

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Evaluación de biofertilizantes foliares en el cultivo de
arroz orgánico variedad F-50 en la zona de Daule,
Provincia del Guayas”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Presentada por:

Adriana Patricia Santos Ordóñez

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A la todas las personas que de una u otra manera estuvieron involucradas en la realización de este trabajo, especialmente a mi Director de Tesis Ing. Mario Balón, a los Vocales, Ing. Homero Robalino e Ing. Haydee Torres y al Ing. Livingshthone Andrade por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A Dios, por sobre todas las cosas.

A mis padres y abuelitos, por su apoyo incondicional.

A las flores y a mis amigos, por estar siempre ahí.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Paúl Herrera S.
DELEGADO DEL DECANO
DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Mario Balón M.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Alberto Ortega U.
VOCAL

Ing. Homero Robalino R.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Adriana Patricia Santos Ordóñez.

RESUMEN

La importancia del arroz en el Ecuador se cifra en lo siguiente: una superficie sembrada en incremento hasta la dimensión actual de alrededor de 400 000 ha, que le ubica en el primer lugar dentro de los países andinos; un consumo de arroz diario por persona de 115 g; una producción de 660 000 TN; un índice de empleo del 22% de la población económicamente activa, involucrando alrededor de 140 000 familias. Dentro de la Comunidad Andina, el Ecuador es el país con mayor superficie sembrada de este cultivo.

Siendo el cultivo de arroz de gran importancia en el consumo de la sociedad, es necesario que este sea sostenible, esto se logra mediante la producción de cultivos de arroz orgánico, utilizando abonos y fertilizantes orgánicos, libre de químicos. Durante los últimos años, la tendencia a exportar productos orgánicos ha aumentado de manera significativa.

Para poder llevar un manejo orgánico en el cultivo de arroz, debemos tomar en cuenta principalmente que el suelo sea limpio, sin químicos y que a su vez se le incorpore abonos y materia orgánica como base de fertilización. Asimismo continuar con la ayuda de bioles o bioestimulantes foliares que

nutran a la planta lo necesario para su desarrollo. De esta manera se puede llegar a certificar como orgánico al cultivo para su exportación o consumo nacional.

Es necesario en nuestro país realizar investigaciones dirigidas a la agricultura orgánica en especial en cultivos de consumo masivo como lo es el arroz y de esta manera lograr la sostenibilidad en el mismo, es decir, convertirlo en un cultivo económicamente rentable, ecológicamente viable y adecuado para los grupos sociales de las zonas.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|------|
| RESUMEN | II |
| ÍNDICE GENERAL..... | III |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | IV |
| ÍNDICE DE TABLAS | V |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1 | |
| 1. EL ARROZ..... | 4 |
| 1.1. Origen | 4 |
| 1.1.1. Morfología, fisiología y taxonomía | 5 |
| 1.1.2. Variedad F-50..... | 11 |
| 1.1.2.1. Características agronómicas..... | 13 |
| 1.1.3. Requerimientos edafoclimáticos..... | 15 |
| 1.1.3.1. Clima | 15 |
| 1.1.3.2. Temperatura | 16 |
| 1.1.3.3. Suelo..... | 17 |
| 1.1.3.4. pH | 17 |
| 1.1.3.5. Radiación solar | 17 |
| 1.1.4. Labores del cultivo..... | 18 |
| 1.1.4.1. Preparación del suelo | 18 |

| | |
|--|----|
| 1.1.4.2. Siembra..... | 19 |
| 1.1.4.3. Fertilización..... | 20 |
| 1.1.4.4. Riego | 22 |
| 1.1.4.5. Malezas..... | 22 |
| 1.1.5. Plagas y enfermedades..... | 23 |
| 1.1.6. Cosecha | 24 |
| CAPÍTULO 2 | |
| 2. AGRICULTURA ORGÁNICA..... | 25 |
| 2.1. Definición | 25 |
| 2.2. Principios | 25 |
| 2.3. Objetivos | 26 |
| 2.4. Estrategias | 27 |
| 2.5. Materia orgánica | 29 |
| 2.5.1. Manejo del suelo y de la materia orgánica | 29 |
| 2.5.2. Beneficios de la aplicación de la materia orgánica | 31 |
| 2.5.3. Importancia de los microorganismos de la materia orgánica del suelo..... | 31 |
| 2.5.4. Abonos orgánicos..... | 32 |
| 2.5.4.1. Importancia de abonos orgánicos | 32 |
| 2.5.4.2. Tipos de abonos orgánicos | 33 |
| 2.5.4.2.1. Humus..... | 33 |
| 2.5.4.2.2. Compost | 36 |

| | |
|---|----|
| 2.5.4.2.3. Bokashi..... | 37 |
| 2.5.4.2.4. Biol..... | 38 |
| 2.6. Arroz orgánico..... | 40 |
| CAPÍTULO 3 | |
| 3. Fertilización utilizada en la investigación..... | 44 |
| 3.1. Bioway | 44 |
| 3.1.1. Composición..... | 45 |
| 3.1.2. Beneficios directos en el suelo | 46 |
| 3.2. Ecoabonaza | 46 |
| 3.2.1. Características..... | 46 |
| 3.2.2. Contenido | 47 |
| 3.3. Harina de higuera | 48 |
| 3.3.1. Composición..... | 49 |
| 3.3.2. Características..... | 50 |
| 3.4. Biolmax | 50 |
| 3.4.1. Composición..... | 51 |
| 3.4.2. Beneficios..... | 52 |
| 3.5. Biol artesanal Macuco..... | 52 |
| 3.5.1. Composición..... | 52 |
| 3.5.2. Preparación | 54 |
| 3.6. Paquete tecnológico Global Organics | 54 |
| 3.6.1. Productos del paquete tecnológico composición..... | 55 |

CAPÍTULO 4

| | |
|--|----|
| 4. MATERIALES Y MÉTODOS | 62 |
| 4.1. Ubicación del ensayo | 62 |
| 4.2. Materiales y herramientas | 63 |
| 4.3. Metodología de la investigación | 65 |
| 4.4. Instalación del ensayo | 68 |
| 4.5. Medición de variables | 72 |
| 4.6. Análisis de datos | 74 |
| 4.7. Análisis económico | 74 |

CAPÍTULO 5

| | |
|---------------------------------|----|
| 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 76 |
| 5.1. Resultados | 76 |
| 5.2. Discusión | 84 |

CAPÍTULO 6

| | |
|--|----|
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 87 |
|--|----|

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Pág. |
|--|------|
| Gráfico 5.1 Número de macollos promedio por metro cuadrado de cada tratamiento..... | 77 |
| Gráfico 5.2 Número de panículas promedio por metro cuadrado de cada tratamiento..... | 78 |
| Gráfico 5.3 Número de granos por panícula promedio de los tratamientos..... | 79 |
| Gráfico 5.4 Porcentaje de vaneamiento promedio de panículas de cada tratamiento..... | 80 |
| Gráfico 5.5 Peso de mil granos promedio (gr.) por cada tratamiento..... | 81 |
| Gráfico 5.6 Rendimiento promedio en Tn/Ha de cada tratamiento, ajustada al 22% de humedad..... | 82 |
| Gráfico 5.7 Beneficio neto de cada tratamiento..... | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|----------|---|
| Tabla 1 | Taxonomía del arroz.....11 |
| Tabla 2 | Aspectos técnicos en la etapa de cosecha de la variedad F-50.....15 |
| Tabla 3 | Composición de raquis de banano.....34 |
| Tabla 4 | Composición de raquis de palma africana.....34 |
| Tabla 5 | Composición de desechos de palmito.....34 |
| Tabla 6 | Composición de gallinaza.....35 |
| Tabla 7 | Composición de estiércol de ganado.....35 |
| Tabla 8 | Contenido de elementos del Bioway.....45 |
| Tabla 9 | Contenido de oligoelementos del Bioway.....45 |
| Tabla 10 | Contenido de elementos de la Ecoabonaza.....48 |
| Tabla 11 | Contenido de oligoelementos de Ecoabonaza.....48 |
| Tabla 12 | Contenido de elementos de la harina de higuera.....49 |
| Tabla 13 | Contenido de oligoelementos de la harina de higuera.....49 |
| Tabla 14 | Componentes bioquímicos de Greenfish.....56 |
| Tabla 15 | Componentes de Nitramin Org.....58 |
| Tabla 16 | Contenido de elementos de Calcio 24.....61 |
| Tabla 17 | Cuadro de tratamientos.....66 |
| Tabla 18 | Detalle del tratamiento Global Organics.....66 |
| Tabla 19 | Detalle del tratamiento de Biolmax66 |
| Tabla 20 | Detalle del tratamiento del Biol artesanal.....67 |
| Tabla 21 | Detalle del tratamiento de Global Organics simplificado.....67 |
| Tabla 22 | Distribución de los tratamientos en campo.....67 |
| Tabla 23 | Análisis de dominancia.....83 |

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata de la “Evaluación de biofertilizantes foliares en el cultivo de arroz orgánico variedad F50 en la zona de Daule, provincia del Guayas”. El cual esta enfocado a estudiar ciertos bioestimulantes para dicho cultivo completamente orgánico.

Dentro de los biofertilizantes, se trabajo con dos bioles diferentes y dos paquetes tecnológicos recomendados por Global organics para el cultivo de arroz orgánico.

El biol una fuente orgánica de fitorreguladores, capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como: enraizamiento, acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en aumento significativo de las cosechas.

Los biofertilizantes fueron aplicados con la ayuda de una bomba de mochila, de una manera homogénea y uniforme, es sus respectivas dosis en cada bloque de tratamientos.

Por tratarse de un cultivo completamente orgánico, pues no se pudo llevar el manejo como lo hace el agricultor de la zona, solo hubo una fertilización de base con abonos orgánicos certificados, el control de malezas se lo hizo manual y con lámina de riego, el control de plagas y enfermedades se lo hizo con productos orgánicos y certificados. Se determinaron costos para poder llegar a un análisis económico de cada tratamiento evaluado.

Por las razones expuestas, se realizó la presente investigación en el arroz variedad F 50, persiguiendo los objetivos siguientes.

General.-

- Determinar el efecto fisiológico, productivo y económico de los biofertilizantes foliares en el cultivo de arroz orgánico, variedad F50.

Específicos.-

- Evaluar mediante parámetros agronómicos el uso de los biofertilizantes foliares en el cultivo de arroz orgánico, variedad F50.
- Comparar el rendimiento del cultivo posterior a la utilización de los bioestimulantes foliares.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

CAPÍTULO 1

1. EL ARROZ

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada (1) (7) (10).

1.1. Origen

El cultivo del arroz es muy antiguo. La planta probablemente se originó en el sur de la parte Oriental de Asia, habiéndose diseminado desde entonces a los trópicos y subtrópicos. Existen muchas variedades de arroz pero la mayoría de ellas proceden de dos especies salvajes. La principal es la especie *Oryza sativa*, que es la especie asiática y de donde proceden la mayoría de variedades de todo el mundo. Otra especie es la *Oryza glaberrima*, procedente del

delta del Níger en África. Esta última se encuentra mucho más restringida ya que su ámbito alcanza desde su zona de origen hasta el Senegal (14).

1.1.1. Morfología, fisiología y taxonomía

Morfología

Raíces: Las raíces son fibrosas y consisten en radículas y vellos radicales. Las raíces embrionarias, o sea, las que crecen en de la semilla (grano) cuando germinan, tienen pocas ramificaciones. Sobreviven solamente durante un breve espacio de tiempo, después de la germinación.

Las raíces adventicias secundarias, que se ramifican libremente y se producen a partir de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, reemplazan a las raíces embrionarias. Al crecer la planta, las raíces adventicias gruesas forman, con frecuencia, verticilos a partir de los nudos, que salen sobre el nivel de terreno (2).

Las raíces se multiplican, alcanzando un cultivo acuático su número máximo al momento de mayor ramificación; luego este ritmo de crecimiento disminuye poco a poco, no anulándose totalmente hasta que la floración acaba; si inicialmente las

raíces se desarrollan en superficie, su crecimiento en profundidad es luego mucho más importante, (el 46% del peso de las raíces se desarrollan en superficie según Matsuo) (2).

Tallo: El tallo se compone de una serie de nudos e internados, en orden alterno. El nudo lleva una hoja y un capullo que pueden desarrollarse, para constituir un vástago o renuevo. El entrenudo maduro es hueco y está estriado finamente. Su superficie exterior carece de vellosidad. Tiene una longitud variable, que generalmente aumenta de los entrenudos más bajos a los más altos. Los entrenudos más bajos, en la base del tallo, y se van haciendo más gruesos, hasta formar una sección sólida. Varían también en cuanto a dimensiones en grosor, los entrenudos más bajos tienen mayor diámetro y un mayor espesor que los superiores.

Los renuevos se desarrollan a partir del tallo principal en orden alterno. Los renuevos primarios se desarrollan de los nudos más bajos, produciendo renuevos secundarios. A su vez, estos últimos producen el tercer grupo de renuevos, los terciarios (13).

Hojas: Las hojas están dispuestas en ángulo con el tallo, en dos hileras, una en cada nudo. La hoja o la parte extendida de

ella se sujetan al nudo por medio de la vaina. Esta último rodea el entrenudo hasta el nudo siguiente, llegando algunos casos todavía más allá. La hoja más alta, por debajo de la panoja, es la bandera.

Las crestas que se encuentran en la superficie superior de la hoja están formadas por venas paralelas. Las venas protuberantes contienen las haces vasculares, que continúan a través del eje principal y las ramas de la planta – desde las raíces a la panoja. La cresta más sobresaliente en la superficie superior de la hoja es la vena central.

El tallo principal desarrolla el mayor número de hojas. Los renuevos primarios producen más hojas que los secundarios. La primera hoja rudimentaria, en la base de un renuevo, es la bractéola, una bráctea sin hojas y con doble quilla.

A cada lado de la base de la hoja hay pares de apéndices pequeños y en forma de orejas, que se conocen como aurículas. Inmediatamente por encima de estas últimas hay una estructura triangular, de textura parecida al papel que se conoce como lígula. Las plantas de arroz tienen aurículas y lígulas (13).

Panoja: La panoja es un grupo de espiguillas nacidas en el nudo superior del tallo. El nudo situado entre el entrenudo superior del tallo y el eje principal de la panoja es la base de panoja. Esta última aparece con frecuencia como un anillo ciliado y se utilizan para medir la longitud del tallo y la de la panoja.

La rama primaria de la panoja se divide en otras ramas secundarias y, a veces, terciarias. Estas últimas son las que llevan las espiguillas. Las ramas pueden estar dispuestas solas o por parejas. La panoja permanece erecta en el momento de la floración; pero por lo común, se caen las espiguillas cuando se llenan, maduran y forman los granos (13).

Espiguillas: La espiguilla individual esta formada por dos “glumas externas” (lemas estériles) muy pequeñas, y todas las demás partes florales se encuentran entre ellas o por encima de ellas. Crecen sobre el pedicelo, que las conecta con la rama de la panoja. Todas las partes de la planta que se encuentran por encima de las “glumas externas” se denominan colectivamente flósculos. Este último consiste en la cubierta dura que se convierte en lema y pálea, (las “glumas”) y la flor completa que se encuentra entre ellas.

La flor consta de seis estambres y un pistilo. Los estambres se componen de anteras bicelulares, nacidas sobre filamentos delgados, mientras que el pistilo consiste en el ovario, el estilo y el estigma.

El estigma es una estructura plumosa nacida en el estilo que, a su vez, es una extensión del ovario. En la base de la flor se encuentran dos estructuras transparente que se conocen como lodículos (13).

Grano: El grano de arroz se compone del ovario maduro, la lema y la pálea, la raquilla, las lemas estériles y las aristas cuando se encuentran presentes. El embrión se une con el endospermo. La lema y la pálea, con sus estructura asociadas, constituyen la cáscara, y pueden retirarse mediante la aplicación de una presión giratoria (13).

Fisiología

Germinación: El arroz necesita una temperatura de alrededor de 12 °C para que germine bien. En condiciones apropiadas, el arroz brota en una semana. No requiere luz para su germinación. Como necesita poco oxígeno puede germinar sumergido en el agua (23).

Amacollamiento: Los macollos nacen del nudo basal y de los nudos inferiores. El número de macollos depende del número de la distancia entre las plantas; a mayor distancia, mayor amacollamiento. La poda de las plántulas estimula el amacollamiento. Por el contrario, un alto nivel del agua en el terreno inhibe la producción de macollas. El amacollamiento es óptimo a temperaturas entre 15 y 30⁰ C. A temperaturas mayores, disminuye la cantidad de tallos (23).

Fotoperiodismo: El arroz florece temprano durante los días cortos. La influencia de la longitud del día depende de la temperatura (23).

Polinización: Normalmente, hasta un 3% del arroz se auto poliniza. La floración se produce entre las 8 y las 16 horas del día. La mayoría de las flores se abre alrededor del mediodía. La temperatura óptima para la polinización es de 30⁰ C. El polen es transportado de una planta a otra por medio del viento y de los insectos (23).

Desprendimiento del grano: Un sequía prolongada, seguida de fuertes lluvias, acelera peligrosamente el desprendimiento del grano. Si la cosecha no se hace a tiempo, habrá un

desprendimiento de granos y por consecuencia, una mayor pérdida en la cosecha. (23)

Taxonomía

La taxonomía del arroz se describe en la Tabla 1.

TABLA 1

TAXONOMÍA DEL ARROZ

| | |
|-------------------|---------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Anthophyta |
| Clase | Monocotyledoneae |
| Orden | Cyperales |
| Familia | Poaceae |
| Género | Oryza |
| Especie | Sativa |
| Nombre científico | <i>Oryza sativa</i> |
| Nombre vulgar | Arroz |

Fuente: EDIFARM, 2004

1.1.2. Variedad F50

Origen de Fedearroz 50

Fedearroz-50 se lanza al mercado en el año 1998 con ocasión de los 50 años de existencia de FEDEARROZ, es obtenida mediante cruce simple en la entonces finca la Oryza, cruce realizado por el ingeniero Edgar Corredor en 1992. Esta variedad marca en Colombia un cambio en el desarrollo tecnológico del cultivo, después de 15 años con la variedad

Oryzica 1 con todas sus limitantes en rendimiento, volcamiento y problemas fitosanitarios (8).

Fedearroz-50 se obtiene del cruce de Oryzica Llanos 4(P5413-8-3-5-11) con la línea P1274-6-8M-1-3M-1 obteniendo una planta compacta de crecimiento inicial rápido, rústica de follaje verde intenso con hojas semierectas, alto potencial de rendimiento y excelente calidad de molinería. Estas características hacen que el promedio en rendimientos se incremente en el primer semestre de siembras en una tonelada por hectárea en casi todas las zonas arroceras de Colombia (8).

El periodo vegetativo del F-50 es de 115 – 130 días. El macollamiento intermedio es en sistemas de siembra tradicional. El macollamiento alto es en sistemas de siembra por transplante. El F-50 es una planta de tipo semicompacta. Tiene un tallo fuerte y flexible con alta resistencia al vuelco. Su hoja bandera es erecta, presenta senescencia tardía y en algunas plantas se observa un bronceado de la hoja al final del ciclo de cultivo. El vaneamiento es de 12% -25%, compensado con mayor numero de granos por panícula. El rendimiento en molinería es bueno (12).

1.1.2.1. Características agronómicas

Resistencia a enfermedades

El F-50 es resistente a seis linajes de Pyricularia grises (hoja y cuello). Tolerante a Helminthosporium, y complejo de manchado de grano. También es tolerante al virus de la hoja blanco (12).

Resistencia a plagas

El F-50 es muy resistente al daño mecánico de Sogata. Tolerante a Hydrellia y barrenadores (Diarrea; Rupela). Susceptible al enrollador de la hoja (Syngamia) (12).

Manejo del riego

La semilla de esta variedad no tolera la inundación permanente. En proceso de germinación se deben efectuar riegos ligeros o mojes, seguidos de un buen drenaje. Posterior a la germinación, hasta finales del ciclo de cultivo la variedad F-50 tolera láminas de agua como cualquier otra variedad. La frecuencia del riego depende de las características físicas del suelo (liviano o pesado) (12).

Fertilización

La variedad F-50 responde bien a las dosis y épocas de fertilización promedio de cada zona. Un análisis de suelo y la recomendación de un ingeniero agrónomo son factores importantes para obtener resultados óptimos (12).

Densidad de siembra

Deben utilizarse entre 60–120 kilogramos de semilla por hectárea, según el tipo de siembra, suelo y zona de producción. En la medida en que se incrementa la densidad de siembra, disminuye el macollamiento y la variedad F-50 se hace más propensa a la Rhizoctonia (12).

Cosecha

F-50 presenta un desgrane intermedio (mayor que Oryzica 1 y Caribe8), esta variedad debe cosecharse con una humedad del 24%. Por la característica de su desgrane intermedio, las combinadas y operarios deben regirse por los siguientes aspectos técnicos. También hay que tomar los datos presentados en la Tabla 2 (12).

TABLA 2
ASPECTOS TÉCNICOS EN LA ETAPA DE
COSECHA DE LA VARIEDAD F-50

| | |
|-----------------------------|---|
| Velocidad de corte | Máximo 3 kilómetros por hora |
| Velocidad de molinete | Cerca de 20 revoluciones por minuto |
| Velocidad del cilindro | De 600 a 700 revoluciones por minuto |
| Calibración de la combinada | Muchos agricultores pierden hasta el 15% de sus cosechas por no tener en cuenta este factor en la recolección |

Fuente: FEDEARROZ

1.1.3. Requerimientos edafoclimáticos

Existen muchos factores que inciden en el desarrollo del cultivo de arroz, en el manejo y de igual manera el clima y suelo. Es necesario que estos factores estén acorde con las necesidades del cultivo.

1.1.3.1. Clima

El clima debe ser tropical, a nivel mundial el cultivo de arroz se concentra en climas húmedos tropicales. El cultivo se extiende desde el 49-50° de latitud norte a los

35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 m. de altitud (12).

1.1.3.2. Temperatura

El arroz para germinar necesita temperaturas desde 10° a 13° C como mínimo, siendo su óptima entre 30° y 35° C. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7° C, considerándose su óptimo en los 23° C.

La panícula comienza a formarse unos treinta días antes del espigado, y siete días después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 mm. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente, y es éste el período más sensible a las condiciones ambientales adversas. El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15° C. El óptimo de 30° C. Por encima de 50° C no se produce la floración. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos (12).

1.1.3.3. Suelo

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes (1) (12).

1.1.3.4. pH

El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (1) (12).

1.1.3.5. Radiación solar

Las necesidades de radiación solar para el cultivo del arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la fase vegetativa, afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes, mientras que en la fase reproductiva existe una marcada disminución en el número de granos. Por otro lado durante el período de llenado a maduración del grano, se reducen drásticamente los rendimientos por disminución en el porcentaje de granos llenos (1) (12).

Una radiación de 300 cal/cm² por día durante el estado reproductivo hace posible rendimientos de 5 Tn/Ha. El punto de vista en el cual coincide la mayoría de los investigadores, es que una temperatura alta y abundante radiación solar, son necesarias para el arroz, sin embargo, un concepto universal es que una alta disponibilidad de agua, es el requisito más crítico en su producción (1) (12).

1.1.4. Labores del cultivo

1.1.4.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realiza bajo condiciones de terreno seco e inundado. Para la primera se usan

labores solas o combinadas de arado, romplow, rastras, y para la segunda, a más de las mencionadas se realiza la actividad del “fangueo” que consiste en batir el suelo previamente inundado con un motocultor o tractor (11) (21).

1.1.4.2. Siembra

Los métodos de siembra utilizados en el Ecuador son los siguientes: La siembra directa se hace a máquina (sembradora) en el cual, la distancia está establecida en 0,18m entre hileras (11) (21).

La siembra al voleo se hace con semilla pregerminada y sin pregerminar; la densidad de siembra es de 80 kg de semilla por hectárea (11) (21).

El transplante se usa cuando el método de transplante se necesita entre 30 y 50 kg de semilla para establecer el semillero necesario para una hectárea. Las distancias de siembra en transplante es: 0,30 x 0,20m; 0,25 x 0,25m; 0,30 x 0,30m. En el caso de transplante colocar de dos o tres plantas por sitio. Los semilleros que deben establecerse para el caso del método de

transplante, son de dos clases: el semillero cama húmeda y seca. (11) (21).

Los semilleros a los 14 días de edad se fertilizan y entre los 21 y 25 días se realiza el transplante. Las plantas deben arrancarse cuidadosamente del semillero, tratando de ocasionar el menor daño posible al follaje y las raíces, para ello se recomienda tener inundado el terreno en las camas húmedas y mojadas en las secas. Para realizar el trasplante es necesario, contar con un terreno bien nivelado, a fin de evitar problemas futuros como la presencia de malezas, plagas e insectos en el cultivo (11) (21).

1.1.4.3. Fertilización

El nitrógeno es absorbido rápidamente desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo hasta el final del período vegetativo. La deficiencia de nitrógeno produce una clorosis acentuada limitando severamente el crecimiento. La absorción de nitrógeno decrece ligeramente antes de la iniciación del primordio floral, pero inmediatamente después continúa con rapidez hasta la fase de grano pastoso. Al comenzar el

macollamiento el cultivo ha tomado el 2%, a la iniciación de la panícula el 25% y a la floración el 52% de todo el nitrógeno que necesita durante el ciclo. El 48% restante es absorbido durante la etapa del llenado del grano. En cambio la absorción de fósforo es más bien lenta hasta la diferenciación floral, aumentando posteriormente en forma significativa. El potasio también es absorbido intensamente desde el inicio del cultivo hasta la etapa lechosa del grano. A la floración, el cultivo ha absorbido el 38% del fósforo y 46% de todo el potasio necesario. Es importante señalar que la deficiencia ya sea de N, P o K reduce el macollamiento y por lo tanto el número de espigas producidas, lo que se traduce en pérdidas de rendimiento (12).

En promedio, para producir una tonelada de grano el cultivo absorbe 22 Kg de N, 5 Kg de P, 25 Kg de K, 6 Kg de Ca, 4 Kg de Mg y 2 Kg de S. Cerca del 75% del N y del P, y el 10% del K absorbido por el cultivo se acumulan en el grano, el resto permanece en la paja y eventualmente retorna al suelo (12).

1.1.4.4. Riego

Las necesidades de agua en el cultivo del arroz se estiman entre 800mm a 1240mm.

Los períodos de mayores requerimientos de humedad son el establecimiento de las plantas, el macollamiento y, desde la diferenciación hasta llenar el grano. Es importante señalar la planificación del sistema de riego debe estar precedida de un estudio completo y detallado del área, tomando en cuenta las necesidades de agua varían según las condiciones climáticas, las condiciones físicas del suelo, el manejo del cultivo y el periodo vegetativo de la variedad (12).

1.1.4.5. Malezas

Las algas en las parcelas del cultivo de arroz compiten causando problemas por la dificultad en la realización de labores culturales. Se puede utilizar piedras de sulfato de cobre para su eliminación (7).

Una de las plantas adventicias cuya presencia y competencia es más nociva para el arroz es la cola de

caballo o *Echinochloa sp.* esta es una de las plantas de la familia de las gramíneas (7).

Otras malas hierbas, como las vivaces grama de agua (*Paspalum distichum*) y espiga de agua (*Potamogeton natuns*) (7).

Para combatir estas malas hierbas desde el inicio del cultivo se puede mantener una lámina de agua entre 3-5 cm.

1.1.5. Plagas y enfermedades

Plagas: Entre los insectos que atacan este cultivo están lepidópteros como el barrenador del arroz (*Chilo sppressalis*) y la rosquilla negra (*Spodoptera littoralis*), hemípteros como la pudenda (*Eusarcoris sp.*), ciertos dípteros como los gusanos de los planteles (englobados en varias familias) y, de forma menos frecuente también los pulgones. Todos ellos, de biología distintas causan distintos daños en las plantas del arroz (7) (10).

Enfermedades: Las enfermedades se presentan según la zona en que se encuentre el cultivo, generalmente se presentan problemas durante el cultivo por causa de los hongos *rizhoctonia* y *helminthosporium*. Otra enfermedad más

perniciosa en el cultivo del arroz, llamada el mal del cuello (*Pericularia oryae*), enfermedad que afecta a la panículas y hojas del arroz (7) (10).

1.1.6. Cosecha

Tres aspectos fundamentales deben tomarse en cuenta para la recolección del cultivo del arroz: cuando cosechar, el método de cosecha y las pérdidas en rendimiento y calidad de grano (1) (7) (10).

El arroz debe cosecharse cuando el grano está maduro, para lo cual el mejor indicador es la humedad y el color del mismo. Se debe cosechar cuando el 95% de los granos en las espigas tengan color “pajizo” y el resto esté amarillento, lo cual coincide con un 20 a 25% de humedad en el grano (1) (7) (10).

La cosecha puede hacerse en forma mecánica, mediante el empleo de la combinada y en forma manual, cortando las plantas con hoces para proceder a la trilla mediante el empleo de trilladoras estacionarias o realizando la labor del “chicoteo”, la cual consiste en golpear manojos de plantas contra un madero situado en una lona (1) (7) (10).

CAPÍTULO 2

2. AGRICULTURA ORGÁNICA

2.1. Definición

Es un método de producción que procura llegar a sistemas ecológicamente equilibrado y estable, para producir alimentos sanos a bajo costo, busca proteger la salud, calidad del medio ambiente e intensificar las interacciones biológicas de los procesos naturales beneficiosos (20).

2.2. Principios

- La complejidad de cada ecosistema de producción, pues las tecnologías para una agricultura sostenible son específicas (tiempo/espacio) para cada localidad.
- El equilibrio ecológico como factor condicionante de la producción.

- La unidad agropecuaria debe entenderse, al igual que el suelo, como organismo vivo, dinámico y sistémico.
- Administración de toda la propiedad como un organismo vivo integrado a la microcuenca hidrográfica como una unidad de conservación ambiental.
- Considera que es importante, fuera de la productividad del área, la productividad de la mano de obra, el capital, el agua y la energía.
- Desarrollo y captación de tecnologías adaptadas a las condiciones culturales, sociales, económicas, y ecológicas de cada región en el sentido ascendente, a partir de la realidad y de los problemas de forma no consumista (20).

2.3. Objetivos

- Producir alimentos sanos, libres de venenos, sin contaminar el medio ambiente, eliminando todos los insumos y prácticas que los perjudiquen.
- Producir alimentos económicos, accesibles a la población.
- Disminuir la dependencia de insumos externos de los agricultores, además de desarrollar y apropiarse de una tecnología adecuada a su propiedad.
- Promover la estabilidad de la producción de una forma energéticamente sostenible y económicamente viable.

- Buscar la autosuficiencia económica de los productores y de las comunidades rurales (autogestión), reduciendo los costos de producción y preservando los recursos básicos que poseen.
- Recuperar, conservar y potencializar la fertilidad del suelo.
- Trabajar con el reciclaje de nutrientes minerales y conservar la materia orgánica pues, en los trópicos, es mucho más fácil la tarea de conservar la materia orgánica que se tiene que reponer cuando se pierde.
- Buscar una mayor utilidad del potencial natural, productivo, biológico y genético de las plantas y de los animales.
- Asegurar la competitividad de la producción de alimentos en mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, acompañados de los parámetros de cantidad y calidad (20).

2.4. Estrategias

- Control de microorganismos, insectos, y plantas (nativas o exóticas) por medio de métodos naturales y del mantenimiento del equilibrio ecológico por intermedio de la diversificación e integración de manejos y prácticas agrícolas pecuarias y forestales.
- Mejoramiento y mantenimiento de las características del suelo por medio de la diversificación de cultivos y la asociación, rotación y manejo permanente de la cobertura del mismo.

- Conservación del suelo por la planificación de su uso, de acuerdo con su capacidad de soporte y aplicación de técnicas vegetativas y mecánicas.
- Considerar las explotaciones agropecuarias en los aspectos de:
 - Alelopatía (simbiosis y antagonismos entre plantas) y alelospolía (capacidad de los vegetales por competir por factores externos tales como luz, agua, minerales).
 - Trofobiosis (efecto de desequilibrio provocado por el uso de abonos y venenos, los cuales promueven el aumento de poblaciones de insectos y microorganismos en los cultivos).
 - Homeostasis (capacidad del medio ambiente para regenerarse contra las agresiones hechas por el hombre).
 - Reciclaje y recuperación de nutrientes de las capas profundas del suelo por medio de la rotación y asociación de cultivos.
 - Mantenimiento del equilibrio poblacional de la fauna y la flora.
 - Equilibrio nutricional por medio de la resistencia genética, nutrición natural el uso de productos y preparados naturales preventivos por medio de la fitoterapéutica y la homeopatía (20).

2.5. Materia orgánica

La [materia](#) orgánica, si bien su aplicación en agricultura es milenaria, sufrió a mediados de este siglo un olvido, a causa probablemente de la [introducción](#) de los abonos químicos que producían mayores cosechas con un menor [costo](#). La [materia](#) orgánica procede de los seres vivos ([plantas](#) o [animales](#) superiores o inferiores) y su complejidad es tan extensa como la composición de los mismos seres vivos. La descomposición en mayor o menor grado de estos seres vivos, provocada por la acción de los microorganismos o por factores abióticos da lugar a un abanico muy amplio de sustancias en diferentes estados que son los constituyentes principales de la materia orgánica (24).

2.5.1. Manejo del suelo y de la materia orgánica

El manejo de la materia orgánica sobre los suelos es de capital importancia en los métodos de producción orgánica de cultivos.

El contenido de materia orgánica en los suelos varía mucho dependiendo de las condiciones climáticas, prácticas del cultivo, rotación de las cosechas y la adición de los abonos frescos: desechos de animales, residuos de cosechas y otros materiales orgánicos (22).

Los niveles deseables de materia orgánica en los suelos de cultivo varían desde el 2% en las zonas áridas, al 5% y más en los valles fértiles (22).

La materia orgánica trabaja para el productor agrícola de la siguiente manera:

- Mezclándose adecuadamente con la tierra, para mejorar su estructura y la capa de cultivo del suelo.
- Mejorando la aireación y penetración del agua, y de igual manera la capacidad de retención de la humedad.
- Suministrando en abundancia partículas con carga negativa de tamaño coloidal (humus: que es una sustancia de color café existente en suelos biológicamente activos) capaces de retener e intercambiar cationes nutritivos.
- Actuando como agente regulador para evitar cambios abruptos de pH en los suelos.
- Suministrando carbono que es una fuente de energía para los microorganismos del suelo.
- Suministrando reservas de nutrientes, particularmente nitrógeno y fósforo, requeridos para la actividad biológica y la producción del humus.
- Promoviendo la diversidad en la comunidad microbial del suelo (22).

2.5.2. Beneficios de la aplicación de la materia orgánica

- Hace más ligero los suelos pesados.
- Le da cuerpo, mejora la textura de los suelos muy sueltos (arenosos).
- Aumenta la capacidad de retención de la humedad.
- Facilita la circulación del aire y del agua a través del suelo.
- Permite la presencia de Rhizobium en el suelo.
- Induce altos niveles de actividad biológica lo que a su vez facilita la captura de nitrógeno.

2.5.3. Importancia de los microorganismos de la materia orgánica del suelo

- Controla el ciclado de nutrientes como el carbono, nitrógeno, azufre además de incidir en la mineralización de la materia orgánica del suelo, controlando la liberación de fósforo y micronutrientes como son el hierro, zinc, cobre y otros.
- Contribuyen a la detoxificación de contaminantes mediante la degradación de agroquímicos y a la eliminación de la fitotoxicidad de metales pesados.

2.5.4. Abonos orgánicos

La abonadura orgánica juega un papel fundamental en la productividad del suelo pues provee de nutrientes a la planta y a los microorganismos que habitan en él, lo que viene a formar un ciclo de producción-transformación-aprovechamiento e intercambio entre la planta, los microorganismos y el medio ambiente (5).

Como es conocido, la materia orgánica tiene gran influencia en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, por lo tanto, es nuestro deber mantener este ciclo de vida para así mejorar la producción y a la vez mantener el suelo (5).

2.5.4.1. Importancia de abonos orgánicos

- Sirven como medio de [almacenamiento](#) de los nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.
- Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de [tierra](#) y las [bacterias](#) fijadoras de nitrógeno.
- Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados (24).

2.5.4.2. Tipos de abonos orgánicos

2.5.4.2.1. Humus

Para formar el humus a través de la materia orgánica del suelo, necesitamos grandes volúmenes de desechos, y es importante que conocer la mayoría de ellos para su óptima utilización (5).

Antes de ello, veremos la importancia y las características que tiene el humus como mejora física, química y biológica del suelo en el sentido de:

Incrementa la permeabilidad del suelo.

Aumenta el poder absorbente, reteniendo mejor los nutrientes que utilizan las plantas.

Da a los microorganismos los carbohidratos y nitrógeno necesarios para su crecimiento.

Logra transformar el nitrógeno a nitratos para que las plantas puedan tomarlo (5).

Los abonos vegetales son el primer grupo de residuos orgánicos y su transformación es

lenta en los suelos, los principales en Ecuador son:

En la costa y oriente

TABLA 3

COMPOSICIÓN DE RAQUIS DE BANANO

| ELEMENTOS | N | P | K | Ca | MO |
|------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| % | 0.3 | 0.02 | 2.0-3.0 | 0.03 | 52 |

TABLA 4

COMPOSICIÓN DE RAQUIS

PALMA AFRICANA

| ELEMENTO | N | P | K | Mg | MO |
|-----------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| % | 0.3-0.5 | 0.02-0.04 | 3.0-5.68 | 0.5-0.8 | 50 |

TABLA 5

COMPOSICIÓN DE DESECHOS

DE PALMITO

| ELEMENTOS | N | P | K | Ca | MO |
|------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| % | 0.12 | 0.02 | 0.9 | 2.5 | 55 |

Existen también otros desechos importantes como: residuos de cosecha de algodón,

semilla de algodón, residuos de cosecha de maíz y residuos de cosecha de yuca, etc.

En la sierra:

Existen residuos de cosechas de legumbres como lechuga, col, coliflor, etc., residuos producidos por la venta de hortalizas en los mercados, paja de trigo, paja de cebada, residuos de cosecha de maíz, residuos de cosecha de brócoli, etc.

Desechos de animales

TABLA 6

COMPOSICIÓN DE GALLINAZA

| ELEMENTOS | N | P | K | Ca | MO |
|------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| % | 1.2 | 1.5 | 1.5 | 3.0 | 30-35 |

Contenido alto de oligoelementos (Mn-Cu-B)

TABLA 7

COMPOSICIÓN DE ESTIERCOL

DE GANADO

| ELEMENTOS | N | P | K | Ca | MO |
|------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| % | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 25 |

El humus como base de la fertilidad del suelo

El humus proviene de la materia orgánica vegetal y animal, que al ser atacada por microorganismos, se transforma lentamente en un compuesto oscuro, con características superiores a la materia orgánica y logra solubilizar los nutrientes para que en forma mineral las plantas puedan tomarlos por las raíces (5).

El objetivo principal de la agricultura orgánica, es el poder incrementar la capacidad de producción de humus en el suelo como base sostenible de las plantas y como reserva de agua que las plantas requieren para su metabolismo (5).

2.5.4.2.2. Compost

El compost es una mezcla de residuos animales y vegetales que descomponen los microorganismos transformando un abono rico en nutrientes, para su elaboración los materiales a utilizar se mezclan formando una pila sobre el suelo al cual se le debe proteger de

precipitaciones, viento y sol. Lo importante que esta mezcla de residuos orgánicos se debe hacer fermentar para obtener un producto homogéneo de aspecto granulado que se incorpora al suelo como fertilizante (5).

El compost es el resultado de la descomposición aerobia-anaerobia de materiales de origen orgánico como desechos vegetales unidos a fuentes importantes de nitrógeno como desechos animales, que mediante la acción de las bacterias y hongos logran transformar los residuos sólidos o vegetales, en compost (5).

2.5.4.2.3. Bokashi

El término bokashi proviene de la lengua japonesa, se designa la materia orgánica en fermentación o el abono orgánico fermentado mediante microorganismo nativos del suelo (4).

El bokashi es un abono orgánico que posee muchos nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de los cultivos; se

obtiene a través de la fermentación de materiales húmedos y secos que van mezclados (4).

Los nutrientes obtenidos de la fermentación de los materiales forman un abono completo incluso superior al de los fertilizantes químicos.

Este abono orgánico se lo utiliza para que el suelo obtenga los nutrientes necesarios y adecuados, asimismo para que los cultivos se desarrollen normalmente (4).

Sus funciones son:

- Enriquecen el suelo con los nutrientes perdidos por la erosión y la absorción de la planta.
- Estimula el crecimiento de las raíces y follajes de las plantas (4).

2.5.4.2.4. Biol

El biol es una fuente orgánica de fitorreguladores de crecimiento como el ácido indol acético (auxinas) y giberelinas que

promueven actividades fisiológicas y estimulan el desarrollo de las plantas. El biol, a diferencia de los nutrientes en pequeñas cantidades, es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en aumento significativo de las cosechas (24).

El biol se usa en suelos o cultivos que no requieren un tipo específico de nutrimento, en tratamientos foliares la concentración de su aplicación es del 5% (3).

Para la elaboración de este biofertilizante orgánico se van a necesitar los siguientes elementos: estiércol fresco de bovino, melaza, leche cruda o suero, levadura, leguminosa picada y agua no contaminada.

La melaza sirve como principal fuente de energía para la fermentación. Es rica en fósforo, potasio, calcio, magnesio y boro.

La leche o suero de leche ayuda en el proceso de fermentación, da energía a los microorganismos benéficos para que trabajen. Lo hace mediante la transformación de la lactosa (azúcar de la leche) en ácido láctico.

La levadura aporta microorganismos necesarios para la fermentación del abono orgánico. La levadura convierte los azúcares simples, como la glucosa y fructosa en alcohol etílico y dióxido de carbono. Finalmente, la leguminosa como fuente de nitrógeno (3).

2.6. Arroz orgánico

Muchos productores de arroz están dedicándose a producir arroz orgánico, y aunque no hay estadísticas los estudios demuestran que tanto los países desarrollados como los países en desarrollo (sobre todo en Asia) están produciendo arroz con métodos orgánicos, con la

esperanza de participar en el comercio mundial de 10 000 millones de dólares EE UU de alimentos orgánicos (26).

Los arroceros tailandeses están comprobando las ventajas de pasarse a la agricultura orgánica, pero aún tienen que superar ciertos obstáculos que presenta la economía del país, que esta orientada a la exportación. Los agricultores empiezan a ver un aumento en los beneficios económicos que producen sus cosechas. Tras cultivar sin utilizar sustancias químicas durante varios años, se estima que el beneficio ha aumentado en más del 70%. Además, a medida que sus ingresos aumentan, los agricultores se dedican a otras actividades aparte de la cosecha del arroz (26).

Los agricultores de la zona metropolitana de Porto Alegre obtuvieron arroz agro ecológico por quinto año consecutivo. Las estimaciones de los especialistas del MST (Movimiento Sin Tierra) confirmaron que, en la zafra 2006/2007, se cosecharon alrededor de tres mil toneladas del cultivo, manejado sin uso de agro tóxicos o semillas transgenicas (26).

Asimismo, se informó que las plantaciones de arroz agro ecológico ocupan, aproximadamente, un 20% de las tierras cultivadas de la zona. Igualmente, de las cerca de 700 familias que asentadas en el

área metropolitana de Porto Alegre, 150 producen este tipo de cultivo (27).

Según el MST, las ventajas de producir sin agro tóxicos son varias. La agro ecología no degrada el medio ambiente, no contamina el agua y no es nociva para la salud de los productores, así como para los consumidores. De la misma forma, son varias las ventajas económicas ya que el costo de la mano de obra es más bajo y el precio del arroz económico es más alto que el convencional (27).

En este sentido, según el Instituto Riograndense del Arroz (Irga), el costo de la labranza tradicional de arroz se encuentra alrededor de los tres reales (1,4 dólares) por hectárea, mientras que, en el sistema agro ecológico, los campesinos tienen un gasto de sólo un real (0,5 dólares) por hectárea cosechada. Por otra parte, en el mundo cada vez se abren más mercados para los productos orgánicos, que son muy valorados por consumidores europeos (27).

Un creciente número de personas en Taiwán están adoptando, si bien en forma paulatina, los productos orgánicos. Considerados antes como una rareza, los productos orgánicos son ahora comunes. Los mismos abarcan desde productos agrícolas frescos tales como arroz y té (28).

El área de tierra cultivable en Taiwán que está certificada para la agricultura orgánica llega a un total de 1.003,55 hectáreas, que resulta solamente una pequeña fracción de las 850 mil hectáreas de tierra cultivable disponibles en la isla. Entre los principales productos agrícolas orgánicos encontramos el arroz, una gran variedad de verduras, tubérculos, frutas y tes, junto con cultivos que no son de primera necesidad tales como la caña de azúcar y variedades chinas del camote, todos para consumo interno (28).

Sin embargo, el arroz sigue siendo el cultivo orgánico más grande, y cuenta por la mitad de todos los productos agrícolas orgánicos. Este elemento esencial de la dieta taiwanesa ha sido cultivado en forma orgánica con más éxito que las frutas y el té (28).

CAPÍTULO 3

3. FERTILIZACIÓN UTILIZADA EN LA INVESTIGACIÓN

3.1. Bioway

Es un producto vivo que se obtiene de la biofermentación aeróbica de materiales orgánicos, proceso en el cual se superan los 70°C, eliminando los microorganismos patógenos y permitiendo el desarrollo de bacterias termofílicas benéficas del género *Bacillus*, tales como *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* que son descomponedoras de materia orgánica y a su vez son bacterias antagonistas que inhiben el crecimiento de patógenos (15).

Es un sustrato orgánico en donde la relación carbono-nitrógeno ha sido equilibrada para mantener, crecer y multiplicar a una alta gama de bacterias benéficas que van a propiciar el cambio de la materia orgánica existente en el suelo (5).

3.1.1. Composición

El presente abono orgánico, es considerado un acondicionador de suelo, el cual está básicamente compuesto por 1700 millones de bacterias por cada gramo de producto. Para certificar este producto, se realizaron análisis microbiológicos y así determinarlo como orgánico (Ver Anexo 1). A continuación se mostrará el contenido de nutrientes del Bioway.

TABLA 8

CONTENIDO DE ELEMENTOS DEL BIOWAY

| ELEMENTOS | % |
|------------------|----------|
| MO | 63 |
| C/N | 18.6 |
| N | 1.9 |
| P | 2.4 |
| K | 2.5 |
| C | 36.7 |
| Ca | 2.1 |
| Mg | 0.7 |

TABLA 9

CONTENIDO DE OLIGOELEMENTOS DEL BIOWAY

| ELEMENTOS | Zn | Cu | Mn | Fe |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PPM | 200 | 52.2 | 277.8 | 2600 |

3.1.2. Beneficios directos en el suelo

- Por su alto contenido de materia orgánica, mejora la estructura y permeabilidad del suelo y la retención de humedad.
- Disminuye la presión de cohesión molecular de las partículas de arcilla en suelos pesados.
- Interviene directamente en el ciclo del nitrógeno, básicamente en la degradación de las proteínas y en la formación de amoníaco, que luego es transformado a nitritos y a nitratos (15).

3.2. Ecoabonaza

Es un abono orgánico que se deriva de la pollinaza de las granjas de engorde de PRONACA, la cual es compostada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades.

Ecoabonaza por su alto contenido de materia orgánica, mejora la calidad de los suelos y les provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos (16).

3.2.1. Características

- Mejora la estructura del suelo, disminuyendo la cohesión de los suelos arcillosos.

- Incrementa la porosidad facilitando las interacciones del agua y el aire en el suelo.
- Regula la temperatura del suelo.
- Minimiza la fijación del fósforo por las arcillas.
- Aumenta el poder amortiguador con relación al pH del suelo.
- Mejora las propiedades químicas de los suelos, evitando la pérdida del Nitrógeno.
- Favorece la movilización del P, K, Ca, Mg, S y elementos menores.
- Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos (16).

3.2.2. Contenido

Para certificar dicho producto, se le cuenta con un análisis microbiológico (Ver Anexo 2).

Ecoabonaza tiene un pH de 6,5 – 7, con una humedad de 21%. Los otros elementos se detallan a continuación.

TABLA 10

CONTENIDO DE ELEMENTOS DE ECOABONAZA

| ELEMENTOS | MO | N | P | K | Ca | Mg | S |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| % | 50 | 3 | 2.5 | 3 | 3 | 0.8 | 0.6 |

TABLA 11

**CONTENIDO DE OLIGOELEMENTOS DE
ECOABONAZA**

| ELEMENTOS | B | Zn | Cu | Mn |
|------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| PPM | 56 | 280 | 68 | 470 |

3.3. Harina de higuera

La higuera es una planta herbácea arborescente vivaz, originaria de las regiones tropicales de América del Sur, África, y Oriente.

Se le extrae el aceite para farmacia, cosmética y diferentes usos industriales. La harina que proviene de esta extracción está totalmente desgrasada, es natural y no contiene ningún producto químico ni solvente (18).

Este abono orgánico es un activador de la vida microbiana: base de la fertilidad de las tierras y salud de los cultivos, la

harina de higuierilla asegura a los abonos complementarios la máxima eficacia. Es un abono puramente orgánico, 100% vegetal, con gran potencial húmico, rico en oligoelementos, que permite un desarrollo armonioso de las plantas jóvenes (18).

3.3.1. Composición

La harina de higuierilla tiene la siguiente composición:

TABLA 12
CONTENIDO DE ELEMENTOS DE LA HARINA
DE HIGUERILLA

| CONT. | MO | N | P₂O₅ | K₂O | CaO | MgO |
|--------------|-----------|----------|-----------------------------------|-----------------------|------------|------------|
| % | 85 | 6 | 2.19 | 1.76 | 0.4 | 0.99 |

TABLA 13
CONTENIDO DE OLIGOELEMENTOS DE LA
HARINA DE HIGUERILLA

| ELEM. | Fe | Cu | Zn | Mn | Co | Mo | B |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| mg/Kg | 1.1 | 21 | 79 | 47 | 3 | 4.2 | 45 |

3.3.2. Características

Descomposición en el suelo y valor de fertilizante

La evolución de esta materia orgánica en el suelo es todavía poco conocida, no obstante los procesos de degradación dependen directamente de las características del suelo y del clima local (18).

La harina de higuera se descompone fácilmente, no contiene ninguna fibra celulósica difícilmente biodegradable (18).

Los efectos de la Harina de Higuera sobre las plantas

La acción lenta de los fertilizantes, particularmente los minerales solubles aseguran un crecimiento regular en proporción a la absorción. Gracias a esta disponibilidad rápida de nitratos solubles y esta mineralización lenta llamada “acción lenta”, constatamos la ventaja económica de utilizar estiércol orgánico (18).

3.4. Biolmax

Es un producto biológico de nueva generación, natural, no tóxico y compatible con los agroquímicos, de doble acción: fertilizante foliar y suplemento del suelo, para uso en cultivos de

grano, hortalizas, frutales, flores y plantas ornamentales, de carácter genético (17).

Biolmax contiene macro y micro nutrientes, también fitoreguladores (hormonas naturales que a bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos) a partir de la biodigestión anaerobia controlada de materiales orgánicos (harinas como higuera, soja, alfalfa, etc.) lo cual abre un espacio importante dentro de la práctica de la agricultura orgánica, al tiempo que abarata costos y mejora productividad y calidad de cultivos (17).

3.4.1. Composición

Biolmax es una formulación estabilizada, compuesta de microorganismos benéficos, fitohormonas, macro nutrientes y micro nutrientes (Ver Anexo 3).

Modo de Acción

- En aplicaciones foliares, o al suelo directamente
- Elimina la compactación superficial del suelo, mejorando su estructura
- Acelera la descomposición de los residuos vegetales en el suelo

- Incrementa la materia orgánica, la aireación y soltura
- Aumenta la actividad microbiana, lo que resulta en un incremento de los nutrientes disponibles (17).

3.4.2. Beneficios

- Mayor desarrollo radicular
- Incremento en absorción de nutrientes
- Mayor vigor en las plantas
- Incremento en la germinación
- Incremento en los rendimientos

3.5. Biol artesanal Macuco

El Colegio Politécnico Galo Plaza Lasso, tiene varias actividades en el área del agro, entre ellas, la producción de un biol llamado Macuco. Este biol lo elaboran para la fertilización de sus cultivos de arroz. Se elaboran tres tipos de bioles: de crecimiento, de floración y de llenado de grano.

3.5.1. Composición

Biol de crecimiento

Para producir 200 litros de este biol, utilizan entre 150 a 180 litros de agua, 10 kg de estiércol fresco, 14 litros de

melaza, 14 litros de leche, 160 gramos de sulfato de magnesio, 225 gramos de sulfato de potasio, 30 gramos de sulfato de hierro, 315 gramos de sulfato de zinc, 40 gramos de molibdato de sodio, 2.25 litros de caldo sulfocalcico, 7 gramos de vitamina C,

Este biol lo utilizan hasta antes de los 50 días después del trasplante

Biol de floración

Para producir 200 litros de este biol utilizan de 150 a 180 litros de agua, 23 kg de estiércol fresco, 8 litros de melaza, 8 litros de leche, 675 gramos de sulfato de potasio, y 200 gramos de rocas fosfóricas.

Dicho preparado es utilizado para la época de floración, que es después del espigado.

Biol de llenado de granos

Para la elaboración de 200 litros de este biol se necesita de 150 a 180 litros de: agua, 10 kg de estiércol fresco, 16 litros de melaza, 16 litros de leche, 135 gramos de sulfato de magnesio, 500 gramos de sulfato de potasio, 25 gramos de sulfato de hierro, 225 gramos de sulfato de

zinc, 1.35 litros de caldo sulfocalcico, 7 gramos de vitamina C, y 45 gramos de óxido de cobre.

Este biol es utilizado para el llenado de granos, luego de la floración.

3.5.2. Preparación

Para la elaboración de estos bioles, utilizan tanques de 200 litros para cada uno de estos. En cada tanque se mezclan todos los ingredientes según el tipo de biol a preparar. Se debe cerrar herméticamente por 30 días.

Para eliminar los gases que se produzcan se deja un respiradero con sello de agua.

El producto esta listo cuando no se observan burbujas en la botella, se cierne y ya se puede aplicarse.

3.6. Paquete tecnológico Global Organics

Global Organics es una empresa especializada en la importación y comercialización de productos orgánicos de última tecnología y con certificaciones internacionales reconocidas mundialmente.

Dicha compañía ha desarrollado un paquete tecnológico para el cultivo de arroz orgánico el cual consta de productos de fertilización líquida y/o foliar para estimular el desarrollo de la planta y mejorar la producción del cultivo (25).

3.6.1. Productos del paquete tecnológico composición

En el paquete tecnológico para el cultivo de arroz, constan los siguientes productos:

Greenfish

Es un producto fertilizante- bioestimulante orgánico el cual es obtenido a partir de un proceso de extracción de los principales componentes de varias especies de pescado.

El producto Greenfish presenta las siguientes ventajas:

- Intervienen en la protección, nutrición y regulación del crecimiento vegetal.
- Aporta compuestos orgánico-nitrogenados y un poco de otros macro y micro nutrientes, para la nutrición evitando el consumo de reservas y energía de la planta para su elaboración.

Efectos del Greenfish en la planta:

- Disminuye el daño por enfermedades e insectos.
- Fomenta los mecanismos de defensa al estrés ambiental.
- Incrementa la actividad antioxidante.
- Es un eficiente repelente de insectos.

A continuación se detalla la composición bioquímica del producto Greenfish:

TABLA 14

COMPONENTES BIOQUIMICO DE GREENFISH

| ANALISIS GARANTIZADO | %/ VOL |
|--------------------------------------|---------------|
| Proteínas Hidrolizadas y Aminoácidos | 20,6 |
| Materia Orgánica | 9,65 |
| Nitrógeno Total (N) | 3,98 |
| Fósforo (P) | 0,32 |
| Potasio (K) | 0,88 |
| Calcio (Ca) | 0,06 |
| Magnesio (Mg) | 0,04 |
| Hierro (Fe) | 89,40 ppm |
| Zinc (Zn) | 18,80 ppm |
| Cobre (Cu) | 2,70 ppm |
| Manganeso (Mn) | 1,60 ppm |
| Cobalto (Co) | 1,5 ppm |
| Molibdeno (Mo) | 0,63 ppm |
| Agua (H ₂ O) | 64.37 ppm |

Nitramin

Nitramin Org es un biofertilizante líquido rico en aminoácidos y enriquecido con un complejo de bacterias fijadoras de nitrógeno, simbióticas y de vida libre.

Nitramin Org esta orientado a complementar las necesidades de nitrógeno en las etapas de mayor demanda de este elemento, a través de agua de riego o aplicaciones al follaje (25).

Nitramin Org puede ser aplicado para promover de manera indirecta un mejor control de nemátodos fitopatógenos del suelo, pues la presencia de nitrógeno amoniacal favorece la producción microbiana de quitinasas causando así a la cutícula protectora del nematodo y la muerte subsiguiente de estos organismos.

A continuación se describen los componentes del producto Nitramin:

TABLA 15

COMPONENTES DE NITRAMIN ORG

| FORMULA MAESTRA DEL NITRAMIN Org | |
|---|--------------------|
| COMPONENTES | (%) EN PESO |
| Materia orgánica total | 31.00% |
| Complejo amino-proteico soluble (21.00%) | |
| Nitrógeno total (n-nh2 / n-no3) | 9.00% |
| Bacterias fijadoras de nitrógeno 1 x 10 ⁵ ufc | 4.00% |
| Macro nutrimentos (p,k,ca,mg,s) | 4.40% |
| Acondicionadores y diluyentes | 52.00% |
| Total | 100.00% |

Algaenzims

Algaenzims es ecológico y de manejo amigable. Es un producto biológico a base de macro algas marinas y un complejo de microorganismos que en forma natural con ellas viven asociados, especialmente las microalgas cianofitas y microorganismos halófilos (25).

Funciones: La importancia del complejo de elementos que contiene es que actúan como cofactores de las acciones de las enzimas que las algas aportan. Acciones, enzimáticas y hormonales; mismas, que se potencian al

propagarse los microorganismos de referencia, pues están vivos. Las cianofitas, fijan el nitrógeno del aire aun en las no leguminosas y los halófilos propician la desalinización. La composición bioquímica del producto Algaenzims está constituida por varios elementos orgánicos (Ver Anexo 4).

Potamin

Potamin Org es un fertilizante rico en Potasio, Magnesio y Calcio, que en reacción con los ácidos fúlvicos y aminoácidos, nos aporta a estos tres elementos en forma altamente disponible para compensar la demanda nutrimental de las plantas en forma inmediata. Potamin Org favorece la acumulación de carbohidratos en los tejidos de reserva, que se refleja en frutos de mayor tamaño y consistencia, así como mejor sabor. Potamin Org también facilita el movimiento de los nutrientes, a través del xilema, lo que garantiza el adecuado abasto de estos en los puntos de demanda (25).

El contenido de elementos del producto Potamin es de potasio y ciertos oligoelementos (Ver Anexo 5).

Calcio 24

- El calcio, potasio y magnesio son los nutrientes de la calidad, el peso y la resistencia.

Calcio 24 es asimilado en un porcentaje mayor al 95% por la vía foliar. Por ello es la alternativa de solución más rápida en el mercado cuando se detectan carencias en los cultivos y flor de corte (25).

Calcio 24 reduce la formación de Putrecinas y Etileno en la planta, con la cual estaremos evitando el envejecimiento y muerte prematura de la misma.

A continuación se detalla el contenido de elementos del producto Calcio 24:

TABLA 16
CONTENIDO DE ELEMENTOS DE
CALCIO 24

| COMPOSICION GARANTIZADA | % |
|--------------------------------|----------------|
| Calcio | 24.00% |
| Potasio | 11.00% |
| Magnesio | 2.00% |
| Acondicionadores | 63.00% |
| TOTAL | 100.00% |

CAPÍTULO 4

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del ensayo

El presente proyecto de investigación se llevará a cabo en la Provincia del Guayas, Cantón Daule, Recinto Animas, en los terrenos del Colegio Politécnico Galo Plaza Lasso, ubicado en el Km. 12 de la vía Daule Santa Lucía.

El Cantón Daule es un suelo rico y fértil y su producción agrícola y agropecuaria sirve para mantener y elevar la economía de nuestro País; más de 30.000 hectáreas son dedicadas al cultivo del arroz, siendo Daule el mayor productor de la gramínea, por ello la denominación de Daule como la **“CAPITAL ARROCERA DEL ECUADOR”**.

La principal industria del Cantón Daule es la arrocera con sus Piladoras y molinos; luego la industria derivada de la artesanía (modistería, peluquería, zapatería, etc.).

Aspecto Orográfico del Cantón.-

Orografía: El Cantón está incrustado en la parte Sur de la cuenca del Río Guayas; ocupando una amplia extensión del valle del Daule. La Topografía del terreno es relativamente plana, con muy pocas elevaciones, ubicadas en la Parroquia Los Lojas.

Hidrografía: El Cantón, tiene como principal río el Daule que tiene un gran caudal, el mismo que nace en los bosques de Sto. Domingo con el nombre de Peripa; hay varios riachuelos.

Clima: Daule tiene un clima cálido y seco, que corresponde al subtipo climático de sabana tropical; tiene una temperatura media 27° C, beneficioso para los enfermos de reumatismo. Cuenta con dos estaciones: Invierno (período lluvioso) y verano (período seco).

4.2. Materiales y herramientas

Materiales

Cinta métrica

Piola

Cañas

Machete

Pintura roja y blanca

Brocha

Bomba de mochila de 20 litros

Boquilla de abanico

Balde

Carteles de plywood

Marcador

Fundas

Sacos

Balanza romana

Insumos

Semilla de arroz, variedad F 50

Ecoabonaza

Bioway

Harina de Higuera

Sulpomag

KCl

Biolmax

Greenfish

Nitramin Org

Potamin Org

Algaenzims

Calcio 24

Biol artesanal

Citrex

Bacillus Turingiensis

Capsiplus

4.3. Metodología de la investigación

Diseño Experimental

Debido a las condiciones de terreno y de campo, se escogió el diseño de bloques completos al azar, ya que todas las condiciones son homogéneas a excepción del terreno que se encuentra un poco desnivelado, por esta razón el diseño indicado es el de bloques completos al azar.

El diseño esta formado por 5 tratamientos y 4 repeticiones, lo que conlleva a 20 unidades experimentales, las cuales están formadas por un área de 25 m² cada uno y entre las unidades experimentales hay una separación de 2 m.

A continuación detalle de los tratamientos del ensayo.

TABLA 17**CUADRO DE TRATAMIENTOS**

| Tratamiento | Denominación |
|--------------------|--|
| 1 | Sin Aplicación |
| 2 | Programa Global Organics completo |
| 3 | Biolmax |
| 4 | Biol artesanal preparado en el colegio |
| 5 | Programa Global Organics simplificado |

TABLA 18**DETALLE DEL TRATAMIENTO DE GLOBAL ORGANICS**

| Productos | Dosis/aplicación | Épocas de aplicación |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|
| GREEN FISH | 1 lt | 20 y 28 ddt |
| NITRAMIN ORG | 3 lt | 20 y 28 ddt |
| POTAMIN ORG | 3 lt | 20, 40, 60 ddt |
| ALGAENZIMS | 0.5 lt | 20 y 28 ddt |
| CALCIO24 | 1 Kg | 20, 40, 60 ddt |

TABLA 19**DETALLE DEL TRATAMIENTO DE BIOLMAX**

| Productos | Dosis/aplicación | Épocas de aplicación |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|
| BIOLMAX | 1 lt | 15, 30, 45, 60 ddt |

TABLA 20

DETALLE DEL TRATAMIENTO DEL BIOL ARTESANAL

| Productos | Dosis/aplicación | Épocas de aplicación |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| BIOL ARTESANAL (Macuco) | 10 lt | 15, 30, 45, 60 ddt |

TABLA 21

DETALLE DEL TRATAMIENTO DE GLOBAL ORGANICS

SIMPLIFICADO

| Productos | Dosis/aplicación | Épocas de aplicación |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|
| GREEN FISH | 1 lt | 20 y 28 ddt |
| NITRAMIN ORG | 3 lt | 20 y 28 ddt |
| ALGAENZIMS | 0.5 lt | 20 y 28 ddt |

La ubicación de cada tratamiento en las respectivas repeticiones, se lo distribuyo en base a un sorteo, como lo indica el diseño de bloques completos al azar, y se detallan a continuación.

TABLA 22

DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| T2 | T1 | T3 | T4 | T5 | R4 |
| T3 | T4 | T1 | T5 | T2 | R3 |
| T4 | T5 | T2 | T3 | T1 | R2 |
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | R1 |

4.4 Instalación del ensayo

Análisis de suelo

Se realizó el análisis de suelo en el laboratorio de Análisis Agrícola del Dr. Jorge E. Fuentes en Guayaquil. Se determinó un suelo franco arcilloso limoso, cabe recalcar que dicho terreno es virgen, desde hace varios años no se le ha dado uso para cultivos y por ende no tiene aplicaciones de ninguna clase de fertilizantes, mucho menos fertilizantes químicos (Ver Anexo 6).

Preparación del suelo

Semillero

Se delimitó un área de 500 m², pero para la tesis solo se necesitó 55.5 m² de semillero, el resto fue utilizado para otros ensayos. Al mismo se le incorporó 30 sacos de ceniza (tamo de arroz quemado) luego de incorporarlos, se hizo un pase de motocultor para incorporar y nivelar.

Terreno definitivo

Inicialmente se hizo la construcción de muros para que llegue el agua al terreno y a su vez se paso el arado por todo el terreno para que profundice y suavice el suelo a 25 cm., luego se incorporó agua y a

continuación se niveló el suelo con el tractor de oruga. Se le incorporó al suelo los abonos de base y finalmente se fangueó con el motocultor para facilitar la incorporación y nivelación de los mismos.

Fertilización de base

Para la fertilización se ocuparon abonos y fertilizantes orgánicos permitidos por la agricultura orgánica los cuales están certificados, cuyas cantidades de uso para el ensayo y aporte de nutrientes se determinaron mediante el análisis de suelo, tomando en cuenta las recomendaciones por hectárea (Ver Anexo 7).

Riego

En el presente ensayo se mantuvo todo el ciclo del cultivo entre 3 y 5 cm de lámina de agua. El riego se hizo por medio de una bomba principal de 12 pulgadas que tomaba agua del río Daule, y mediante canales llegaba al terreno donde se desarrolló el ensayo.

Siembra

En el ensayo se utilizó la semilla de la variedad F-50, la misma fue pregerminada de tal manera que fue sometida a dos días de remojo y a un día de abrigo antes de colocarla al semillero, donde estuvieron por 17 días. A continuación las plántulas fueron trasplantadas en un

área total de 1110 m². La siembra se hizo por medio de trasplante, colocando tres plantas por sitio a una distancia de 0,25 m entre planta y 0,25 m entre hilera, es decir 16 golpes/m².

Control de malezas

Debido a que el cultivo es orgánico no se aplicó ningún tipo de herbicidas, por esto fue de gran importancia mantener una lámina de agua entre 3 y 5 cm., durante todo el ciclo, sin embargo fue necesario el control manual y mantener baja la densidad de plantas dañinas, por lo que la disposición de plantas en hileras facilitó esta labor.

Control de plagas

Para el control de *Syngamia* sp, se aplicaron *Capsiplus* (Extracto de ajo-aji) en dosis de 1.5 l/Ha, además de *Bacillus thuringiensis* (0.5 kg/Ha). Para el control de *Hidrelia*, fue de gran importancia evitar niveles demasiados altos de agua en el terreno durante el ciclo.

Control de enfermedades

La variedad F-50 es tolerante a los principales patógenos foliares, sin embargo por la época lluviosa, se previno con Citrex (300 cc/Ha) para evitar cualquier enfermedad especialmente el ataque tardío de *Sarocladium*. Este producto es un fungicida – bactericida, es una

mezcla de ácido ascórbico, ácido cítrico, tocoferoles, ácido palmítico, ácido esteárico, glucosa, manosa, peptidos, y glicerol, los cuales son extraídos de la pulpa y semillas de cítricos. Este actúa alterando la permeabilidad de las membranas afectando también los procesos respiratorios.

Aplicación de tratamientos

Inicialmente se realizó una fertilización de base con abonos orgánicos, como aporte de materia orgánica, como parte de la preparación del suelo en toda el área de investigación y de esta manera seguir con el trasplante. A partir de los 15 días después del trasplante se inició con la aplicación de los tratamientos siguiendo la ficha técnica de cada producto según el tratamiento. Se lo hizo de manera homogénea y uniforme, con una bomba de mochila la cual se ha utilizado para la aplicación de productos orgánicos solamente. Se finalizó la aplicación de los tratamientos a los 60 días después del trasplante.

Cosecha

Al finalizar el ciclo del cultivo, a los 120 días después del trasplante, se procedió a la cosecha manual con hoz de todos los tratamientos. Se cosechó cuando el grano tenía una humedad promedio de 18%.

Posteriormente se guardó la producción de cada tratamiento en sacos diferentes previamente etiquetados.

4.5. Medición de las variables

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron las siguientes variables:

- Número de macollos por metro cuadrado
- Número de panículas por metro cuadrado
- Número de granos por panícula
- Porcentaje de vaneamiento (%)
- Peso de mil granos (g)
- Rendimiento de la unidad experimental y su proyección a Tn/Ha al 12% de humedad de grano.

- Número de macollos por metro cuadrado

Se marcó dentro de la parcela útil de cada tratamiento de todas las repeticiones, 1 m² en el cual se contó el número total de macollos que se encontraron a los 65 días del trasplante, se tomó en cuenta además el número de golpes por metro cuadrado.

- Número de panículas por metro cuadrado

Se contabilizó a los 100 días después del trasplante, el número de panículas presentes en la misma parcela útil en la que se hizo la lectura de la variable del número de macollos de cada tratamiento en todas las repeticiones.

- Número de granos por panícula

Se contabilizó el número de granos por panícula a los 120 días del trasplante, para lo cual se tomaron 5 panículas representativas por parcela neta.

- Porcentaje de vaneamiento

Se contó el total de granos vanos que presenten las panículas a los 120 días después del trasplante, dato que relacionado con el número total de granos de la panícula permitió obtener su porcentaje, las mismas panículas utilizadas en la variable número de granos por espiga se usaron en esta variables.

- Peso de mil granos

De los granos que se cosechó de cada sitio de muestra al momento de la cosecha del lote, se seleccionaron 1000 granos llenos a los que se los pesó en balanza analítica obteniendo el peso por grano con cáscara. Se

tomó además una muestra representativa de la cosecha total del lote para las mediciones de humedad e impurezas.

- Producción de Lote

A los 120 días después del trasplante se cosechó por separado cada lote correspondiente a cada tratamiento comparando con el testigo sin aplicación, dichos datos se proyectaron a una hectárea.

4.6 Análisis de datos

Luego que se finalizó con la medición de las variables, se procedió a la ordenación y al análisis de todos los datos obtenidos durante toda la parte experimental del ensayo.

Los datos obtenidos de todas las variables fueron analizados mediante el análisis de varianza (ADEVA). El programa estadístico utilizado fue Statistix.

4.7 Análisis económico

El análisis económico se lo realizó mediante el método de análisis de presupuestos parciales, desarrollado por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT). El análisis consta de tres fases básicas para llegar a recomendar los tratamientos económicamente rentables, estos son:

- **Análisis de presupuestos parciales.**- Aquí se organizan los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de cada uno de los tratamientos alternativos (6).
- **Análisis de dominancia.**- Se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores costos totales que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos (6).
- **Tasa de retorno marginal.**- Aquí solo se analizan los tratamientos no dominados. Se hace una relación entre el beneficio neto marginal (es decir, el aumento de beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresada en un porcentaje (6).

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Resultados

Los datos que se obtuvieron a partir de la investigación fueron analizados mediante ADEVA, y la separación de medias por prueba de Tukey al 5%.

- **Número de macollos por metro cuadrado**

Al determinar el número de macollos por metro cuadrado de cada unidad experimental a los 65 días después del trasplante mediante ADEVA, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Es decir, se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la nula, la cual dice que todos los tratamientos tienen igual efecto en dicha variable. El promedio del número de macollos en el ensayo de arroz orgánico por cada

tratamiento es de 284 por metro cuadrado (Gráfico 3.1) (Ver Anexo 8 y 14).

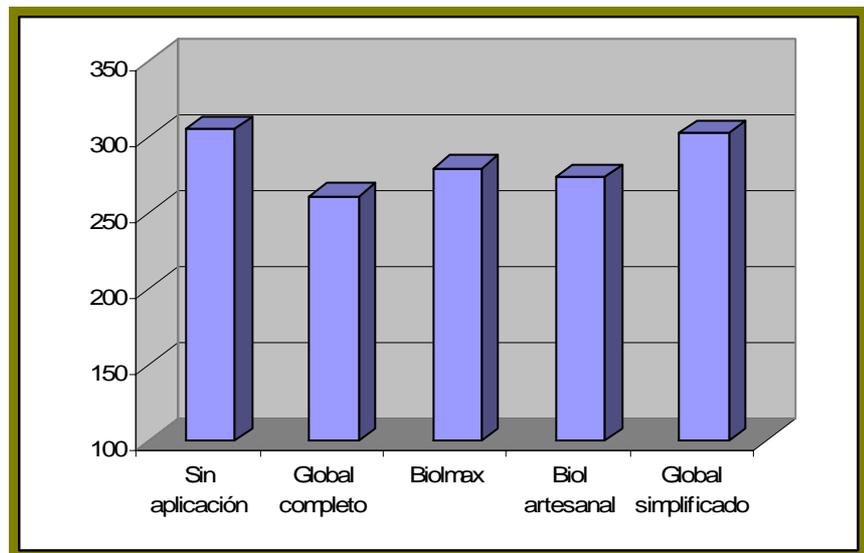


GRÁFICO 5.1 NÚMERO DE MACOLLOS PROMEDIO POR METRO CUADRADO DE CADA TRATAMIENTO.

- **Número de panículas por metro cuadrado**

En la variable de número de panículas por metro cuadrado tomada a los 100 días después del trasplante, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos luego de obtener los resultados de ADEVA; por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa. El promedio del número de panículas en el ensayo fue de 280 por metro cuadrado, mostrando el mayor promedio, los tratamientos del paquete tecnológico de Global Organics simplificado con una media de 288 panículas y el tratamiento de

Biolmax, con una media de 282 panículas por metro cuadrado (Gráfico 3.2) (Ver Anexo 9 y 15).

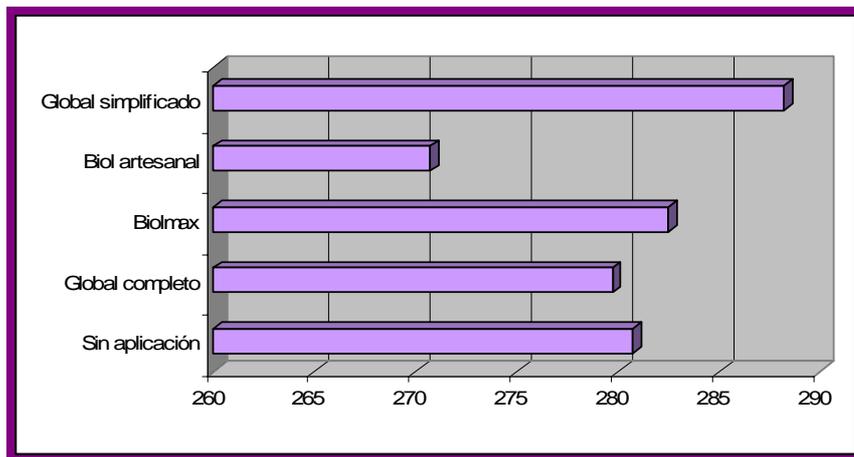


GRÁFICO 5.2 NÚMERO DE PANÍCULAS PROMEDIO POR METRO CUADRADO DE CADA TRATAMIENTO.

- **Número de granos por panícula**

En esta variable al obtener los resultados del ADEVA, tomado a los 120 días después del trasplante no se encontraron diferencias significativas, rechazando la hipótesis alternativa de que en los tratamientos hay diferencias o distintos efectos en el cultivo. El promedio de granos por panícula del tratamiento del paquete tecnológico Global Organics simplificado fue de 165, siendo este el mayor numéricamente entre los tratamientos, seguido del tratamiento de Biolmax (Gráfico 3.3) (Ver Anexo 10 y 16).

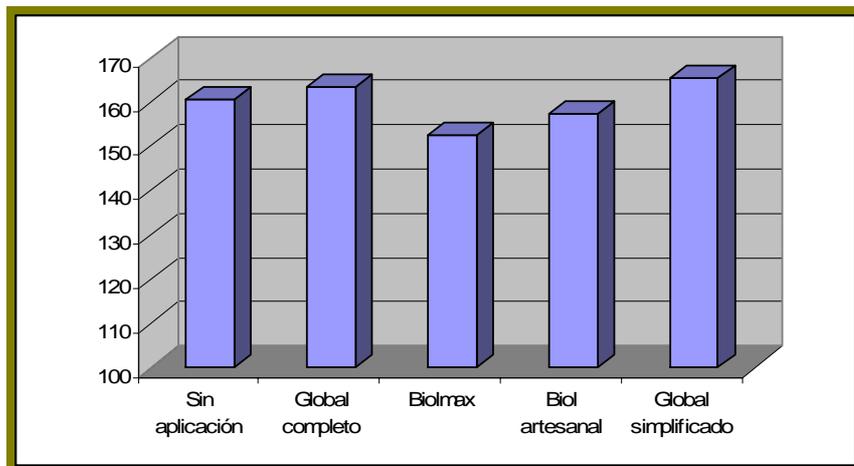


GRÁFICO 5.3 NÚMERO DE GRANO POR PANÍCULA PROMEDIO DE LOS TRATAMIENTO.

- **Porcentaje de vaneamiento**

En dicha variable registrada a los 120 días después del trasplante, se obtuvieron diferencias no significativas estadísticamente, luego de realizar el ADEVA. Los tratamientos no causaron mayor efecto en la investigación para esta variable. Sin embargo, el menor porcentaje de vaneamiento lo presentó el tratamiento de Biolmax seguido del tratamiento del paquete tecnológico Global Organics simplificado (Gráfico 3.4) (Ver Anexo 11 y 17).

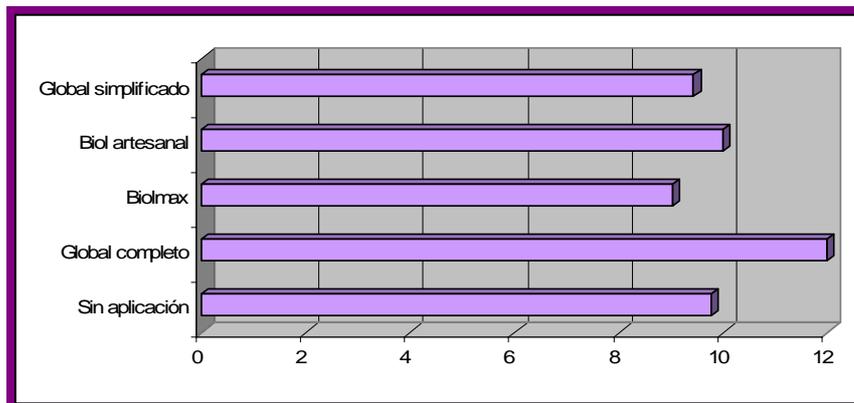


GRÁFICO 5.4 PORCENTAJE DE VANEAMIENTO PROMEDIO DE PANÍCULAS POR CADA TRATAMIENTO.

- **Peso de mil granos**

Al momento de la cosecha es decir a los 120 días después del trasplante, se seleccionaron mil granos llenos por cada tratamiento, y con la ayuda de una balanza analítica, se obtuvo el peso por grano con cáscara. Dicha variable estadísticamente es no significativa al realizar la ADEVA, por lo tanto se acepta la hipótesis nula es decir que los tratamientos son iguales, no presentaron ningún efecto en el peso de grano. Sin embargo, el biol artesanal que producen en el colegio, fue el que presentó la media más alta en peso de mil granos (Gráfico 3.5) (Ver Anexo 12 y 18).

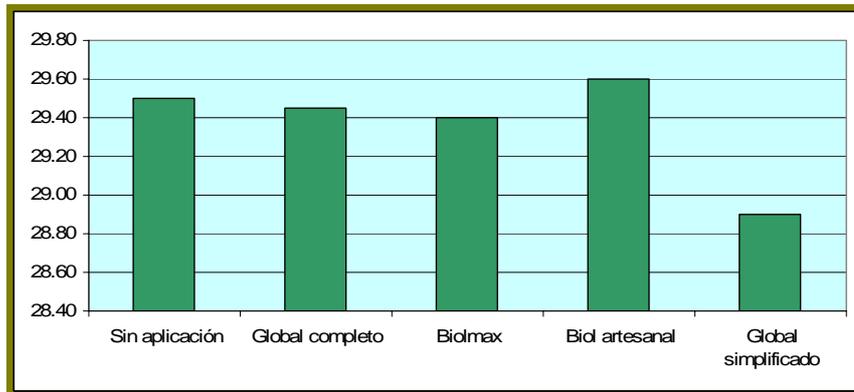


GRÁFICO 5.5 PESO DE MIL GRANOS PROMEDIO (GR.) POR CADA TRATAMIENTO.

- **Rendimiento**

Para determinar esta variable, se cosecho cada lote de tratamiento por separado, y de esta forma se obtuvo el peso promedio por cada uno. Mediante ADEVA se determinó que no hay diferencias significativas estadísticamente, por lo tanto se acepta la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales y no han causado efectos ni diferencias en rendimiento entre ellos. Sin embargo a nivel de producción en Tn/Ha ajustada al 22% de humedad, los tratamientos del paquete tecnológico de Global Organics completo y simplificado, presentaron los más altos rendimientos, en 7.95 y 7.82 Tn/Ha respectivamente, proyectados a hectáreas (Gráfico 3.6) (Ver Anexo 13 y 19).

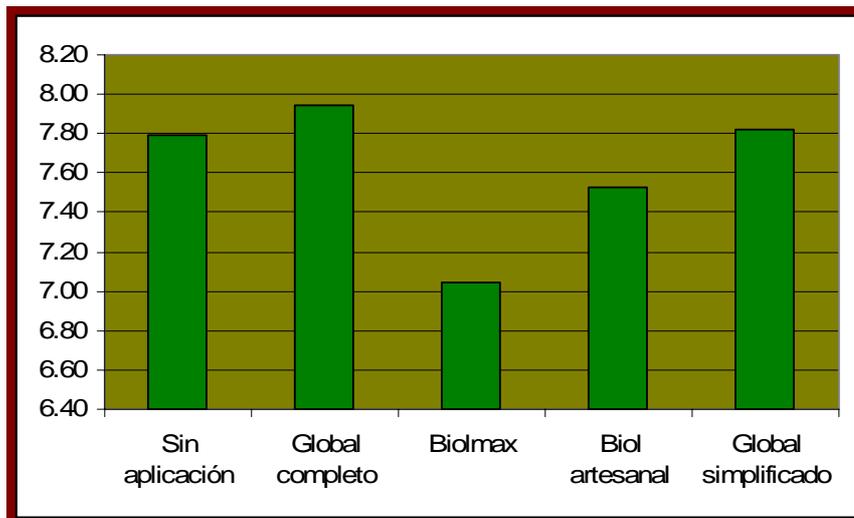


GRÁFICO 5.6 RENDIMIENTO PROMEDIO EN TN/HA DE CADA TRATAMIENTO, AJUSTADA AL 22% DE HUMEDAD.

- **Análisis económico**

Se realizó el análisis económico mediante el método de análisis de presupuestos parciales desarrollado por el CIMMYT, en el cual se elaboraron todas las fases para determinar cual de los tratamientos es más rentable económicamente. El análisis consta de las siguientes fases:

- **Análisis de presupuestos parciales.-** Se obtuvo que el tratamiento con mayor beneficio neto fue el testigo con 1766.77 USD/Ha/ciclo (Gráfico 3.7) (Ver Anexo 20).

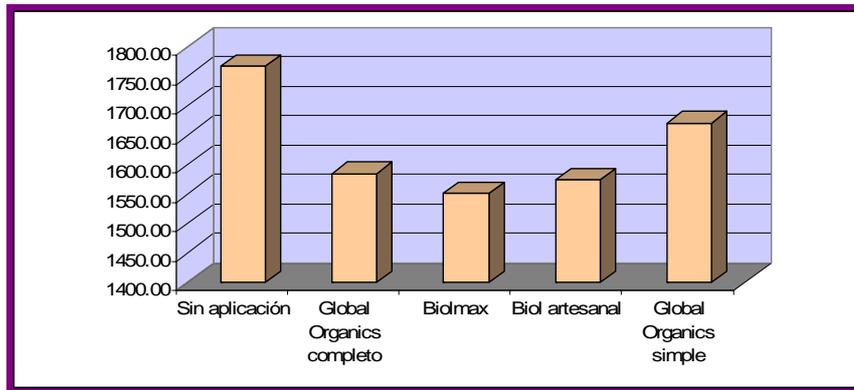


GRÁFICO 5.7 BENEFICIO NETO DE CADA TRATAMIENTO

- **Análisis de dominancia.-** luego de este análisis, observamos los resultados a continuación:

TABLA 23

ANALISIS DE DOMINANCIA

| <i>Tratamientos</i> | <i>Costos que varían</i> | <i>Beneficio Neto</i> | <i>Dominancia</i> |
|---------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|
| T1 | 0 | 1766.77 | No dominado |
| T3 | 46 | 1551.49 | Dominado |
| T5 | 102.9 | 1671.02 | Dominado |
| T4 | 132 | 1575.16 | Dominado |
| T2 | 217.45 | 1585.09 | Dominado |

- **Tasa de retorno marginal.-** Aquí se analizan solo los tratamientos no dominados, y debido a que todos los tratamientos son dominados, no se analiza esta fase.

5.2. Discusión

Dicha investigación logra producir un arroz completamente orgánico, en el cual la fertilización de base y el complemento de los bioestimulantes foliares responden de tal manera que alcanza a superar la media de rendimiento de la zona. Según Quiroz (2003), la fertilización orgánica no es una solución al problema deficitario de nutrientes que tienen los suelos arroceros del país; por lo que es preponderante el uso de abonos químicos para suplir sus deficiencias. Mientras que este ensayo demuestra lo contrario con un rendimiento proyectado promedio de 7.63 Tn/Ha. Se logra nutrir el suelo con abonos orgánicos certificados ricos en materia orgánica. Al mismo tiempo se incorporan microorganismos que descomponen los minerales y nutrientes para ser asimilados por el cultivo. Los bioestimulantes foliares como complemento de fertilización también responden estimulando a la planta en las épocas de mayor demanda de nutrientes que corresponden a las épocas de aplicación de esta investigación.

Luego de realizar el conteo de macollos a los 65 días después del trasplante, se determinó que el testigo obtuvo mayor macollamiento en comparación a los demás tratamientos. Esto es debido a que los de

nutrientes de base de todo el ensayo fueron un gran provecho para la producción de macollos, mientras que el aporte de nitrógeno por parte de los bioestimulantes de los tratamientos T2, T3, T4, y T5 desarrollaron el crecimiento vegetativo de la planta pero no lograron elevar el número de macollos.

En la variable de número de panículas por metro cuadrado, los mejores tratamientos fueron T5 y T3. Según INIAP, el 25% del nitrógeno es absorbido por la planta a la iniciación de la panícula, esto indica que a los 55 días después del trasplante, dichos tratamientos aprovecharon los nutrientes disponibles para la producción de panículas siendo esta etapa de mayor absorción de nitrógeno. Esto indica que los mismos lograron efectivizar sus macollos totales al producir panículas, mientras que el testigo T1, no logro originar panículas del total de sus macollos.

Al evaluar el número de granos por panícula se observa que los tratamientos T2 y T5 de Global Organics fueron los mayores numéricamente. Ambos tratamientos poseen un alto contenido de nitrógeno, por esta razón fueron los que mostraron la mayor producción de número de granos por panícula.

El porcentaje de vaneamiento de la variedad F-50 según Fedearroz citado por INDIA, varía entre el 12 al 25%. En la presente investigación se obtuvo que el promedio de porcentaje de vaneamiento menor fue el de T3, (Biolmax) con el 9.02%, esto se debe a la acción combinada de los nutrientes, y fitohormonas que componen a este producto.

Observando los resultados de rendimiento en el ensayo, los tratamientos T2 y T5, son los que mayor Tn/Ha proyectaron en la investigación. Ya que dichos tratamientos presentaron: mayor número de panículas y mayor número de granos por panícula, lo cual se ve reflejada en su mayor rendimiento.

Al analizar el beneficio neto que presentan cada uno de los tratamientos, se demuestra que el T1, es el de mayor beneficio ya que no presenta ningún costo variable y a su vez se obtiene un buen rendimiento. Se observa que otros tratamientos como los de T2 y T5 presentan los mejores rendimientos pero así mismo altos costos de los productos y su aplicación reducen el beneficio neto al productor.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Los parámetros agronómicos evaluados en la presente investigación fueron número de macollos por metro cuadrado, número de panículas por metro cuadrado, granos por panícula, porcentaje de vaneamiento, y peso de mil granos, las mismas que no presentaron diferencias significativas estadísticamente.
2. Los tratamientos evaluados en la presente investigación arrojaron los siguientes rendimientos al 22% de humedad sin encontrarse diferencias significativas estadísticamente: 7.79, 7.95, 7.04, 7.53, 7.82 Tn/Ha para T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente.

3. En los tratamientos evaluados se obtuvieron los siguientes beneficios netos expresados en USD/Ha/ciclo: 1766.77, 1585.09, 1551.49, 1575.16 y 1671.02, para T1, T2, T3, T4, y T5 respectivamente. Se observa que T1 tuvo el mayor beneficio neto siendo dominante frente a los demás tratamientos.

RECOMENDACIONES

Por las conclusiones expuestas se procede a realizar las siguientes recomendaciones:

1. Para la zona de Daule en época de invierno en el cultivo de arroz orgánico no es recomendable la aplicación de biofertilizantes foliares en las dosis estudiadas. Algunos generaron buenos rendimientos en comparación al testigo sin embargo no presentaron mayor beneficio económico.
2. Desarrollar la investigación en otras localidades arroceras de la Provincia del Guayas, tomando en cuenta los requerimientos para desarrollarlo de manera orgánica tal como fue esta investigación.
3. Ensayar otros productos orgánicos para fertilización foliar en el cultivo de arroz.
4. Probar diferentes formulaciones de bioles artesanales para el cultivo de arroz orgánico.

ANEXOS

ANEXO 1

ANÁLISIS BIOLÓGICO QUÍMICO Y RESIDUAL DEL BIOWAY

| | | |
|-------------------------|----------|---------|
| Aflatoxin B1 | <2.0 | ppb |
| Aflatoxin B2 | <2.0 | ppb |
| Aflatoxin G1 | <2.0 | ppb |
| Aflatoxin G2 | <2.0 | ppb |
| Coliforms And E.Coli | <3 | CFU/g |
| Pseudomonas Plate Count | <10 | CFU/g |
| Salmonella - Tecra | Negative | in 25 g |
| Monensin | 0.1 | g/T |
| Penicillin | <1.5 | g/T |
| Salinomycin | <3.2 | g/T |
| Tylosin | 4.9 | g/T |
| Virginiamycin | >3.6 | g/T |
| Hexachlorobenzene - HCB | <0.01 | ppm |
| BHC | <0.01 | ppm |
| Chlordane | <0.01 | ppm |
| Dieldrin | <0.01 | ppm |
| Aldrin | <0.01 | ppm |
| DDT | <0.01 | ppm |
| Endrin | <0.01 | ppm |
| Heptachlor | <0.01 | ppm |
| Heptachlor Epoxide | <0.01 | ppm |
| HCH - gamma (Lindane) | <0.01 | ppm |
| Methoxychlor | <0.10 | ppm |
| Toxaphene | <0.10 | ppm |
| Diazinon | <0.10 | ppm |
| Ethion | <0.10 | ppm |
| Malathion | <0.10 | ppm |
| Methyl Parathion | <0.10 | ppm |
| Ethyl Parathion | <0.10 | ppm |
| Ronnel | <0.10 | ppm |

ANEXO 2

ANÁLISIS BIOLÓGICO QUÍMICO Y RESIDUAL DE LA ECOABONAZA

| | | |
|-------------------------|----------|---------|
| Aflatoxin B1 | <2.0 | ppb |
| Aflatoxin B2 | <2.0 | ppb |
| Aflatoxin G1 | <2.0 | ppb |
| Aflatoxin G2 | <2.0 | ppb |
| Coliforms And E.Coli | <3 | CFU/g |
| Pseudomonas Plate Count | 1,200 | CFU/g |
| Salmonella - Tecra | Negative | in 25 g |
| Monensin | 0.8 | g/T |
| Penicillin | <1.5 | g/T |
| Salinomycin | 6.9 | g/T |
| Tylosin | <2.9 | g/T |
| Virginiamycin | <2 | g/T |
| Hexachlorobenzene - HCB | <0.01 | ppm |
| BHC | <0.01 | ppm |
| Chlordane | <0.01 | ppm |
| Dieldrin | <0.01 | ppm |
| Aldrin | <0.01 | ppm |
| DDT | <0.01 | ppm |
| Endrin | <0.01 | ppm |
| Heptachlor | <0.01 | ppm |
| Heptachlor Epoxide | <0.01 | ppm |
| HCH - gamma (Lindane) | <0.01 | ppm |
| Methoxychlor | <0.10 | ppm |
| Toxaphene | <0.10 | ppm |
| Diazinon | <0.10 | ppm |
| Ethion | <0.10 | ppm |
| Malathion | <0.10 | ppm |
| Methyl Parathion | <0.10 | ppm |
| Ethyl Parathion | <0.10 | ppm |
| Ronnel | <0.10 | ppm |

ANEXO 3

COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL PRODUCTO BIOLMAX

| | | |
|---------------------|------|------|
| Nitrógeno | 4000 | mg/l |
| Potasio | 1900 | mg/l |
| Fósforo | 3300 | mg/l |
| Azufre | 400 | mg/l |
| Boro | 5 | mg/l |
| Calcio | 1900 | mg/l |
| Cobalto | 0,4 | mg/l |
| Cobre | 5 | mg/l |
| Hierro | 500 | mg/l |
| Magnesio | 800 | mg/l |
| Manganeso | 200 | mg/l |
| Molibdeno | 0,3 | mg/l |
| Silicio | 4 | mg/l |
| Sodio | 1500 | mg/l |
| Zinc | 5 | mg/l |
| Auxinas | 90 | ng/g |
| Giberelinas | 30 | ng/g |
| Acido Fólico | 45 | ng/g |
| Triptofano | 130 | ng/g |
| Tiamina | 245 | ng/g |
| Riboflavina | 95 | ng/g |
| Acido Húmico | 75 | ng/g |

ANEXO 4

COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL PRODUCTO ALGAENZIMS

| COMPUESTO | % | ELEMENTO | mg/l(t(ppm) | ELEMENTO | mg/l(t(ppm) |
|---------------------|-------|---------------|-------------|----------------|-------------|
| Acondicionadores* | 93.84 | Potasio (K) | 14800 | Cobre (Cu) | 147 |
| Materia Orgánica ** | 4.15 | Nitrógeno (N) | 14500 | Manganeso (Mn) | 72 |
| Proteína | 1.14 | Sodio (Na) | 13660 | Silicio (Si) | 4 |
| Fibra Cruda | 0.43 | Magnesio (MG) | 1320 | Molibdeno (Mo) | <0.1 |
| Cenizas | 0.28 | Fósforo (P) | 750 | Bario (Ba) | <0.1 |
| Azúcares | 0.13 | Calcio (Ca) | 620 | Estaño (Sn) | <0.1 |
| Grasas | 0.03 | Zinc (Zn) | 505 | Talio (Ti) | <0.1 |
| - | 100 | Hierro (Fe) | 440 | Níquel (Ni) | <0.1 |
| Cobalto (Co) | 275 | Antimino (Sb) | - | - | <0.1 |

ANEXO 5

COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL PRODUCTO POTAMIN ORG

| FÓRMULA MAESTRA DEL POTAMIN ORG | |
|--|-----------------|
| Componentes | (%) peso |
| Potasio disponible (k ₂ o) | 20.00% |
| Fulvatos de potasio | 12.00% |
| Melazas como fuentes de potasio | 5.00% |
| Extractos de sargazo como fuente de k | 2.00% |
| Magnesio | 2.50% |
| Calcio | 3.00% |
| Azufre | 10.00% |
| Boro | 5000 ppm |
| Lignosulfonatos | 2.00% |
| Diluyentes y acondicionadores | 43.00% |
| TOTAL | 100.00% |

ANEXO 6

ANÁLISIS DE SUELO DEL ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN

| Kg/Ha | | Meq/100 g | | | ppm | | | MO (%) |
|-------|------|-----------|------|------|-----|------|------|--------|
| N | P2O5 | K | Ca | Mg | Zn | Fe | Mn | |
| 137 | 38 | 0.2 | 10.1 | 17.2 | 1.4 | 11.8 | 57.5 | 5.4 |

ANEXO 7

FERTILIZACIÓN DE BASE UTILIZADA EN LA INVESTIGACIÓN

| Producto | Sacos/Ha | Contenido de nutrientes de las fuentes (%) | | | | | | Aporte de nutrientes (%) | | | | | |
|-------------------|----------|--|------|------|------|------|------|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | N | P | K | Ca | Mg | S | N | P | K | Ca | Mg | S |
| Ecoabonaza | 44 | 2.80 | 2.30 | 2.60 | 2.50 | 0.70 | 0.40 | 55.4 | 45.5 | 51.5 | 49.5 | 13.9 | 7.9 |
| Bioway | 11 | 1.97 | 2.48 | 2.51 | 2.14 | 0.76 | | 9.8 | 12.3 | 12.4 | 10.6 | 3.8 | 0.0 |
| Harina de Higuera | 10 | 5.5 | 2 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 27.5 | 10.0 | 7.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Sulpomag | 2 | 0 | 0 | 18 | 0 | 11 | 18 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 11.0 | 18.0 |
| KCl | 1 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | | | | | | | 92.7 | 67.8 | 119.4 | 60.09 | 28.62 | 25.92 |

ANEXO 8

PROMEDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LA VARIABLE DE NÚMERO DE MACOLLO POR METRO CUADRO

| A LOS 65 DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| | <i>I</i> | <i>II</i> | <i>III</i> | <i>IV</i> | <i>Suma</i> | <i>Media</i> |
| <i>Testigo</i> | 256 | 318 | 325 | 323 | 1222 | 305.50 |
| <i>Global Organics completo</i> | 252 | 275 | 287 | 230 | 1044 | 261.00 |
| <i>Biolmax</i> | 268 | 254 | 315 | 281 | 1118 | 279.50 |
| <i>Biol artesanal</i> | 294 | 265 | 247 | 290 | 1096 | 274.00 |
| <i>Global Organics simple</i> | 355 | 297 | 287 | 273 | 1212 | 303.00 |
| | 285 | 281.8 | 292.2 | 279.4 | 5692 | 284.60 |

ANEXO 9

PROMEDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LA VARIABLE DE NÚMERO DE PANÍCULAS POR METRO CUADRADO

| A LOS 100 DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|--------------|------------|--------------|-------------|---------------|
| | <i>I</i> | <i>II</i> | <i>III</i> | <i>IV</i> | <i>Suma</i> | <i>Media</i> |
| <i>Testigo</i> | 222 | 322 | 316 | 263 | 1123 | 280.75 |
| <i>Global Organics completo</i> | 274 | 272 | 308 | 265 | 1119 | 279.75 |
| <i>Biolmax</i> | 264 | 290 | 284 | 292 | 1130 | 282.50 |
| <i>Biol artesanal</i> | 275 | 242 | 274 | 292 | 1083 | 270.75 |
| <i>Global Organics simple</i> | 291 | 293 | 263 | 306 | 1153 | 288.25 |
| | 265.2 | 283.8 | 289 | 283.6 | 5608 | 280.40 |

ANEXO 10

PROMEDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LA VARIABLE DE NÚMERO DE GRANOS POR PANÍCULA

| A LOS 120 DÍAS DESPUES DEL TRASPLANTE | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | <i>I</i> | <i>II</i> | <i>III</i> | <i>IV</i> | <i>Suma</i> | <i>Media</i> |
| <i>Testigo</i> | 165.60 | 153.80 | 170.80 | 152.20 | 642.40 | 160.60 |
| <i>Global Organics completo</i> | 182.00 | 166.60 | 161.20 | 144.00 | 653.80 | 163.45 |
| <i>Biolmax</i> | 166.40 | 157.00 | 150.00 | 137.40 | 610.80 | 152.70 |
| <i>Biol artesanal</i> | 168.20 | 159.00 | 145.20 | 156.40 | 628.80 | 157.20 |
| <i>Global Organics simple</i> | 197.80 | 155.20 | 130.20 | 178.80 | 662.00 | 165.50 |
| | 176.00 | 158.32 | 151.48 | 153.76 | 3197.80 | 159.89 |

ANEXO 11

PROMEDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE VANEAMIENTO (%)

| A LOS 120 DÍAS DESPUES DEL TRASPLANTE | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| | <i>I</i> | <i>II</i> | <i>III</i> | <i>IV</i> | <i>Suma</i> | <i>Media</i> |
| <i>Testigo</i> | 9.48 | 9.63 | 7.82 | 12.12 | 39.05 | 9.76 |
| <i>Global Organics completo</i> | 12.52 | 11.91 | 15.11 | 8.37 | 47.91 | 11.98 |
| <i>Biolmax</i> | 12.35 | 6.79 | 6.29 | 10.66 | 36.09 | 9.02 |
| <i>Biol artesanal</i> | 14.22 | 8.78 | 8.88 | 8.03 | 39.91 | 9.98 |
| <i>Global Organics simple</i> | 12.01 | 7.26 | 7.26 | 11.14 | 37.67 | 9.42 |
| | 12.12 | 8.87 | 9.07 | 10.06 | 200.63 | 10.03 |

ANEXO 12

PROMEDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LA VARIABLE DE PESO DE 1000 GRANOS (g)

| A LOS 130 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| | <i>I</i> | <i>II</i> | <i>III</i> | <i>IV</i> | <i>Suma</i> | <i>Media</i> |
| <i>Testigo</i> | 30.80 | 28.00 | 30.00 | 29.20 | 118.00 | 29.50 |
| <i>Global Organics completo</i> | 29.60 | 30.00 | 29.00 | 29.20 | 117.80 | 29.45 |
| <i>Biolmax</i> | 30.00 | 28.40 | 29.60 | 29.60 | 117.60 | 29.40 |
| <i>Biol artesanal</i> | 30.00 | 29.60 | 29.60 | 29.20 | 118.40 | 29.60 |
| <i>Global Organics simple</i> | 30.00 | 28.40 | 29.20 | 28.00 | 115.60 | 28.90 |
| | 30.08 | 28.88 | 29.48 | 29.04 | 587.40 | 29.37 |

ANEXO 13

PROMEDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LA VARIABLE DE RENDIMIENTO AJUSTADA AL 22% DE HUMEDAD (Tn/Ha)

| A LOS 130 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------------|
| | <i>I</i> | <i>II</i> | <i>III</i> | <i>IV</i> | <i>Suma</i> | <i>Media</i> |
| <i>Testigo</i> | 7.49 | 7.23 | 8.58 | 7.86 | 31.16 | 7.79 |
| <i>Global Organics completo</i> | 9.21 | 8.58 | 6.22 | 7.78 | 31.79 | 7.95 |
| <i>Biolmax</i> | 7.11 | 7.78 | 6.56 | 6.73 | 28.17 | 7.04 |
| <i>Biol artesanal</i> | 7.95 | 7.53 | 7.11 | 7.53 | 30.11 | 7.53 |
| <i>Global Organics simple</i> | 8.75 | 7.15 | 7.61 | 7.78 | 31.29 | 7.82 |
| | 8.10 | 7.65 | 7.22 | 7.54 | 152.52 | 7.63 |

ANEXO 14

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE NÚMERO DE MACOLLO POR METRO
CUADRADO CON 5 TRATAMIENTOS**

| <i>Fuente de variación</i> | <i>gl</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>F</i> | <i>P</i> |
|---------------------------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Repeticiones | 3 | 464.00 | 154.67 | 0.15 | 0.93 |
| Tratamientos | 4 | 5882.80 | 1470.70 | 1.45 | 0.28 ns |
| Error | 12 | 12150.00 | 1012.50 | | |
| Total | 19 | 18496.80 | | | |

ns = No significativo

ANEXO 15

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE PANÍCULAS POR METRO CUADRADO CON 5 TRATAMIENTOS

| <i>Fuente de variación</i> | <i>gl</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>F</i> | <i>P</i> |
|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|----------|
| Repeticiones | 3 | 1634.00 | 544.67 | 0.73 | 0.55 |
| Tratamientos | 4 | 638.80 | 159.70 | 0.21 | 0.93 ns |
| Error | 12 | 8966.00 | 747.17 | | |
| Total | 19 | 11238.80 | | | |

ns = No significativo

ANEXO 16

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE GRANOS POR PANÍCULA CON 5 TRATAMIENTOS

| <i>Fuente de variación</i> | <i>gl</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>F</i> | <i>P</i> |
|--------------------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------|----------|----------|
| Repeticiones | 3 | 1851.51 | 617.17 | 3.06 | 0.07 |
| Tratamientos | 4 | 414.33 | 103.58 | 0.51 | 0.73 ns |
| Error | 12 | 2420.52 | 201.71 | | |
| Total | 19 | 4686.36 | | | |

ns = No significativo

ANEXO 17

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE VANEAMIENTO CON 5 TRATAMIENTOS

| <i>Fuente de variación</i> | <i>gl</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>F</i> | <i>P</i> |
|--------------------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------|----------|----------|
| Repeticiones | 3 | 33.03 | 11.01 | 1.91 | 0.18 |
| Tratamientos | 4 | 21.03 | 5.26 | 0.91 | 0.48 ns |
| Error | 12 | 69.15 | 5.76 | | |
| Total | 19 | 123.21 | | | |

ns = No significativo

ANEXO 18

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE 1000 GRANOS CON 5 TRATAMIENTOS

| <i>Fuente de variación</i> | <i>gl</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>F</i> | <i>P</i> |
|--------------------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------|----------|----------|
| Repeticiones | 3 | 0.27 | 0.09 | 3.71 | 0.04 |
| Tratamientos | 4 | 0.07 | 0.02 | 0.77 | 0.56 ns |
| Error | 12 | 0.29 | 0.02 | | |
| Total | 19 | 0.63 | | | |

ns = No significativo

ANEXO 19

ANÁLISIS DE VARIANZA DE PRODUCCIÓN AJUSTADA AL 22% DE HUMEDAD CON 5 TRATAMIENTOS

| <i>Fuente de variación</i> | <i>gl</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>F</i> | <i>P</i> |
|--------------------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------|----------|----------|
| Repeticiones | 3 | 2.02 | 0.67 | 1.22 | 0.34 |
| Tratamientos | 4 | 2.06 | 0.51 | 0.94 | 0.47 ns |
| Error | 12 | 6.61 | 0.55 | | |
| Total | 19 | 10.69 | | | |

ns = No significativo

ANEXO 20

ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DEL ENSAYO

| | <i>Unidad</i> | <i>T1</i> | <i>T2</i> | <i>T3</i> | <i>T4</i> | <i>T5</i> |
|----------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Semillero | USD/Ha/ciclo | 248.00 | 248.00 | 248.00 | 248.00 | 248.00 |
| Preparación del suelo | USD/Ha/ciclo | 945.00 | 945.00 | 945.00 | 945.00 | 945.00 |
| Trasplante | USD/Ha/ciclo | 158.00 | 158.00 | 158.00 | 158.00 | 158.00 |
| Control de malezas | USD/Ha/ciclo | 144.00 | 144.00 | 144.00 | 144.00 | 144.00 |
| Control de plagas | USD/Ha/ciclo | 53.00 | 53.00 | 53.00 | 53.00 | 53.00 |
| Fertilización de base | USD/Ha/ciclo | 357.00 | 357.00 | 357.00 | 357.00 | 357.00 |
| Fertilización foliar | USD/Ha/ciclo | 0.00 | 544.00 | 28.00 | 200.00 | 347.00 |
| Riegos | USD/Ha/ciclo | 225.00 | 225.00 | 225.00 | 225.00 | 225.00 |
| Cosechadora/cosecha | USD/Ha/ciclo | 204.49 | 208.63 | 184.89 | 197.59 | 205.32 |
| Total de Costos variables | USD/Ha/ciclo | 0.00 | 217.45 | 46.00 | 132.00 | 102.90 |
| | | | | | | |
| Prod. Ajust. 22% | Tn/Ha/ciclo | 7.79 | 7.95 | 7.04 | 7.53 | 7.82 |
| | | | | | | |
| Ajuste 10% | Tn/Ha/ciclo | 7.01 | 7.15 | 6.34 | 6.77 | 7.04 |
| | | | | | | |
| Precio de venta | USD/Tn | 252.00 | 252.00 | 252.00 | 252.00 | 252.00 |
| | | | | | | |
| Beneficio Bruto | USD/Ha/ciclo | 1766.77 | 1802.54 | 1597.49 | 1707.16 | 1773.92 |
| | | | | | | |
| Beneficio neto | USD/Ha/ciclo | 1766.77 | 1585.09 | 1551.49 | 1575.16 | 1671.02 |

BIBLIOGRAFÍA

- 1.** ANDRADE FRANCISCO, Proyecto Integral Arroz Manual del Cultivo de Arroz, Iniap-Fenarroz, Ecuador 1998.
- 2.** ANGLADETTE ANDRE, Técnicas agrícolas y producciones tropicales, Editorial Blume, Primera Edición, 1969.
- 3.** BANANA ORG, Los Bioles, Vida para la agricultura, Folleto de información.
- 4.** BANANA ORG, Bokashi, Agricultura orgánica, Folleto de información.
- 5.** BURNEO JORGE, Producción del Bioway y su utilización en Agricultura y Acuicultura, Quito-Ecuador, 1998)
- 6.** CIMMYT, “Análisis de presupuesto parciales”, 1989, Páginas 1-54.

7. EDIFARM, Vademécum Agrícola 2004 Ecuador, Octava Edición, Ecuador 2004.
8. FEDEARROZ, F-50 Semilla de arroz La semilla del cambio, Folleto de información.
9. GARCÍA JOSÉ, “Respuestas a las aplicaciones de Abonos orgánicos en el cultivo de arros (*Oriza sativa* L.) en el cantón Lomas de Sargentillo, Provincia del Guayas.”, (Tesis, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, 2006).
10. IDEA BOOKS S.A., Biblioteca de la Agricultura, Editorial Lexus, Segunda Edición, España, Mayo 1998, Páginas 481-487.
11. INFOAGRO, 2002, El cultivo del arroz, <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
12. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), Clima, Suelos, Nutrición y Fertilización de Cultivos Manual Técnico No. 26 Arroz, Páginas 3-4.

- 13.**LIMUSA EDITORIAL, Cultivo del arroz Manual de Producción, México 1979.
- 14.**OSCHSE J. J. – SOULE JR. M. J., Cultivo y Mejoramiento de plantas Tropicales y Subtropicales, Editorial Limusa-Wiley S.A., Volumen I y II, México 1972, Páginas 252-253, 244-245, 1343-1362.
- 15.**PRONACA, Bioway, Acondicionador Biológico de Suelos, Folleto de información.
- 16.**PRONACA, Ecoabonaza, Abono Orgánico, Folleto de información.
- 17.**PROYCOMTEC, Biolmax, Folleto de información.
- 18.**PROYCOMTEC, Harina de higuerrilla, Folleto de información.
- 19.**QUIROZ EDWIN, “Eficacia de la fertilización orgánica y química en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.)”, (Tesis, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador, 2003).
- 20.**RESTREPO R. JAIRO, Agricultura Orgánica una Teoría y Una Práctica, Cali, Colombia, 2000.

- 21.** SECRETARÍA DE ESTADO DE AGRICULTURA DE REPÚBLICA DOMINICANA, 2000, Informaciones Culturales, <http://www.agricultura.gov.do/perfiles/arroz1.htm>
- 22.** SUQUILANDA V. MANUEL B., Guía para la producción orgánica de cultivos. Ediciones UPS Fundagro, 1995.
- 23.** TRILLAS, Manual para Educación Agropecuaria Arroz Área producción vegetal, Primera Edición, Octava Impresión, México 1993.
- 24.** <http://www.monografias.com/trabajos15/em-bokashi/em-bokashi.shtml>
- 25.** <http://www.globalorganics.com>
- 26.** <http://www.ecoportal.net/content/view/full/67779>
- 27.** <http://www.gio.gov.tw/info/noticia97/2003/17/p3.htm>
- 28.** http://www.oxfam.org/es/programs/development/easia/cultivo_arroz_organico_tailandia