RESUMEN

Desde los albores de la agricultura, se sabe que la productividad de las plantas está relacionada con las características del suelo en que se cultivan, y que además, ciertas prácticas como añadirle estiércol animal y/o residuos vegetales, redundan en un mayor rendimiento agrícola. Dichos conocimientos ancestrales se han retomado bajo el nombre de Agricultura OOrgafffafafafa

Orgánica, la cual busca el mejoramiento de la calidad y estructura del suelo, para que éste a su vez pueda nutrir de manera eficaz al cultivo que se posa encima de él. Esta Revolución surge luego de la conciencia creada en las personas por el uso de agroquímicos nocivos para la salud y medio ambiente, los cuales tuvieron su apogeo en el período llamado “Revolución Verde”, la cual buscaba producción a costa de destrucción; todo lo contrario a lo que ocurre con la agricultura orgánica que con sus variados productos como el Bokashi busca nutrir la vida microbiológica del suelo.

El Banano, fruta de mayor exportación en el Ecuador, ya está dando sus primeros pasos en cuanto a producción orgánica se refiere, y que, junto al uso de las técnicas de plantas *in vitro*, se podría aumentar el potencial exportador de nuestro Banano y continuar como principal País exportador.

###### **ÍNDICE GENERAL**

## 

## Pág.

## 

## RESUMEN.........................................................................................................I

## ÍNDICE GENERAL...........................................................................................II

## ABREVIATURAS..........................................................................................VIII

SIMBOLOGÍA..................................................................................................IX

ÍNDICE DE FIGURAS......................................................................................X

ÍNDICE DE TABLAS......................................................................................XII

INTRODUCCIÓN……………………………………………………...…………….1

## CAPÍTULO 1

## GENERALIDADES.…………………………………………………………….4

1.1. Origen y Distribución del Banano…………..........................................4

1.2. Taxonomía y Descripción Botánica del Banano..................................6

1.2.1. Taxonomía………………………………………………………….6

1.2.2. Descripción Botánica del Banano……………………………….8

1.2.2.1. Sistema Radical………………………………………….8

1.2.2.2. Tallo………………………………………………………..9

1.2.2.3. Sistema Foliar……………………………………………9

1.2.2.4. Inflorescencia…………………………………………..11

1.2.2.5 Fruto……………………………………………………...11

1.3. Cultivo y Usos del Banano................................................................ 12

1.3.1. Cultivo del Banano……………………………………………….12

1.3.1.1. Localización Geográfica y Altitud…………………….12

1.3.1.2. Lluvia y Humedad………………..…………………….12

1.3.1.3. Temperatura……………………………………………13

1.3.1.4. Luminosidad y Radiación Solar………………………13

1.3.1.5. Textura, Profundidad y Drenaje del Suelo…………..13

1.3.1.6. Características Químicas del Suelo………………….14

1.3.2. Usos del Banano…………………………………………………15

1.4. Importancia Nacional y Mundial del Banano......................................17

1.5. Agricultura Orgánica en la Producción de Alimentos.........................19

1.6. ¿Cómo lograr una Producción Bananera Sostenible con la

Aplicación de la Agricultura Orgánica?..............................................22

1.6.1. Establecer Cultivos Diversificados……………………………..23

1.6.2. Cobertura Muerta del Suelo (Mulch)…………………………..23

1.6.3. Cultivos de Cobertura……………………………………………23

1.6.4. Abonos Orgánicos………………………………………………..24

1.6.5. Biofertilizantes……………………………………………………25

1.6.6. Fertilizantes y Enmiendas Minerales…………………………..26

1.6.7. Conservar la Oxigenación del Suelo…………………………...27

1.7. La Biotecnología y sus Usos Aplicados en la Agricultura Orgánica

del Banano: Control Biológico y Cultivo In Vitro………………………28

1.7.1. Control Biológico del Banano… ………………………………..29

1.7.2. Producción de Plantas de Banano In Vitro……………………29

## CAPÍTULO 2

## BOKASHI………………………………………………………………………32

2.1. Generalidades del Bokashi....................................... ………………...32

2.2.Origen y Usos del Bokashi……..........................................................33

2.2.1. Origen del Bokashi……………………………………………….33

2.2.2. Usos del Bokashi…………………………………………………34

2.3. Los Activadores en la elaboración del Bokashi..................................35

2.3.1. EM (Effective Microorganisms)…………………………………36

2.3.2. Levaduras…………………………………………………………37

2.4. Formulación de Bokashi según Cuatro Autores.................................38

## CAPÍTULO 3

## METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN………………………………………….42

3.1. Ubicación del Experimento………………………………………………42

## 3.2. Ubicación de la Repeticiones….........................................................43

## 3.3. Diseño experimental...........................................................................44

3.4. Variables Estudiadas.……………………………………………………46

3.4.1. Variables Estudiadas del Bokashi………………………………46

3.4.1.1. Temperatura……………………………………………46

3.4.1.2. Humedad………………………………………………..46

3.4.1.3. Análisis Nutricional…………………………………….47

3.4.2. Variables Estudiadas de las Plantas…………………………..48

3.4.2.1. Altura de Plantas………………………………………48

3.4.2.2. Número de Hojas………………………………………49

3.4.2.3. Diámetro del Pseudotallo……………………………..50

3.4.2.4. Color de las Hojas……………………………………..50

3.4.2.5. Número y Longitud de Raíces………………………..51

## 3.5. Materiales Utilizados….......................................................................51

## 3.6. Equipos Utilizados..............................................................................52

3.7. Metodología……………………………………………………………….53

* + 1. Elaboración del EM y Bokashis………………………………...53
    2. Transplante de Frascos a Cubetas (F1)……………………….56
    3. Transplante de Cubetas a Fundas Plásticas (F2)…………….57
    4. Evaluación de los Cuatro Tratamientos………………………..57
    5. Toma de Muestras para Análisis Foliar………………………..57
    6. Toma de Muestras para Análisis de Materia Orgánica

y Contenido Nutricional……………………………….…………58

## CAPÍTULO 4

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.………………………………………………60

4.1. Resultados………………………………………………………………...60

4.1.1. Resultados del Bokashi………………………………………….60

4.1.1.1. Evolución de la Temperatura…………………………60

4.1.1.2. Evolución de la Humedad……………………………..64

4.1.1.3. Análisis Nutricional…………………………………….65

4.1.2. Resultados de las Plantas………………………………………66

4.1.2.1. Altura de Plantas……………………………………….66

4.1.2.2. Número de Hojas………………………………………70

4.1.2.3. Diámetro del Pseudotallo (Vigor)…………………….71

4.1.2.4. Color de las Hojas……………………………………..74

4.1.2.5. Número y Longitud de Raíces………………………..74

4.1.3. Costos del Experimento y de Producción……………………..75

4.1.4. Resumen de los Resultados de los Tratamientos……………78

## 4.2. Discusión…........................................................................................79

## CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……………………………….81

5.1. Conclusiones……………………………………………………………...81

## 5.2. Recomendaciones..............................................................................84

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

cc. Centímetro Cúbico

C.E Conductividad Eléctrica

cm. Centímetro

C/N Relación Carbono/Nitrógeno

ds. Decisiemens

dm2 Decímetro Cuadrado

EM Effective Microorganisms

EUREP Euro-Retailer Produce Working Group

FAO Food and Agricultural Organization

g. Gramo

GAP Good Agricultural Practices

Has. Hectáreas

INIAP Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

INIBAP International Network for the Improvement of Banana and Plantain

IPGRI Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos

Kcal. Kilocalorías

Kg. Kilogramos

lb. Libra

m. Metro

m2 Metro Cuadrado

ml. Mililitro

mm. Milímetro

M.O. Materia Orgánica

msnm. Metros Sobre El Nivel Del Mar

pH Potencial de Hidrógeno

ppm. Partes Por Millón

TLC Tratado de Libre Comercio

UI Unidades Internacionales

μm. Micrómetro

μmol. Micromol

## SIMBOLOGÍA

AG3 Ácido Giberélico

CO2 Dióxido de Carbono

°C Grados Celsius

H2O Agua

NH3 Amoniaco

PO4-3 Ión Fosfato

SO4-2 Ión Sulfato

Lux Horas De Luz Al Año

T1 Tratamiento 1 (Restrepo, 2001)

T2 Tratamiento 2 (Suquilanda, 2001)

T3 Tratamiento 3 (Rodríguez-Paniagua, 1994)

T4 Tratamiento 4 (Restrepo, 2000)

T0 Tratamiento Testigo

Ѕ Desviación Estándar

UI Unidades Internacionales

 Media Muestral

6BAP Benzil Amino Purina

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Pág.

Figura 1.1 Mayores Tipos de Bananos Cultivados a Nivel Mundial………..7

Figura 3.1 Distribución de los Tratamientos…………….. …………………43

Figura 3.2 Toma de Datos de Temperatura del Bokashi…………………..46

Figura 3.3 Prueba del Puño…………………….….………………………….47

Figura 3.4 Prueba del Puño en los Tratamientos………………….............47

Figura 3.5 Apariencia de las Vitroplantas al Transplante…………..……...48

Figura 3.6 Apariencia Inicial de las Raíces………………………………….48

Figura 3.7 Toma de Datos de Altura en un Tratamiento…………………...49

Figura 3.8 Altura de Vitroplantas……………………………………………..49

Figura 3.9 Toma de Datos del Número de Hojas por planta………………50

Figura 3.10 Color de las Hojas…………….. ………………………………….50

Figura 3.11 Toma de Muestras de Raíces y Determinación de su

Número y Longitud por Tratamiento………………………….....51

Figura 3.12 Disposición de los Tratamientos…………………….….………..54

Figura 3.13 Lecho Terminado con los Tratamientos…………………..........54

Figura 3.14 Pasos para Realizar un Bokashi de tipo Curtido……..………..55

Figura 3.15 Método Internacional de Referencia para Realizar

Análisis Foliar en Banano………………………………………..58

Figura 4.1 Curvas de Temperaturas de los Bokashis……………………...61

Figura 4.2 Comportamiento de la Temperatura del T1…………………….62

Figura 4.3 Comportamiento de la Temperatura del T2…………………….63

Figura 4.4 Comportamiento de la Temperatura del T3…………………….63

Figura 4.5 Comportamiento de la Temperatura del T4…………………….64

Figura 4.6 Curvas de la Evolución del Porcentaje de Humedad

de los Cuatro Tratamientos de Bokashi…………………………65

Figura 4.7 Curvas de Altura de Vitroplantas………………………………...67

Figura 4.8 Altura Media por Tratamientos…………………………………...69

Figura 4.9 Frecuencias de Altura del T1……………………………………..69

Figura 4.10 Frecuencias de Altura del T2……………………………………..69

Figura 4.11 Frecuencias de Altura del T3……………………………………..69

Figura 4.12 Frecuencias de Altura del T4……………………….…………….70

Figura 4.13 Frecuencias de Altura del Testigo……………………………….70

Figura 4.14 Número de Hojas Promedio por Tratamiento…………………..71

Figura 4.15 Diámetro Medio por Tratamientos……………………………….73

Figura 4.16 Frecuencias de Diámetro del T1…………………………………73

Figura 4.17 Frecuencias de Diámetro del T2…………………………………73

Figura 4.18 Frecuencias de Diámetro del T3…………………………………73

Figura 4.19 Frecuencias de Diámetro del T4…………………………………74

Figura 4.20 Frecuencias de Diámetro del Testigo……………………………74

**ÍNDICE DE TABLAS**

Pág.

Tabla 1 Valores Nutritivos del Banano y Plátano………………………...17

Tabla 2 Principales Características del Uso de Fertilizantes

Minerales y Abonos Orgánicos…..………………………………35

Tabla 3 Materiales y Activadores Usados………………………………...52

Tabla 4 Características Químicas de las Fórmulas………….................66

Tabla 5 Contenido Nutricional de las Fórmulas…………..………..........66

Tabla 6 Resumen Estadístico de la Altura de Planta……………………68

Tabla 7 Resumen Estadístico del Diámetro del Pseudotallo de

las Vitroplantas.……………………………………………………72

Tabla 8 Colores de la Hojas de las Vitroplantas…………………………74

Tabla 9 Características del Sistema Radicular de las Vitroplantas……75

Tabla 10 Costo de los Ingredientes del Bokashi T1………………………75

Tabla 11 Costo de los Ingredientes del Bokashi T2……………………...76

Tabla 12 Costo de los Ingredientes del Bokashi T3……….….…………. 76

Tabla 13 Costo de los Ingredientes del Bokashi T4……………..............77

Tabla 14 Costo de los Ingredientes del Testigo…..………………………78

Tabla 15 Resumen de los Resultados……………………………………..79