. En el cuadro 2 "A" se presentan los resultados de todas las unidades experimentales. El análisis de varianza (Cuadro 5 "A") indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $\alpha=0.05$ ), el cuadro 18 presenta un resumen de la prueba de Tukey para la variable de rendimiento exportable.

**CUADRO 18. Resumen de la prueba de TUKEY para la variable de rendimiento exportable (kg/ha).**

TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPO TUKEY
2	8438	A
8	8286	A
1	8012	A
7	7850	A
10	7730	A
9	7674	AB
6	7455	AB
3	7309	AB
11	6301	BC
4	5492	CD
5	4774	D
12	2185	E

Los tratamientos de Gallinaza 6494 kg/ha, Bokashi 9740 kg/ha, Gallinaza 3247 kg/ha, Bokashi 6494 kg/ha, y Bokashi 16234 kg/ha superan a los tratamientos Gallinaza 1948 kg/ha, Gallinaza 12987 kg/ha, Gallinaza 16234 kg/ha y al testigo

absoluto. Aunque no es un efecto de los tratamientos evaluados, la tendencia del rendimiento exportable fue la misma que para rendimiento total.

#### 7.4 Análisis Económico

Los tratamientos no dominados en relación al Testigo, fueron Gallinaza con 1948 kg/ha (Testigo Finca), Bokashi con 3247 kg/ha, Gallinaza con 3247 kg/ha y Bokashi con 6494 kg/ha. En el cuadro 19 se presenta la tasa de retorno marginal para los tratamientos seleccionados del análisis de dominancia.

**CUADRO 19. Tasa de Retorno Marginal, para los tratamientos seleccionados del análisis de dominancia.**

TRATAMIENTO	COSTO	BENEFICIO	*COSTO	*BENEFICIO	TRM
	VARIABLE	NETO	VARIABLE MARGINAL	NETO MARGINAL	
<b>Testigo</b>	2943	11772 ND			
<b>Gallinaza 1948 kg/ha (Testigo Finca)</b>	8775	30600 ND	5832	18828	<b>322%</b>
<b>Bokashi 3247 kg/ha</b>	10344	35126 ND	1569	4528	<b>288%</b>
<b>Gallinaza 3247 kg/ha</b>	11272	37588 ND	928	2460	<b>265%</b>
<b>Bokashi 6494 kg/ha</b>	12694	38276 ND	1422	688	<b>48%</b>

El valor de la TRM del tratamiento de fertilización con Gallinaza a razón de 1948 kg/ha fue de 3.22 con respecto al tratamiento Testigo, este valor nos indica que por cambiar del tratamiento Testigo, al tratamiento de fertilización con Gallinaza a razón de 1948 kg/ha, por cada quetzal invertido en este tratamiento se recuperarán ese quetzal invertido y Q 3.22 adicionales. Mediante el uso en la fertilización de Bokashi a razón 3247 kg/ha la TRM con respecto al uso de Gallinaza a razón de 1948 kg/ha nos indica que por cambiar del tratamiento de fertilización con Gallinaza al de fertilización con Bokashi, por cada quetzal invertido se recuperarán ese quetzal y Q2.88 adicionales. Con el tratamiento de Gallinaza

Con el uso del tratamiento de Bokashi 6494 kg/ha el valor de la TRM es de 0.48 con respecto al uso de Gallinaza a razón de 3247 kg/ha, lo cual indica que por cambiar del tratamiento de Gallinaza al tratamiento de Bokashi, por cada quetzal invertido se recuperarán ese quetzal y Q0.48 mas. Estos valores dan una clara idea del beneficio económico que se obtiene mediante el uso de cada uno de los tratamientos antes mencionados. Con base en el análisis anterior y las consideraciones hechas en los incisos anteriores, los tratamientos de Gallinaza 3247 kg/ha, Bokashi 6494 kg/ha, preliminarmente se visualizan como los mejores económicamente hablando.

## **7.5 Consideraciones finales**

Uno de los principales beneficios del uso del Bokashi, es que en el proceso de fabricación del mismo, se hacen uso de materiales como el estiércol de ganado vacuno, el carbón vegetal y la caña de maíz, los cuales se producen en la finca. La finca San Antonio Contreras, tiene la capacidad de producir considerables cantidades de Bokashi y promover la venta del mismo, lo cual podría contribuir a generar puestos de trabajo para la gente del área.

## **8. CONCLUSIONES**

1. El cultivo de Arveja China (Pisum sativum L.) respondió a las diferentes dosis de Gallinaza y Bokashi. Los mejores tratamientos fueron Gallinaza 3,247 kg/ha y Bokashi 6,494 kg/ha.
2. En el rendimiento del cultivo de Arveja China (Pisum sativum L.) mediante la fertilización con Gallinaza, se observó una tendencia a una disminución del mismo a partir del uso de una dosis de 12,987 kg/ha.
3. La Gallinaza utilizada en el experimento posee mayor concentración de N, P, K, Mg, Cu, Zn que el Bokashi.
4. El Bokashi y la Gallinaza utilizados en el experimento, no tuvieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al contenido de Ca, Mn y B.
5. El contenido de Mohos y Levaduras, y de Bacterias aerobias mesófilas del Bokashi no presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a la Gallinaza, pero hay una tendencia a mayor contenido de microorganismos en el Bokashi.
6. Bajo las condiciones del ensayo y en base al análisis económico los tratamientos mas adecuados para la fertilización del cultivo de Arveja China (Pisum sativum L.) fueron Gallinaza 3,247 kg/ha y Bokashi 6,494 kg/ha).

## **9. RECOMENDACIONES**

1. El proceso de fertilización orgánica para el cultivo de Arveja China (Pisum sativum L.) (bajo las condiciones del ensayo), se recomienda hacerlo con Gallinaza a razón de 3247 kg/ha o con Bokashi a razón de 6494kg/ha.
2. En próximos trabajos de investigación se deberían de considerar en el proceso de fertilización orgánica mezclas de Bokashi con Gallinaza, Lombricompost y el uso de abonos orgánicos de marcas comerciales reconocidas.
3. Evaluar también el uso del abono orgánico tipo Bokashi no solo como fertilizante, sino también como su efecto antagónico sobre hongos y nemátodos fitopatógenos.
4. Se recomienda efectuar otros ensayos similares al presente en otras localidades de Guatemala, así como también en otros cultivos para observar y comparar los resultados a obtener.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT). s.f. Guía práctica para el cultivo de arveja china. Guatemala. 13 p.
2. Barrientos, BA. 1994. Evaluación del insecticida botánico azatina, para el control del daño provocado por trips, en el cultivo de arveja china, en Patzún, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 39 p.
3. Berstch, HF. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica, ACCS. 157 p.
4. Bornemisza, E. 1982. Introducción a la química de suelos. Washington, D.C, US, OEA. p. 21-30. (Serie Química, monografía no. 25).
5. Castellón B, JU. 1999. Uso de abonos orgánicos y sombra para almácigos de café orgánico. Tesis Msc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 58 p.
6. Cerrato, FR. 1995. Efecto de rizosfera, agro microbiología, elemento útil en la agricultura sustentable. México, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Instituto de Recursos Naturales. p. 36-50.
7. Chávez, RC. 1992. Evaluación de dos niveles de N-P-K y gallinaza sobre el rendimiento de papa (Solanum tuberosum L.) en dos localidades de las Verapaces. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 34 p.
8. García, E. 1998. Estudio exploratorio para la producción de arveja orgánica. San Raimundo, Guatemala, ARF-AGEXPRONT. 35 p.
9. Hernández López, EH. 2001. Estudio comparativo de tecnología convencional y orgánica en la producción de arveja china y dulce, en Santa Catarina Ixtahuacan, Solola. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 67 p.
10. Meléndez, JP. 2000. Diagnóstico de la finca San Antonio Contreras. San Raimundo, Guatemala. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC. 15 p.
11. Restrepo, JR. 1998. El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Managua, Nicaragua, Enlace. 150 p.

12. Reyes, HM. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: reseñando el uso de este enfoque. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Información Agrosocioeconómica. Boletín Informativo I-2001. 31 p.
13. Samayoa, JO. 2000. Abono orgánico fermentado tipo bokashi. Revista Agricultura no. 33:13-15.
14. \_\_\_\_\_ et al. 2000. Elaboración de abono orgánico fermentado tipo bokashi. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 19 p.
15. \_\_\_\_\_ et al. 2000. Elaboración y evaluación de cinco niveles de abono orgánico tipo bokashi en el cultivo de repollo a nivel de invernadero. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 16 p.
16. \_\_\_\_\_ et al. 2000. Evaluación de el abono orgánico fermentado tipo bokashi en el cultivo de fríjol. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 30 p.
17. Vargas B, B. 1991. Determinación de dosis optima económica de gallinaza, abono orgánico-químico y niveles de N, K en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica Plank) en Villa Nueva, departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
18. Wonkelman, ER. 1989. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, CIMMYT. 14 p. (Folleto de Información no. 27).
19. Worthen, EL. 1949. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. Trad. José Luis De La Loma. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. 463 p.



No. Bo. Rolando Barrios

## **11.ANEXOS**

**CUADRO 1“A”. Rendimiento total en kg/ha observado en cada una de las unidades experimentales.**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>BLOQUE 1</b>	<b>BLOQUE 2</b>	<b>BLOQUE 3</b>	<b>BLOQUE 4</b>	<b>BLOQUE 5</b>
Fertilización Gallinaza					
(1) 3247 kg/ha	9719	9820	9967	9744	9610
Fertilización Gallinaza					
(2) 6494 kg/ha	10259	9739	10056	10238	10515
Fertilización Gallinaza					
(3) 9740 kg/ha	8825	9330	8951	9221	9342
Fertilización Gallinaza					
(4) 12987 kg/ha	7435	7795	6472	7578	5499
Fertilización Gallinaza					
(5) 16234 kg/ha	6643	6643	5801	6465	4990
Fertilización Bokashi					
(6) 3247 kg/ha	10149	9076	9110	8752	8385
Fertilización Bokashi					
(7) 6494 kg/ha	9712	10641	9315	10368	10938
Fertilización Bokashi					
(8) 9740 kg/ha	10519	10380	10484	9733	10665
Fertilización Bokashi					
(9) 12987 kg/ha	9323	10512	8997	9720	10541
Fertilización Bokashi					
(10) 16234 kg/ha	9609	8239	10036	10484	10349
Testigo Finca:					
Fertilización Gallinaza					
(11) 1948 kg/ha	7944	7790	7828	7873	7940
Testigo absoluto:					
(12) sin fertilización	3652	2530	3160	2962	2415

**CUADRO 2 "A". Rendimiento exportable en kg/ha observado en cada una de las unidades experimentales.**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>BLOQUE 1</b>	<b>BLOQUE 2</b>	<b>BLOQUE 3</b>	<b>BLOQUE 4</b>	<b>BLOQUE 5</b>
Fertilización Gallinaza					
(1) 3247 kg/ha	8261.15	8150.6	7774.26	8379.84	7495.8
Fertilización Gallinaza					
(2) 6494 kg/ha	8822.14	7596.42	8447.04	8702.3	8622.3
Fertilización Gallinaza					
(3) 9740 kg/ha	6883.5	7650.6	7250.31	7100.17	7660.44
Fertilización Gallinaza					
(4) 12987 kg/ha	5724.95	6313.95	5371.76	5759.28	4289.22
Fertilización Gallinaza					
(5) 16234 kg/ha	5247.97	5048.68	4756.82	5172	3642.7
Fertilización Bokashi					
(6) 3247 kg/ha	8119.2	7714.6	7652.4	6914.08	6875.7
Fertilización Bokashi					
(7) 6494 kg/ha	7381.12	8619.21	7265.7	7672.32	8312.88
Fertilización Bokashi					
(8) 9740 kg/ha	8310.01	8823	8492.04	7591.74	8212.05
Fertilización Bokashi					
(9) 12987 kg/ha	7271.94	8514.72	6657.78	7387.2	8538.21
Fertilización Bokashi					
(10) 16234 kg/ha	7110.66	6014.47	8229.52	8806.56	8486.18
Testigo Finca:					
Fertilización Gallinaza					
(11) 1948 kg/ha	6514.08	6154.1	6027.56	6377.13	6431.4
Testigo absoluto:					
(12) sin fertilización	2629.44	1771	2686	2073.4	1762.95

**CUADRO 3 "A". Resumen del análisis de varianza para la variable de rendimiento total.**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>G.L.</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr&gt;F</i>
<b>Tratamientos</b>	11	270500864	24590988	68.02	0.001
<b>Bloques</b>	4	716800	179200	0.49	0.742
<b>Error</b>	44	15905280	361483.6		
<b>Total</b>	59	287122944			

**CV=7.06%**

**CUADRO 4 "A". Resumen del análisis de varianza para la variable de rendimiento exportable.**

<i>Fuente de Variación</i>	<i>G.L.</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>Pr&gt;F</i>
<b>Tratamientos</b>	11	185740288	16885480	41.12	0.001
<b>Bloques</b>	4	308992	772480	0.18	0.941
<b>Error</b>	44	18066688	410600.5		
<b>Total</b>	59	204115968			

**CV=9.43%**

**CUADRO 5 "A". Análisis de dominancia para los tratamientos bajo estudio.**

TRATAMIENTO	COSTOS VARIABLES (Q)	BENEFICIO NETO (Q)
Testigo	2943	11772 ND
Gallinaza 1948 kg/ha	8775	30600 ND
Bokashi 3247 kg/ha	10344	35126 ND
Gallinaza 3247 kg/ha	11272	37588 ND
Bokashi 6494 kg/ha	12694.7	38276 ND
Gallinaza 12987 kg/ha	12955.7	21820 D
Gallinaza 6494 kg/ha	13161.4	37644 D
Gallinaza 16234 kg/ha	13608.39	16932 D
Gallinaza 9740 kg/ha	13633.7	32032 D
Bokashi 9740 kg/ha	14106.2	37674 D
Bokashi 12987 kg/ha	14818.5	34272 D
Bokashi 16234 kg/ha	15993.4	32723.6 D

**ND= Tratamientos No Dominados pasan a la determinación de la TRM.**

**CUADRO 6 "A". Presupuesto parcial de cada uno de los tratamientos evaluados.**

TRAT	M.O.	Insumo	C.V.T.	Rend.	P.V.	B.B.	B.N.
12	-----	-----	2943	2943	5	14715	11772
11	7995	780	8775	7875	5	39375	30600
6	9194	1150	10344	9094	5	45470	35126
1	9972	1300	11272	9772	5	48860	37588
7	10394	2300	12694	10194	5	50970	38276
4	7755	5200	12955	6955	5	34775	21820
2	10561	2600	13161	10161	5	50805	37644
5	7108	6500	13608	6108	5	30540	16932
3	9733	3900	13633	9133	5	45665	32032
8	10656	3450	14106	10356	5	51780	37674
9	10218	4600	14818	9818	5	49090	34272
10	9743	6250	15993	9743	5	48715	32722

**Trat.** : Tratamiento.

**M.O.** : Mano de obra (Q).

**C.V.T** : Costos variables totales (Q).

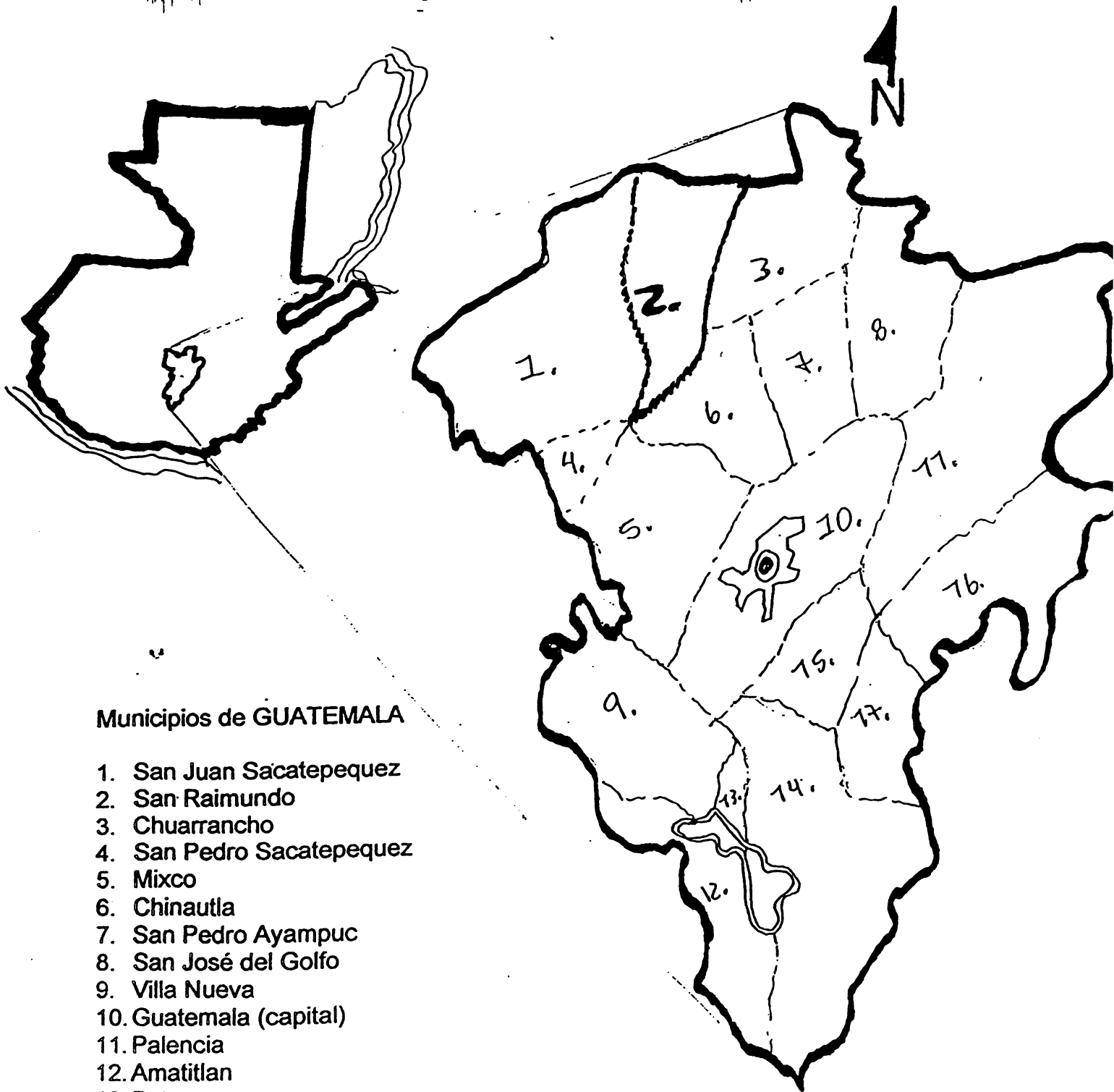
**Rend.** : Rendimiento (kg).

**P.V.** : Precio de venta (Q/kg).

**B.B.** : Beneficio bruto (Q).

**B.N.** : Beneficio neto (Q).

**FIGURA 6. Ubicación del área experimental en el municipio de San Raimundo del departamento de Guatemala.**

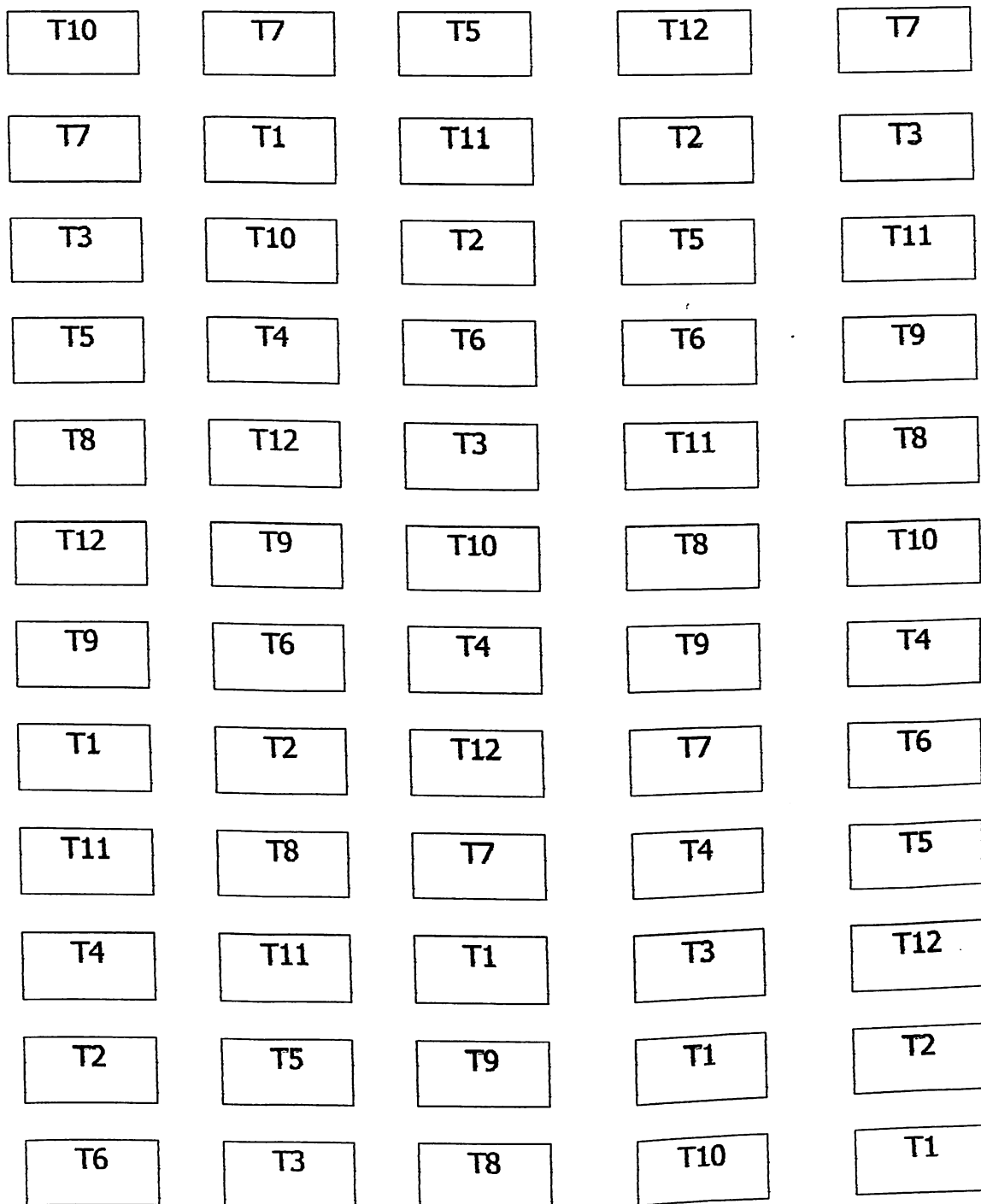


**Municipios de GUATEMALA**

1. San Juan Sacatepequez
2. San Raimundo
3. Chuarrancho
4. San Pedro Sacatepequez
5. Mixco
6. Chinautla
7. San Pedro Ayampuc
8. San José del Golfo
9. Villa Nueva
10. Guatemala (capital)
11. Palencia
12. Amatitlan
13. Petapa
14. Villa Canales
15. Santa Catarina Pinula
16. San José Pinula
17. Fraijanes

**FIGURA 7. Croquis de campo de la distribución de los tratamientos y sus repeticiones.**

**BLOQUES**



El tamaño de cada unidad experimental fue de 16 mts<sup>2</sup>



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA:

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

CARNET:

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

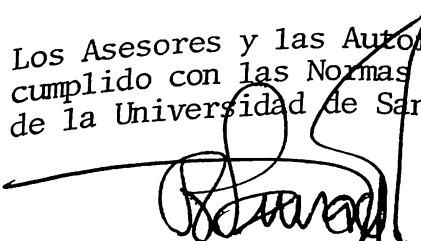
" EVALUACION DE LA GALLINAZA Y BOKA-SHI, SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.) EN LA FINCA SAN ANTONIO CONTRERAS, SAN RAIMUNDO, GUATEMALA".

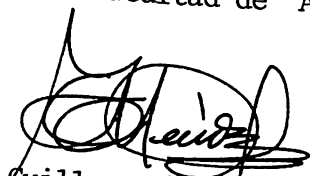
JUAN PABLO MELENDEZ GARCIA

9517267

Ing. Agr. José Vicente Martínez Ovalle  
Ing. Agr. Edgar Fermín Velásquez  
Ing. Agr. Ervin Maxdelio Herrera  
Ing. Agr. Miguel Angel Morales Cayax

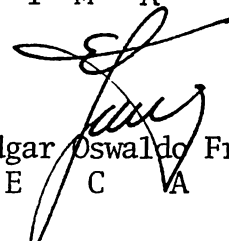
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias Y Reglamentos de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

  
Ing. Agr. Jorge Omar Samayoa Juárez  
A S E S O R

  
Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez B.  
A S E S O R

  
Dr. Ariel Abdertamán Ortiz López  
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S

  
Ing. Agr. M. Sc. Edgar Oswaldo Franco  
D E C A N O

