

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIETADES DE FRUTILLA
(*Fragaria sp.*) CON LA APLICACIÓN DE DOS NIVELES DE HUMUS DE
LOMBRÍZ Y EL BIO-FERTILIZANTE (ZUMIA-15) EN AMBIENTE PROTEGIDO -
COTA COTA - LA PAZ**

NATALI TERESA HERNANI MACHICADO

LA PAZ – BOLIVIA

2013

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE FRUTILLA
(*Fragaria sp.*) CON LA APLICACIÓN DE DOS NIVELES DE HUMUS DE
LOMBRÍZ Y EL BIO-FERTILIZANTE (ZUMIA-15) EN AMBIENTE PROTEGIDO -
COTA COTA - LA PAZ

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

NATALI TERESA HERNANI MACHICADO

Asesores:

Ing. Ph. D. Carmen del Castillo Gutierrez

.....

Ing. M.Sc. Eduardo Chilón Camacho

.....

Tribunal Examinador:

Ing. M.Sc. Celia Fernández Chávez

.....

Lic. Edgar Garcia Cárdenas

.....

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

.....

La Paz – Bolivia
2013

Dedicatoria:

A mis amados papás Eloy Hernany
Cassas y Teresa Machicado Rocha,
Por su inmenso amor, dedicación y
confianza; quienes inculcaron valores que
me encaminaron a ser constante para
llegar a realizar las metas personales.

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, a los Docentes, por la formación profesional que me brindaron.

A los asesores, Ing. M. Sc. Eduardo Chilón Camacho, Ing. Ph. D. Carmen del Castillo Gutiérrez un sincero agradecimiento, por la orientación, seguimiento y colaboración en el desarrollo del trabajo de investigación; fortaleciendo mi formación profesional.

Un apreciado agradecimiento al Ing. Juan Carlos Soria, director de la Estación Experimental de Cota Cota, por brindarme el espacio y materiales para el desarrollo del trabajo de investigación; al Ing. William Murillo, por la orientación y enseñanzas en el manejo de la carpa solar y manejo de los cultivos.

Al tribunal revisor Ing. M. Sc. Celia Fernández Chávez, Lic. Edgar García Cárdenas; por las observaciones y correcciones acertadas en el trabajo de investigación.

A mis papás Eloy Hernani Cassas y Teresa Machicado Rocha; por el inmenso cariño y confianza a mi persona, haciendo posible la realización de mi formación profesional.

A mis hermanos Rubén, Iván, Cinthya y Marcelo por las palabras tan sinceras de aliento.

Mis agradecimientos a mis compañeros, por las sugerencias y apoyo en el trabajo de investigación.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Estación experimental de Cota Cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la zona de Cota Cota a una altura de 3445 m.s.n.m., provincia Murillo del Departamento de La Paz.

El objetivo fue determinar el comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla (*Fragaria sp.*) con la aplicación de dos niveles de humus de lombriz y biofertilizante (Zumia) en ambiente protegido; también se realizó el análisis económico, determinando el beneficio costo de cada tratamiento.

El trasplante de plantines de frutilla se efectuó el día 15 de septiembre de 2011, la toma de datos de las variables se registraron desde la tercera semana; la cosecha de frutos empezó a principios de enero hasta fines de marzo, fecha en que finalizó el trabajo de investigación.

El diseño experimental aplicado al trabajo fue Bloques al Azar, con dos factores, el factor A (variedades) y el factor B (fertilizaciones), se tuvieron diez tratamientos y tres repeticiones.

Las variables agronómicas fueron: diámetro de corona, número de hojas, número de frutos por planta, peso de frutos por planta, volumen de fruto, grados brix, rendimiento (kg/ha); las variables de suelo fueron: propiedades químicas, densidad aparente, porosidad, porcentaje de humedad y la variable económica: determinación del beneficio costo de los tratamientos.

De acuerdo al análisis de los datos, se tiene los siguientes resultados:

Los niveles de fertilización aplicados al cultivo mostraron mejores resultados con respecto a los testigos en ambas variedades, de los cuales con el nivel medio de humus se obtuvo un rendimiento de 22879.8 kg/ha; el nivel medio de zumia y humus con 17174.1 kg/ha y 16299 kg/ha sin diferencias significativas; en cuarto lugar con el nivel alto de zumia se alcanzó 13274.3 kg/ha.

La variedad Sweet Charlie es la que mejor interactuó con los niveles de fertilización; ya que produce mejor cantidad de frutos por planta 7.15 en promedio, frente a Oso Grande (4.88 frutos promedio), mayor porcentaje de grados brix, un

mejor rendimiento (17377.8 kg/ha) en comparación a Oso grande (14595.5); también presenta la cualidad de ser resistente a antracnosis.

El análisis económico muestra que el B/C (1.43) de los tratamientos con nivel medio de humus con ambas variedades son los más rentables, lo que significa que por cada boliviano invertido se tiene un ingreso económico de 0.43 bs en el primer ciclo de producción.

Tanto el humus de lombriz y el bio fertilizante mejoraron las propiedades químicas y físicas del suelo, donde se incrementó el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio; así también la capacidad de intercambio catiónico. Las propiedades físicas como el porcentaje de humedad y porosidad incrementaron principalmente por el efecto de las propiedades del humus de lombriz, la densidad aparente no sufrió cambios significativos con ambos insumos.

CONTENIDO

	Página
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	v
Lista de cuadros.....	xi
Lista de tablas.....	xi
Lista de figuras.....	xii
Lista de fotografías.....	xiii
Anexos.....	xiv
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
3.1 Sistema edáfico.....	2
3.1.1 Retención y liberación de nutrientes en el sistema edáfico.....	3
3.2 Fertilidad del suelo.....	4
3.2.1 Fertilizante.....	5
3.2.2 Abonos orgánicos.....	5
3.2.2.1 Efecto de los abonos orgánicos en las características del suelo.....	5
3.2.2.2 Materia orgánica.....	6
3.2.2.3 Relación C/N.....	7
3.2.2.4 Ácidos Húmicos.....	8
3.2.2.5 Ácidos fúlvicos.....	9
3.2.2.6 Huminas.....	9
3.2.3 Fertilizantes químicos.....	9
3.2.4 Riqueza de un fertilizante.....	9

3.3 Nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.....	10
3.3.1 Funciones de los nutrientes	10
3.3.1.1 Macronutrientes.....	10
3.3.1.2 Nutrientes secundarios.....	12
3.3.1.3 Micronutrientes.....	13
3.4 Humus de lombriz.....	14
3.4.1 Estructura del humus.....	14
3.4.2 Características generales del vermicompost o humus de lombriz....	15
3.4.3 Beneficios del vermicompost en las plantas.....	15
3.4.4 Influencia del vermicompost en las propiedades del suelo.....	16
3.4.4.1 Propiedades físicas.....	16
3.4.4.2 Propiedades químicas.....	16
3.5 Bio fertilizante Zumia.....	17
3.5.1 Beneficios de Zumia – 15.....	17
3.5.2 Forma de aplicación de Zumia 15.....	18
3.6 Cultivo de frutilla	18
3.6.1 Origen de la frutilla.....	18
3.6.2 Características del cultivo de frutilla.....	19
3.6.2.1 Posición taxonómica.....	19
3.6.2.2 Descripción botánica.....	19
3.6.2.3 Propagación de la frutilla.....	22
3.6.2.4 Ciclo fenológico respecto a las estaciones del año.....	22
3.6.2.5 Variedades de frutilla.....	23
3.6.2.5.1 Variedad Oso grande.....	23
3.6.2.5.2 Variedad Sweet Charlie.....	24
3.6.2.5.3 Variedad Chandler.....	24
3.6.2.5.4 Variedad pájaro.....	24
3.6.3 Requerimientos del cultivo de frutilla.....	25
3.6.3.1 Clima.....	25
3.6.3.2 Frío recibido.....	25
3.6.3.3 Temperatura y humedad.....	25
3.6.3.4 Suelo y pH.....	26
3.6.3.5 Fertilización.....	26

3.6.3.6 Pluviometría.....	26
3.6.3.7 Poda.....	27
3.6.4 Cosecha de frutos.....	27
3.6.4.1 Selección de la fruta fresca.....	27
3.6.5 Agentes patógenos del cultivo.....	28
3.6.5.1 Plagas.....	28
3.6.5.2 Enfermedades.....	29
3.6.6 Sistema de plantación, densidad de siembra.....	29
3.6.7 Importancia mundial y nacional del cultivo de frutilla.....	30
3.6.7.1 Producción de frutilla en el mundo.....	30
3.6.7.2 Producción de frutilla en Bolivia.....	31
3.7 Grados Brix.....	31
3.8 Carpas solares.....	31
3.9 Costos.....	31
3.9.1 Beneficio/Costo.....	32
4 LOCALIZACIÓN.....	32
4.1 Ubicación geográfica.....	32
4.2 Fisiografía y características edáficas.....	32
4.3 Clima.....	33
4.4 Vegetación y pecuaria.....	33
5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
5.1 Materiales.....	35
5.1.1 Material vegetal.....	35
5.1.2 Abonos orgánicos.....	35
5.1.3 Material de campo.....	35
5.1.4 Material de gabinete.....	35
5.2 Metodología.....	36
5.2.1 Diseño experimental.....	36

5.2.1.1 Descripción de los factores.....	36
5.2.1.2 Descripción de los tratamientos.....	36
5.2.2 Modelo lineal aditivo.....	37
5.2.3 Croquis experimental.....	37
5.2.4 Metodología de campo.....	38
5.2.4.1 Obtención de hijuelos.....	38
5.2.4.2 Análisis de suelo.....	38
5.2.4.3 Preparación del terreno.....	38
5.2.4.4 Instalación del sistema de riego.....	39
5.2.4.5 Preparación del sustrato.....	39
5.2.4.5.1 Humus de lombriz.....	39
5.2.4.5.2 Zumia, bio fertilizante orgánico – húmico.....	39
5.2.5 Transplante de plántulas.....	40
5.2.6 Manejo de la carpa.....	40
5.2.7 Control de malezas.....	40
5.2.8 Plagas.....	41
5.2.9 Enfermedades.....	44
5.2.10 Cosecha.....	45
5.3 Variables de respuesta.....	46
5.3.1 Registro de temperaturas en el interior de la carpa solar.....	46
5.3.2 Variables Agronómicas.....	46
5.3.2.1 Diámetro de corona.....	46
5.3.2.2 Número de hojas por planta.....	46
5.3.3 Variables de Rendimiento.....	47
5.3.3.1 Número de frutos por planta.....	47
5.3.3.2 Peso de frutos por planta.....	47
5.3.3.3 Volumen del fruto.....	48
5.3.3.4 Grados Brix.....	48
5.3.3.5 Rendimiento en kg/ha.....	49
5.3.4 Variables edáficas.....	49
5.3.4.1 Determinación de la densidad aparente del suelo.....	49
5.3.4.2 Determinación del porcentaje de porosidad del suelo.....	49
5.3.4.3 Determinación del porcentaje de humedad del suelo.....	49

5.3.5 Variables económicas.....	50
6 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	51
6.1 Variable Agroclimática.....	51
6.1.1 Registro de temperaturas en el interior de la carpa solar.....	51
6.2 Variables Agronómicas.....	52
6.2.1 Diámetro de corona.....	52
6.2.1.1 Diámetro de corona entre variedades.....	53
6.2.2 Número de hojas.....	55
6.2.2.1 Análisis de regresión para el número de hojas en la variedad Oso Grande bajo niveles de fertilización.....	55
6.2.2.2 Análisis de regresión para el número de hojas en la variedad Sweet Charlie bajo niveles de fertilización.....	58
6.2.3 Volumen de fruto.....	63
6.2.3.1 Volumen de fruto entre variedades.....	63
6.2.3.2 Volumen de fruto entre niveles de fertilización.....	64
6.2.3.3 Interacción de variedades- niveles de fertilización para volumen de fruto.....	66
6.2.4 Grados brix.....	67
6.2.4.1 Grados brix entre variedades.....	67
6.2.4.2 Grados brix entre niveles de fertilización.....	69
6.2.4.3 Interacción variedades- niveles de fertilización en grados brix.....	70
6.2.5 Peso del fruto.....	71
6.2.5.1 Peso del fruto entre variedades.....	71
6.2.5.2 Peso del fruto entre niveles de fertilización.....	72
6.2.5.3 Interacción variedades–niveles de fertilización en peso del fruto.....	74
6.2.6 Número de frutos por planta.....	75
6.2.6.1 Número de frutos por planta entre variedades.....	75
6.2.6.2 Número de frutos por planta entre niveles de fertilización...	76
6.2.6.3 Interacción variedades - niveles de fertilización del número de frutos por planta.....	77
6.2.7 Rendimiento.....	79

6.2.7.1 Rendimiento entre variedades.....	79
6.2.7.2 Rendimiento entre niveles de fertilización.....	81
6.2.7.3 Interacción variedades –niveles de fertilización para rendimiento.....	82
6.3 Variables edáficas.....	83
6.3.1 Evaluación del contenido de nitrógeno y potasio del suelo de los tratamientos.....	83
6.3.2 Evaluación del contenido de fósforo y zinc del suelo de los tratamientos.....	86
6.3.3 Evaluación del contenido de la capacidad de intercambio catiónico, pH y conductividad eléctrica del suelo de los tratamientos.....	89
6.3.4 Evaluación de la densidad aparente, porcentaje de porosidad y humedad del suelo de los tratamientos.....	91
6.4 Análisis de Costos.....	95
7 CONCLUSIONES.....	97
8 RECOMENDACIONES.....	99
9 BIBLIOGRAFÍA.....	100
ANEXOS.....	109

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Análisis de varianza para el diámetro de corona.....	52
Cuadro 2. Análisis de varianza para volumen del fruto.....	63
Cuadro 3. Análisis de varianza para Grados Brix.....	67
Cuadro 4. Análisis de varianza para el peso del fruto.....	71
Cuadro 5. Análisis de varianza para el número de frutos por planta.....	75
Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento (kg/ha).....	79
Cuadro 7. Comparación de la densidad aparente, porcentaje de porosidad y porcentaje de humedad gravimétrica entre tratamientos.....	92
Cuadro 8. Relación Beneficio Costo de la producción de frutilla con distintos niveles de fertilización.....	95

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Requerimientos del cultivo en su primer año de producción.....	26
Tabla 2. Descripción de las malezas en la carpa solar.....	41
Tabla 3. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel medio de humus en la variedad Oso Grande.....	55
Tabla 4. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel alto de humus en la variedad Oso Grande.....	56
Tabla 5. . Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel medio de zumia en la variedad Oso Grande.....	57
Tabla 6. . Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel alto de zumia en la variedad Oso Grande.....	57
Tabla 7. . Análisis de regresión para el número de hojas para el testigo en la variedad Oso Grande.....	58
Tabla 8. . Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel medio de humus en la variedad Sweet Charlie.....	59
Tabla 9. . Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel alto de humus en la variedad Sweet Charlie.....	60
Tabla 10. . Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel medio de zumia en la variedad Sweet Charlie.....	60
Tabla 11. . Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel alto de zumia en la variedad Sweet Charlie.....	61
Tabla 12. . Análisis de regresión para el número de hojas para el testigo de la variedad Sweet Charlie.....	61

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema simplificado de los factores que intervienen en la nutrición de las plantas.....	14
Figura 2. Morfología general de una planta de fresa.....	22
Figura 3. Distribución de <i>Fragaria vesca</i>	30
Figura 4. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Cota Cota, zona Cota Cota, provincia Murillo, Departamento de La Paz.....	34
Figura 5. Croquis experimental.....	37
Figura 6. Temperatura ambiente de la carpa solar.....	51
Figura 7. Promedios de diámetro de corona entre variedades.....	54
Figura 8. Regresión para número de hojas por niveles de fertilización en la variedad Oso Grande.....	55
Figura 9. Regresión para número de hojas por niveles de fertilización en la variedad Sweet Charlie.....	59
Figura 10. Comportamiento del volumen de fruto por variedad.....	64
Figura 11. Promedio del volumen del fruto por niveles de fertilización.....	65
Figura 12. Análisis de la interacción variedades – niveles de fertilización para volumen de fruto (cc).....	66
Figura 13. Promedios de Grados brix por variedad.....	68
Figura 14. Promedios de Grados brix para niveles de fertilización.....	69
Figura 15. Interacción variedades – niveles de fertilización para grados brix.....	70
Figura 16. Peso del fruto para variedades.....	72
Figura 17. Peso del fruto (gr) para niveles de fertilización.....	73
Figura 18. Análisis de la interacción para el peso del fruto entre variedades – niveles de fertilización.....	74
Figura 19. Comportamiento del número de fruto por variedad.....	76
Figura 20. Promedio del número de fruto por niveles de fertilización.....	77
Figura 21. Análisis de la interacción variedades – niveles de fertilización para número de frutos.....	78
Figura 22. Comportamiento del rendimiento (kg/ha) por variedades.....	80
Figura 23. Promedio del rendimiento por niveles de fertilización.....	81
Figura 24. Análisis de la interacción variedades – niveles de fertilización para rendimiento (kg/ha).....	82

Figura 25. Comparación de contenidos de nitrógeno y potasio entre tratamientos.....	84
Figura 26. Comparación de contenidos de fósforo y zinc entre tratamientos.....	87
Figura 27. Comparación de la capacidad de intercambio catiónico, pH y conductividad eléctrica entre tratamientos.....	90
Figura 28. Comparación la densidad aparente, porcentaje de porosidad y porcentaje de humedad gravimétrica entre tratamientos.....	93
Figura 29. Relación Beneficio Costo de la producción de frutilla con distintos niveles de fertilización.....	96

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Página
Fotografía 1. Infestación de arañuela.....	41
Fotografía 2. Anatomía de una cochinilla.....	42
Fotografía 3. Anatomía de grillo común.....	43
Fotografía 4. Anatomía del pulgón verde.....	43
Fotografía 5. Infestación de mosca blanca.....	44
Fotografía 6. Fruto afectado con <i>Botrytis cinérea</i>	45
Fotografía 7. Síntomas de mancha púrpura.....	45
Fotografía 8. Registro de temperatura dentro la carpa solar.....	46
Fotografía 9. Número de hojas por planta.....	47
Fotografía 10. Número de frutos por planta.....	47
Fotografía 11. Peso de los frutos por planta.....	48
Fotografía 12. Medición del volumen de frutos.....	48
Fotografía 13. Rendimiento de los frutos.....	49

ANEXOS

- Anexo 1. Cálculo de la dosis de humus de lombriz
- Anexo 2. Dosis de zumia
- Anexo 3. Cuadro de promedios de la variable diámetro de corona (cm)
- Anexo 4. Cuadro de promedios de la variable número de frutos por planta
- Anexo 5. Cuadro de promedios de la variable peso de frutos por planta (gr)
- Anexo 6. Cuadro de promedios de la variable volumen de frutos (cc)
- Anexo 7. Cuadro de promedios de la variable grados brix (%)
- Anexo 8. Cuadro de promedios de la variable rendimiento (kg/ha)
- Anexo 9. Cuadro de registro de temperaturas
- Anexo 10. Cuadro de la Prueba de Duncan para el diámetro de corona entre variedades
- Anexo 11. Cuadro de la Prueba de Duncan para volumen de fruto entre variedades
- Anexo 12. Cuadro de la Prueba de Duncan para volumen de fruto entre niveles de fertilización
- Anexo 13. Cuadro del análisis de la interacción variedades – niveles de fertilización para volumen de fruto
- Anexo 14. Cuadro de la Prueba de Duncan para grados brix por variedad
- Anexo 15. Cuadro de la Prueba de Duncan para grados brix por niveles de fertilización
- Anexo 16. Cuadro de la interacción variedades - niveles de fertilización para grados brix
- Anexo 17. Cuadro de la Prueba de Duncan para el peso de fruto para variedades
- Anexo 18. Cuadro de la Prueba de Duncan para el peso de fruto para niveles de fertilización
- Anexo 19. Cuadro del análisis de la interacción para el peso de fruto entre variedades – niveles de fertilización
- Anexo 20. Cuadro de la Prueba de Duncan para el número de frutos por planta por variedad
- Anexo 21. Cuadro de la Prueba de Duncan para número de frutos por planta para niveles de fertilización
- Anexo 22. Cuadro del análisis de la interacción variedades – niveles de fertilización para número de frutos por planta
- Anexo 23. Cuadro de la Prueba de Duncan para rendimiento por variedades

- Anexo 24. Cuadro de la Prueba de Duncan para rendimiento por niveles de fertilización
- Anexo 25. Cuadro del análisis de la interacción variedades – niveles de fertilización para rendimiento
- Anexo 26. Cálculo de la densidad aparente
- Anexo 27. Cálculo del porcentaje de porosidad
- Anexo 28. Cálculo del porcentaje de humedad
- Anexo 29. Costos variables de la producción de frutilla bajo niveles de fertilización
- Anexo 30. Costos fijos de la producción de frutilla bajo niveles de fertilización
- Anexo 31. Detalles de la producción de frutilla bajo niveles de fertilización
- Anexo 32. Presupuesto de la producción de frutilla con niveles de fertilización obteniendo beneficio bruto por cosecha (bs/m²)
- Anexo 33. Beneficio neto (bs) de la producción de frutilla
- Anexo 34. Cuadro de componentes del bio fertilizante Zumia-15
- Anexo 35. Cuadro de componentes del humus de lombriz o vermicompost
- Anexo 36. Análisis físico químico de suelo inicial
- Anexo 37. Análisis físico químico de suelo correspondiente al nivel medio de humus de lombriz
- Anexo 38. Análisis físico químico de suelo correspondiente al nivel alto de humus de lombriz
- Anexo 39. Análisis físico químico de suelo correspondiente al nivel medio de Zumia - 15
- Anexo 40. Análisis físico químico del suelo correspondiente al nivel alto de Zumia – 15
- Anexo 41. Análisis físico químico del suelo correspondiente al testigo

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la agricultura moderna ha llevado a una degradación a los recursos naturales; donde es imprescindible la aplicación de nutrientes en el suelo – cultivo, de forma natural, sintética o combinación de ambas; con la finalidad de cubrir el requerimiento del cultivo para obtener una producción rentable y que contribuya a satisfacer la demanda alimenticia.

La frutilla (*Fragaria sp.*) se produce de forma intensiva, por lo cual es necesario proporcionar al cultivo las mejores condiciones ambientales y de manejo, puesto que las características y volúmenes de los frutos están ligados a una adecuada nutrición de la planta. .

Los datos estadísticos en Bolivia reportan que existe una producción nacional de 3363 kg/ha y en La Paz de 2864 kg/ha (I.N.E. ,1999 citado por Mendoza, 2006).

El sector oriental con 25000 kg/ha y en los valles con producciones similares en cuanto a rendimiento (Números de Nuestra Tierra, 1999 citado por Centellas, 2004).

La aplicación de bio-fertilizantes, abonos orgánicos ha reportado no solo buena producción agrícola, sino también la mantención y/o mejora de las propiedades físicas del suelo, pues en estudios realizados en manzana se tuvo que el humus de lombriz acelera el crecimiento y producción de frutas, además ayuda a purificar los frutos de los componentes químicos residuales de anteriores productos químicos.

La importancia de evaluar los efectos de la aplicación de niveles de humus de lombriz y el bio fertilizante Zumia-15, radica en la composición físico – químico – biológico que ejercen en el suelo y por tanto en el desarrollo de la planta, para la obtención de frutos que presenten calidad y de esta manera mejorar la producción en ambiente protegido.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar el comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla (*Fragaria sp.*) con la aplicación de dos niveles de humus de lombriz y bio-fertilizante (Zumia - 15) en ambiente protegido en la Estación Experimental de Cota Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos niveles de humus de lombriz sobre el comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla en ambiente protegido.
- Evaluar el efecto del bio-fertilizante (Zumia – 15) en el comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla en ambiente protegido.
- Determinar los costos de producción en los tratamientos propuestos.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sistema edáfico

Al sistema edáfico o suelo, definido como un ente complejo y dinámico, con vida propia que evoluciona a diversos tipos de suelos con características físicas, químicas y biológicas particulares (Chilón, sf.).

Porta *et al.* (2008) describen que los suelos constituyen una cubierta delgada en la superficie terrestre, de unos pocos centímetros a varios metros. Como cuerpo natural, el suelo constituye una interface que permite intercambios entre la litósfera, biósfera y la atmósfera.

El mismo autor señala que los suelos permiten el enraizamiento de las plantas (anclaje), con lo que estas pueden obtener agua, oxígeno y nutrientes. Gracias al suelo y a la radiación solar, las plantas, por medio de la fotosíntesis, producen alimentos, forrajes, fibras, masas forestales y energías renovables. Los suelos

son la base de todos los ecosistemas terrestres, por lo que hacen posible la vida en el planeta.

3.1.1 Retención y liberación de nutrientes en el sistema edáfico

Solo una pequeña parte de cada nutriente presente en el suelo se encuentra disponible para las plantas, el resto se halla tan firmemente ligado a la fracción mineral y a la materia orgánica que es inaccesible mientras no sea afectado por los procesos de descomposición. Estos ocurren lentamente durante periodos largos y estos son liberados de modo gradual (Thompson y Troeh, 2002).

El mismo autor menciona que una parte de los nutrientes utilizables por las plantas se halla en forma iónica, disuelta en el agua del suelo, esta constituye la fracción más fácilmente utilizable, pero generalmente representa una pequeña parte de las necesidades totales de un cultivo durante todo su ciclo de crecimiento.

Raven *et al.* (1992) señalan que los nutrientes inorgánicos que toman las plantas a través de sus raíces están presentes en la solución del suelo como iones, la mayoría de los metales forman iones cargados positivamente, esto es, cationes, por ejemplo Ca^{2+} , K^+ , Na^+ . Las partículas de arcillas y humus (materia orgánica) constituyen una reserva de dichos cationes para la planta; en varios puntos de su red cristalina hay un exceso de carga negativa, donde los cationes pueden fijarse y evitar así ser arrastrados por la acción lixivante del agua que se infiltra en el suelo.

El mismo autor menciona que los cationes apresados de esta manera por las partículas de arcilla pueden ser reemplazados por otros cationes (en un proceso llamado *intercambio catiónico*), y ser liberados a la solución del suelo para ser tomados por la planta. Esta es una de las razones de que las partículas de arcilla sean un componente esencial de los suelos productivos. Los principales iones cargados negativamente, o aniones, que se encuentran en el suelo son (NO_3^-) también (SO_4^{2-}), (HCO_3^-) y (OH^-). Los aniones son lixiviados del suelo más rápidamente que los cationes ya que no se pueden fijar a partículas de arcilla.

Thompson y Troeh (2002) estudian que el fraccionamiento de los minerales del suelo en partículas más pequeñas proceso lento pero significativo, proporciona también materiales solubles utilizables por las plantas como nutrientes. Aunque el agua del suelo contiene una solución muy diluida, es casi imposible agotar su contenido en nutrientes. Las plantas extraen algunos iones de la solución, pero otros procedentes de los materiales orgánicos y minerales ocupan su lugar. No obstante, las plantas pueden sufrir deficiencia de uno o más nutrientes si la velocidad de esa reposición es demasiado lenta.

3.2 Fertilidad del Suelo

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Domínguez, 1997).

La fertilidad del suelo se entiende como su capacidad para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesitan las plantas en cada momento, en la cantidad necesaria y en forma asimilable. La asimilabilidad de los elementos nutritivos presentes en el suelo no depende sólo de la forma química en que se encuentren, sino que es también función del clima, de la genética de la planta, de su estado de desarrollo, de las propiedades físicas y químicas del suelo y de las prácticas culturales (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, sf.).

El mismo autor señala que el suelo está inevitablemente sometido a una serie de fenómenos naturales como la erosión y el lavado que, entre otros efectos negativos para la fertilidad del suelo, originan pérdidas de nutrientes que se suman a las extracciones de las cosechas. La planta tiene necesidades nutritivas en momentos determinados de su ciclo vegetativo, necesidades instantáneas e intensas, durante los cuales las reservas movilizadas del suelo pueden ser insuficientes.

3.2.1 Fertilizante

Por fertilizante se entiende cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético que suministra a las plantas uno o más de los elementos nutricionales necesarios para su normal crecimiento (Guerrero, sf.).

El mismo autor afirma que lo anterior supone que la condición indispensable para que un material se considere como fertilizante es doble: de una parte, debe contener uno o más de los nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal y, de otra, la sustancia en cuestión, por su naturaleza y propiedades específicas, debe estar en capacidad de ceder estos elementos a las plantas, es decir, debe contenerlos en estado aprovechable.

3.2.2 Abonos orgánicos

Los abonos de origen son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos; el contenido de nutrientes en los abonos orgánicos está en función de las concentraciones de éstos en los residuos utilizados. Los abonos orgánicos básicamente actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas (FONAG y USAID, 2010).

3.2.2.1 Efecto de los abonos orgánicos sobre las características del suelo.

Cruz (1986) resume los efectos de los abonos orgánicos en los siguientes:

- **Las características físicas**, influyen favorablemente en: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados. Un aumento de la porosidad incrementa la capacidad del suelo de retener agua incrementando la velocidad de infiltración. Una mayor porosidad está relacionada inversamente con la densidad aparente.

- **Las características químicas**, cambia el contenido de materia orgánica, aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y la concentración de sales (el desarrollo de sales podría ser perjudicial para el desarrollo de plantas sensibles a ciertos niveles de algunos compuestos en particular).
- **Las características biológicas**, incrementan la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación que los productos de la descomposición ejercen sobre las partículas del suelo. La actividad biológica juega un papel importante en la oxidación y reducción de los elementos esenciales, convirtiéndolos de formas no aprovechables en formas aprovechables por la planta.
- **La inhibición de patógenos**, incrementa la capacidad biológica del suelo para amortiguar los patógenos, reducción del número de patógenos por la competencia que se establece con los microorganismos no patógenos del suelo.

3.2.2.2. Materia orgánica

Se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer. Después de la caída de los materiales al suelo y muchas veces antes, comienza un rápido proceso de transformación por parte de los macro y microorganismos que utilizan los residuos orgánicos como fuente de energía. El proceso de descomposición está acompañado de la liberación de CO₂ y de los nutrientes contenidos en los residuos orgánicos (C.I.A., 2003).

Julca *et al.* (2006) señalan que la materia orgánica tiene efecto sobre las *propiedades físicas del suelo*, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la

penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso. Cuando se refiere a las *propiedades químicas del suelo*, aumenta la capacidad de cambio del suelo, la reserva de nutrientes para la vida vegetal y la capacidad tampón del suelo favorece la acción de los abonos minerales y facilita su absorción a través de la membrana celular de las arcillas.

3.2.2.3 Relación C/N

Jordán (2006) señala que el contenido de humus en el suelo, del mismo modo que sus propiedades, depende de la capacidad mineralizante de la biomasa edáfica y del aporte de materia orgánica que se realiza al suelo de forma natural (hojarasca) o artificial (estiércol, compost, etc.). la biomasa representa aproximadamente un 1-2 por ciento del total de la materia orgánica del suelo. La fracción de la materia orgánica correspondiente a la biomasa está constituida por microorganismos, micro fauna (como gusanos, pequeños insectos, etc.). Desde un punto de vista biológico, la caracterización de los suelos no solo se basa en la naturaleza y descripción del humus, sino también en el contenido de materia orgánica total y la relación entre el Carbono y el Nitrógeno del total del suelo (relación C/N).

El C fijado por la biomasa proviene del CO₂ atmosférico, reducido durante el proceso de fotosíntesis por las plantas, y suele oscilar en torno a un 50 – 60 por ciento de la materia orgánica (el C orgánico representa entre el 0.6 y el 1.7 por ciento del suelo). Sin embargo, el porcentaje de N es mucho menor y más variable. Por el N entran en competencia las raíces de las plantas y los microorganismos, por lo que puede ser un factor limitante. La presencia de N en el suelo depende de varios factores, como el contenido en N de las plantas que colonizan el suelo. Para una buena humificación de la materia orgánica es necesaria una buena actividad biológica, una buena aireación del suelo y riqueza de C y N en el medio; la descomposición rápida de la materia orgánica fresca es indispensable para una buena humificación.

La micro fauna edáfica que actúa en la descomposición y mineralización de la materia orgánica requiere carbono como fuente de energía y nitrógeno como intermediario en la síntesis de proteínas, si en un suelo la relación C/N en la

materia orgánica es elevada, los microorganismos disponen de C en abundancia, pero carecen de N, con lo cual son pocos los microorganismos que pueden actuar en la degradación de la materia orgánica. Como consecuencia, el proceso de mineralización se ralentiza, y el N amoniacal o los nitratos asimilables por las plantas superiores se encontrarán en baja cantidad en el suelo. De este modo podemos decir que la relación C/N tiene una gran importancia en la valoración de la fertilidad del suelo; la relación C/N del suelo varía fundamentalmente en función de la relación C/N de la materia orgánica vegetal existente, las leguminosas por ejemplo poseen una relación C/N de 9 – 10, lo que es muy beneficioso para el suelo. Desde el punto de vista, por lo tanto, se considera que un suelo es fértil cuando la relación C/N se halla en torno a 10; en los estudios de fertilidad de suelo, el parámetro que se utiliza para medir la actividad de la biomasa y la evolución de la materia orgánica del suelo es la relación C/N.

3.2.2.4 Ácidos Húmicos

Núñez (2000) describe que los ácidos húmicos son polímeros complejos de alto peso molecular con núcleos periféricos (grupos radicales), que permiten capturar iones del medio circundante o una mayor polimerización, y los divide en dos:

Ácidos húmicos pardos, que provienen de la oxidación de la lignina, son poco estables, pobres en nitrógeno en forma amínica ($-NH_2$), y flocculan poco en presencia de calcio.

Ácidos húmicos grises, que se forman por acción de microorganismos del suelo, tienen mayor contenido de nitrógeno, flocculan rápidamente en presencia de calcio y forman complejos órganos-minerales (arcillas, humus) muy estables.

Labrador (2001) explica que su extracción en el suelo se efectúa mediante disolventes alcalinos, ya que son insolubles a pH ácido o en presencia de iones polivalentes; al acidificar el medio precipitan de las soluciones obtenidas en forma de un gel oscuro.

3.2.2.5 Ácidos Fúlvicos

Se llaman ácidos fúlvicos “libres” o F1, a los formados por ácidos orgánicos y compuestos fenólicos, estos ácidos fúlvicos están unidos a los ácidos húmicos, pero su estructura es más sencilla; en general se forman en condiciones diferentes a los ácidos húmicos, con pH ácido y mínima participación de síntesis, producto de la acción de microorganismos (Núñez, 2000).

Los ácidos fúlvicos son extraíbles con reactivos alcalinos y solubles a todos los valores de pH (Labrador, 2001).

3.2.2.6 Huminas

Las huminas en el suelo se encuentran en diferentes estadios, como “humina microbiana” que está formada por metabolitos microbianos y compuestos alifáticos que derivan de ellos, la “humina heredada”, próxima a la materia orgánica fresca – constituyentes de las membranas; “humina neoformada” que es resultado de procesos de inmovilización por los cationes y no es extraíble por los reactivos alcalinos, y finalmente la “humina estabilizada” que resulta de la evolución lenta de los ácidos húmicos, que provoca la polimerización de los núcleos aromáticos y un descenso de su solubilidad ante los reactivos de extracción. Son más difíciles de extraer y de aislar (Labrador, 2001).

3.2.3 Fertilizantes químicos

Los fertilizantes minerales son aquellos que se preparan con materiales inorgánicos a través de un proceso industrial. La fabricación supone el enriquecimiento mecánico, el triturado o las transformaciones químicas más elaboradas de una o más materias primas. Los fertilizantes minerales son también conocidos como “fertilizantes químicos”, “fertilizantes artificiales” o “fertilizantes inorgánicos” (F.A.O., 2010).

3.2.4 Riqueza de un fertilizante

Chilón (1997) menciona que la Ley o Riqueza de un Fertilizante corresponde a la cantidad elemento nutritivo asimilable, que contiene por unidad de peso de

producto. Así, la ley se expresa en porcentaje de N, P₂O₅ o K₂O de acuerdo a que si el fertilizante es nitrogenado, fosfatado o potásico, respectivamente.

3.3 Nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas

F.A.O. (2002) describe que dieciséis elementos son esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo, los elementos derivados del aire, agua y suelo son los siguientes:

Del aire: carbono (C) como CO₂ (dióxido de carbono); del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H₂O (agua) y del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

3.3.1 Funciones de los Nutrientes

3.3.1.1 Macronutrientes

El Nitrógeno, cuyas formas de asimilación son el ión nitrato (NO_3^-) y el ión amonio (NH_4^+) es el motor del crecimiento de la planta (Moreno, 2007).

CORPOICA (2008) señala que el papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en las estructuras de las moléculas de proteínas, de aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas y fosfolípidos. En consecuencia está involucrado en la mayoría de las reacciones bio químicas determinantes para la vida vegetal. El nitrógeno tiene también un importante papel en el proceso de la fotosíntesis, debido que es indispensable para la formación de la molécula de la clorofila.

Los mismos autores indican que el nitrógeno es el componente de vitaminas que tienen una importancia extraordinaria para el crecimiento de la planta; también aumenta el vigor general de las plantas, da color verde a las hojas y partes aéreas, en resumen contribuye a la formación de tejidos y es el elemento del crecimiento.

La deficiencia de Nitrógeno causa un amarillamiento general del follaje, se da en invierno o temprano en primavera, debido a las bajas reservas en las plantas, las bajas temperaturas del suelo y/o la falta de actividad de la raíz (Moreno, 2007).

El Fósforo, las plantas lo absorben rápidamente como fosfato monovalente $(\text{H}_2\text{PO}_4)^{-1}$. Si el fosfato está en forma divalente $(\text{HPO}_4)^{-2}$, o como trifosfato $(\text{PO}_4)^{-3}$; es absorbido con mayor lentitud (Kass, sf).

Urbano (1992) señala que el fósforo en la planta a nivel celular, resulta indispensable para la formación de hidratos de carbono, grasas y proteínas, proporciona la energía necesaria para las transformaciones entre diferentes compuestos vegetales; es indispensable para la formación de sustancias complejas: fosfolípidos, nucleoprotéidos, enzimas y vitaminas. También forma parte de los ácidos nucleicos RNA y DNA, con influencia en caracteres hereditarios y a nivel extracelular tiene la función de crecimiento estimulando la germinación de la semilla y brotación de yemas; favorece también la actividad de los ápices vegetativos, y el crecimiento de las raíces, factor de precocidad acortando la fase vegetativa y estimulando la entrada de la planta en las fases reproductoras. En consecuencia adelanta la floración, favorece la fecundación, cuajado y madurez de los frutos. Por otra parte es un factor vigorizante, aumenta la resistencia al frío y enfermedades y finalmente es un factor de calidad, mejorando los caracteres organolépticos de frutos, flores y hortalizas.

Las plantas con deficiencia de fósforo son raquíticas, y con escaso macollamiento, hojas angostas, cortas, erectas de color verde – grisáceo opaco (C.I.A.T., 1983).

El Potasio, las plantas absorben bajo la forma de iones potasio (K^+), cuando hay una cantidad excesiva de potasio asimilable las plantas absorben mayor cantidad de la que precisan, sin que ello afecte a la producción. Por otra parte un exceso en la absorción de potasio origina deficiencias de magnesio, calcio, hierro y zinc (Oliveira *et al.*, 2006).

Las funciones del potasio según Morin (1980) son las siguientes: en la síntesis de los hidratos de carbono, proteína (formación de péptidos), ácidos orgánicos y aceites; interviene en la aceleración de la acción enzimática (enzimas

respiratorias) e interviene en la reducción de los nitratos, fundamental para la producción de las proteínas.

El mismo autor menciona que favorece la fotosíntesis en circunstancias de poca intensidad luminosa; facilita el transporte de los hidratos de carbono en el interior de la planta; en la multiplicación celular, de forma que si hay deficiencia de potasio pueden crecer las células pero no se dividen; en la regulación de la absorción de Nitrógeno y su metabolismo e interviene en la formación de pigmentos.

Para Moreno (2007) las deficiencias de potasio se manifiestan en las hojas de la parte más baja de las plantas, se queman en los bordes y puntas y tienden a enrollarse, generalmente las venas centrales de las hojas conservan el color verde. Debido al pobre desarrollo de las raíces las plantas se degeneran antes de llegar a la etapa de producción. En las células se promueve la formación de sustancias catabólicas “putresceina” iniciándose los procesos de muerte celular y de tejidos.

3.3.1.2 Nutrientes secundarios

El Magnesio, asimilado por las especies vegetales como ión Mg^{+2} , es constituyente esencial de la clorofila (pigmento verde que funciona como aceptador de la energía lumínica), intervienen en las reacciones enzimáticas relacionadas con la transferencia de energía dentro de las plantas (Moreno, 2007).

La deficiencia de magnesio provoca una decoloración de color verde gris del tejido internervial en las hojas, esta decoloración se expande y el tejido se vuelve color pardo o marrón con el tiempo. En casos avanzados de carencia de Magnesio, se desintegra gran parte del tejido dejando lo que parece el esqueleto de la hoja (The American Phytopathological Society, 2004).

El Azufre, Navarro B.S. y Navarro G.G. (2003) mencionan que su forma asimilable por la planta es en forma de (SO_4^{-2}) a través del sistema radicular, en pequeñas cantidades también puede ser absorbido del suelo como (SO_3^{-2}) y de la atmósfera como dióxido de azufre por las hojas a través de los estomas.

Casanova (2005) indica que las funciones que desempeña el azufre son:

Una vez dentro la planta el azufre es reducido y usado en la síntesis de aminoácidos como la cistina, cisteína, metionina y en la síntesis de proteína; es necesario en la formación de clorofila, en la producción de aceite en las semillas, en la fijación de nitrógeno en las leguminosas y en la activación de las enzimas proteolíticas.

El mismo autor describe que generalmente los síntomas de deficiencia de azufre son similares a la deficiencia de nitrógeno: clorosis general de las hojas debido a la falta de clorofila y una reducción en el crecimiento debido a una disminución en la síntesis de proteínas; la cual puede causar acumulaciones de (NO_3^-) y (NH_4^+) en el tejido de las plantas.

El Calcio, es absorbido por las plantas en forma de catión divalente Ca^{+2} (Casanova, 2005).

CORPOICA (2008) señala las funciones del calcio en la planta, las cuales son:

El calcio forma parte de compuestos que constituyen las paredes de las células que mantienen unidas entre sí esas mismas células, ejerce un efecto neutralizador de los desechos orgánicos de la planta, influye en la utilización del magnesio, potasio y boro en el movimiento de los alimentos producidos por las hojas.

Para Casanova (2005) el calcio es un componente estructural de la pared celular y por tanto es muy importante en la formación de nuevas células, el mismo autor señala que la deficiencia de calcio en las plantas refleja poco crecimiento de las plantas, tallos débiles debido al delgado espesor de la pared celular, el poco crecimiento se observa en las raíces, lo cual inhibe a la planta para explorar un mayor volumen de suelo y poder absorber nutrimentos y agua.

La deficiencia de calcio se observa por que el crecimiento se detiene; las hojas del cogollo se enroscan y empiezan a secarse por las puntas y bordes, algunas veces las hojas nuevas no se desarrollan (CORPOICA, 2008).

3.3.1.3 Micronutrientes

F.A.O. (2002) señala que los micronutrientes o microelementos son el *Hierro (Fe)*, *Manganeso (Mn)*, *el Zinc (Zn)*, *Cobre (Cu)*, *Molibdeno (Mo)*, *Cloro (Cl)* y *el*

Boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana; son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo.

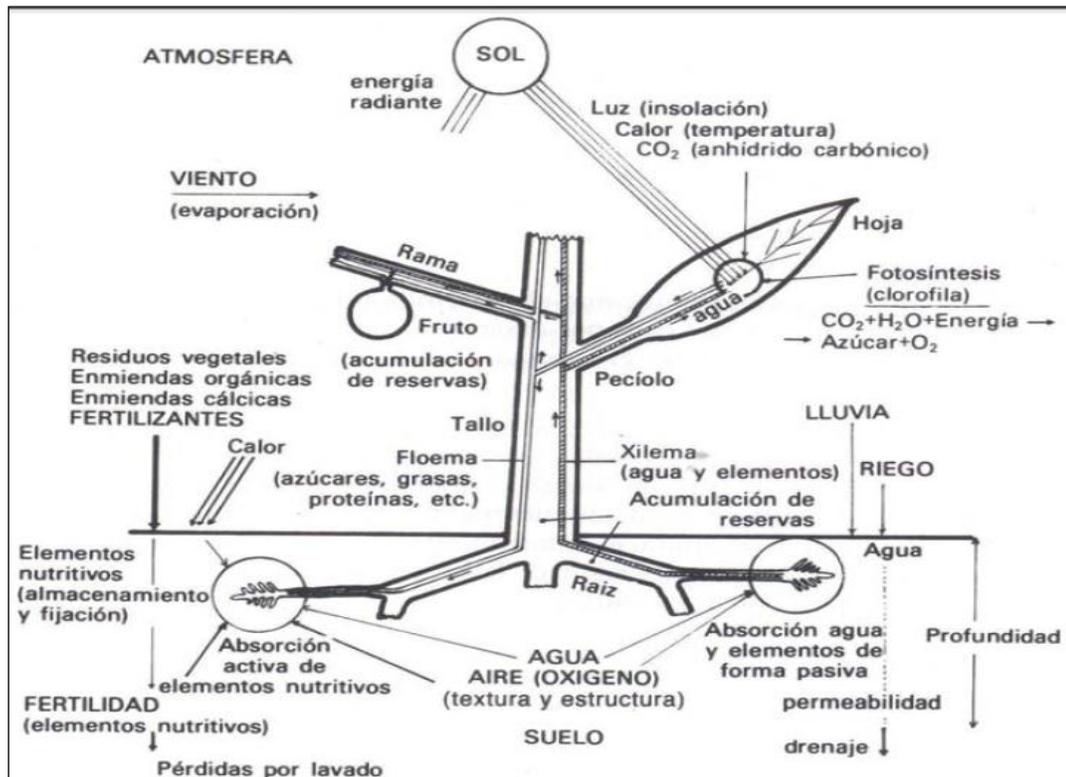


Figura 1. Esquema simplificado de los factores que intervienen en la nutrición de las plantas (Domínguez, 1997)

3.4 Humus de lombriz

El humus de lombriz es un abono orgánico que es el resultado de la ingesta y digestión de la materia orgánica descompuesta (compost) por las lombrices, nutritivamente es más rico que el humus del suelo; puede aplicarse como abono natural, mejorador del suelo o como enmienda orgánica (I.N.I.A., 2008).

3.4.1 Estructura del humus

Reines *et al.* (1998) mencionan que el humus es un material orgánico de alto peso molecular. Está constituido por un núcleo central, generalmente de compuestos aromáticos (en primer término fenoles) y cadenas laterales de carbohidratos y

cadenas alifáticas donde se sitúan los grupos funcionales que determinan su actividad. Según el tamaño del núcleo y las cadenas laterales, el humus puede ser:

- Ácido fúlvico; núcleo pequeño y cadena larga.
- Ácido húmico; núcleo pequeño y cadenas más cortas.
- Huminas; núcleo grande y cadenas cortas.

Mientras mayores son las cadenas laterales, es más factible que el humus reaccione en grupos libres compatibles, bajan a estratos más profundos y son más solubles en un mayor rango de pH.

3.4.2 Características generales del vermicompost o humus de lombriz

Barbado (2004) describe que el vermicompost tiene las siguientes características:

- Es un material de color oscuro, con un olor agradable a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bio estabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilados por las raíces. Por otra parte, impide que dichos nutrientes sean lavados por el agua de riego y así los mantiene por más tiempo en el suelo.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con las plantas delicadas.
- Debido a su pH neutro aporta y contribuye al mantenimiento, desarrollo y diversificación de la micro flora y micro fauna del suelo.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

3.4.3 Beneficios del vermicompost en las plantas

Para Sotelo y Téllez (2007) los beneficios del vermicompost en las plantas son los siguientes:

- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantines.
- Transmite hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadores a la planta.
- Aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos, en comparación con otros ejemplares de la misma edad.
- Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades y agentes patógenos.
- Es un abono rico en hormonas (Auxinas, Giberelinas, Citoquininas), sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias que estimulan los procesos biológicos de la planta.

3.4.4 Influencia del vermicompost en las propiedades del suelo

3.4.4.1 Propiedades físicas

Reines *et al.* (1998) describe que su acción es muy favorable sobre la estructura del suelo, la agrupación de partículas en agregados de tamaño medio le imprime las siguientes características:

- Buena circulación de agua y aire.
- Aumento en la permeabilidad.
- Mayor retención de agua.
- Menor cohesión del suelo.
- Mejora los suelos arenosos y arcillosos.
- No despide olor.
- Suelto, uniforme, parecido a la borra de café.

3.4.4.2 Propiedades químicas

Según Reines *et al.* (1998) tienen las propiedades químicas siguientes:

- Equilibra las funciones químicas del suelo debido a sus condiciones de humificación y mineralización de la materia orgánica nitrogenada, facilitando la absorción de los elementos nutritivos por parte de las plantas.

- Aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo por la formación de complejos arcillo-húmicos absorbentes y es regulador de los nutrientes de las plantas.
- Favorece la formación de complejos potasio-húmicos que mantienen al potasio asimilable por las plantas.
- Desprende el gas carbónico que se obtiene por la oxidación lenta del humus, solubiliza ciertos minerales, con lo cual moviliza los nutrientes hacia las plantas.

3.5 El Biofertilizante Zumia

La leonardita es materia orgánica procedente de bosques de coníferas que colonizaron algunas partes del mundo hace 120 millones de años; esta materia orgánica, por factores de presión, agua, temperatura y microorganismos que favorecieron su mineralización y carbonificación, hoy se encuentra en grandes yacimientos en forma de leonardita (Agroinco, sf.).

El mismo autor señala que zumia -15 es un Bio estimulante líquido orgánico, muy rico en ácidos húmicos, macro y micro elementos, obtenido a partir de leonardita 100% soluble, de la mejor calidad altamente disponible para el cultivo.

Los AHL (Ácidos Húmicos de Leonardita) son obtenidos comercialmente a partir de la roca leonardita, la cual está formada por oxidación de lignitos fósiles, a partir de la misma y por procesos industriales que incluyen homogeneización y tratamientos con agua y soluciones alcalinas se obtienen los ácidos húmicos (AH) que se expenden comercialmente (Agro nutrientes Jisa, 2012).

3.5.1 Beneficios de Zumia-15

Agroinco (sf) menciona los siguientes beneficios:

- Ayuda a superar momentos de estrés en los cultivos, por exceso o falta de agua, temperatura, fitotoxicidad o daños por insectos o enfermedades que impidan alcanzar su potencial de rendimiento.
- Estimula el desarrollo radicular, por tener un modo de acción similar al de las auxinas, aprovechando mejor el uso del agua y nutrientes del suelo.

- Favorece la capacidad germinativa de las semillas, al ser usado como tratamiento de semilla, logrando una implementación más veloz y uniforme de los cultivos.
- Ayuda a la síntesis de ácidos nucleídos, que se traduce en la activación de los procesos enzimáticos.
- Mejora los procesos energéticos de las plantas.
- Aumenta el grado Brix y el jugo de los frutos.
- Puede aplicarse en todo tipo de cultivo y en cualquier momento de su ciclo vegetativo.
- Es compatible con abonos solubles y foliares, así como con la mayor parte de productos fitosanitarios, a excepción de aceites de petróleo, nitratos de calcio y productos con pH ácido.
- Es un activador de la fertilidad del suelo pues contribuye a la formación del complejo arcillo húmico, base de su fertilidad, que a su vez incrementa el intercambio catiónico de nutrientes entre el suelo y la planta, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

3.5.2 Forma de aplicación de Zumia- 15

Su aplicación puede ser vía foliar o al suelo mediante cualquier sistema de fertirrigación (Agroinco, sf).

3.6 Cultivo de frutilla

3.6.1 Origen de la frutilla

El género *Fragaria* aparece en estado silvestre en América, Asia y Europa. En este último continente existen referencias sobre su consumo desde los tiempos de la antigua Roma. El cultivo de las fresas de frutos pequeños se extendió en Europa hasta final del siglo XIX, momento en el que comenzaron a surgir híbridos entre las especies europeas y las americanas, con frutos de mayor tamaño que se conocían como fresones. La literatura menciona algunas especies silvestres como *Fragaria vesca* en el Polo Norte, norte de África y América del Sur, *Fragaria viridis* en Europa central, *Fragaria daltoniana* en Asia, *Fragaria chiloensis* en Chile, Argentina y Estados Unidos (Toledo, 2003 citado por Espinoza, 2008).

3.6.2 Características del cultivo de Frutilla

3.6.2.1 Posición taxonómica

Las fresas y fresones se clasifican en el reino vegetal dentro la división *Magnoliophyta*, Clase *Magnoliopsida*, género *Fragaria*, Familia *Rosaceae* (*Rosáceas*), y Especie *Fragaria vesca* o *Fragaria ananassa*, según se hable de fresa o fresón. Todas las fresas cultivadas proceden de cuatro especies principales (Gonzáles, 2010).

3.6.2.2 Descripción botánica

Es una planta perenne que produce brotes nuevos cada año, presenta una roseta basal de donde surgen las hojas y los tallos florales, estos últimos no presentan hojas, en sus ápices aparecen las flores, de cinco pétalos blancos, cinco sépalos y numerosos estambres. Los peciolos soportan una hoja compuesta por tres folíolos ovales dentados (Gonzáles, 2010).

El mismo autor menciona que de la roseta basal surgen también otro tipo de tallos rastreros que producen raíces adventicias de donde nacen otras plantas (llamados estolones); el fruto es un eterio típico lleno de aquenios. Lo que se consume es un fruto no climatérico, eterio de color rojo, dulce y aromático, un engrosamiento del receptáculo floral cuya función es contener dentro de sí los frutos verdaderos de la planta, pequeños aquenios de color oscuro entre 150 – 200 que se alojan dentro de cada eterio.

La descripción a continuación se refiere a la función evolutiva de sus órganos, según Lavín y Maureira (2000):

- 1) El Sistema radicular**, en general es fibroso y de desarrollo superficial, alcanza en sentido lateral unos 30 cm aproximadamente, concentrándose el 75% de las raíces en los primeros 20 cm de profundidad del suelo. Está formado por raíces principales engrosadas y por un sistema de raicillas más finas, de color claro, agrupadas en ramificaciones laterales, que viven pocos días. Las raicillas son responsables de la absorción de agua y nutrientes del suelo.

- 2) Las Raíces**, las raíces principales son las responsables del anclaje de la planta y del almacenamiento de reservas durante periodos de bajas temperaturas y foto-períodos decrecientes. La profundidad de exploración radicular depende de las condiciones del suelo, humedad y variedad. Bajo condiciones favorables, nuevas raíces emergen de la corona en la base de cada hoja; sin embargo, si la corona está sobre el suelo, las raíces pueden no inducirse o secarse antes de tocar el suelo.
- 3) La Corona**, es un tallo corto y engrosado y constituye el eje principal de crecimiento, con forma de cilindro, de 2 a 3 cm de longitud, del que emergen hojas en los nudos y una yema en la axila de cada hoja. Estas yemas pueden estar en estado vegetativo -donde la yema evolucionará a corona o estolón- o en estado reproductivo floral -donde la yema evolucionará en un racimo floral-. La yema terminal en estado vegetativo, siempre formará entrenudos muy cortos. Las yemas axilares, en cambio, pueden formar coronas laterales o estolones (tallos superficiales de crecimiento horizontal) de longitud y tamaño variable. En su estructura anatómica es un verdadero tallo con tejidos especializados en la conducción de nutrientes y asimilados. Por ello, el estolón sirve de sostén para las plantas hijas en sus primeros estados de crecimiento.
- 4) El Estolón**, tienen dos entrenudos muy largos, seguidos por una serie de entrenudos cortos que forman la corona de la futura planta. La yema del primer nudo está generalmente en dominancia y cuando se desarrolla es de menor longitud y vigor. En la extremidad del estolón, cuya primera hoja es rudimentaria, la yema axilar del segundo nudo que forma la corona emite un nuevo estolón y así sucesivamente. La longitud dependerá de las condiciones de cultivo, ambiente y características varietales.
- 5) Las Hojas**: Son normalmente compuestas, trifoliadas, de color verde más o menos oscuro y brillante, borde aserrado y con la cara superior pubescente. Los pecíolos son generalmente largos y pubescentes. Las hojas presentan

gran cantidad de estomas, en comparación con otras plantas, lo que hace que sean muy susceptibles al estrés hídrico.

- 6) Las Flores**, generalmente son perfectas, hermafroditas y están reunidas en inflorescencias cimosas que se originan generalmente de la yema terminal en el tallo principal o de una ramificación de la corona en posición axilar poseen regularmente 5 pétalos ovales de color blanco, entre 20 y 35 estambres y varios cientos de pistilos. El cáliz está formado por cinco sépalos persistentes. La polinización es anemófila (viento) y entomófila (insectos), siendo esta última la predominante y de mayor importancia.
- 7) Fruto**, es importante señalar que el fruto corresponde a uno compuesto, que propiamente dicho es un fruto agregado, formado por un receptáculo muy desarrollado como consecuencia de la fecundación de los óvulos. El hipanto o receptáculo, que es la parte comestible o fruto, sostiene a los verdaderos frutos que son los aquenios, a los que comúnmente se les llama granos o semillas. Los hipantos o receptáculos que maduran primero son los más grandes y los que siguen son progresivamente más pequeños. La forma del fruto es variable, pudiendo ser globosos, cónicos, con o sin cuello.

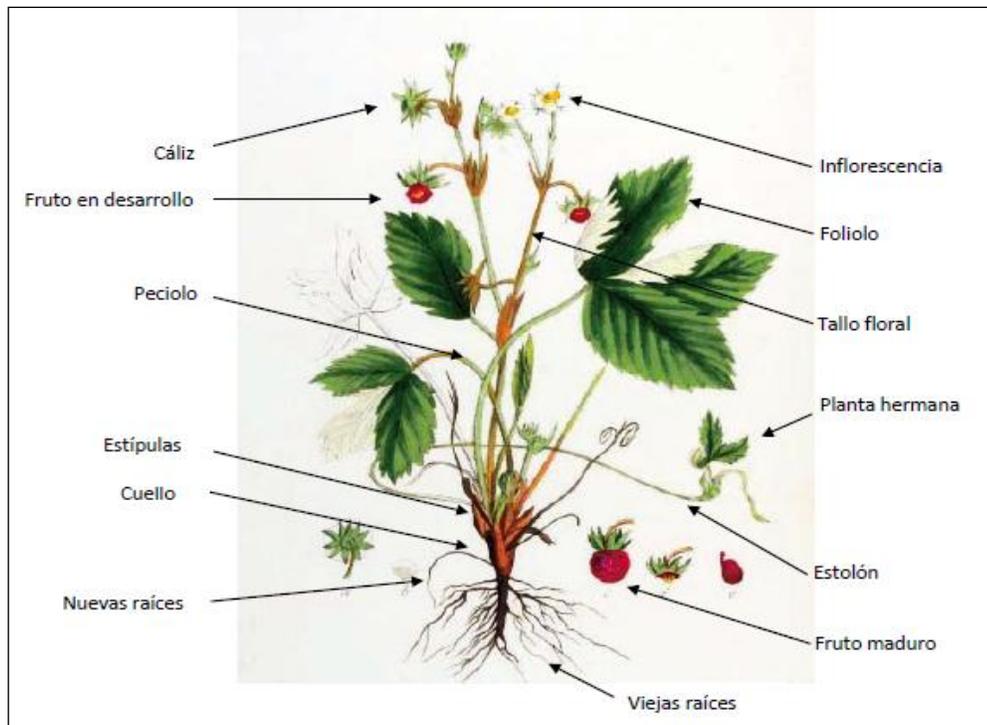


Figura 2. Morfología general de una planta de fresa (Kops et al., (sf) citado por Bonet, 2010).

3.6.2.3. Propagación de la frutilla

El cultivo de frutilla puede vivir mucho tiempo, sin embargo se mantiene en producción económicamente rentable durante los primeros dos años. En plantaciones de mayor edad las plantas se muestran débiles, con bajo rendimiento y frutos de menor calidad debido a una mayor incidencia de plagas y enfermedades; por ser una planta híbrida, no se utilizan sus semillas para propagarla. Su sistema de crecimiento y formación de nuevas coronas y estolones, permite una propagación vegetativa rápida y segura (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

3.6.2.4 Ciclo fenológico respecto a las estaciones del año

Infojardín (2012) describe el ciclo fenológico de la planta:

- *Invierno*: Período de días cortos y bajas temperaturas en el que se produce una paralización del crecimiento, hasta que la planta acumula el frío necesario y sale de la latencia.

- *Primavera*: Con la elevación de las temperaturas y el alargamiento progresivo de los días, aparece una reanudación de la actividad vegetativa, floración y fructificación, aumentando con la longitud del día.
- *Verano*: Período con influencia de días largos y temperaturas elevadas, la planta crece y se multiplica vegetativamente por emisión de estolones.
- *Otoño*: Con incidencia de días cortos y temperaturas descendentes, se da una paralización progresiva del crecimiento, con acumulación de reservas en las raíces. Comienza la iniciación floral y la latencia de la planta.

3.6.2.5 Variedades de frutilla

Se conocen en el mundo más de 1.000 variedades de fresón, fruto de la gran capacidad de hibridación que presenta la especie. Desde un punto de vista agronómico; los cultivares de fresón se pueden clasificar en tres grupos: reflorecientes o de día largo, no reflorecientes o de día corto, y remontantes o de día neutro. La floración en los dos primeros casos se induce por un determinado fotoperiodo, mientras que este factor no interviene en el tercero. En cualquier caso, no sólo influye el fotoperiodo, sino las temperaturas u horas de frío que soporta la planta (Agro books, 2012).

3.6.2.5.1 Variedad Oso Grande

Variedad californiana de día corto, cuyo inconveniente es la tendencia del fruto al rajado, no obstante presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco; de color rojo anaranjado, forma de cuña achatada, con tendencia a aparecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor. La planta es vigorosa y de follaje oscuro.

En zonas cálidas bajo protección de plástico, se recomienda trasplantar con plantas producidas en viveros de altitud durante octubre para la producción a finales de invierno. En zonas de invierno frío, el trasplante se realiza durante el verano para la producción en el año siguiente a principios de primavera (Agro books, sf).

3.6.2.5.2 Variedad Sweet Charlie

Variedad de día corto, introducida por la Universidad de Florida, de fruta mediana (17 g en promedio), roja, excelente sabor, muy productiva en otoño-invierno, presenta la ventaja sobre las demás variedades de ser resistente a la antracnosis, pero sensible a botritis y tiene hojas abarquilladas (Ingeniería Agrícola, 2008).

3.6.2.5.3 Variedad Chandler

Variedad de la Universidad de California, planta semi erecta de día corto, de tamaño medio, hojas de color verde pálido, posee buena capacidad para producir coronas. Se adapta bien a una gran diversidad de condiciones edafo climáticas y tiene un alto potencial de producción.

El fruto tiene buen tamaño, es firme, buen sabor y color rojo por dentro, en determinadas condiciones climáticas la maduración es incompleta, quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco; presenta una leve tendencia a oscurecerse con mejor resultado en plantaciones de Verano, aunque si se planta en Otoño temprano, en lugares costeros de temperaturas tibias en Invierno, se comporta muy bien, muy cotizada por la agroindustria por su cualidades organolépticas, con buen equilibrio azúcar – acidez, es por ello que esta variedad es especialmente apropiada para la industria del congelado (Ingeniería Agrícola, 2008).

3.6.2.5.4 Variedad Pájaro

Planta de día corto, de poco desarrollo, sensible a Viruela, Phythophtora, Botrytris y Oidio, es de regular capacidad para producir coronas. No es muy productiva. El fruto se destaca por su calidad, es firme, ligeramente alargado, color rojo brillante y su interior también es rojo. De buen sabor, es una de las variedades de mayor aceptación en el mercado internacional. Recomendada especialmente para plantaciones de verano en zonas de inviernos fríos. En la costa se la puede plantar en Abril o Mayo, se adapta bien a plantaciones de alta densidad y presenta buena polinización (Ingeniería Agrícola, 2008).

3.6.3 Requerimiento del cultivo de frutilla

3.6.3.1 Clima

La fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas, es termo y foto periódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración. La zona óptima para producción de fruta se ubica entre los 1.300 y 2.000 m. En condiciones donde todos los días tiene menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir fruta es la temperatura (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

3.6.3.2 Frío recibido

Se debe permitir que se cumpla el requerimiento de horas frío (100 a 400 horas bajo 10 °C) para romper el receso invernal y tener una luminosidad suficiente para la maduración de los frutos, lo que afecta directamente al sabor de ellos (Lavín y Maureira, 2000).

3.6.3.3 Temperatura y Humedad

La parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta -20 °C, aunque los órganos florales quedan destruidos con valores algo inferiores a 0 °C. Al mismo tiempo son capaces de sobrevivir a temperaturas estivales de 55 °C. Los valores óptimos para una fructificación adecuada se sitúan en torno a los 15-25 °C de temperatura media anual (Agro books, sf).

Ingeniería Agrícola (2008) menciona que a temperaturas por debajo de 12 °C durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por el frío, en tanto que un clima muy caluroso puede originar una maduración y una coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización.

La humedad relativa más o menos adecuada es de 60 y 75%, cuando es excesiva permite la presencia de enfermedades causadas por hongos, por el contrario,

cuando es deficiente, las plantas sufren daños fisiológicos que repercuten en la producción, en casos extremos las plantas pueden morir.

3.6.3.4 Suelo y pH

La frutilla se adapta a suelos de diversas características, pero se desarrolla en forma óptima en aquellos con textura franco-arenosa o arena arcillosa, en el caso de suelos arenosos se debe disponer de la humedad suficiente. Idealmente, el suelo debe tener altos niveles de materia orgánica entre 2 y 3%.

Se deben evitar los suelos salinos, con concentraciones de sales que originen conductividad eléctrica en extracto saturado superiores a 1 mmhos/cm, ya que, niveles superiores pueden originar disminución en la producción. Además, es muy sensible a la presencia de cal (carbonato de calcio), sobre todo a niveles superiores al 6%, desarrollando una clorosis consecuente. El pH óptimo es de 6.5 a 7.5, aunque en suelos con pH de 5.5 a 6.5 no presenta problemas (Ingeniería Agrícola, 2008).

3.6.3.5 Fertilización

La fertilización equilibrada en fresa es decisiva para obtener alta calidad y rendimiento de fruto, los requerimientos del cultivo en su primer año de producción se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos del cultivo en su primer año de producción.

Kilos de nutrientes por hectárea para el cultivo de Frutilla en su primer año de producción					
Nutriente	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
Kg/ha	90	14	80	65	14

Fuente: Miserendino (2007).

3.6.3.6 Pluviometría

La frutilla es un cultivo muy exigente en agua, una buena disponibilidad de este recurso representa la base necesaria para un cultivo rentable, en zonas donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta.

Se considera un consumo hídrico de 400 - 600 mm anuales posee la mayor parte de sus raíces en la zona superficial y absorbe la mayor parte de sus necesidades de agua de los primeros 30-40 cm de profundidad (Ingeniería Agrícola, 2008).

3.6.3.7 Poda

Por el tipo de crecimiento de la planta de fresa, la producción constante de tallos hace que la planta tome una forma de macolla en donde se acumula gran cantidad de hojas y ramas muertas, esta hojarasca retiene humedad que facilita el ataque de hongos a la fruta y además dificulta la aplicación de plaguicidas, por lo que es eliminada mediante podas periódicas de limpieza.

Las mismas se realizan después de los ciclos fuertes de producción, quitando los racimos viejos, hojas secas y dañadas y restos de frutos que quedan en la base de la macolla teniendo cuidado de no maltratar la planta y no se poda antes de la primera producción (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

3.6.4 Cosecha de frutos

Debido a que es altamente perecedera, se cosecha cada seis días, debe cosecharse, entre un medio a tres cuartas partes de maduración y ponerse lo más rápidamente posible en cámaras frías (0- 10 °C). La fruta debe seleccionarse y empacarse el mismo día de la cosecha, la selección se basa en grado de maduración, tamaño, uniformidad y sanidad de las frutas. Estas no pueden ser lavadas ni contener ninguna suciedad o materia extraña (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

3.6.4.1 Selección de la fruta fresca

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (2007) señalan que la selección se hace de acuerdo con el mercado al que se dirige, existen normas establecidas para cada tamaño como sigue:

- Así la extra grande es una fruta de un diámetro mayor de 40 mm
- La grande de 35 a 40 mm
- Mediana de 30 a 35 mm
- Pequeña de 25 a 30 mm de diámetro.

Estas medidas y los nombres de cada calidad pueden variar de acuerdo al país que produce frutillas.

3.6.5 Agentes patógenos del cultivo

3.6.5.1 Plagas

Araña (*Tetranychus* spp.)

Las arañas atacan las partes de atrás de las hojas de frutilla, si no se controla puede llegar a disminuir severamente los rendimientos y en casos extremos hasta destruir la plantación. La araña es muy pequeña por lo que es muy difícil de observarla a simple vista la manera de detectarla en la plantación es a través de los síntomas observándose manchas amarillas o bronceadas, telarañas muy finas en envés de la hoja y deformaciones en las hojas nuevas. En casos más severos las hojas se vuelven secas y de color rojo o parda (Toledo, 1999; citado por Espinoza, 2007).

Pulgones (*Aphis* spp.)

Los pulgones causan daño de forma directa e indirecta como transmisores de virus, el ataque de pulgones, se manifiesta con el enrollamiento y la deformación de la hoja (Alvarado, 2001 citado por Espinoza, 2007).

Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Mosca blanca de los invernaderos (también se da al aire libre en climas cálidos), son pequeñas moscas blancas de 3 milímetros que, clavan un pico en las hojas y chupan la savia, el daño lo producen tanto las larvas como los adultos chupando savia, origina una pérdida de vigor de la planta, puesto que está sufriendo daños en sus hojas, otro daño, consiste en el hongo Negrilla o Mangla. La melaza que segregan (un jugo azucarado) es asiento para este hongo, dando mal aspecto estético a las hojas que quedan ennegrecidas y disminuida su función fotosintética (C.I.A.T., sf).

Cochinillas (*Armadillidium vulgare*)

Los oniscídeos (Oniscidea), conocidos vulgarmente como chanchitos de tierra, cochinillas de humedad o también conocidos como bicho bolita, son un suborden de crustáceos isópodos terrestres con unas 3.000 especies descritas. Tienen un exoesqueleto rígido, segmentado y calcáreo, y poseen siete pares de patas, se

alimentan clavando un pico chupador sobre hojas, tallos y frutos y chupan la savia. Parte de esta savia la excretan como líquido azucarado (melaza). Hay algunas especies de cochinillas que no lo hacen; son los Diaspinos (Wikipedia, 2012).

3.6.5.2 Enfermedades

Mancha púrpura (*Mycosphaerella fragariae*)

Aparece como una mancha circular de 2 a 3 mm de diámetro sobre la hoja. Se dispersa por medio de ascosporas y de esporas, con temperaturas suaves y alta humedad relativa (Agro Books, sf).

Antracnosis (*Colletotricum spp.*)

Es favorecida por temperaturas y humedad relativa alta, se presenta como puntos circulares en las hojas y los frutos se tornan de color marrón; es posible, cuando existe alta humedad visualizar exudaciones de color rosa pálido a color anaranjado, que están constituidas por miles de esporas del hongo, siendo fuentes de inóculo para nuevas infecciones (INIA, sf.).

Botritis (*Botrytis cinerea*)

Es un hongo que daña el fruto produciendo un ablandamiento, y cuando es muy severo se cubre completamente con vello gris. Su desarrollo se ve favorecido con la alta humedad y bajas temperaturas, puede penetrar en el fruto sin necesidad de heridas y durante la cosecha los frutos sanos pueden ser contaminados con esporas provenientes de otros infestados. Cualquier factor que tienda a producir daños como magulladuras o exceso de manipuleo en la cosecha favorece la propagación de la enfermedad (Ingeniería Agrícola, 2008).

3.6.6 Sistema de plantación, densidad de siembra

Las plantaciones de frutilla se efectúan de diferentes formas según el medio ambiente y el tipo de suelo, destino de la producción, tamaño de la explotación y grado de mecanización, por lo general se hacen platabandas altas (10-25 cm) y de 60-80 cm de ancho con dos filas de plantas, el ancho y alto de la platabanda también va a depender del tipo de riego a emplear; se recurre a film de polietileno

negro para evitar el crecimiento de las malezas, aumentar la temperatura de la rizósfera, impedir el contacto de los frutos y el suelo (Ingeniería Agrícola, 2008).

El mismo autor señala que inicialmente se establecen aproximadamente 10.000 plantas/ha en primavera. Todo el manejo se orienta al crecimiento vegetativo para su multiplicación, eliminando las flores para evitar la producción de frutos.

Cuando los días son más largos las plantas comienzan a emitir estolones. Cada planta forma 10-15 estolones con 5-10 plantas hijas cada uno. Se obtiene rendimientos de 500.000 a 1.000.000 plantas/ha. La densidad de plantación va a depender de muchos factores, en general va desde 45.000 a 90.000 plantas por hectárea.

3.6.7 Importancia mundial y nacional del cultivo de frutilla

3.6.7.1 Producción de frutilla en el mundo

La superficie destinada a la producción de frutilla en el ámbito mundial, en 2005 fue de 250 mil 751 hectáreas, con una producción de 3 millones 530 mil 245 toneladas métricas y un rendimiento promedio de 14.08 toneladas por hectárea (CONAFRE, 2007).



Figura 3. Distribución de *Fragaria vesca* (Hancock y Luby, 1993; citado por Bonet, 2010).

3.6.7.2 Producción de frutilla en Bolivia

La producción de frutilla en nuestro país, abarca zonas con agroclimáticas favorables para su cultivo, tal es el caso del sector oriental con 25000 kg/ha y en los valles con producciones similares en cuanto a rendimiento (Números de Nuestra Tierra, 1999; citado por Vargas, 2004).

En el año agrícola 2007-2008, a nivel nacional la superficie cultivada de frutilla fue de 898 hectáreas, con una producción de 4.699 toneladas métricas, alcanzando un rendimiento de 5.233 kilogramos por hectárea.

En La Paz en el año agrícola 2007-2008, la superficie cultivada de frutilla fue de 104 hectáreas, con una producción de 477 toneladas métricas, con un rendimiento de 4.587 kg/ha (E.N.A., 2008).

3.7 Grados Brix

La FAO (2007), señala que los grados brix proporcionan una medida objetiva de la concentración de azúcar disuelto en un producto y da la idea del nivel de dulzura del mismo, los grados brix se miden usando el refractómetro.

3.8 Carpas Solares

Se entiende por carpa solar de construcción alta o baja, más o menos perfecta, cuyo acondicionamiento puede ser controlado y bajo el cual se cultivan variedades hortícolas y ornamentales; es una construcción especial en la que la cubierta y las paredes son cubiertos por un material el cual deja pasar la luz, y que se emplean para cultivar plantas mediante el control del clima en el que se desarrollan. El objetivo es la producción sistemática y fuera de estación de productos hortofrutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que permite controlar eficazmente los rendimientos en calidad y cantidad (Tapia, 2009).

3.9 Costos

Rojas (2007) señala que la contabilidad de costos es un sistema de información con el cual se determina el costo incurrido al realizar un proceso productivo y la forma cómo se genera éste en cada una de las actividades en las que se desarrolla la producción. Se entiende por costo la suma de las erogaciones en las

que incurre una persona para la adquisición de un bien o servicio, con la intención de que genere ingresos en el futuro.

El mismo autor describe que los costos pueden ser:

1) Costos variables

Son aquellos que cambian o fluctúan en relación directa a una actividad o volumen dado.

2) Costos fijos

Son aquellos que permanecen constantes dentro de un periodo determinado, sin importar si cambia el volumen de producción.

3.9.1 Beneficio /Costo

Como su nombre lo indica, se define por: el coeficiente entre los beneficios actualizados y los costos actualizados, descontados a la tasa de descuento (15 %). Como se trata de coeficiente, el criterio de decisión es en torno a uno; entre alternativas se escoge la de mayor B/C, siempre que sea mayor que lo igual a uno (Zúniga, 2011).

4. LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

El trabajo experimental se llevó a cabo en la Estación Experimental de Cota Cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la zona de Cota Cota, provincia Murillo el departamento de La Paz (figura 3).

Se encuentra a 15 km del centro de la ciudad, con Latitud Sur de 16°32'04", Longitud Oeste 68°03'44", a una altitud de 3445 m.s.n.m.

4.2. Fisiografía y características edáficas

La zona de estudio se caracteriza por ser cabecera de valle, presenta topografía accidentada, suelos aluviales debido a la sedimentación del material arrastrado por los ríos.

4.3 Clima

La Estación Experimental de Cota Cota presenta un clima templado, la temperatura máxima promedio es de 21.5 °C, la temperatura media oscila entre 11.5°C, la temperatura mínima promedio de -0.6 °C. La precipitación promedio de 488.53 mm y humedad relativa de 46% en promedio.

4.4 Vegetación y pecuaria

La comprende árboles como ser eucalipto, pinos ciprés arbustos: acacia, retama, chilca entre otros. La Estación Experimental se dedica a la producción agrícola, pecuaria y apicultura.

La producción agrícola se realiza a campo abierto mediante la rotación de cultivos y comprende: maíz, papa, haba, arveja, cebolla, betarraga entre otros. En ambiente protegido (carpas solares) la producción es hortofrutícola: frutilla, pepinillo, tomate, lechuga y otros de acuerdo a los trabajos de investigación que se desarrollen. La producción pecuaria comprende la crianza y manejo de aves (gallinas ponedoras), porcinos, cuye cultura, camélidos.

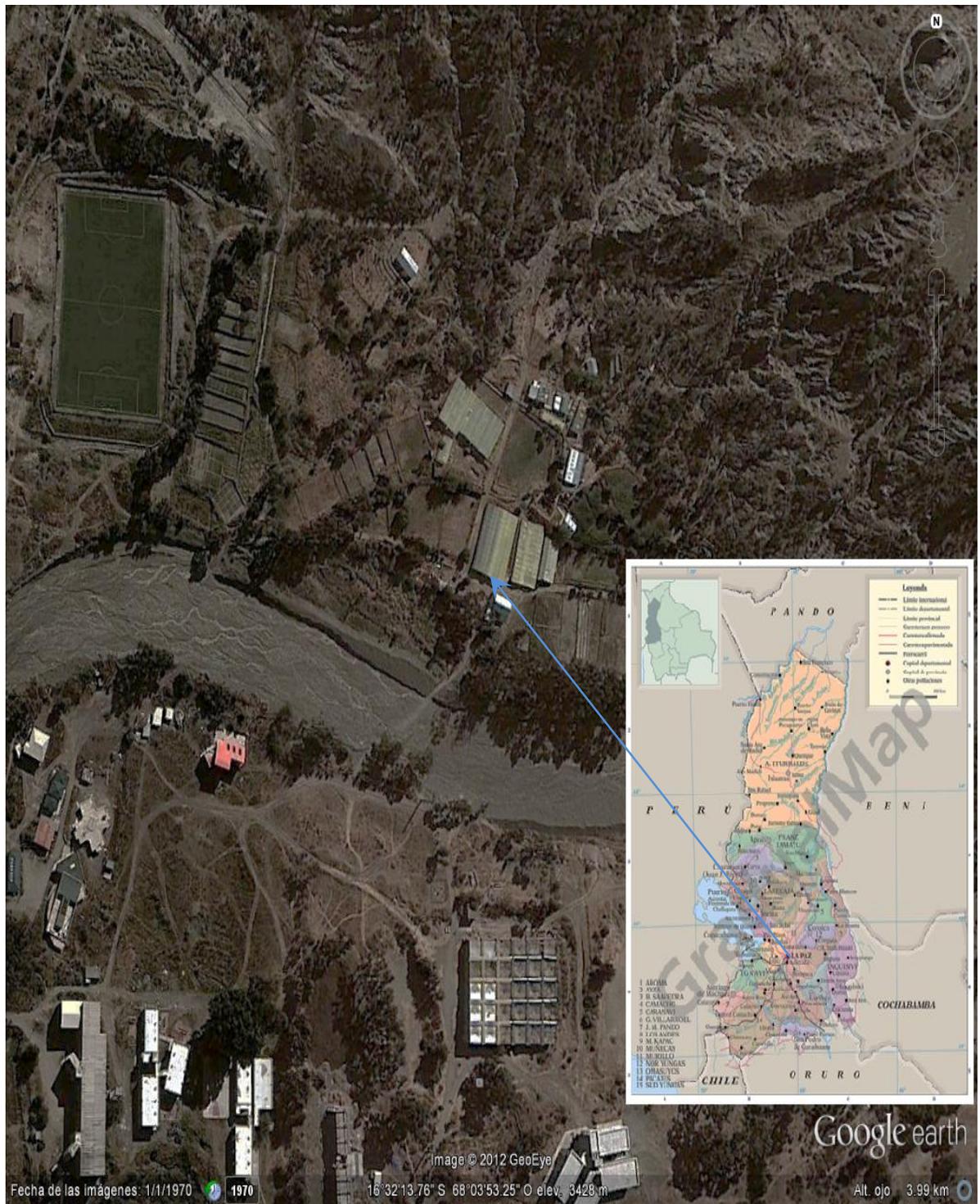


Figura 4. Ubicación Geográfica de la Estación Experimental de Cota Cota, zona Cota Cota, Provincia Murillo, Departamento de La Paz.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 MATERIALES

5.1.1 Material vegetal

El material vegetal usado fue el siguiente:

- Hijuelos de frutilla de la variedad Oso Grande procedente de la Estación Experimental de Cota Cota, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.
- Hijuelos de frutilla de la variedad Sweet Charlie procedente de la Estación Experimental de Cota Cota, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

5.1.2 Abonos orgánicos

- Humus de lombriz (adquirido de la Agrotecnía Sucre).
- ZUMIA-15, bio fertilizante orgánico- húmico (adquirido por la Empresa Agroinco).

5.1.3 Material de campo

- Carpa solar
- Vernier
- Flexómetro
- Balanza electrónica
- Herramientas (picotas, palas, rastrillos, chontillas,)
- Cobertura nylon de polietileno
- Cintas de goteo
- Termómetros de máximas y mínimas
- Cámara fotográfica

5.1.4 Material de gabinete

- Tablas de registro
- Computadora
- Calculadora

5.2 METODOLOGÍA

5.2.1 Diseño Experimental

El diseño experimental aplicado para la evaluación del trabajo de investigación fue Bloques al Azar, conformado por diez tratamientos y tres repeticiones distribuidos en 30 unidades experimentales.

5.2.1.1 Descripción de los factores

Los factores de estudio fueron los siguientes:

Factor A: Variedades

a_1 = Variedad Oso Grande

a_2 = Variedad Sweet Charlie

Factor B: Fertilizaciones

b_1 = Testigo

b_2 = Nivel medio de Humus de Lombriz

b_3 = Nivel alto de Humus de Lombriz (doble de nivel medio)

b_4 = Nivel medio Bio fertilizante foliar ZUMIA-15

b_5 = Nivel alto Bio fertilizante foliar ZUMIA-15 (doble de nivel medio)

5.2.1.2 Descripción de los tratamientos

Donde los tratamientos fueron los siguientes:

$T_1 = a_1 \times b_1 \Rightarrow$ Variedad Oso Grande

$T_2 = a_1 \times b_2 \Rightarrow$ Variedad Oso Grande + Nivel medio de Humus de Lombriz

$T_3 = a_1 \times b_3 \Rightarrow$ Variedad Oso Grande + Nivel alto Humus de Lombriz

$T_4 = a_1 \times b_4 \Rightarrow$ Variedad Oso Grande + Nivel medio Bio fertilizante Zumia

$T_5 = a_1 \times b_5 \Rightarrow$ Variedad Oso Grande + Nivel alto de Bio fertilizante foliar Zumia

$T_6 = a_2 \times b_1 \Rightarrow$ Variedad Sweet Charlie

$T_7 = a_2 \times b_2 \Rightarrow$ Variedad Sweet Charlie + Nivel medio de Humus de Lombriz

$T_8 = a_2 \times b_3 \Rightarrow$ Variedad Sweet Charlie + Nivel alto Humus de Lombriz

$T_9 = a_2 \times b_4 \Rightarrow$ Variedad Sweet Charlie + Nivel medio Bio fertilizante Zumia

$T_{10} = a_2 \times b_5 \Rightarrow$ Variedad Sweet Charlie + Nivel alto de Bio fertilizante foliar Zumia

Se tuvo 10 tratamientos y 3 repeticiones, por tanto **30 Unidades Experimentales.**

5.2.2 Modelo lineal aditivo

El modelo lineal aditivo para el análisis estadístico Bloques al Azar según Rodríguez (1991) es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + B_j + \alpha_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera.

u = Media general

B_j = Efecto del k – ésimo bloque

α_i = Efecto de la j – ésimo factor

e_{ij} = error experimental.

5.2.3 Croquis experimental

La distribución de las unidades experimentales se presenta en la figura 4.

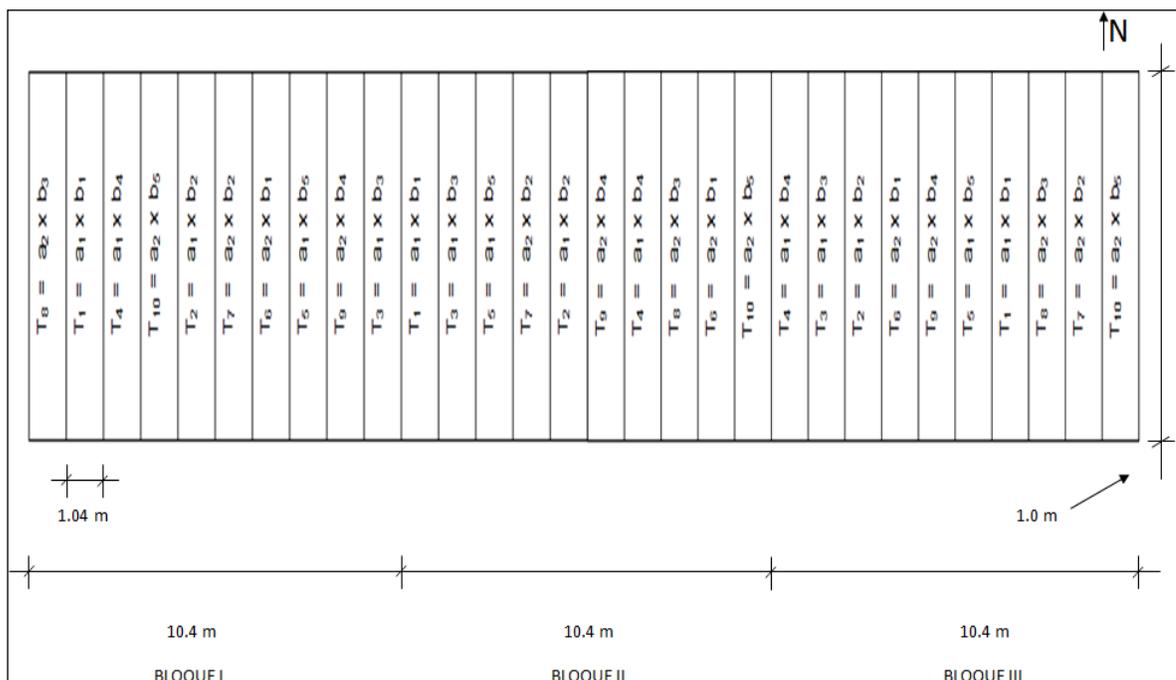


Figura 5. Croquis experimental

Las características del área experimental fueron las siguientes:

- Largo de Unidad Experimental: 1.04 m
- Ancho de Unidad Experimental: 1.0 m
- Área de Unidad Experimental: 1.04 m²
- N° de plantas por Unidad Experimental: 14
- N° hileras: 3
- Distancia entre hileras: 30 cm
- Distancia entre plantas: 25 cm
- N° de Tratamientos: 10
- N° de Bloques: 3
- Área total del ensayo: 31.2 m²

5.2.4 Metodología de campo

5.2.4.1 Obtención de hijuelos

Se recolectó hijuelos de las variedades Oso Grande y Sweet Charlie dos meses antes del trasplante; los cuales fueron obtenidos de las plantas madre que constituyen la producción de la carpa solar de la Estación Experimental de Cota Cota.

5.2.4.2 Análisis de suelo

Una vez delimitada la platabanda se procedió al muestreo, operándose en zig-zag en la misma, sacando una muestra con pala cada cierto trecho, tomando aproximadamente 25 muestras individuales, las mismas se mezclaron, cuartearon obteniendo una muestra de 2 kg, la cual se embolsó, etiquetó y se llevó a laboratorio I.B.T.E.N. para el análisis físico-químico.

5.2.4.3 Preparación del terreno

Se inició con la remoción, eliminando malezas; se formó una platabanda de 25 cm de altura.

Se realizó la desinfección del suelo aplicando el sistema de “solarización”, cubriendo con polietileno la superficie del área de ensayo; con el fin de combatir los patógenos que se encuentran en el sistema edáfico.

Posteriormente se procedió al trazado del área de bloques y unidades experimentales de acuerdo a la dimensión establecida para el ensayo, tanto para los bloques y unidades experimentales.

5.2.4.4 Instalación del sistema de riego

El sistema de riego empleado en el ensayo fue Riego por Goteo, para tal fin se instalaron cintas a lo largo de la platabanda, a una distancia entre cintas de 30 cm, entre goteros de 25 cm.

5.2.4.5 Preparación del sustrato

5.2.4.5.1 Humus de lombriz

La aplicación de humus de lombriz se realizó un día antes del trasplante, tanto la dosis media y alta de acuerdo a los factores de estudio, la dosis media fue de 1.5 kg/unidad experimental; la dosis alta fue de 3 kg/unidad experimental.

Las dosis media y alta fueron calculadas de acuerdo a los resultados del análisis del suelo, humus de lombriz y requerimiento de nutrientes del cultivo (Chilón, 1997).

5.2.4.5.2 Zumia, bio fertilizante orgánico- húmico

El bio fertilizante orgánico-húmico ZUMIA-15 se aplicó a nivel edáfico, en tres etapas, la primera a la semana del trasplante, la segunda aplicación al inicio de la floración, la tercera a los 30 días de la segunda aplicación, en la etapa de rellenado de azúcares. De acuerdo a los factores de estudio se trabajó con dos niveles, el nivel medio de 3 cc/ unidad experimental y el nivel alto de 6 cc/ unidad experimental; aplicando de acuerdo a los tratamientos correspondientes; la dosis media y alta se calculó de acuerdo a las indicaciones del producto.

5.2.5 Trasplante de plántulas

El trasplante de hijuelos se efectuó el 15 de septiembre de 2011, con la apertura de hoyos medianos utilizando pala jardinera a una profundidad de 15 cm y 15 cm de ancho aproximadamente, posteriormente se introdujo el plantín, cuidando de que las raíces entren uniformes; cubriendo con el sustrato hasta llegar a la corona (si la corona queda totalmente cubierta o quedan al descubierto las raíces, el plantín tiene altas posibilidades de morir). Después del trasplante se regó la platabanda con el fin de evitar que las raíces se sequen y disminuir el estrés de los plantines.

La distancia entre plantas fue de 25 cm, entre hileras la distancia fue de 30 cm; por unidad experimental se tuvieron 14 plántulas haciendo un total de 420 plántulas; de las cuales 210 plántulas de la Variedad Oso Grande y 210 de la Variedad Sweet Charlie.

5.2.6 Manejo de la carpa

El manejo de la carpa es muy importante para un buen desarrollo del cultivo; la apertura de las ventanas para la ventilación con el fin de obtener una temperatura moderada y aire fresco, prevenir el traslado de patógenos con el uso de cal en la planta de los calzados en la entrada a la carpa solar; el suministro de riego por sistema de goteo hasta alcanzar la capacidad de campo con una frecuencia de cuatro veces por semana durante una hora.

Los plantines reaccionaron positivamente, presentando un porcentaje de prendimiento de 100%, evitando de esta manera el refallo.

5.2.7 Control de malezas

Se tuvo el desarrollo de malezas desde la segunda semana del trasplante, las cuales crecieron de forma rápida pero no fueron agresivos; el control de los mismos fue de forma manual cada dos semanas. La tabla 2 presenta la clasificación de las malezas encontradas en el estudio.

Tabla 2. Descripción de las malezas en la carpa solar.

Nombre Común	Familia	Nombre Científico
Diente de León	Compositae	<i>Taraxacum officinale</i>
Mostaza	Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>
Kikuyo	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>
Treból	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>

5.2.8 Plagas

Ciertas plagas se presentaron en el desarrollo del cultivo, las cuales se describen a continuación así como el control respectivo:

- 1) ***Tetranychus spp.***, son arácnidos muy pequeños, se presentaron desde el crecimiento vegetativo, siendo más frecuentes en condiciones de baja humedad y temperaturas elevadas, las arañuelas se encontraron en el envés de la hoja con finas telarañas; dejando a las hojas atacadas un color café marrón y deshidratada; el daño promedio fue de 29 %, puesto que 4 de cada 14 plantas/ unidad experimental se vieron afectadas; fue la plaga más frecuente y la de mayor cuidado. El control fue mediante el riego, manteniendo la humedad adecuada, eliminando malezas y rastrojos para destruir los escondites; esto en los meses de septiembre, octubre y parte de noviembre (fotografía 1).



Fotografía1. Infestación de arañuela (I.N.T.A., sf).

2) ***Armadillidium vulgare***, conocidas como cochinilla, esta fue la segunda plaga de importancia, se manifiesta en humedad alta, desarrollando su ciclo en el interior de la cobertura de polietileno; el ataque fue en los meses de diciembre- febrero, en los frutos maduros, realizando perforaciones y alojándose en el interior, el daño promedio en fruto fue de 10%; puesto que de cada 10 frutos recolectados 1 fue infestado. El control de la cochinilla fue manualmente, dos veces por semana para disminuir la población, puesto que son resistentes a la acción de varios agroquímicos por la dureza del caparazón que los protege (fotografía 2).



Fotografía 2. Anatomía de una cochinilla (Wikipedia, 2012).

3) ***Gryllotalpa gryllotalpa***, conocido como grillo, se presentó en el desarrollo vegetativo, devorando parte de las hojas jóvenes, la cantidad fue mínima; no llegaron a ocasionar daños significativos. El control se realizó de manera manual, puesto que eran muy pocos, revisando la presencia de los mismos cada dos semanas (fotografía 3).



Fotografía 3. Anatomía de grillo común (Naturephoto, 2012).

4) *Aphis* spp. conocidos como pulgones, estuvieron presentes en las hojas jóvenes los meses de octubre y noviembre, pero no causaron ningún daño, puesto que la población no era significativa. El control preventivo fue el uso de trampas de nylon color amarillo, bañados con aceite de cocina; el cual dio mejores resultados que las trampas bañadas con aceite de motor usado (fotografía 4).



Fotografía 4. Anatomía del pulgón verde (I.N.T.A., sf).

5) *Trialeurodes vaporariorum*, conocida como mosca blanca, atacan a las hojas jóvenes, estuvieron presentes en el mes de noviembre, pero la población no fue significativa. El control fue de prevención con trampas

descritas en el control de pulgones, las cuales se distribuyó a lo largo de la platabanda de estudio y en el resto de la carpa (fotografía 5).



Fotografía 5. Infestación de mosca blanca (Planta 2012).

5.2.9 Enfermedades

Las enfermedades identificadas en la investigación son las que se describen a continuación:

- 1) ***Botrytis cinérea***, conocida como botritis, fue la enfermedad de mayor importancia, puesto que atacó a los frutos produciendo ablandamiento y pudrición de los mismos, en los meses de enero a marzo, donde la humedad fue alta; causó pérdidas aproximadas de 20 por ciento. El control fue muy dificultoso, fueron meses con mucha precipitación intensa; afectando la carpa solar y en especial la platabanda por filtraciones en la canaleta pues esta se encontraba a la misma distancia (fotografía 6).



Fotografía 6. Fruto afectado con Botrytis cinérea.

2) *Mycosphaerella fragariae*, conocida como mancha púrpura, este hongo se presentó en el desarrollo vegetativo, pues se manifiesta como círculos pequeños en las hojas; no ocasionó daño significativo (fotografía 7). El control fue de manera manual, podando las hojas afectadas, las cuales fueron enterradas a una distancia considerable de la carpa.



Fotografía 7. Síntomas de mancha púrpura (Wikipedia, 2012).

5.2.10 Cosecha

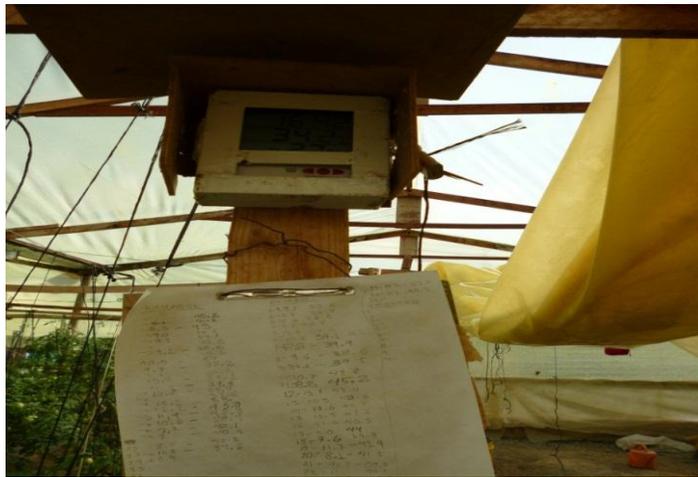
La cosecha se realizó por unidad experimental, del mismo se tomó como población muestral por unidad experimental seis plantas; de las cuales se obtuvo datos correspondientes a las variables de respuesta. Se cosechó de acuerdo a la

madurez comercial tres cuartas partes de maduración. La fruta se empacó el mismo día de la cosecha (peso de 1 kg) para ser comercializados sin distinción de categorías.

5.3 Variables de respuesta

5.3.1 Registro de temperaturas en el interior de la carpa solar

Los registros de temperatura se realizaron diariamente, con un termómetro instalado en el interior de la carpa solar, en ubicación central a una altura de 1,5 m por encima del nivel del suelo, se tomó las temperaturas máximas y mínimas.



Fotografía 8. Registro de temperatura dentro la carpa.

5.3.2 Variables Agronómicas

5.3.2.1 Diámetro de corona

El diámetro de la corona se midió con vernier desde los 25 días después del trasplante, a partir de la fecha la toma de datos se realizó una vez por semana hasta la época de fructificación, tomando una población muestral de seis plantas por unidad experimental.

5.3.2.2 Número de hojas por planta

Se contó el número de hojas por planta una vez por semana hasta el inicio de la fructificación, las plantas indicadas para la medición fueron seis por unidad experimental.



Fotografía 9. Número de hojas por planta.

5.3.3 Variables de Rendimiento

5.3.3.1 Número de frutos por planta

Para esta variable se contó el número de frutos que llegaron a la madurez comercial y fueron recolectados, como número de muestras se tuvo seis plantas por unidad experimental.



Fotografía 10. Número de frutos por planta.

5.3.3.2 Peso de frutos por planta

El peso de frutos por planta se realizó cada cosecha, de seis plantas definidas por unidad experimental, estas fueron pesadas de forma individual en una balanza analítica.



Fotografía 11. Peso de los frutos por planta.

5.3.3.3 Volumen del fruto

El volumen del fruto se midió en centímetro cúbico (cm³), tomando en cuenta la cantidad de agua que desaloja el fruto en una probeta, se efectuó cada cosecha de las seis plantas definidas por unidad experimental.



Fotografía 12. Medición del volumen de frutos por planta.

5.3.3.4 Grados brix

La concentración de sólidos solubles o grados brix (°Brix) se determinó en laboratorio de la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés, por única vez con refractómetro, se tomó muestras de frutos de cada unidad experimental y por lo tanto entre variedades.

5.3.3.5 Rendimiento en kg/ha

Se pesaron los frutos de las unidades experimentales en los meses de cosechas y posteriormente se uniformaron a kg /ha.



Fotografía 13. Rendimiento de frutos.

5.3.4 Variables Edáficas

5.3.4.1 Determinación de la densidad aparente en suelo, la densidad aparente del suelo se determinó al finalizar la evaluación de los tratamientos, en laboratorio de Edafología de la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés,

5.3.4.2 Determinación del porcentaje de porosidad del suelo

La porosidad se determinó mediante la fórmula correspondiente, después de obtener los resultados de Densidad Aparente de las variables de suelo.

5.3.4.3 Determinación del porcentaje de humedad del suelo

El porcentaje de humedad del suelo, se determinó al finalizar la evaluación de los tratamientos, en el laboratorio de Edafología de la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés, se emplearon cinco muestras, tomando en cuenta las variables de suelo; estas fueron cernidas en el tamiz; posteriormente se pesó 67 gr de cada muestra por separado, se depositó en platillo y se llevó a la estufa por 48 horas; de esta manera se obtuvo el peso

seco, mediante la diferencia del peso húmedo y del peso seco obtuvimos el porcentaje de humedad de las muestras.

5.3.5 Variables económicas

El análisis económico, se determinó realizando cálculos de un presupuesto parcial así también de un análisis marginal, considerándose los costos variables, costos fijos, beneficios brutos; de esta manera obteniendo los Beneficios Netos. Tomando en cuenta los rendimientos que se obtuvieron de cada tratamiento y la venta de los mismos.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tras el análisis estadístico de la información generada, se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, estos son los siguientes:

6.1 Variable Agroclimática

6.1.1 Registro de las temperaturas en el interior de la carpa solar

La figura 6, muestra el comportamiento de la temperatura en el interior de la carpa durante los meses en que se realizó el trabajo de investigación; la temperatura influyó en el desarrollo del cultivo. Las mediciones de temperaturas empezaron el día 15 de septiembre del 2011 diariamente hasta el 31 de marzo del 2012; la figura representa las temperaturas de cada cuatro días.

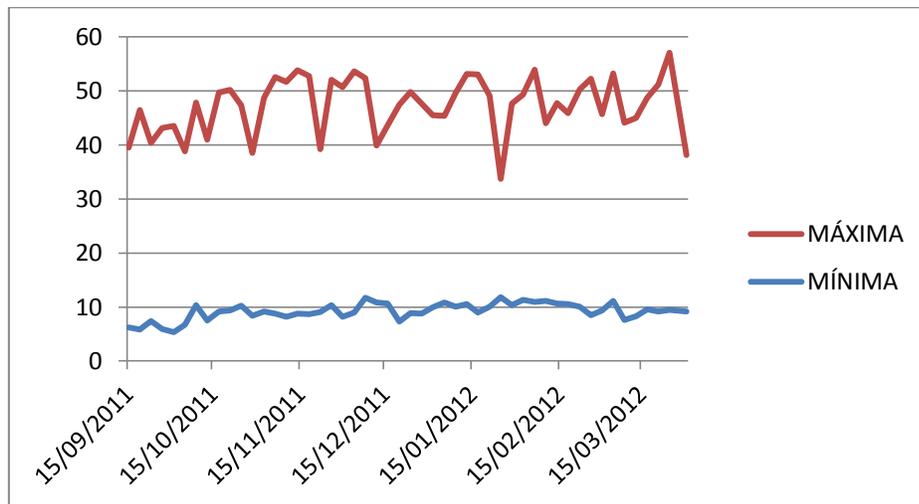


Figura 6. Temperatura ambiente de la carpa solar

En el mes de septiembre se tuvo una mínima de 2.4°C, una máxima de 41.4°C y una media de 21.6°C; en los meses siguientes las temperaturas fueron ascendiendo, teniendo en el mes de diciembre una temperatura mínima de 7.3°C, una máxima de 44.6°C y una media de 23.7°C; la fase vegetativa fue hasta mediados de diciembre, donde empezó la etapa de floración.

En los meses de enero, etapa de fructificación, la temperatura mínima fue de 7.6°C, una máxima de 45.2°C y una media de 24.9°C; esta etapa fue hasta el mes de marzo donde culminó el trabajo de investigación.

Durante los meses de diciembre, enero y febrero, se presentaron lluvias repentinas y muy intensas; lo cual influyó en la fructificación, ya que varios frutos se infestaron por el hongo *Botrytis cinérea*, debido a la alta humedad del ambiente; los cuales fueron desechados.

También se tuvo un desarrollo vegetativo acelerado, atribuible a temperaturas mayores a 24°C.

Juscafresca (1987) citado por Espinoza (2008) menciona que la frutilla es muy sensible a las condiciones climáticas, las que pueden alterar fácilmente el patrón de comportamiento de la planta. Los factores climáticos que inciden en la producción, crecimiento y formación de estolones son: temperatura oscilantes entre 14 y 24 °C, y un período de luz de 12 horas para producir. Las temperaturas excesivamente altas inducen un rápido crecimiento vegetativo y reducción de la floración. Si los días son cortos se estimula la formación de flores y se reducen los estolones.

Por otra parte, Ingeniería Agrícola (2008) señala que a temperaturas por debajo de 12 °C durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por el frío, en tanto que un clima muy caluroso puede originar una maduración y una coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización.

6.2 Variables Agronómicas

6.2.1 Diámetro de corona

En cuadro 1 se observa el análisis de varianza para el diámetro de corona:

Cuadro 1. Análisis de varianza para el diámetro de corona

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
Bloque	2	0.00000667	0.00000333	0.04	0.9646 NS
Variedad	1	1.17216333	1.17216333	12710.2	<.0001 **
Niveles de fertilización	4	0.00084667	0.00021167	2.30	0.0990 NS
Interacción Variedad-Niveles de fertilización	4	0.00042000	0,00010500	1.14	0.3700 NS
Error	18	0.00166000	0.00009222		
Total	29	1.17509667			

Coeficiente de variación=0.60%

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro de corona se puede apreciar que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo mismo pasa con el factor niveles de fertilizantes; así también con la interacción variedades – niveles de fertilización.

Esta falta de significancia entre niveles de fertilización y la interacción variedades-niveles de fertilización puede deberse a las características morfológicas propias de cada especie, mostrándose independientes a los factores e interacción.

Al respecto, González-Aguilar *et al.* (2005) citado por Reyes (2007) un cultivar o variedad se distingue por una característica significativa de tipo morfológico, fisiológico, citológico, químico u otro. Cada cultivar confiere distintos atributos que conciernen a su desarrollo, los cuales son minuciosamente desenmascarados por la fisiología.

Sin embargo, existen diferencias altamente significativas dentro el factor variedad, donde mostró una probabilidad de ($p < .0001$), donde mostró que la variedad Oso Grande supera en diámetro de corona a la variedad Sweet Charlie.

El coeficiente de variabilidad para la variable diámetro de corona es de 0.60%, el cual muestra confiabilidad a los datos obtenidos y analizados en el trabajo de investigación.

6.2.1.1 Diámetro de corona entre variedades

La prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5% se muestra en la figura 7 y cuadro (anexo 10) para diámetro de la corona por variedad, se puede establecer que la variedad Oso Grande supera con una media de 1.79 cm a la variedad Sweet Charlie, la cual presenta una media de 1.39 centímetros.

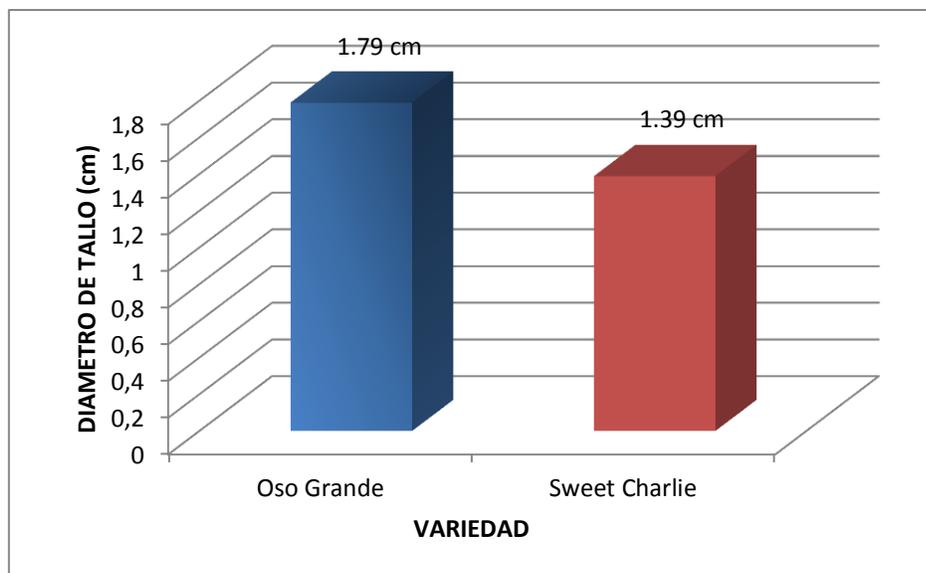


Figura 7. Promedios de diámetro de la corona entre variedades

Esta diferencia se debe que Oso Grande se caracteriza por que la planta tiene mayor desarrollo en tamaño, entre esta la corona es de mayor diámetro que Sweet Charlie, siendo esta última de un porte mediano.

Chandler et al. 2001, citado por Hernández, 2006 describe que en la variedad Sweet Charlie el tamaño de las plantas varía de acuerdo a la época de plantación, pero tienden a ser más pequeñas y más compactas que la variedad Camarosa, Oso Grande; pues la variedad Oso Grande la planta es vigorosa y de follaje oscuro.

6.2.2 Número de hojas

6.2.2.1 Análisis de regresión para el número de hojas en la variedad Oso Grande bajo niveles de fertilización

La figura 8 presenta el análisis de regresión realizada para el número de hojas en la variedad Oso Grande por niveles de fertilización.

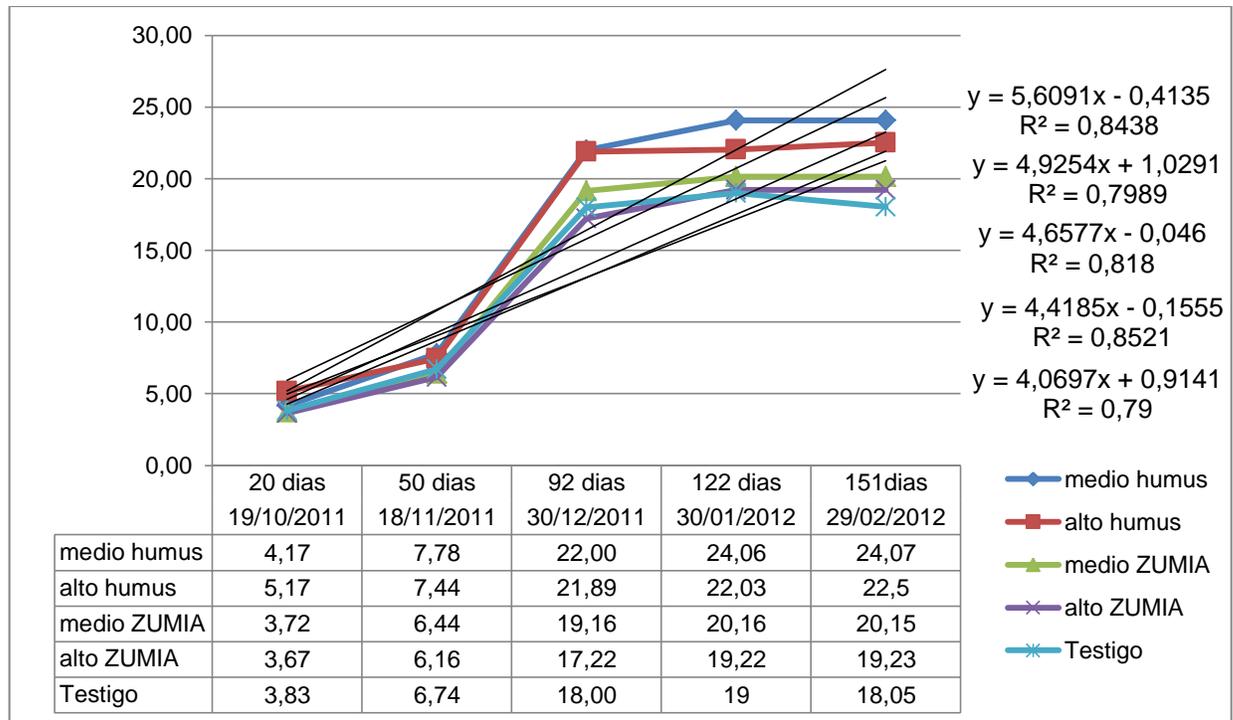


Figura 8. Regresión para número de hojas por niveles de fertilización en la variedad Oso grande

Por otra parte la tabla 3 presenta el análisis de regresión para la variedad Oso Grande del nivel medio de humus.

Tabla 3. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel medio de humus en la variedad Oso Grande

Regresión (r)	r ² x 100	100 - r ²	b	Ecuación (y= a + bx)
0,9186	84.38%	15.62%	5.6091	y=-0.4135+5.6091x

El cual presenta un coeficiente de correlación (r) igual a 0.9186, lo que indica que existe una perfecta asociación con el tiempo, es decir a medida que transcurre el tiempo mayor será el incremento en el número de hojas. Así mismo el coeficiente

(b) indica que por cada 30 días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 5.6 hojas.

Además el coeficiente de determinación ($r^2 \times 100$) indica que el 84.38% en el número de hojas se debe al tiempo transcurrido. Mientras tanto el coeficiente de no determinación ($100 - r^2$) indica que la variabilidad es de 15.62%.

En la misma figura 8, se demuestra el comportamiento número de hojas mediante regresión para el nivel medio de humus en la variedad Oso Grande.

La tabla 4 presenta el coeficiente de correlación (r) igual a 0.8938, el cual muestra que existe una perfecta asociación con el tiempo, a medida que transcurre el tiempo va incrementando el número de hojas. El coeficiente (b) indica que por cada 30 días que transcurre en la evaluación se incrementa 4.9 hojas.

Tabla 4. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel alto de humus en la variedad Oso Grande

Regresión (r)	$r^2 \times 100$	$100 - r^2$	b	Ecuación ($y= a + bx$)
0.8938	79.89%	20.11%	4.9254	$y= 1.0291+ 4.9254x$

Ahora bien, el coeficiente de determinación ($r^2 \times 100$) indica que el 79.89% en el número de hojas se debe al tiempo transcurrido. La variabilidad en el número de hojas es de 20.11% mostrado por el coeficiente de no determinación.

La figura 8 también muestra el comportamiento número de hojas mediante regresión para el nivel alto de humus en la variedad Oso Grande.

La tabla 5 muestra un coeficiente de correlación (r) igual a 0.9044, indicando que la asociación con el tiempo es alta, pues a medida que va transcurriendo el tiempo, irá incrementando el número de hojas; ahora bien por cada 30 días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 4.6 hojas, esto nos indica el coeficiente (b).

Tabla 5. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel medio de zumia en la variedad Oso Grande

Regresión (r)	r ² x 100	100 - r ²	b	Ecuación (y= a + bx)
0.9044	81.8%	18.20%	4.6577	y= -0.046+ 4.6577x

El coeficiente de determinación (r² x 100) muestra que el 81.8% de la variabilidad en el número de hojas es debido al tiempo transcurrido. El coeficiente de no determinación (100 - r²) indica que la variabilidad es de 18.20%.

Se aprecia en la figura 8 el comportamiento número de hojas mediante regresión para el nivel medio de zumia en la variedad Oso Grande.

El coeficiente de correlación (r) igual a 0.9231, indicando que la asociación con el tiempo es muy significativa, es decir a medida que transcurre el tiempo será mayor el incremento en el número de hojas. El coeficiente (b) muestra que por cada treinta días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 4.4 hojas (tabla 6).

Tabla 6. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel alto de zumia en la variedad Oso Grande

Regresión (r)	r ² x 100	100 - r ²	b	Ecuación (y= a + bx)
0.9231	85.21%	14.79%	4.4185	y= -0.1555+ 4.4185x

El 85.21% de la variabilidad en el número de hojas se da por el tiempo transcurrido, este parámetro nos da el coeficiente de determinación (r² x 100). En el coeficiente de no determinación (100 - r²) se observa que la variabilidad es de 14.79%.

En la figura 8 también se puede observar el comportamiento del número de hojas mediante regresión para el nivel alto de zumia en la variedad Oso Grande.

La asociación del número de hojas con el tiempo es buena, es decir a medida que transcurre el tiempo mayor será el incremento en el número de hojas, de acuerdo al coeficiente de correlación (r) que es 0.8888. Ahora bien, el coeficiente (b) muestra que por cada 30 días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 4.0 hojas (tabla 7).

Tabla 7. Análisis de regresión para el número de hojas para el testigo variedad Oso Grande

Regresión (r)	r ² x 100	100 - r ²	b	Ecuación (y= a + bx)
0.8888	79%	21%	4.0697	y= 0.9141+ 4.0697x

Además el coeficiente de determinación (r² x 100) indica que el 79% de la variabilidad en el número de hojas se debe al tiempo transcurrido. Mientras tanto el coeficiente de no determinación (100 - r²) indica que la variabilidad es de 21%.

El gráfico muestra el comportamiento del número de hojas mediante regresión para el testigo variedad Oso Grande.

De acuerdo al análisis de regresión, se concluye que los tratamientos con humus de lombriz en la variedad Oso Grande, tuvieron mayor incremento en el número de hojas en función del tiempo con relación a los demás tratamientos, esto debido a que se tiene 0.57 kg de nitrógeno disponible en cada 100 kg de humus de lombríz, llamado también vermicompost; elemento que favorece a la actividad vegetativa.

Al respecto Suquilanda (1997), describe que el componente esencial del humus de lombriz es el nitrógeno ya que este es el elemento que mejora la productividad en los cultivos, el momento que existe una falta de nitrógeno la planta toma ciertas características como ser: en la hoja se nota cambio de color desde abajo hacia arriba, se tornan más amarillas, las hojas mueren más jóvenes, pierden las hojas y las que se forman son más pequeñas y delgadas. Un exceso del mismo hace que crezcan demasiadas hojas y frutos por lo que la planta no soporta el peso y muere.

6.2.2.2 Análisis de regresión para el número de hojas en la variedad Sweet Charlie bajo niveles de fertilización

La figura 9 presenta el análisis de regresión realizada para el número de hojas en la variedad Sweet Charlie por niveles de fertilización.

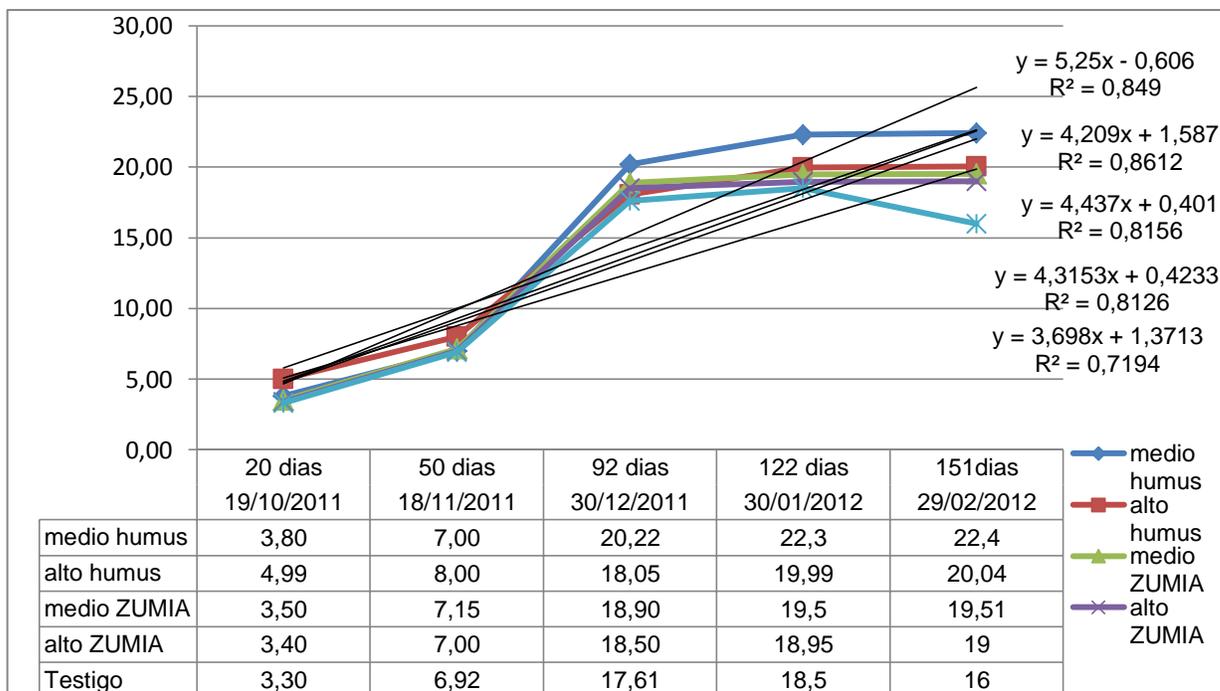


Figura 9. Regresión para número de hojas por niveles de fertilizante en la variedad Sweet Charlie

La tabla 8 presenta un coeficiente de correlación (r) igual a 0.9214, lo que indica que existe una perfecta asociación con el tiempo, es decir, a medida que transcurre el tiempo se incrementará el número de hojas. Asimismo el coeficiente (b) indica que por cada 30 días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 5.25 hojas.

Tabla 8. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel medio de humus en la variedad Sweet Charlie

Regresión (r)	r ² x 100	100 - r ²	b	Ecuación (y= a + bx)
0.9214	84.90%	15.10%	5.25	y= -0.606 + 5.25x

Además el coeficiente de determinación (r² x 100) indica que el 84.90% de la variabilidad en el número de hojas se debe al tiempo transcurrido. Mientras tanto el coeficiente de no determinación (100 - r²) indica que la variabilidad es de 15.10%.

La figura 9 muestra también el comportamiento del número de hojas mediante regresión para el nivel medio de humus variedad Sweet Charlie.

El coeficiente de correlación (r) igual a 0.9280, señala que existe una asociación perfecta con el tiempo, ya que a medida que el tiempo transcurre mayor será el número de hojas. Por cada 30 días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 4.209 hojas, de acuerdo al coeficiente de regresión (b) (tabla 9).

Tabla 9. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel alto de humus en la variedad Sweet Charlie

Regresión (r)	$r^2 \times 100$	$100 - r^2$	b	Ecuación ($y = a + bx$)
0.9280	86.12%	13.88%	4.209	$y = 1.587 + 4.209x$

Mediante el coeficiente de determinación ($r^2 \times 100$) se determina que el 86.12% de la variabilidad en el número de hojas se debe al tiempo transcurrido. Mencionando también que el coeficiente de no determinación ($100 - r^2$) indica que la variabilidad es de 13.88%.

En la figura 9 se observa el comportamiento del número de hojas mediante regresión para el nivel alto de humus para la variedad Sweet Charlie.

La tabla 10 presenta un coeficiente de correlación (r) igual a 0.9031, indicando muy buena asociación con el tiempo transcurrido, ya que al pasar el tiempo ira incrementando también el número de hojas. Se observa en el coeficiente (b) que por cada 30 días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 4.4 hojas.

Tabla 10. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel medio de zumia en la variedad Sweet Charlie

Regresión (r)	$r^2 \times 100$	$100 - r^2$	b	Ecuación ($y = a + bx$)
0.9031	81.56%	18.44%	4.437	$y = 0.401 + 4.437x$

El coeficiente de determinación ($r^2 \times 100$) señala que el 81.56% de la variabilidad en el número de hojas se debe al tiempo transcurrido. Mientras tanto el coeficiente de no determinación ($100 - r^2$) indica que la variabilidad es de 18.44%.

El comportamiento del número de hojas mediante regresión para la aplicación del Nivel Medio de zumia se observa en la figura 9.

Existe buena asociación con el tiempo, pues a medida que transcurre el mismo va incrementando el número de hojas, esto se puede apreciar mediante coeficiente de correlación (r) igual a 0.9014. El coeficiente (b) indica que por cada 30 días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 5.2 hojas (tabla 11).

Tabla 11. Análisis de regresión para el número de hojas para el nivel Alto de zumia en la variedad Sweet Charlie

Regresión (r)	r ² x 100	100 - r ²	b	Ecuación (y= a + bx)
0.9014	81.26%	18.74%	5.25	y= - 0.606 + 5.25x

Además el coeficiente de determinación (r² x 100) indica que el 81.26% de la variabilidad en el número de hojas se debe al tiempo transcurrido. Mientras tanto el coeficiente de no determinación (100 - r²) indica que la variabilidad es de 18.74%.

En la figura 9 se aprecia el comportamiento del número de hojas mediante regresión para la aplicación del nivel alto de zumia en la variedad Sweet Charlie.

La tabla 12 referente a los testigos presenta un coeficiente de correlación (r) igual a 0.8482, lo que indica que existe una perfecta asociación con el tiempo, a mayor tiempo que transcurre mayor será el crecimiento en el número de hojas. También se observa mediante el coeficiente de regresión (b) que por cada 30 días que transcurre en la evaluación se espera un incremento de 3.6 hojas.

Tabla 12. Análisis de regresión para el número de hojas para el testigo de la variedad Sweet Charlie

Regresión (r)	r ² x 100	100 - r ²	b	Ecuación (y= a + bx)
0.8482	71.94%	28.06%	3.698	y= 1.3713 + 3.698x

Además el coeficiente de determinación (r² x 100) indica que el 71.94% de la variabilidad en el número de hojas se debe al tiempo transcurrido. Mientras tanto el coeficiente de no determinación (100 - r²) indica que la variabilidad es de 28.06%.

En conclusión, el mayor incremento de número de hojas en la Variedad Sweet Charlie, se dio con los niveles de humus de lombriz con relación a los demás tratamientos; factor atribuible al nitrógeno disponible que presenta este abono.

Ahora bien, la variedad Oso Grande tiene un leve incremento del número de hojas que la variedad Sweet Charlie, debido a las características típicas de cada especie; pues la planta de la variedad Oso Grande es más frondosa.

Se observó que en ambas variedades el incremento mayor del número de hojas se da en primer lugar con la aplicación de nivel medio de humus, los cuales presentaron también mayores rendimientos de fruto en (kg/ha), lo cual muestra que el nivel de fertilización influye en el número de hojas y este obtiene relación con el rendimiento de fruto, lo cual puede deberse a la mayor actividad fotosintética.

El incremento o crecimiento de individuos o de órganos de los mismos se encuentran expresados en función del tiempo, tomando una curva sigmoidea típica, en esta curva se pueden diferenciar tres fases con diferentes velocidades de crecimiento: *Fase exponencial*, donde la velocidad de crecimiento es lenta al comienzo, debido a la existencia de un número bajo de células en división, el número de células con capacidad de crecimiento va aumentando en forma exponencial, esto es según una progresión geométrica (del tipo 1, 2, 4, 8, 16, etc.). La *Fase lineal* se caracteriza porque a períodos iguales de tiempo corresponden aumentos iguales de crecimiento, en forma independiente del tamaño del sistema considerado y por último esta la *Fase de senescencia*, es la de crecimiento desacelerado y en su transcurso el sistema se vuelve cada vez menos efectivo hasta que cesa totalmente, en los órganos de crecimiento determinado, como las hojas, puede prolongarse durante mucho tiempo, iniciándose mucho antes que se noten los primeros síntomas visuales de la real senescencia del órgano (Exa, 2012).

6.2.3 Volumen de fruto

El cuadro 2 presenta el análisis de varianza para el volumen del fruto.

Cuadro 2. Análisis de varianza para volumen del fruto

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
Bloque	2	1.3404067	0.6702033	1.73	0.2049 NS
Variedad	1	164.4084300	164.4084300	425.22	<.0001**
Niveles de fertilización	4	169.2277800	42.3069450	109.42	<.0001**
Interacción Variedad-Niveles de fertilización	4	18.3431533	4.5857883	11.86	<.0001*
Error	18	6.9595267	0.3866404		
Total	29	360.2792967			

Coeficiente de Variación =2.87%

De acuerdo al análisis de varianza para el volumen del fruto se tiene que la diferencia entre Bloques estadísticamente es no significativa, sin embargo, entre variedades, niveles de fertilizantes e Interacción las diferencias son altamente significativas.

La no significancia entre bloques, es debido a la diferencia de temperatura dentro la carpa no afectó significativamente al cultivo de frutilla por la altura de la misma (25 cm en promedio), ya que el contorno de la carpa se encontraba cubierto a una altura de 1 metro con agrofilm.

Las diferencias altamente significativas dentro de esta variable, se debe a que existe un efecto de los tratamientos (niveles de fertilización) los cuales actúan con las variedades, estas a la vez presentan características genéticas propias, expresando en los resultados.

El coeficiente de variabilidad para la variable volumen de fruto es de 2.87%, el cual muestra confiabilidad a los datos obtenidos y analizados en el trabajo de investigación.

6.2.3.1 Volumen de fruto entre variedades

La prueba de Duncan realizada a un nivel de significancia del 5% la cual se muestra en la figura 10 y anexo 11 para volumen de fruto por variedad, se tiene

que la variedad Oso Grande supera con una media de 24.0273 cc a la variedad Sweet Charlie, la cual presenta una media de 19.3453 cc.

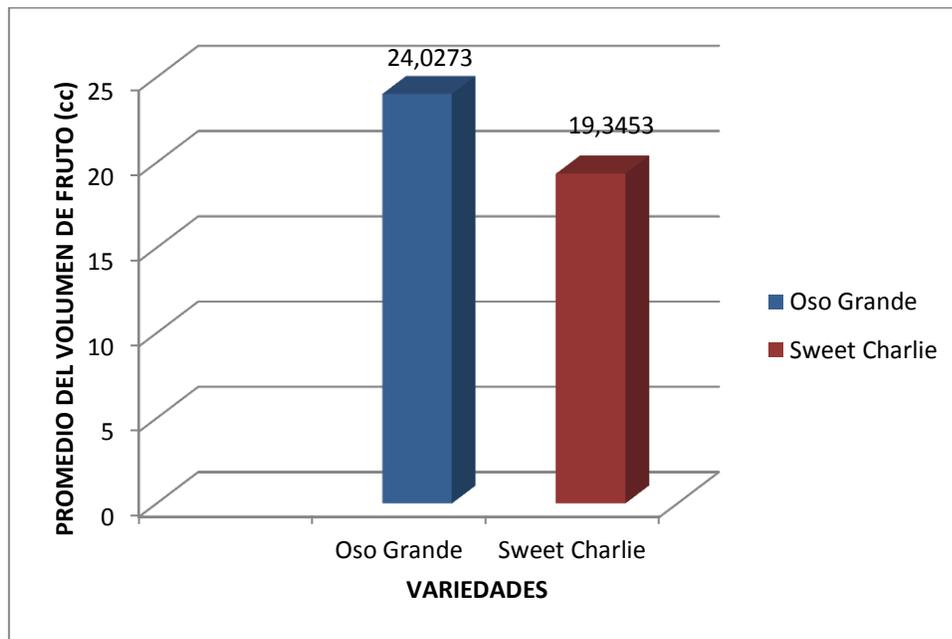


Figura 10. Comportamiento del volumen de fruto por variedad

La diferencia entre las variedades se debe a que la variedad Oso Grande se caracteriza por desarrollar frutos de mayor volumen, a diferencia de la variedad Sweet Charlie, donde el volumen de los frutos es menor a la otra variedad.

González (2010) describe que la variedad Oso Grande presenta las siguientes características: es de color rojo anaranjado, forma de cuña achatada, con tendencia a aparecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor. La planta es vigorosa y de follaje oscuro.

Ahora bien el mismo autor menciona que la variedad Sweet Charlie es de día corto, introducida por la Universidad de Florida, de fruta mediana, roja, excelente sabor, de tamaño mediano.

6.2.3.2 Volumen de fruto entre niveles de fertilización

La figura 11 y cuadro (anexo 12) muestran la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%; realizada para el volumen de frutos por niveles de fertilización dan diferencias significativas, donde el nivel medio de humus fue el que obtuvo mayor promedio del volumen de fruto con 25.08 centímetros cúbicos, seguido del

nivel medio de zumia con 23.23 centímetros cúbicos, en tercer lugar se tiene al nivel alto de humus, con 21.79 centímetros cúbicos, el nivel alto de zumia se encuentra en cuarto lugar con 20.06 centímetros cúbicos, y en último lugar se encuentra el testigo con 18.28 centímetros cúbicos.

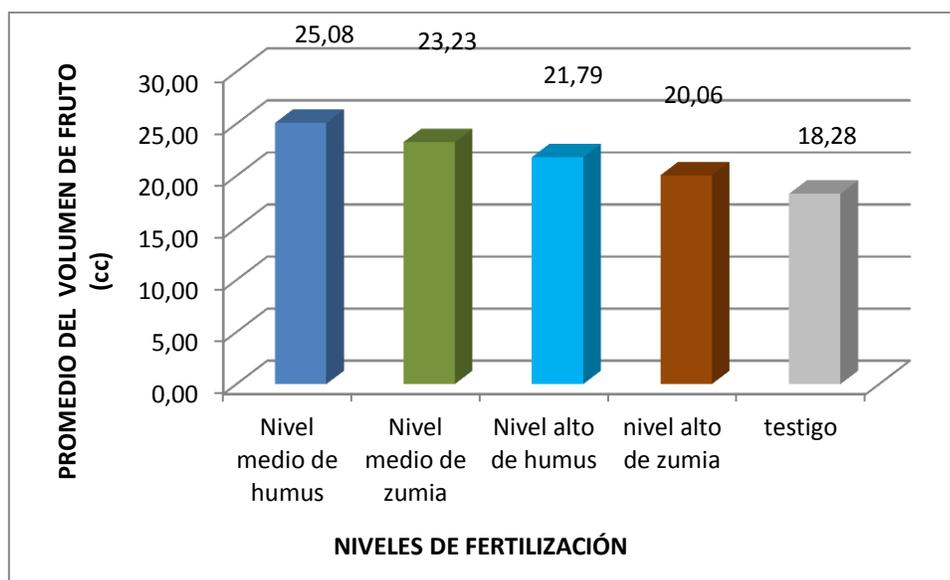


Figura 11. Promedio del volumen del fruto por niveles de fertilización

Esta diferencia se debe a que la planta de frutilla respondió de manera diferente no solo a los tipos de fertilizantes, sino también a los niveles de los mismos; los cuales aportaron distintas cantidades de sus elementos; lo que se vio reflejado en las variables, en este caso en el volumen de fruto.

Sotelo y Téllez (2007). describen que el humus de lombriz o Vermicompost, facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta, la acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos. Por otra parte transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas que aumentan la calidad tanto en el porte de las plantas como en la calidad de los frutos.

Ahora bien Agroinco (sf) señalan que el bio fertilizante zumia obtenido a partir de leonardita presenta entre sus cualidades ayudar a la síntesis de ácidos nucleicos, que se traduce en la activación de los procesos enzimáticos.

Sampson (2003) citado por Sotelo y Téllez (2007) menciona en estudios no publicados que a mayores cantidades de abonos, provoca un menor crecimiento del sistema radicular y al mismo tiempo la falta de movilidad y disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

6.2.3.3 Interacción de variedades – niveles de fertilización para volumen de fruto

La figura 12 y cuadro (anexo 13) muestran el análisis de interacción variedades-niveles de fertilización para volumen de fruto, se puede establecer que aplicando un nivel medio de humus de lombriz se obtienen frutos con mayor volumen tanto en la variedad Oso Grande presentado una media de 28.33 cc y Sweet Charlie con 21.83 cc; ahora bien, la interacción del nivel medio de zumia se reflejó tanto en la Variedad Oso Grande con una media de 26.18 cc, y en la Variedad Sweet Charlie con una media de 20.27 cc; el nivel alto de humus obtuvo una media en la variedad Oso Grande de 23.51 cc , en la variedad Sweet Charlie fue de 20.07 cc. Con nivel alto de zumia se obtuvo una media de 21.22cc en la variedad Oso Grande, y 18.89cc en la variedad Sweet Charlie; por último se tiene que los tratamientos testigos presentaron una media de 20.89cc en Oso Grande y 15.66 cc en Sweet Charlie.

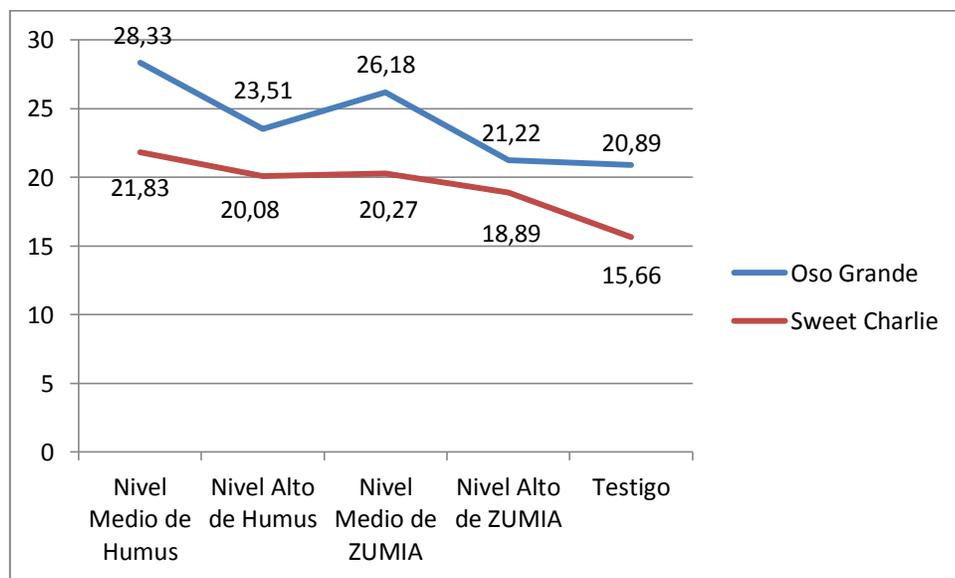


Figura 12. Análisis de la interacción variedades-niveles de fertilizantes para volumen de fruto (cc)

Estos resultados reflejan la interacción que se tiene entre los fertilizantes y los niveles de los mismos en las variedades, lo cual se observa para esta variable en volumen de fruto; las variedades presentan sus características morfológicas y genéticas propias; con el suministro de niveles medios de humus y zumia los frutos presentan mayor volumen.

6.2.4 Grados brix

El análisis de varianza para Grados Brix, según el cuadro 3, muestra que existen diferencias altamente significativas entre variedades, niveles de fertilizantes e interacción; sin embargo entre bloques la diferencia estadísticamente es no significativa.

Cuadro 3. Análisis de varianza para Grados brix

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
Bloque	2	0.00466667	0.00233333	0.08	0.9249 NS
Variedad	1	46.62533333	46.62533333	1567.73	<.0001 **
Niveles de fertilización	4	7.86866667	1.96716667	66.14	<.0001 **
Interacción Variedad-Niveles de fertilización	4	0.60466667	0.15116667	5.08	0.0064 *
Error	18	0.53533333	0.02974074		
Total	29	55.63866667			

Coeficiente de Variación= 2.33%

Las diferencias significativas son resultado de las características que presentan los frutos en cada variedad y de los componentes que presentan los niveles de fertilización; los cuales intervinieron en los grados brix de cada tratamiento.

El coeficiente de variabilidad para la variable Grados Brix es de 2.33%, el cual está dentro del rango, mostrando confiabilidad a los datos obtenidos y analizados en el trabajo de investigación.

6.2.4.1 Grados Brix entre variedades

La prueba de Duncan para Grados Brix por variedad figura 13 y cuadro (anexo 14) a un nivel de significancia del 5% indica que la variedad Sweet Charlie obtuvo una media de 8.65 % superando a la variedad Oso Grande que presentó una media de 6.16 por ciento.

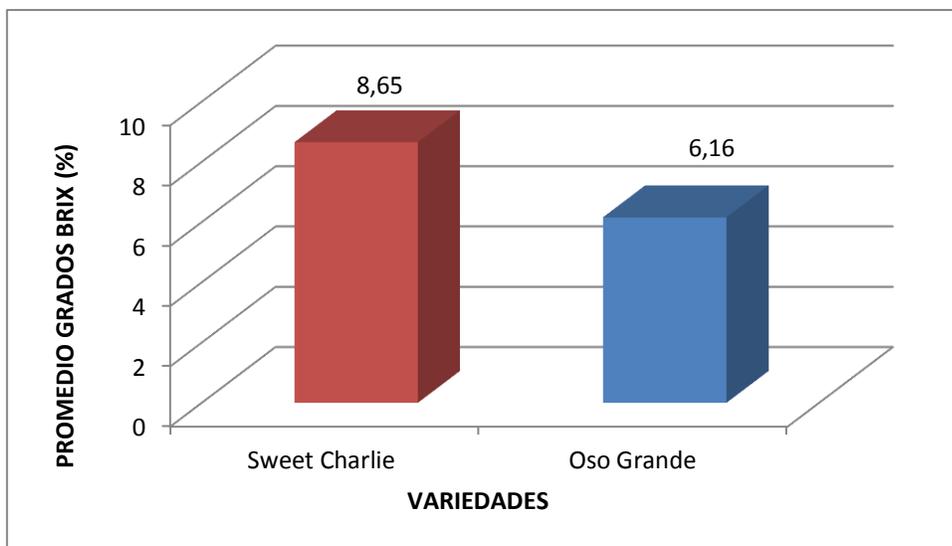


Figura 13. Promedios para Grados brix por variedad

Sweet Charlie presenta entre sus características de fruto dulce y exquisito al paladar, por otra parte los frutos de la variedad Oso Grande presentan menor dulzor; lo cual es reflejo del porcentaje de grados brix de los frutos.

Los Grados Brix representan el porcentaje de sacarosa determinado en el jugo del fruto, se mide utilizando un brixómetro o un refractómetro para grados brix, las lecturas registradas están dadas a la temperatura indicada por estos instrumentos (Bosquez, 2010).

Strum *et al.* (2003) citado por Ramírez (2011), describe que los azúcares principales en el fruto de la fresa son sacarosa, glucosa y fructuosa, que representa más del 99% del total de los azúcares de las frutas maduras.

González (2010) señala que la variedad Oso Grande de color rojo anaranjado presenta buen sabor, señala también que la variedad Sweet Charlie de color rojo es de exquisito sabor.

6.2.4.2 Grados brix entre niveles de fertilización

La prueba de Duncan para Grados Brix por niveles de fertilización presentados en la figura 14 y cuadro (anexo 15) a un nivel de significancia del 5%, dan como resultado diferencias entre los fertilizantes, pues los tratamientos con zumia sin distinción de niveles, presentaron una media de 8.10 y 7.9 en porcentaje de grados brix; seguidos de los tratamientos con humus de lombriz, también sin distinción de niveles, dieron como resultado una media de 7.18 y 7.11 en porcentaje de grados brix; por último se tiene que los frutos con menor porcentaje de grados brix fueron los del tratamiento testigo, presentando una media de 6.73.

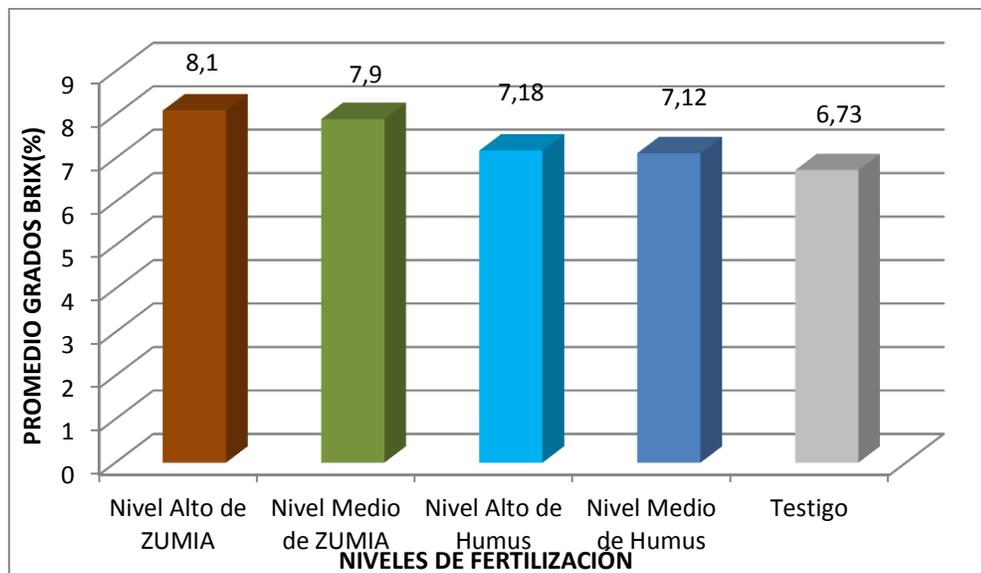


Figura 14. Promedios para Grados brix para niveles de fertilización

El bio fertilizante zumia incremento el porcentaje de grados brix en las dos variedades, demostrando eficiencia del producto para esta variable.

Agroinco (sf.) señala que el bio fertilizante zumia (a base de Leonardita), aumenta el Grado Brix y el jugo de los frutos.

Nolasco, 2011 describe que el valor nutricional de los frutos se ve afectado directamente por el valor de brix, vamos a recibir mayor beneficio nutricional y los cultivos serán más sanos si los brix son altos; por el contrario, si los BRUX son bajos la concentración de nutrientes será menor, pero además el cultivo tendrá mayor problemas con plagas y enfermedades.

6.2.4.3 Interacción variedades - niveles de fertilización en grados brix

La figura 15 y cuadro (anexo 16), muestran el análisis de la interacción variedades-niveles de fertilización para Grados brix; dan como resultado que zumia tuvo una excelente interacción con las variedades, pues el nivel alto obtuvo 9.40 % con Sweet Charlie, 6.80 % con Oso Grande; con el nivel medio de zumia se tuvo en la variedad Sweet Charlie 9.33 %, en Oso Grande 6.46%; el humus de lombriz también interactuó con las dos variedades incrementando el porcentaje de grados brix, el nivel alto de humus obtuvo en la variedad Sweet Charlie 8.23%, en la variedad Oso Grande 6.13%; el nivel medio de humus en la variedad Sweet Charlie se tuvo una media de 8.23%, en Oso Grande 6%. Los tratamientos testigos se vieron afectados por la falta de fertilizantes, pues la Sweet Charlie obtuvo 8.0% y Oso Grande 5.4%.

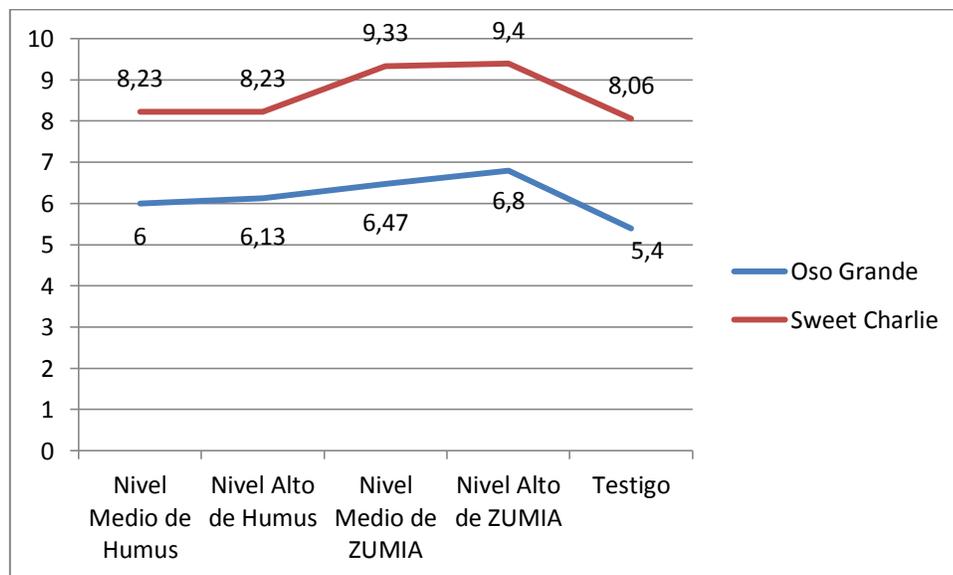


Figura 15. Interacción variedades-niveles de fertilización para grados brix.

La interacción entre variedades y niveles de fertilización se refleja en los resultados de la variable Grados Brix, pues zumia obtuvo un mayor porcentaje tanto en la variedad Sweet Charlie como en Oso Grande; el humus de lombriz también incrementó el porcentaje de Grados Brix, en los tratamientos donde no se tuvo interacción variedad- fertilizantes el porcentaje fue bajo.

Baraona y Barrantes, 1998, citados por Téllez, et al., 2007, aseveran que el contenido nutritivo y grados Brix del fruto varía según la variedad, volumen del fruto, fertilidad del suelo y condiciones climáticas.

6.2.5 Peso del fruto

En el cuadro 4 se observa el análisis de varianza para peso del fruto.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el peso del fruto

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
Bloque	2	0.3082400	0.1541200	1.14	0.3407 NS
Variedad	1	113.2574700	113.2574700	840.57	<.0001 **
Niveles de fertilización	4	103.1865133	25.7966283	191.46	<.0001**
Interacción Variedad-Niveles de fertilización	4	4.5817133	1.1454283	8.50	0.0005 **
Error	18	2.4252933	0.1347385		
Total	29	223.7592300			

Coeficiente de variación=1.93%

De acuerdo al análisis de varianza para la variable peso del fruto, las diferencias entre bloques estadísticamente son no significativas; por el contrario, se tiene diferencias significativas tanto en Variedades, Niveles de Fertilización así también en la Interacción.

El coeficiente de variabilidad para peso del fruto es de 1.93%, que se encuentra dentro del rango, mostrando confiabilidad en los datos obtenidos.

6.2.5.1 Peso del fruto entre variedades

La figura 16 y cuadro (anexo 17) presentan la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, para peso de fruto en variedades; donde se observa superioridad de la Variedad Oso Grande, con un promedio de 20.98 gr. frente a la variedad Sweet Charlie, el cual presentó un promedio de 17.09 gr.

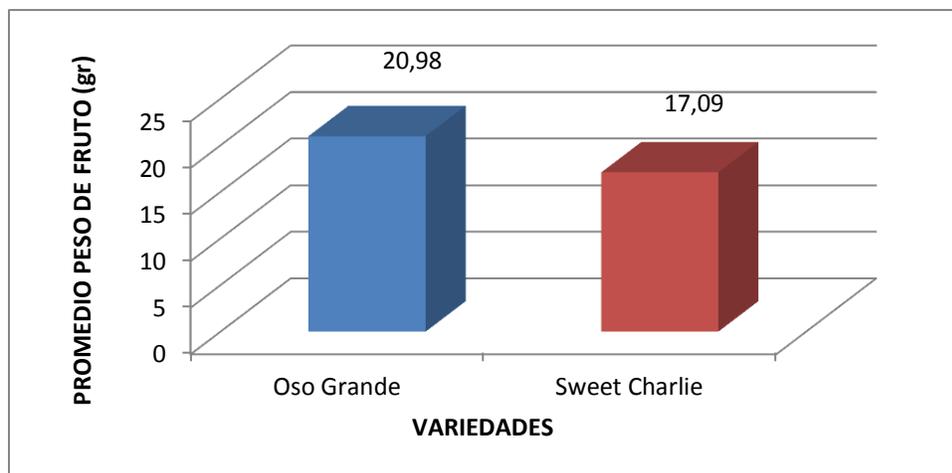


Figura 16. Peso del fruto para variedades

La superioridad en peso de fruto de Oso Grande se debe a las características genéticas de esta, puesto que el fruto es de mayor tamaño y peso que Sweet Charlie, aunque esta presenta mayor número de frutos.

Hernández, (2006) describe que Sweet Charlie es una variedad de fruta mediana (17 gr en promedio), roja de excelente sabor; presenta la ventaja sobre las demás de variedades de ser resistente a antracnosis.

6.2.5.2 Peso del fruto entre niveles de fertilización

La figura 17 y cuadro (anexo 18) muestran la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%, para peso del fruto para niveles de fertilizantes; donde los tratamientos con nivel medio de humus obtienen un peso promedio de 21.85 gr.; los tratamientos aplicados con nivel medio de zumia presentaron un promedio de 20.11 gr. en peso de fruto; ahora bien el aplicando un nivel alto de humus se tuvo 18.88 gr. en promedio; seguido del nivel alto de zumia, el cual reportó un promedio en peso de 17.91 gr. y finalmente se tiene a los tratamientos testigos, donde el peso de fruto fue de 16.42 gr.

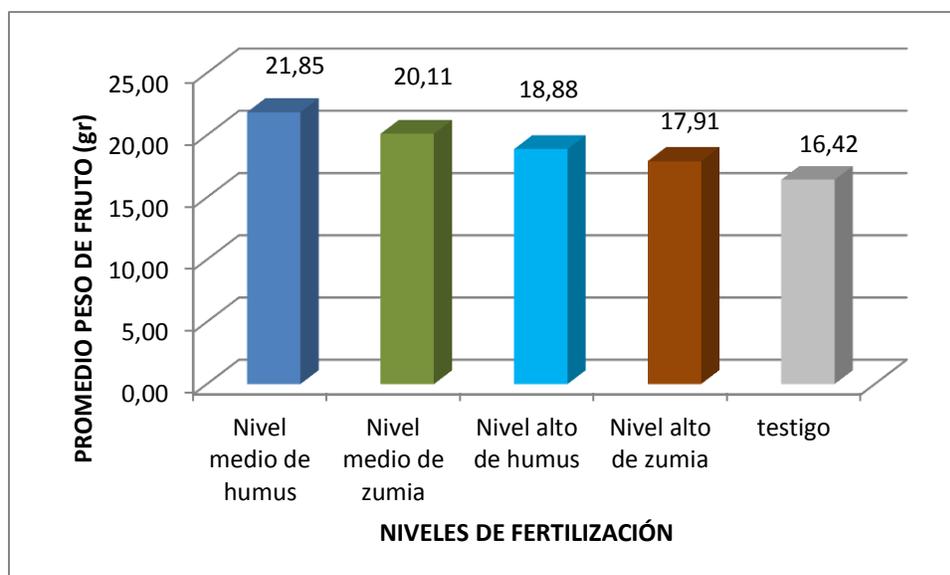


Figura 17. Peso del fruto (gr) para niveles de fertilización

El nivel medio de humus fue el que obtuvo los más altos resultados en peso de fruto, debido a que proporcionó los requerimientos demandados por el cultivo de frutilla, donde los nutrientes estuvieron de forma fácilmente asimilable; también se obtuvo resultados exitosos con el nivel medio del bio fertilizante zumia, puesto que es rico en ácidos húmicos, macro y micro elementos.

Los niveles altos de humus y zumia presentaron resultados buenos pero inferiores en peso de fruto que los niveles medios tanto de humus y zumia; esto puede deberse a que la planta de frutilla respondió mejor a la aplicación que satisface sus requerimientos nutricionales, sin exceder los mismos.

Los tratamientos testigos resaltan la deficiencia de nutrimentos en los resultados de peso del fruto, siendo muy inferiores a los demás tratamientos.

Puesto que el humus de lombriz o vermicompost y el bio fertilizante zumia, son ricos en ácidos húmicos Zandonadi (2007), citado por Ramos (2011) reporta que las sustancias húmicas mejoran la adquisición de nutrimentos e incrementan la concentración de clorofila en hojas; dichos efectos se han atribuido a la actividad de “fitohormonas” de diferentes fracciones húmicas.

Estos hallazgos marcan la pauta para continuar investigando el alcance y beneficios del vermicompost sobre los cultivos de interés, ya que este posee además de sustancias parecidas a hormonas, una carga microbiana benéfica que

podría influenciar positivamente los atributos de calidad de frutas y hortalizas (Ramos, 2011).

El mismo autor señala que la fertilización equilibrada de fresa es decisiva para obtener alta calidad y rendimiento de fruto.

6.2.5.3 Interacción variedades – niveles de fertilización en peso del fruto

El análisis de la interacción para el peso del fruto entre variedades – niveles de fertilizantes se puede observar en la figura 18 y cuadro (anexo 19); donde los resultados del peso del fruto se verán influenciados por la variedad, los niveles y tipos de fertilizantes;

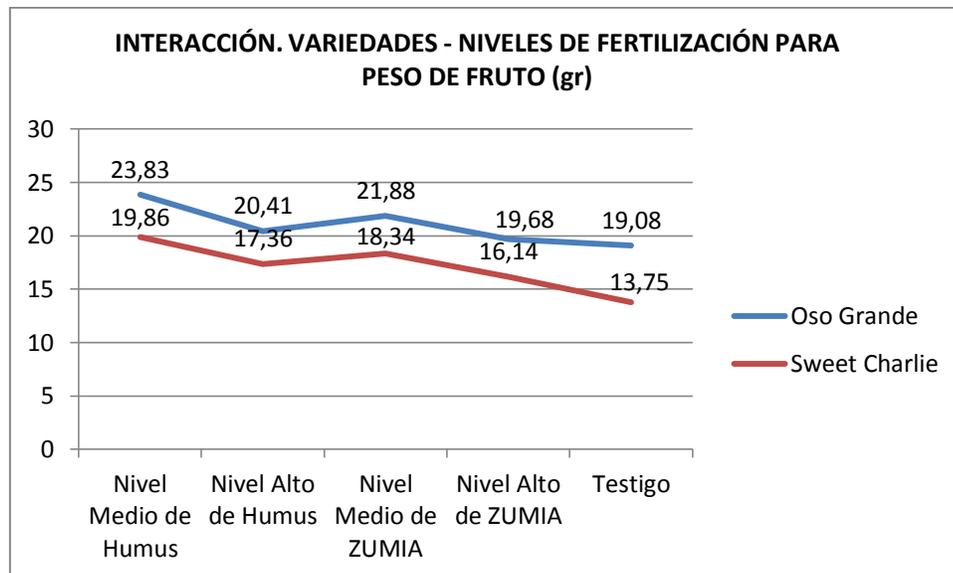


Figura 18. Análisis de la interacción para el peso del fruto entre variedades – niveles de fertilización

La interacción más representativa se da con el nivel medio de humus, presentando 23.83 gr en Oso Grande, y 19.86 gr en Sweet Charlie; el nivel medio de zumia también obtuvo una buena interacción en Oso Grande con 21.88 gr y 18.34 gr en Sweet Charlie; los niveles altos tanto de humus como de zumia también interactuaron positivamente con las dos variedades pero en menor grado que los niveles medios, con nivel alto de humus se obtuvo 20.41 gr en Oso Grande y 17.36 gr en Sweet Charlie; con el nivel alto de zumia el promedio en peso para Oso Grande fue de 19.68 gr y 16.14 gr en Sweet Charlie; los tratamientos testigos

obtuvieron el peso promedio más bajos; respuesta debida a la falta de interacción con niveles de fertilizantes; donde solo se vio las características de cada variedad, presentando un peso de 19.08 gr para Oso Grande y 13.75 gr para Sweet Charlie.

Al respecto, Bianchi (1986) citado por Nolasco (2011) describe que el crecimiento y fructificación de la fresa al igual que en otras especies frutales, son consecuencia de la actividad fotosintética y de la absorción de agua y nutrimentos del suelo por las raíces; la fresa debido a sus altos rendimientos, lo corto de su ciclo y lo profundo de sus raíces, explota intensamente una pequeña capa de suelo (20 cm), requiriendo por consiguiente suelos fértiles, que constituya una fuente importante de nutrimentos disponibles fácilmente.

6.2.6 Número de frutos por planta

El cuadro 5 presenta el análisis de varianza para número de frutos.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el número de frutos por planta

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
Bloque	2	0.08824667	0.04412333	0.75	0.4871 NS
Variedad	1	38.39745333	38.39745333	651.65	<.0001 **
Niveles de fertilización	4	28.03625333	7.00906333	118.95	<.0001**
Interacción Variedad-Niveles de fertilización	4	2.35601333	0.58900333	10.00	0.0002 **
Error	18	1.06062000	0.05892333		
Total	29	69.93858667			

Coefficiente de Variación= 4.03%

El análisis de Varianza para la variable número de frutos por planta (cuadro 5), ofrece los siguientes resultados: diferencias altamente significativas para variedades, niveles de fertilizantes y la interacción; la diferencia entre bloques estadísticamente es no significativa.

El coeficiente de variación es de 4.03%, lo cual muestra confiabilidad en los datos y su respectivo análisis.

6.2.6.1 Número de frutos por planta entre variedades

La figura 19 y cuadro (anexo 20) muestran la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, para número de frutos por variedad; Sweet Charlie dio un

promedio de 7.15 frutos por cosecha, Oso Grande obtuvo un promedio de 4.88 frutos por cosecha.

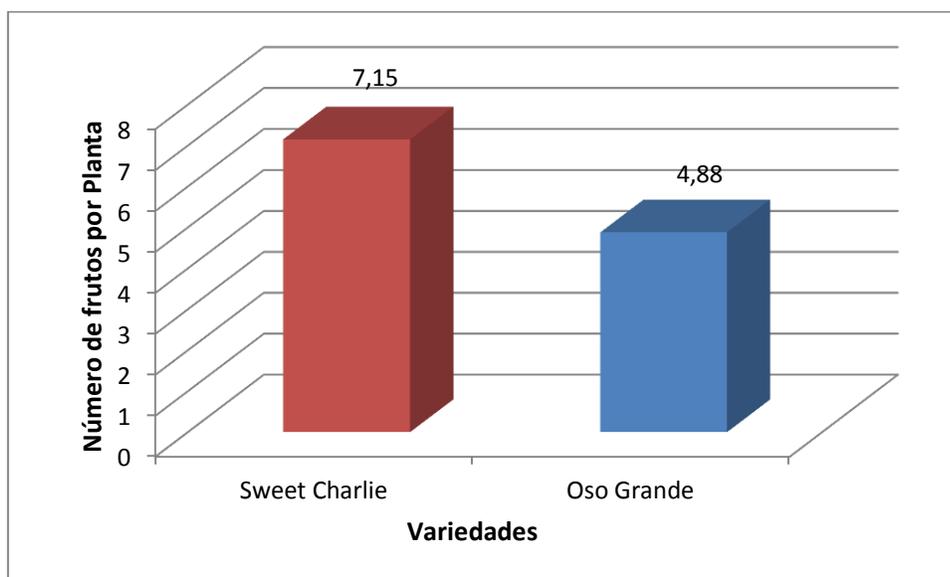


Figura 19. Comportamiento del número de fruto por variedad

Una de las características de Sweet Charlie es el de dar mayor número de frutos por planta que Oso Grande, pues este último presenta frutos de mayor tamaño pero en menor cantidad.

Hancock (1999) citado por Estrada (2011) describe que el comportamiento de las plantas depende desde luego no solo del clima sino de la variedad, algunas de las variedades de fresa son menos vulnerables que otras a los daños causados por diversos factores que afectan el desarrollo de la fresa.

6.2.6.2 Número de frutos por planta entre niveles de fertilización

La prueba de Duncan realizada para el número de frutos por niveles de fertilización a un nivel de significancia del 5% mostrados por la figura 20 y cuadro (anexo 21) indican que el nivel medio de humus obtuvo un promedio de 7.54 frutos por planta, siendo el más alto; el nivel alto de humus y el nivel medio de zumia obtuvieron promedios muy similares, sin diferencias significativas, las cuales fueron 6.26 y 6.24 frutos por planta; el promedio que obtuvo el nivel alto de zumia fue de 5.4 frutos por planta y finalmente el tratamiento testigo, con 4.66 frutos por planta, resultando ser el más bajo de todos los promedios.

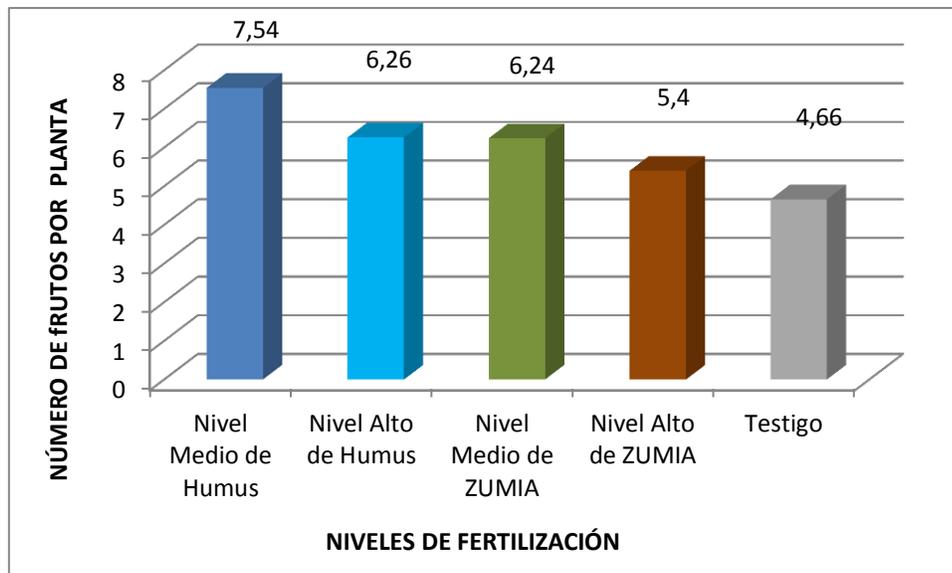


Figura 20. Promedio del número de fruto por niveles de fertilización

Las diferencias en niveles de fertilización se deben a la concentración de nutrientes especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales deben estar de acuerdo a la demanda del cultivo, donde la fertilización debe ser adecuada para una buena producción.

Al respecto Hancock (1999) citado por Estrada (2011) cita que la fresa tiene una demanda alta de nitrógeno, y potasio debido a que son los mayores componentes de la fruta. Dosis óptimas de nitrógeno, fósforo y potasio son esenciales para el desarrollo del cultivo; sin embargo, niveles excesivos de nitrógeno producen frutos blandos, retardan la maduración, disminuyen el rendimiento e incrementan la proliferación de enfermedades provocadas por hongos.

6.2.6.3 Interacción variedades – niveles de fertilización del número de frutos por planta

La figura 21 y cuadro (anexo 22) muestran el análisis de interacción variedades – niveles de fertilización para número de frutos; donde el nivel medio de humus muestra superioridad con 8.24 número de frutos en Sweet Charlie, y 6.85 en Oso Grande; por debajo de este se tiene al nivel medio de humus con un promedio de 7.46 frutos en Sweet Charlie y 5.06 en Oso Grande, similar a este nivel está el nivel medio de zumia con 7.81 frutos en Sweet Charlie y 4.66 en Oso Grande; el nivel alto de zumia se encuentra por debajo de los mencionados con un promedio

de 6.5 frutos en Sweet Charlie y 4.3 frutos en Oso Grande y finalmente los tratamientos testigos muestran la falta de interacción con los niveles de fertilizantes, dando como resultado 5.74 frutos en Sweet Charlie y 3.57 en Oso Grande.

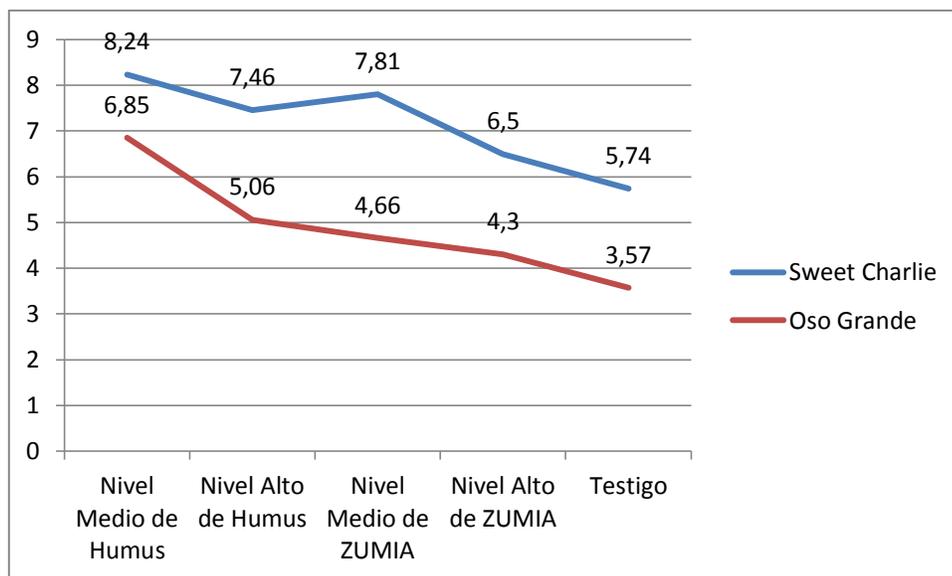


Figura 21. Análisis de la interacción variedades-niveles de fertilización para número de frutos.

La interacción entre niveles de fertilización y variedades es evidente, pues incrementa el número de frutos por planta en cada variedad, las mismas que presentan sus propias características genéticas de desarrollo y productividad; en este análisis, el nivel medio de humus interactúa mejor tanto con la variedad Sweet Charlie y la variedad Oso Grande; seguido de los niveles alto de humus y medio de zumia que incrementan de manera similar el número de frutos por planta; el nivel alto de zumia también incrementa el número de frutos pero de manera menos eficiente que los anteriores tratamientos; los tratamientos testigos muestran solo características de fruto, siendo el número de frutos por planta mucho menor que los descritos.

6.2.7 Rendimiento

El cuadro 6 reporta el análisis de varianza para rendimiento (kg/ha).

Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento (kg/ha)

Fuente	GL	SC	CM	F-val	Prob.
Bloque	2	1501720.2	750860.1	1.32	0.2912 NS
Variedad	1	58061954.6	58061954.6	102.26	<.0001 **
Niveles de fertilización	4	531903059.8	132975764.9	234.21	<.0001 **
Interacción Variedad- Niveles de fertilización	4	28126980.6	7031745.1	12.38	0.0001 **
Error	18	10219769.2	567765.0		
Total	29	629813484.3			

Coefficiente de Variación= 4.71%

El análisis de varianza para la variable rendimiento (kg/ha), muestra que la diferencia entre bloques estadísticamente no es significativa, ahora bien, entre variedades, niveles de fertilización y la interacción de ambos muestra diferencias estadísticas significativas.

El coeficiente de variación es de 4.71%, lo cual muestra datos confiables, así como los análisis de los mismos.

6.2.7.1 Rendimiento entre variedades

La prueba de Duncan realizada para el rendimiento (kg/ha) por variedades, se muestra en la figura 22 y cuadro (anexo 23), a un nivel de significancia del 5%; donde se observa que existe una superioridad de la variedad Sweet Charlie, la cual obtuvo un rendimiento de 17377.8 kg/ha frente a la variedad Oso Grande que presentó un rendimiento de 14595.5 kg/ha.

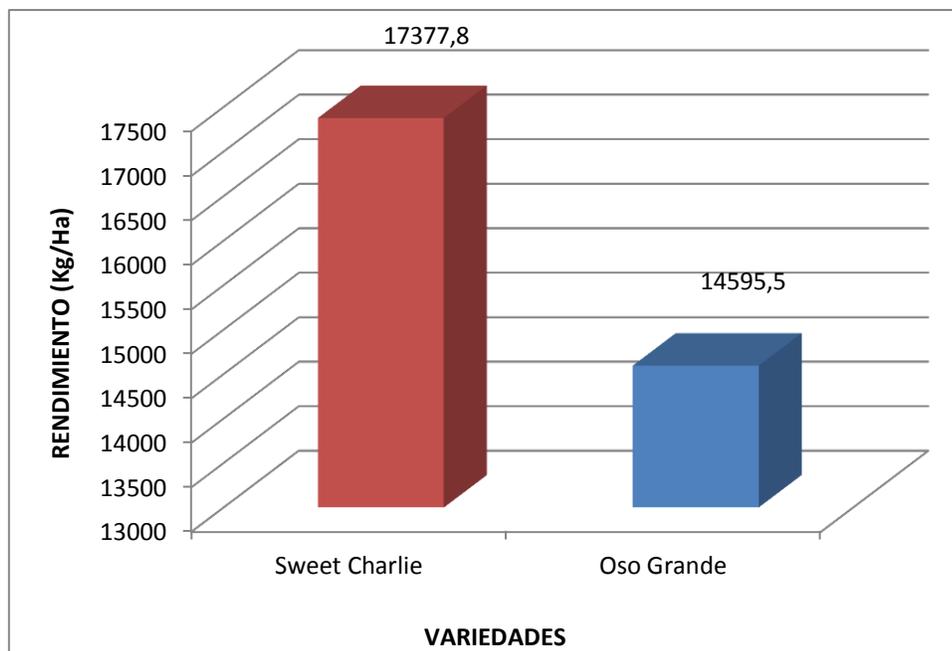


Figura 22. Comportamiento del rendimiento (kg/ha) por variedades

La superioridad de Sweet Charlie se dio porque esta variedad da un mayor número de frutos por planta, característica genética que favoreció el rendimiento por hectárea, los frutos son de tamaño mediano, frente a Oso Grande, el cual presenta cierto grado de superioridad en peso, pero es desfavorecido por el número de frutos por planta.

Amaru (2005) describe que el resultado de rendimiento en kg/ha en tres variedades de frutilla, el mejor rendimiento obtenido fue con Sweet Charlie, seguido de Chandler y Oso Grande, infiere que los resultados se atribuye a las características genéticas de las plantas, además de la resistencia de Sweet Charlie a las bajas temperaturas.

Emitcham (1996) citado por Estrada (2011) señala que en el cultivo de fresa, los factores más importantes para asegurar su rendimiento y calidad inician desde la selección de cultivares, los cuales varían en calidad, definida principalmente por la firmeza, contenido de azúcar y la acidez de los frutos; así como la susceptibilidad de los mismos a enfermedades.

6.2.7.2 Rendimiento entre niveles de fertilización

La figura 23 y cuadro (anexo 24) muestran la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5%, el promedio del rendimiento para niveles de fertilización; el nivel medio de humus es el que obtuvo el promedio mayor, con 22879.8 kg/ha esto por el contenido de nutrientes necesarios y la disponibilidad de los mismos para la absorción de las raíces; le siguen a este sin diferencias significativas el nivel medio de zumia con 17174.1 kg/ha y el nivel alto de humus con 16299.1 kg/ha, los cuales cubrieron también la demanda de nutrientes; el nivel alto de zumia se encuentra con 13274.3 kg/ha y por debajo de los demás se tiene a los tratamientos testigos presentando 10306.0 kg/ha, resultado debido a la falta de fertilización adecuada.

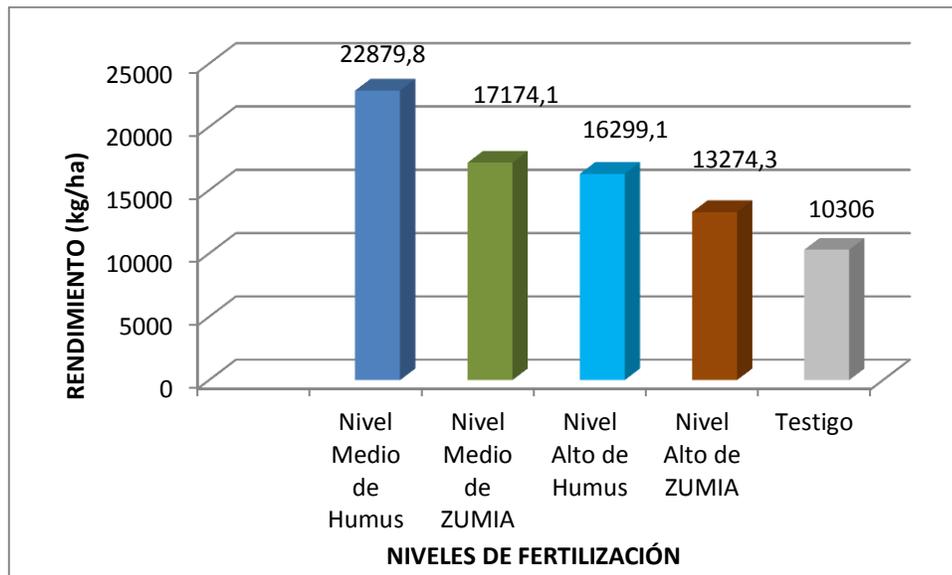


Figura 23. Promedio del rendimiento por niveles de fertilización

El nitrógeno es el nutriente más importante sobre el rendimiento y calidad de la fresa, el manejo de la fertilización es de vital importancia, la fuente de nitrógeno modifica el crecimiento, rendimiento y calidad de la fruta (Guler *et al.*, 2006 citado por Ramírez, 2011).

Al respecto, Maas (1998) citado por Estrada (2011) menciona que el potasio se requiere en procesos fisiológicos tales como la activación de enzimas, el transporte de azúcares, funciones estomáticas, síntesis de proteínas y fotosíntesis; incrementa la producción floral y el rendimiento en fruta.

El fósforo también es importante en el cultivo de la fresa, ya que fortalece el sistema radicular, previene el apacharramiento de la planta y coadyuva a la obtención de un rendimiento óptimo (Martínez y León, 2004 citado por Ramírez, 2011).

6.2.7.3 Interacción variedades – niveles de fertilización para rendimiento

El análisis de la interacción entre variedades y niveles de fertilización para rendimiento (kg/ha), presentado en la figura 24 y cuadro (anexo 25), muestran que el nivel medio de humus es el que presentó la mejor interacción tanto en la variedad Sweet Charlie y Oso Grande, el nivel alto de humus y el nivel medio de zumia tuvieron una buena interacción con ambas variedades; pero la variedad Sweet Charlie supera a Oso Grande con ambos niveles; con el nivel alto de zumia la interacción también incrementa el rendimiento en ambas variedades, pero está por debajo de los niveles mencionados, el rendimiento de Sweet Charlie sobresale también con este nivel; por último se tiene a los tratamientos testigos, los cuales demuestran en el promedio del rendimiento una deficiencia de interacción con niveles de fertilizantes siendo los más bajos rendimientos.

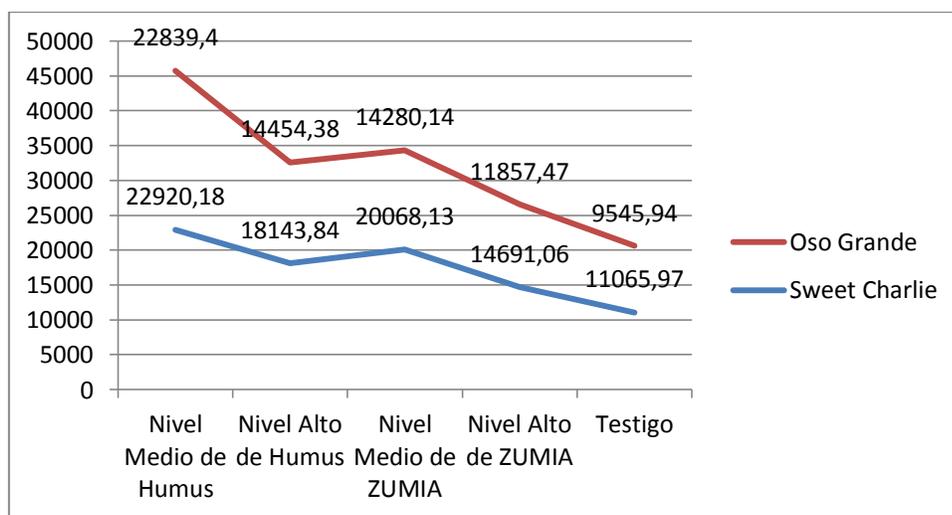


Figura 24. Análisis de la interacción variedades-niveles de fertilización para rendimiento (kg/ha)

Pinto et al., (2008) citado por Ramírez, (2011) describen que el genotipo y las condiciones edafo climáticas influyen en las características físicas y químicas de las fresas.

6.3 Variables Edáficas

6.3.1 Evaluación del contenido de nitrógeno y potasio del suelo de los tratamientos

En la figura 25, se observa los resultados de los contenidos de Nitrógeno y Potasio del suelo y entre tratamientos; se observa que los tratamientos Zumia nivel medio y Humus de lombriz Nivel Alto presentan los valores más altos de nitrógeno (0.34%), en segundo lugar el tratamiento humus de lombriz nivel medio (0.30%), en cuarto lugar el tratamiento Zumia 15 con 0.19% de nitrógeno; todos los tratamientos superaron al tratamiento testigo que presentó 0.15%; en el caso de los tratamientos con humus de lombriz se explica porque esta fuente orgánica es rica en nutrientes y microorganismos, en el caso del tratamiento Zumia dosis media que supero al tratamiento Zumia dosis alta, posiblemente por la naturaleza del producto, pues en su composición presenta ácidos húmicos obtenidos a partir de leonardita; que habría determinado una mayor absorción por la planta, siendo necesario una profundización de la investigación

Respecto al potasio, todos los niveles presentan superioridad al tratamiento testigo, donde el nivel alto de zumia (1.21 meq/100 gr) presenta el nivel más alto, seguido del nivel medio de humus (0.98 meq/100 gr), el nivel alto de humus y nivel medio de zumia con (0.54 y 0.57 meq/100 gr).

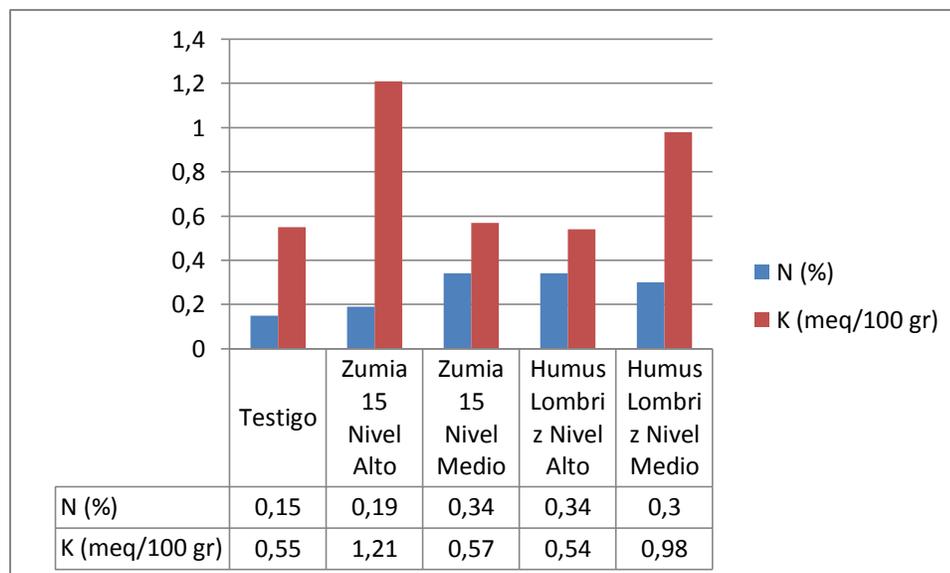


Figura 25. Comparación de contenidos de nitrógeno y potasio entre tratamientos

El humus de lombriz presenta cualidades muy significativas en la mejora de las propiedades del suelo e interacción con la planta, ya que está compuesto por ácidos húmicos, fúlvicos y huminas; en su composición están presentes todos los nutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, entre otros; libera nutrientes gradualmente e incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.

Respecto al nitrógeno, el efecto que los abonos orgánicos ejercen sobre el contenido del mismo en el suelo va a ser variable; debido a que la disponibilidad de este elemento desde los residuos es compleja y está influenciada por diversas transformaciones químicas, físicas y biológicas, estos procesos y transformaciones van a estar afectados principalmente por factores tales como: la relación carbono/ nitrógeno y el contenido de nitrógeno del residuo, la humedad, la temperatura y las características del suelo, así como por la forma de aplicación y la cantidad de abono empleada (Gandarilla, 1997; citado por monografías, 2013).

Investigadores como Martínez *et al.*, (1985); citados por monografías (2013) fijan de forma empírica o experimental que el rango por debajo del cual ocurre la mineralización (liberación del nitrógeno de los compuestos) se encuentra entre

una relación carbono-nitrógeno de 18 a 25 lo que hace necesario que el contenido de nitrógeno del material tenga que oscilar entre 1,7 y 2,5 por ciento.

C.I.A. (2003) manifiesta en general que la mineralización depende de la relación C/N, y donde el NH_4 producido puede sufrir inmovilización microbiana, absorción por las plantas, intercambio catiónico del suelo, lixiviación o conversión a NO_3 . La inmovilización es usualmente lo más importante (depende de la C/N). El NH_4 en los sitios de intercambio (10-20 kg/ha) se recicla rápidamente; pero si el NH_4 es abundante se nitrifica. Por otro lado, en muchos casos el NO_3 aumenta con la perturbación en el suelo y puede ser mayor que absorción por plantas o microbios; depende de la disponibilidad de N y C. los NO_3 son muy móviles y susceptibles a lixiviación.

En el caso del bio fertilizante Zumia - 15, al ser un bio estimulante líquido – orgánico, muy rico en ácidos húmicos, macro y micro elementos, el aporte de nitrógeno al suelo puede deberse a lo descrito; pero tendría que investigarse si las aplicaciones mejoran el contenido de nitrógeno al transcurrir el tiempo.

Respecto al potasio, el efecto que los abonos orgánicos causan sobre el contenido de potasio del suelo, no solo va a depender del contenido de este elemento en los residuos, sino también de su solubilidad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas y la forma y cantidad aplicada. (Gandarilla, 1988; citado por monografías, 2013).

C.I.T. (1999) describe un trabajo de investigación donde se evaluó los efectos de la aplicación de lombrí compuesto sobre la disponibilidad de macronutrientes en el suelo, se agregó tres dosis de lombrí compuesto (testigo 0, y dosis de 10, 20 y 30 tn/ha) en macetas que contienen 1 kg de suelo; se efectuaron muestreos a los 30, 60,90 días determinando el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio.

Para el potasio se observaron diferencias significativas, efectos totales entre tratamientos y entre muestreos, a los 30 días la concentración de K extractable no ha crecido con respecto a la dosis, sin embargo se observa en los siguientes muestreos que el contenido de K aumentó en relación a la cantidad de abono

aplicado; concluyendo que, una respuesta importante del aporte de K al suelo es posible luego de dos o tres aplicaciones anuales, con alto porcentaje de abonos.

Tanto el humus de lombriz y el bio fertilizante Zumia-15 son ricos en ácidos húmicos; los cuales favorecen la formación de complejos potasio- húmicos que mantienen al potasio asimilables por las plantas (C.I.A., 20003).

6.3.2 Evaluación del contenido de fósforo y zinc del suelo de los tratamientos

En la figura 26, se observa que el tratamiento humus de lombriz dosis alta supera a los otros tratamientos con 37.51 ppm de fósforo, luego se ubica el tratamiento Zumia nivel medio con 23.55 ppm, el tratamiento humus de lombriz nivel medio ocupa el tercer lugar con 19.79 ppm, superando al tratamiento Zumia nivel alto que presentó 17.15 ppm; todos los tratamientos superaron al testigo que solo presentó 10.54 ppm.

En la comparación de los niveles de Zn, se observa que al tratamiento Zumia 15 nivel alto presenta el valor más alto con 98.05 ppm, el segundo lugar lo obtienen el tratamiento Zumia nivel medio y Humus de lombriz nivel medio con 96.77 ppm, en cambio el tratamiento humus de lombriz nivel alto presenta 91.37 ppm, superando ligeramente al tratamiento testigo que presentó 91.15 ppm de zinc. Estos resultados nos indican que a mayor cantidad de zumia, se incorpora mayor cantidad de zinc, posiblemente por las características del bio fertilizante.

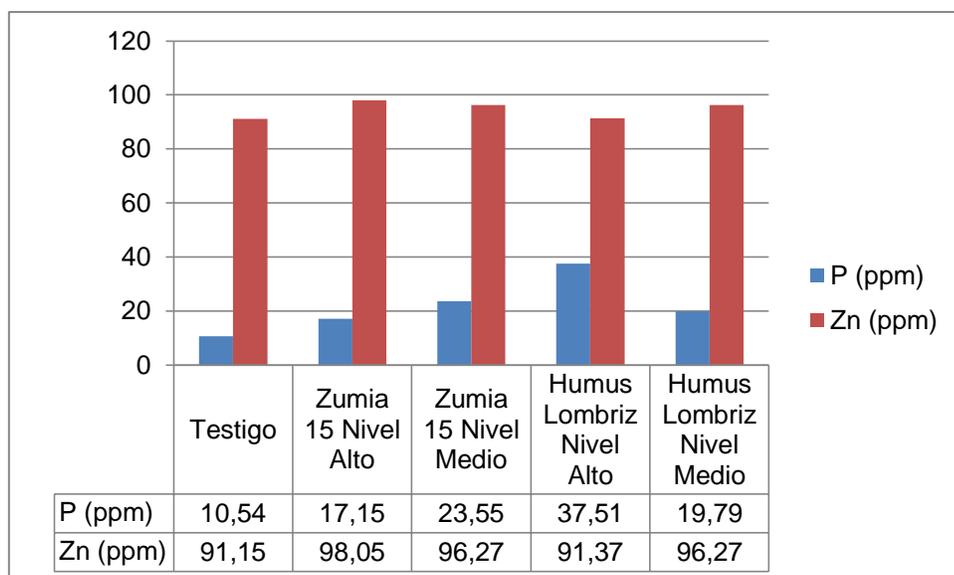


Figura 26. Comparación de contenidos de fósforo y zinc entre tratamientos

Con respecto al fósforo, Sharpley y Halvorson (1992); citado por monografías, 2013, señalan que conjuntamente con el fósforo añadido cuando se aplican materiales orgánicos al suelo, se va a adicionar también una considerable cantidad de materia orgánica que en su proceso de descomposición por los microorganismos va a producir determinadas cantidades y tipos de ácidos orgánicos y otros compuestos que van a facilitar la conversión gradual de los fosfatos y otros compuestos fosforados del suelo en forma asimilable y a su vez, van a formar complejos estables con el hierro y el aluminio, si están presentes en la solución del suelo, o con el calcio y el magnesio, si se encuentran en altas concentraciones. Esto posibilita que ellos disminuyan la retención del fósforo y consecuentemente que la solubilidad, de este elemento tanto del propio suelo, como del adicionado, aumente.

Por otro lado Urquiza *et al.* (1982) citado por monografías (2013) plantean que la aplicación de los abonos orgánicos al suelo beneficia la movilidad de los iones fosfatos, la débil retención de estos en la fase sólida del suelo y mejoran la capacidad del mismo para acumular formas de fósforo que resulten más fácilmente asimilables para las plantas. Según distintos investigadores, los procesos de solubilización, inmovilización y mineralización del fósforo por parte de

los microorganismos podrían explicar el aumento en la efectividad de los abonos orgánicos con el tiempo y su efecto residual.

Fernández (2003) señala que el humus de lombriz forma complejos fosfo – húmicos, manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta.

Agroinco, sf. Describe que el bio fertilizante Zumia- 15, es un activador de la fertilidad del suelo, pues contribuye a la formación del complejo arcillo-húmico.

En relación al zinc, cada planta es capaz de crecer y reproducirse en forma óptima en un rango de concentraciones de iones presentes en el suelo, de acuerdo a una interacción con el genotipo con su ambiente (Macnair *et al.*, 2000; citado por Casierra y Poveda, 2005).

Chirinos (2011) describe que la planta de frutilla presenta un requerimiento de 20 – 250 ppm de este micronutriente en etapa de floración y producción.

Sin embargo, si las concentraciones aumentan por encima del umbral de tolerancia de la especie, comienzan a evidenciarse los efectos de la toxicidad, que conllevan alteraciones fisiológicas con influencias negativas sobre el crecimiento y la reproducción de las plantas, incluso la muerte; (Walker *et al.*, 1989; citado por Casierra y Poveda, 2005).

Webb (1994) citado por Casierra y Poveda (2005) citan que en las plantas, el zinc influye sobre los procesos fotosintéticos, siendo un componente esencial de varios sistemas de enzimas para la producción de energía, la regulación y síntesis de proteínas, el mantenimiento de la integridad de la membrana de la raíz; así mismo, interviene en el crecimiento y la fisiología de la planta. Se dice que este elemento tiene un papel en la resistencia/tolerancia a organismos patógenos; sin embargo, de hecho, el exceso de zinc limita la fijación de CO₂, inhibiendo la biosíntesis de clorofila.

Mencionan la existencia de dos tipos de mecanismos que pueden explicar la resistencia en las plantas a la toxicidad de iones metálicos, como son: la anulación, que involucra varias maneras de prevenir el acceso de los iones tóxicos a los sitios designados, y la tolerancia, mediante la resistencia a la entrada de los

iones metálicos al simplasma. Como mecanismo de resistencia al exceso de metales en el sustrato se reportan estrategias de adaptación como: exudación y excreción de ácidos orgánicos, transporte y almacenamiento en vacuolas, interferencia y restricción de paredes celulares, complejos en el simplasma, entre otros.

En un estudio las plantas de frutilla tratadas con exceso de Zn (los tratamientos para inducir la toxicidad fueron 350 mg· kg⁻¹ de Zn aplicados al suelo como ZnSO₄·7H₂O) se tuvo reducción del área foliar y la disminución en la producción total de materia seca por planta, siendo consecuencia por la irregularidad en el funcionamiento del aparato fotosintético por exceso de este metal (Casierra y Poveda, 2005).

Los contenidos de zinc en el nivel medio de humus, probablemente se deban a los residuos que se utilizaron para la producción de este abono.

6.3.3 Evaluación del contenido de la capacidad de intercambio catiónico, pH y conductividad eléctrica del suelo de los tratamientos

En la figura 27, se presenta los valores de la CIC por tratamientos, observándose que Zumia nivel alto y el Humus de lombriz nivel medio presentaron los valores más altos de CIC, en el caso del humus se explica por el aporte de coloides orgánicos al suelo, y en el caso de la Zumia posiblemente por las características del bio fertilizante, sin embargo en el caso del tratamiento humus de lombriz dosis alta su valor de CIC es más bajo que el tratamiento testigo, aun así en todos los casos estos valores de la CIC respecto a la fertilidad del suelo se califican como de medios a altos.

Respecto al pH las variaciones son mínimas entre los tratamientos Zumia nivel medio, Humus de lombriz nivel medio y alto, siendo ligeramente inferiores al pH del tratamiento testigo, y solo en el caso de la Zuma nivel alto hay un ligero incremento respecto al testigo que no tiene mayor efecto en la disponibilidad de los nutrientes. Respecto a la Conductividad eléctrica no hay variaciones significativas entre tratamientos, sin embargo los tratamientos de humus de lombriz nivel alto y medio, disminuyen la conductividad por su efecto de

atenuación y quelación de las sales, en el caso de la Zumia el efecto es menor posiblemente por la naturaleza del bio fertilizante.

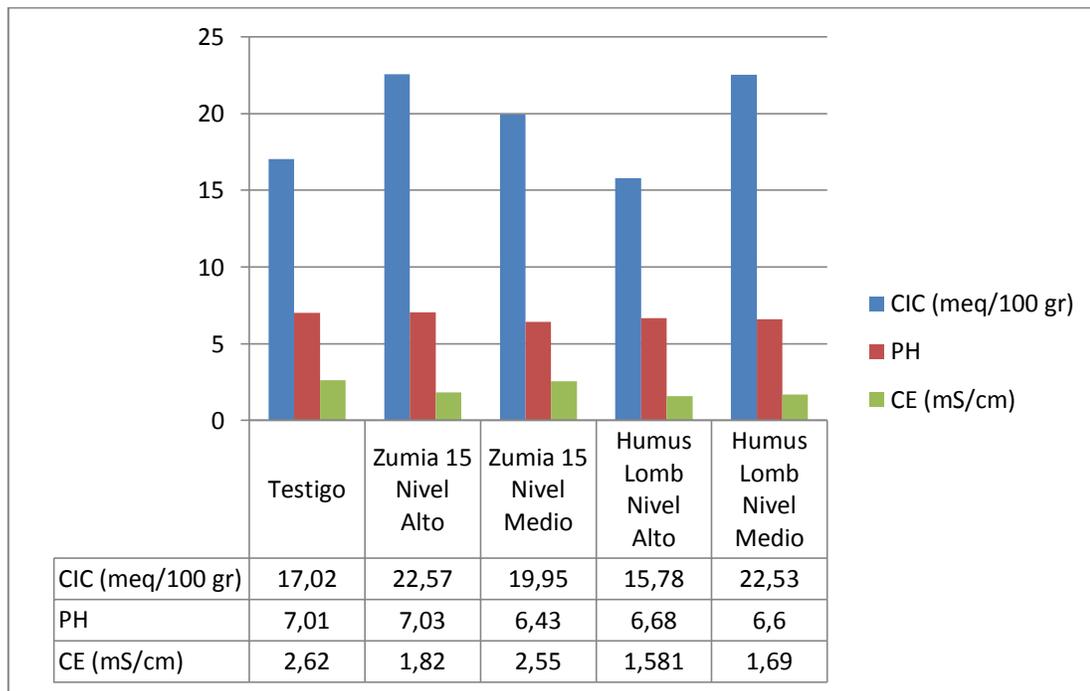


Figura 27. Comparación de la capacidad de intercambio catiónico, pH y conductividad eléctrica entre tratamientos

El efecto del humus de lombriz dentro de las propiedades químicas las más importantes según Emmaus (1991) citado por monografías (2013) serían: la disponibilidad de nutrientes (macros y micro elementos); conductividad eléctrica (salinidad); el pH y la capacidad de intercambio catiónico y aniónico.

Respecto a la Capacidad de Intercambio Catiónico, Bollo (1999) citado por Fernández (2003) señala que la C.I.C. de las sustancias húmicas provenientes del humus de lombriz es de 150- 300 meq * 100 g⁻¹.

Landeros (1993) citado por Fernández (2003) indica que las sustancias húmicas elevan la C.I.C. de los suelos al unirse con las arcillas para formar el complejo arcillo – húmico.

A su vez, Agroinco (sf.) describe que el bio fertilizante Zumia – 15, contribuye a la formación arcillo húmico, incrementando el intercambio catiónico de nutrientes entre el suelo y la planta.

En relación al pH, Landeros (1993) citado por Fernández (2003) menciona que el humus eleva la capacidad tampón de los suelos, pues para producir cambios en el pH del suelo puede ser necesario adicionar mayores cantidades de ácidos o bases; pues presenta un efecto amortiguador de pH, el coloide orgánico presente en el humus es responsable de la mayor parte de la resistencia a los cambios de pH del suelo.

Con el uso de abonos orgánicos se ha observado que el pH en suelos ligeramente ácidos o neutros, tienden a aumentar; con la aplicación de 4 toneladas de porqueraza por hectárea en un año, el pH aumentó de 5.5 a 5.8; con aplicaciones de 10 toneladas de gallinaza durante 4 años, el pH aumentó de 4.8 a 5.1 y con la aplicación de 6 toneladas de gallinaza, composta y vermicomposta, el pH aumentó de 5.8 a 6.0 (Sagarpa, sf).

En relación de la conductividad eléctrica, (Sagarpa, sf) manifiesta que es evidente que la aplicación de abonos orgánicos, con el tiempo tendrá efecto positivo en las propiedades físicas del suelo; sin embargo, habría que estar pendiente de algún incremento en conductividad eléctrica (CE), como en el caso de los estiércoles, como es sabido; una alta CE se relaciona con el grado de salinidad de los suelos

Al respecto, Vargas (2011) señala que en suelos salinos, debido a su alta capacidad de intercambio catiónico de los ácidos húmicos, las sales se liberan (Ca y Mg), los cationes se unen y forman quelatos; la alta presión osmótica en la zona de las raíces se reduce.

6.3.4 Evaluación de la densidad aparente, porcentaje de porosidad y humedad del suelo de los tratamientos

En el cuadro 7 y figura 28, se presenta los valores de la densidad aparente por tratamientos, observándose que el nivel humus alto y medio que presentan una densidad aparente de 1.52 y 1.47, que se encuentra dentro del rango perteneciente a un suelo franco (Chilón, sf), seguido del nivel medio de zumia y alto con 1.43 y 1.39, propio de un suelo franco arcilloso, y finalmente el testigo con 1.39 que también pertenece a un suelo franco arcilloso

Cuadro 7. Comparación de la densidad aparente, porcentaje de porosidad y porcentaje de humedad gravimétrica entre tratamientos

	Testigo	Zumia 15 nivel alto	Zumia 15 nivel medio	Humus lombriz nivel alto	Humus lombriz nivel medio
Densidad Aparente (g/cc)	1,39	1,39	1,43	1,52	1,47
% Porosidad	47,59	47,59	46,09	42,82	44,51
% Hg	13,59	19,68	17,58	26,11	24,11

Los valores del porcentaje de porosidad muestran que el nivel medio de zumia, nivel alto y medio de humus presentan porcentajes de 46.09, 42.82 y 44.51; rangos que son propios de suelos franco (Chilón, sf); seguido del nivel alto de zumia y testigo con 47.59 para ambos, perteneciente a un suelo franco arcilloso, manteniendo de esta manera la clase textural debido a la falta de abonos orgánicos que mejoren la textura.

Respecto al porcentaje de humedad gravimétrica, el nivel alto y medio de humus presentan los mayores porcentajes, con 26.11 y 24.11, esto se debe las propiedades del humus de tener una buena retención de humedad; el nivel alto y medio de zumia muestran valores de 19.68 y 17.58 por ciento, siendo menores que los de humus, características del producto; y finalmente el testigo presenta el menor porcentaje de humedad 13.59; esto por la falta de abonos que mejoren las características físicas del suelo.

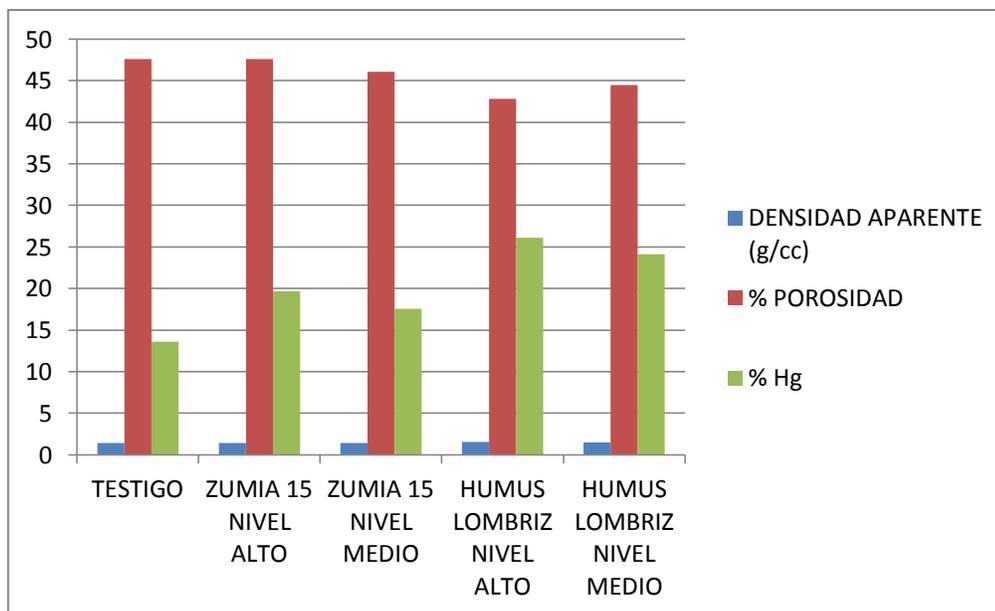


Figura 28. Comparación de la densidad aparente, porcentaje de porosidad y porcentaje de humedad gravimétrica entre tratamientos

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características del suelo (fertilidad física); estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados (SAGARPA, sf).

En relación a la densidad aparente, Martínez (1999) señala que al aumentar la porosidad y la aireación disminuye la densidad aparente (Da) del suelo que es un parámetro indicador de la compactación cuando los valores de Da se elevan.

Seguel *et al.*, (sf) mencionan que La densidad aparente (Da) es una propiedad altamente sensible al contenido de materia orgánica (MO) y al manejo. Diversos autores (Kehr, 1983; Rothon, 2000; Caravaca *et al.*, 2001) señalan que la incorporación de MO disminuye la Da, debido al aumento en la estabilidad de los agregados y la macro porosidad, puesto que en un ensayo de incorporación de ácido húmico y rastrojo de trigo se tuvo que todos los tratamientos promueven una menor Da respecto al testigo, en especial en la zona de máximo enraizamiento (bajo los 10 cm de profundidad). El mejor resultado se obtuvo con la interacción Humus y rastrojo de trigo, lo que se traduce en una mayor porosidad total; concluyendo que el humus favoreció la disminución de la densidad aparente y el

aumento de la porosidad gruesa, la estabilidad de agregados y la velocidad de infiltración.

Universalmente se acepta que la materia orgánica por sus efectos agregantes mejora la agregación de las partículas elementales, favoreciendo el aumento del espacio poroso con lo que se facilita la aireación, del drenaje interno del suelo y la retención de humedad (Cairo, 1986; citado por Sagarpa, sf).

Los mismos autores mencionan que un aumento en la porosidad aumenta la capacidad del suelo para retener el agua incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua en el suelo. Una investigación reportó que con un sola aplicación de 66 toneladas/ha de estiércol al suelo, la velocidad de infiltración pasó de 8 a 9.6 cm/hr; tal efecto es de la mayor importancia en los terrenos con desnivel donde el agua, por escurrir superficialmente, no es eficientemente aprovechada. Una mayor porosidad está relacionada inversamente con la densidad aparente del suelo y con aspectos de compactación del mismo.

En relación del porcentaje de humedad, Sagarpa (sf) menciona que los abonos orgánicos aumentan la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos; uno de ellos es el humus, el cual capta agua, pues presenta un tamaño de partícula pequeña, baja plasticidad y cohesión, haciendo de él un excelente sustrato de germinación.

Vargas (2011) los ácidos húmicos aumentan la capacidad de retención de humedad del suelo, por lo tanto también en periodos secos las plantas tienen agua a su disposición; de esta manera se evitan situaciones de estrés causadas por sequía y el derroche de agua se reduce.

Zumia -15 presenta un parentesco a Humita-15 que es una enmienda orgánica líquida y natural, muy rica en ácidos húmicos y fúlvicos obtenidos a partir de la leonardita; la cual presenta entre sus cualidades aumenta la capacidad de retención de agua, reduce la evaporación del agua. (bioagrocorpsac,2011; citado por Vargas, 2011)

La mayor parte de los humus líquidos que se comercializan en el mundo se obtienen a partir de leonardita (Tradecorp, 2001; citado por Fernández, 2003), que es una forma oxidada del carbón de origen lignítico, formada principalmente por sales de ácidos húmicos; es un material cuya formación requiere de miles de años de descomposición (Atlántica Agrícola S.A., 2002). Por otro lado existe el humus de lombriz, cuyo contenido nutritivo depende de la composición química de los residuos empleados en la alimentación de las lombrices (Bollo, 1999); este humus generaría los mismos efectos en el ambiente que el obtenido a partir de leonardita.

6.4 Análisis de Costos

Cuadro 8. Relación Beneficio Costo de la producción de frutilla con distintos niveles de fertilización.

DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS	BENEFICIO BRUTO (Bs)/CICLO DE PRODUCCION	COSTO TOTAL (Bs)	B/C
T1 (Testigo Oso Grande)	230,40	353,64	0,65
T2 (Oso Grande+Humus Medio)	549,60	385,14	1,43
T3 (Oso Grande + Humus Alto)	348,00	416,64	0,84
T4 (Oso Grande + ZUMIA medio)	343,20	354,54	0,97
T5 (Oso Grande + ZUMIA alto)	285,60	355,44	0,80
T6 (Testigo Sweet Charlie)	266,40	353,64	0,75
T7 (Sweet Charlie + Humus Medio)	549,60	385,14	1,43
T8 (Sweet Charlie + Humus Alto)	434,40	416,64	1,04
T9 (Sweet Charlie + ZUMIA medio)	482,40	354,54	1,36
T10(Sweet Charlie + ZUMIA Alto)	352,80	355,44	0,99

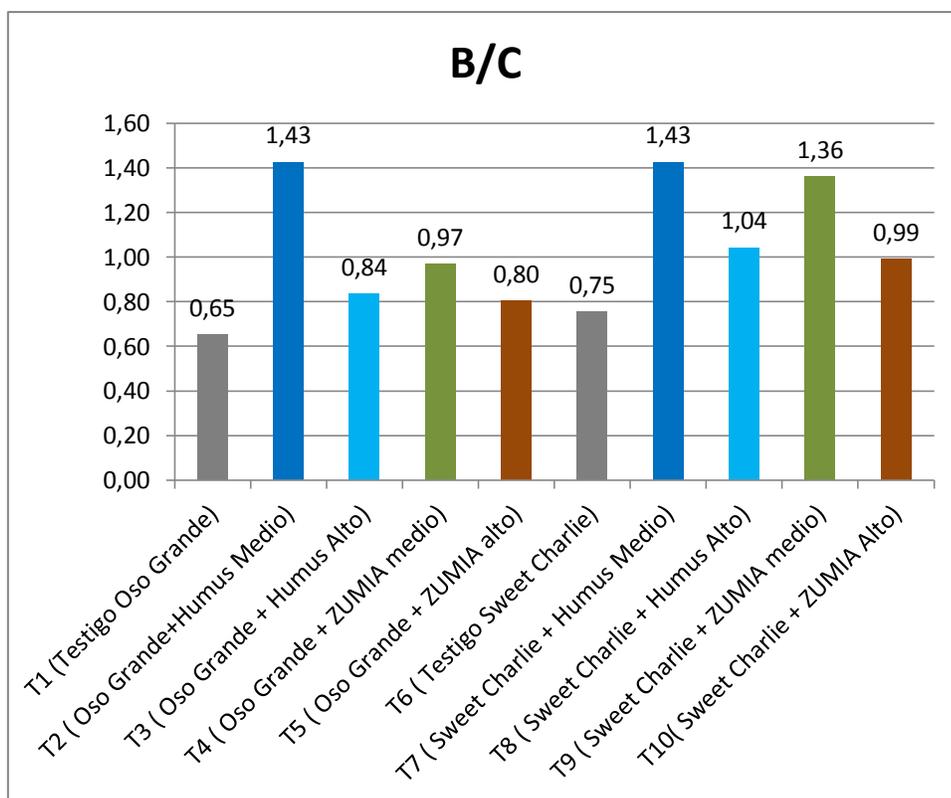


Figura 29. Relación Beneficio Costo de la producción de frutilla con distintos niveles de fertilización.

El análisis de Beneficio Costo (cuadro 8) y (figura 29), muestran que los tratamientos humus nivel medio con las dos variedades son las más rentables, puesto que ambos presentan un B/C de 1.43; lo cual refleja que por cada boliviano invertido en el primer ciclo de producción se tendrá una rentabilidad de 0.43 bs.

El tratamiento zumia nivel medio presenta un B/C de 1.36, con la variedad Sweet Charlie; los otros tratamientos muestran un B/C inferior a uno, lo cual muestra que no son rentables, los tratamientos testigos son los que tienen B/C más bajos.

7. CONCLUSIONES

Las temperaturas influyeron principalmente en el desarrollo acelerado de la fase vegetativa, en el mes de diciembre se obtuvo una máxima de 44.6°C; la humedad elevada del ambiente, provocó el daño a frutos por el hongo *Botrytis cinérea*, y también el ataque de *Armadillidium vulgare* conocidas como cochinillas.

El diámetro de corona es un carácter genético que no fue influenciado por la fertilización, la variedad Oso Grande manifiesta superioridad con 1.79 cm frente a Sweet Charlie que presenta un promedio de 1.39 cm.

La variedad Oso Grande presentó mayor incremento en número de hojas que Sweet Charlie, pues los niveles de fertilización incrementaron este potencial genético, principalmente con los niveles medio y alto de humus.

Respecto al número de frutos por planta, los niveles de fertilización más apropiados fueron el nivel medio de humus, obteniendo 7.54 frutos por planta en promedio; el nivel alto de humus y nivel medio de zumia dieron resultados similares de 6.26 y 6.24 frutos por planta, el nivel alto de zumia con 5.4 frutos; entre variedades, Sweet Charlie demostró ser superior con 7.15 frutos en promedio a Oso Grande 4.88 frutos por planta.

El nivel medio de humus tuvo una excelente interacción con ambas variedades en el peso del fruto por planta, obteniendo 22 gr en promedio, el nivel medio de zumia con 20 gr; el nivel alto de humus con 19 gr por fruto, el nivel alto de zumia con 18 gr; Oso Grande mostró superioridad, los frutos son de buen tamaño y peso, presentando un peso promedio de 20.98 frente a Sweet Charlie con 17.09 gr.

Los frutos de la variedad Oso Grande son de mayor volumen que Sweet Charlie, con los niveles medio de humus y zumia se tuvo el mayor promedio en ambas, 25.08 y 23.23 cc seguido de nivel alto de humus (21.79 cc) y zumia (20.06 cc).

Sweet Charlie es una variedad que presenta entre sus características el producir frutos muy dulces y esto se confirma con los resultados obtenidos en grados brix, con un promedio de 8.65 %, frente a Oso Grande que presentó un promedio de 6.16%; el nivel alto y medio de zumia incrementaron esta variable, obteniendo un

promedio de 8.10 y 7.90 %; con los niveles alto y medio de humus se obtuvo un promedio de 7.18 y 7.11 por ciento.

Sweet Charlie obtuvo un mayor rendimiento (17377.8 kg/ha) a Oso Grande (14595.5 kg/ha), debido a que produce mayor número de frutos por planta; con el nivel medio de humus se obtuvo el mejor rendimiento (22879.8 kg/ha), siguiendo a este el nivel medio de zumia con (17174.1 kg/ha), el rendimiento con nivel alto de humus fue de 16299.1 kg/ha y con el nivel alto de zumia se tuvo 13274.3 kg/ha.

Económicamente, el nivel medio de humus con ambas variedades resulta rentable, puesto que el Beneficio Costo de ambas es de 1.43 en el primer ciclo de producción.

La incorporación de humus de lombriz y zumia – 15 incrementaron el contenido de macronutrientes en el suelo, la capacidad de intercambio catiónico tuvo un ascenso con la aplicación de ambos fertilizantes orgánicos; respecto a la conductividad eléctrica, no se tuvo diferencias significativas; por lo tanto la acción de los fertilizantes orgánicos, mejoró las propiedades químicas del suelo, por la acción de los ácidos húmicos y también por el acción de microorganismos presentes en el humus de lombriz.

Respecto a las propiedades físicas, se tuvo una mejora del porcentaje de porosidad y humedad con ambos insumos, principalmente con el humus de lombriz, aumentando la capacidad de retención de agua mediante el incremento de la velocidad de infiltración.

La densidad aparente no presento diferencias significativas, con aplicaciones consecuentes de abonos orgánicos (humus de lombriz) tiende a disminuir en cierto rango, evitando la compactación de los suelos.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones obtenidas en el trabajo de investigación, se recomienda lo siguiente:

Para una mejor producción y comercialización de frutos de frutilla, se recomienda la variedad Sweet Charlie, ya que la producción y rendimiento en kg/ha es buena, el porcentaje de grados brix se manifiesta en el dulzor de los frutos, siendo apetecible por los consumidores; otra cualidad es la de ser resistente a la antracnosis, factor muy beneficioso en la producción de frutilla.

Económicamente la aplicación de nivel medio de humus ofrece rentabilidad por ciclo de producción, resultando ser muy beneficioso en la producción de frutilla; puesto que mejora gradualmente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Si se quiere aumentar el porcentaje de grados brix en frutilla, se recomienda aplicar el bio fertilizante zumia, pues debido a sus propiedades favorecieron el incremento de los grados brix, dando como resultado frutos más dulces y agradables, factor de importancia para la comercialización.

Se recomienda realizar trabajos de producción de humus de lombriz o vermicompost en los lugares de producción agrícola, con material residual ya sea de cosecha, rastrojos, podas, cocina, entre otros; de esta manera no solo se mejora la forma de manipulación y destino de la basura orgánica, también se disminuyen los costos de producción.

9. BIBLIOGRAFÍA

AGRO BOOKS, sf. Cultivo de la Fresa. Librería Agraria. Libros en Línea. 6,16 p.

AGROINCO S.R.L., sf. ZUMIA-15 Fertilizante Líquido Orgánico-Húmico. Santa Cruz de la Sierra – Bolivia.

BARBADO, L. J., 2004. Cría de Lombrices. Editorial Albatros SACI.. Buenos Aires- Argentina. 53-56 p.

BONET G. J., 2010. Desarrollo y Caracterización de Herramientas Genómicas en Fragaria Diploide para la mejora del Cultivo de la fresa. Tesis Doctoral. Disponible en <http://www.tdx.cat/bitstream/bitstream/haudle/>

BOSQUEZ, M. E., 2010. Fisiología y Tecnología Postcosecha de Frutas y Hortalizas. Práctica de Laboratorio número 2. Aplicación de Parámetros de Madurez y Calidad. p 2.

CASANOVA, O. E., 2005. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Central de Venezuela. Segunda Edición. Venezuela. 327,330 p.

CASIERRA P. F., POVEDA J. 2005. La toxicidad por exceso de Mn y Zn disminuye la producción de materia seca, los pigmentos foliares y la calidad del fruto en fresa (Fragaria sp. cv. Camarosa).Agronomía Colombiana, vol. 23, núm. 2, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.2-6 p. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=180316955013>

CHILÓN, C.E., sf. Manual de Edafología. Prácticas de campo y Laboratorio. Serie Libros. Universidad Mayor de San Andrés. Proyecto UNIR – UMSA. La Paz – Bolivia. 37 p.

CHILÓN, C.E., 1997. Manual de Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Prácticas de campo, Invernadero y Laboratorio. Fertilización. Primera Edición. Ediciones C.I.D.A.T. La Paz – Bolivia. 34 p.

C.I.A. (Centro de Investigaciones Agronómicas), 2003. Taller de Abonos Orgánicos. Residuos Orgánicos y Materia Orgánica del Suelo. Costa Rica. 1-2 P.

C.I.A.T. (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1983. Los Macronutrientes en la Nutrición de la Planta de Arroz. Libros en Red. Cali – Colombia. 22 p.

C.I.A.T. (Centro Internacional de Agricultura Tropical), sf. Mosca Blanca (como transmisora de enfermedades virales). Proyecto Tropical de Mosca Blanca. Cali, Colombia. 15 p.

C.I.T. (Centro de Información Tecnológica). 1999. Disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio en suelos abonados con lómicompuesto A. E. Castillo, M. J. Subosky, S. Vásquez, S. Rodríguez YN. Sogari. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Volumen 10. Corrientes Argentina. 179-181p.

CONAFRE A.C. (Consejo Nacional de la Fresa), 2007. Sistema Producto Fresa. Plan Rector. Comité Nacional del Sistema Producto Fresa. Zamora- Mich. 16 p.

CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), 2008. Tecnología para el Cultivo del Aguacate. Editorial Produmedios.com. Colombia. 87, 89 p.

CRUZ, M. S., 1986. Abonos Orgánicos. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Edo. De México. 111- 120 p.

DOMÍNGUEZ, V.A., 1997. Tratado de Fertilización. Tercera Edición. Mundi Prensa. Madrid. 2, 613 p.

E.N.A. (Encuesta Nacional Agropecuaria), 2008. Bolivia: Superficie Cultivada, Producción y Rendimiento. Parte II. 51,83 p.

ESPINOZA, G. B., 2007. Diagnóstico y Dinámica de Enfermedades en Tres Genotipos de Fresa (*fragaria spp.*) en la Comunidad el Castillito, Las Sabanas Departamento de Madriz. Trabajo de Diploma. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua - Nicaragua. 7 p.

ESPINOZA, L.H., 2008. Efecto de la Incorporación de Abonos Verdes y dos Niveles de Biofertilizantes sobre el Cultivo de Fresa (*fragaria spp.*) Variedad Britget

en las Sabanas, Madríz. Trabajo de Diploma. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua – Nicaragua. p 4,5.

ESTRADA N. C., 2011. Caracterización Fisiológica y Productiva de dos Variedades Mexicanas de Fresa (*Fragaria x ananassa*) para el Subtrópico. Tesis para Obtener el Grado de Maestra en Ciencias. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. P 6-10.

F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2007. Buenas Prácticas para la Producción en Pequeña Escala de Agua de Coco embotellada. Grados Brix. Roma-Italia. p 9.

F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2000. Estrategias en Materia de Fertilizantes. Roma. 31 p.

F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2002. Los Fertilizantes y su uso. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Cuarta Edición. Roma. 6, 9 p.

F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2010. Un Sistema Integrado de Censos y Encuestas Agropecuarios. Programa Mundial del Censo Agropecuario. Volumen 1.187 pág.

FERNÁNDEZ, Z. M. 2003. Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas de Humus de Lombriz. Tesis de Grado. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago – Chile. 11 -13 p.

FLORES, A.X., 2005. Comportamiento Agronómico de la Producción de Variedades de Frutilla (*Fragaria sp.*) Bajo Fertilización Orgánica e Inorgánica en Ambiente Protegido. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz –Bolivia. p 86-87.

FONDO PARA LA PROTECCIÓN DEL AGUA, FONAG; AGENCIA DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL, 2010. Manual

Técnico sobre Abonos Orgánicos “Protegen el suelo y garantizan alimentación sana”. Edición Nancy Puente Figueroa.

GONZÁLEZ, C. M., 2010. Conservación de Mora, Uvilla y Frutilla mediante la Utilización del Aceite Esencial de Canela (*Cinnamomum zeynalicum*). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 48,55 p.

GUERRERO, R.R., sf. Manual Técnico. Propiedades Generales de los Fertilizantes. Abonos Nutrimon. Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (E.M.A.). 4 p.

HERNÁNDEZ, R. A., 2006. Evaluación de la Actividad Enzimática Peroxidasa y Polifenoloxidasa en dos Variedades de fresa (*fragaria x ananassa var. chandler y sweet charlie*) durante estrés por bajas temperaturas. Trabajo de Grado. Facultad de Química. Universidad Nacional de Colombia. 14,17p.

INGENIERÍA AGRÍCOLA, 2008. La Frutilla, Manejo Básico del Cultivo. Libros en Línea. 5-34 p.

I.N.I.A. (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias), 2008. Tecnologías Innovativas Apropriadas a la Conservación in situ de la Agrobiodiversidad. Producción y Uso del Humus de Lombriz. Primera Edición. Lima – Perú. 1 p.

I.N.I.A. (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), sf. Enfermedades de la Frutilla. Boletín Informativo. Villa Alegre – Chile. 2 p.

I.N.T.A. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) sf. Guía práctica para el Cultivo de frutilla en Misiones. EEA Montecarlo. 1-2 p.

JORDÁN, L. A. 2006. Manual de Edafología. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla. P 40.

JULCA, O. A., MENESES, F. L., BLAS, S. R., BELLO, A.S. 2006. La Materia Orgánica, Importancia y Experiencias de su Uso en la Agricultura. Volumen 24. I.D.E.S.I.A. Chile. 50 p.

KASS, C.D., s.f. Fertilidad de Suelos. Nutrimientos en las Plantas. Libros en Red.12 p.

LABRADOR, M. J., 2001. La Materia Orgánica en los Agrosistemas. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona-España. 68-70p.

LAVÍN, A. A., MAUREIRA, C. M. 2000. La Frutilla Chilena de Fruto Blanco. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Proyecto de Desarrollo de las Comunas Pobres de la Zona de Secano (PRODECOP-SECANO). Cauquenes-Chile. 7-10 p.

MARTÍNEZ, C. R., ROMERO, L. CORLAY, A. TRINIDAD, SANTOYO, L. F. .1999. Lombricultura y Abonos Orgánicos. Simposium Internacional y Primera reunión Nacional. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural.Montecillo y Chapingo - México 4-6 p

MENDOZA, B. R., 2006. Efecto de Abonos Orgánicos en la Producción de Variedades de Frutilla (*fragaria sp*) en Condiciones Controladas. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de san Andrés. La Paz – Bolivia pp 20-30.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2007. Agrocadena de Fresa. Dirección Regional Central Occidental. Grecia- Alajuela. 5-16 p.

MISERENDINO, E. 2007. Frutillas: Implantación del cultivo bajo cubierta en Patagonia. Carpeta Técnica, Agricultura N° 12. EEA INTA Esquel. Patagonia. 27 p.

MORENO, R.A., 2007. Elementos Nutritivos. Asimilación, Funciones, Toxicidad e Indisponibilidad en los Suelos. Primera Edición. Libros en Red. 8,18, 33 p.

MORÍN, C. 1980. Cultivo de Cítricos. Instituto Americano de Ciencias Agrícolas. Segunda Edición. Editorial IICA. Lima – Perú. 288 – 289 pp.

NAVARRO, B.S., NAVARRO, G. G., 2003. Química Agrícola. Segunda Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España. 273 p.

NOLASCO, E. C., 2011. Caracterización Fisiológica y Productiva de dos Variedades Mexicanas de fresa (*Fragaria x ananassa*) para el Subtrópico. Tesis de

Maestría en Ciencias. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 25-43 p.

NÚÑEZ, S. J., 2000. Fundamentos de Edafología. Segunda Edición. Editorial EUNED. San José- Costa Rica. 117 p.

OLIVEIRA, P. J., KHOURI, A.E., MAYOR, L. M., 2006. Análisis de Suelos y Plantas y Recomendaciones de Abonado. Ediciones de la Universidad de Oviedo Asturias. 43 p.

PORTA, J., LÓPEZ, A. M., POCH, M. R. 2008. Introducción a la Edafología, Uso y Protección del Suelo. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España. 20 p.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F., EICHHORN, S. E. 1992. Biología de las Plantas. Volumen 2. Editorial Reverté S.A. Barcelona – España. 524-525 p.

REINES, A. M., RODRIGUÉZ, A. C., SIERRA, P. A., VAZQUÉZ, G. M., 1998. Lombrices de Tierra con Valor Comercial: Biología y Técnicas de Cultivo. México. 45 – 47 p.

ROJAS, F., 2006. Apuntes de Botánica Sistemática. Clasificación científica de Especies Vegetales. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

ROJAS, M. R., 2007. Sistemas de Costos. Un Modelo para su Implementación. Primera Edición. Ediciones Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Colombia. 9, 11 p.

RAMÍREZ, G. H., 2011. Sistemas de Producción de Fresa de Altas Densidades. Tesis para obtener Maestro en Ciencias. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de Postgrados. Montecillo, Texcoco, Edo. México. 6,17, 21,41 p.

RAMOS, G. A., 2011. Calidad de Fresa variedad San Andreas producida con Vermicompost en invernadero. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en: Producción Agrícola Sustentable. Centro Interdisciplinario de

Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacán. Jiquilpan, Michoacán. p 14.

REYES, S. M., 2007. Efecto de la variedad y del procesamiento sobre la vida útil de frutillas mínimamente procesadas. Tesis para obtener El grado de Magister. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral.22 p.

RODRIGUÉZ del Á. M., 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas. México. D.F. 186 p.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación), sf. Abonos Orgánicos. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Montecillo, Edo de México.2-4 p.

SEGUEL, S. O.; MARÍN E.; MICHAUD D. A. sf. Mejoramiento de Propiedades Físicas del Suelo mediante Ácido Húmico y rastrojo de trigo. Disponible en:

<http://www.redagricola.com/reportajes/empresas/am-ecololgical-mejoramiento-de-propiedades-fisicas-del-suelo-mediante-acido-humi>

SOTELO, R. M., TÉLLEZ, P. J., 2007. Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L) variedad caturra. Trabajo de Diploma. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua – Nicaragua. 11,12 p.

SUQUILANDA, M. 1997. Agricultura Orgánica, Alternativa Tecnológica del Futuro, Ediciones UPS, Quito/ Ecuador. 23p.

TAPIA, F. M., 2009. Fundamentos de Producción de Cultivos. Sistemas de Crecimiento Controlado. Invernaderos. 1p.

TÉLLEZ, L.F., SALMERÓN D. L., 2007. Efecto de Cuatro Niveles de Fertilización Orgánica sobre Tres Variedades de Fresa (*Fragaria* spp.) en Las Sabanas, Madríz. Trabajo de Diploma. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 31 p.

THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY, 2004. Plagas y Enfermedades de las Cucurbitáceas. Ediciones Mundi Prensa (Ediciones en Español). Estados Unidos. 60 p.

THOMPSON, L. M., TROEH, F. R., 2002. Los Suelos y su Fertilidad. Cuarta Edición. Editorial Reverté. España. 16-17 p.

URBANO, T.P., 1992. Tratado de Fitotecnia General. Segunda Edición. Ediciones Mundi –Prensa. Bilbao- España. 529 p.

VARGAS, C. M. A. 2004. Niveles de Fertilización en dos Variedades de Frutilla (*Fragaria ananassa Duch*) para Cultivos Verticales en Ambientes Protegidos. Tesis de Grado. Escuela Militar de Ingeniería “Mcal. Antonio J. De Sucre” La – Paz – Bolivia. 1p.

VARGAS V. C., 2011. Evaluación de Diferentes Dosis de Enmiendas Húmicas en la Producción Primaria de Forraje del Lolium perenne (Rye Grass). Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba – Ecuador. 21 p.

ZÚNIGA, G. C., 2011. Texto Básico de Economía Agrícola. Su Importancia para el Desarrollo Local Sostenible. Editorial Universitaria UNAN – León. Nicaragua. 118-119 p.

Agro nutrientes Jisa Jiloca. (En línea), consultado en 18/06/2012. Disponible en <http://www.fertilizantesyabonos.com/articulos-noticias/articulos/la-leonardita>

Armadillidium vulgare. (En línea), consultado el 18/12/2012. Disponible en http://en.wikipedia.org/wiki/File:Armadillidium_vulgare_001.jpg

Beneficios que ofrece el humus de lombriz a los cultivos de manzana (En línea), consultado el 11/06/2011. Disponible en www.producción.com.ar/1997/97sep_15.htm

Ciclo fenológico de la Planta de Frutilla. (En línea), consultado el 09/10/2012. Disponible en <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/fresa-fresas-freson-fresones-frutillas-fresales.htm>

Cochinillas de humedad. (En línea), consultado el 12/07/2012. Disponible en <http://es.wikipedia.org>

Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Humus de Lombriz y Bayfolan (En línea), consultado el 07/01/2013. Disponible en

<http://www.monografias.com/trabajos84/efecto-aplicacion-diferentes-dosis/efecto-aplicacion-diferentes-dosis2.shtml>

Fisiología Vegetal. (En línea), consultado el 12/11/2012. Disponible en

<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Crecimiento.pdf>

Grados Brix. (En línea), consultado el 24/11/2012. Disponible en

<http://www.abastoempresarial.com/brix.htm>

Gryllotalpa grillotalpa. (En línea), consultado el 18/12/2012. Disponible en

http://www.naturephoto-cz.com/alacran-cebollero-picture_es-4159.html

Mycosphaerella fragariae, (En línea), consultado el 18/12/2012. Disponible en

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mycosphaerella_fragariae_2.jpg

Trialeurodes vaporariorum. (En línea), consultado el 18/12/2012. Disponible en

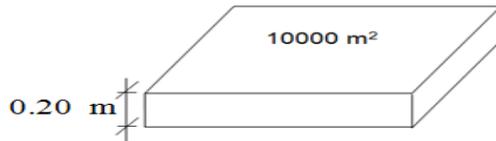
<http://www.plante-doktor.dk/melluseng.htm>

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de la dosis de humus de lombriz

De acuerdo a los resultados de análisis de suelos se procedió con el siguiente cálculo:

Peso de la Capa Arable (PCA):



$$\text{Volumen} = 2000 \text{ m}^3$$

$$\text{PCA} = \text{Dap} * \text{Vt}$$

$$\text{PCA} = (1.5 \text{ TM/m}^3) * 2000 \text{ m}^3$$

$$\text{PCA} = 3000 \text{ TM} * (1000 \text{ kg/1 TM})$$

$$\text{PCA} = 3000000 \text{ kg/ha}$$

Dap= densidad aparente

Vt= volumen total del suelo

1. OFERTA DEL SUELO

a) Datos de N-P-K del análisis del suelo.

$$N_{\text{total}} = 0.12\%$$

$$P_{\text{asimilable}} = 9.43 \text{ ppm}$$

$$K_{\text{cambiable}} = 0.40 \text{ meq/100gr suelo}$$

b) En términos de nutrientes disponibles.

i) Nitrógeno

$$3000000 \text{ kg/ha} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longleftarrow 0.12\%$$

El coeficiente de mineralización es 1% por la textura, clima.

$$3600 \text{ kg } N_{\text{total}}/\text{ha} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longleftarrow 1\%$$

$$X = 36 \text{ kg } N_{\text{disp}}/\text{ha/año}$$

ii) Fósforo

$$9.43 \text{ ppm}$$

iii) Potasio

$$0.40 \text{ meq/100 gr suelo}$$

Entre 10-50% del K cambiante es disponible

$$0.40 \text{ meq/100 gr suelo} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longleftarrow 50\%$$

$$X = 0.2 \text{ meq/100 gr suelo}$$

Transformando "meq" en "ppm"

$$1 \text{ meqK} = (\text{PA}/\text{V})/1000$$

PA= peso atómico

V= valencia

$$1 \text{ MEQ k} = (39/1)/1000 = 0.039 \text{ gr}$$

$$0.039 \text{ gr} * 0.2 \text{ meqK} = 0.0078 \text{ gr K}$$

$$0.0078 \text{ gr K} \longrightarrow 100 \text{ gr de suelo}$$

$$X \longleftarrow 1000000$$

$$X = 78 \text{ ppm K}$$

Nutrientes disponibles en el suelo:

$$N = 36 \text{ kg } N_{\text{disp}}/\text{ha/año}$$

$$P = 9.43 \text{ ppm}$$

$$K = 78 \text{ ppm}$$

c) Calificación del status de la fertilidad de suelos

$$N = 0.12\%$$

Medio

$$P_{\text{disp.}} = 9.43 \text{ ppm} \quad \text{Medio}$$

$$K_{\text{disp.}} = 78 \text{ ppm} \quad \text{Medio}$$

$$\% \text{MO} = 1.73\% \quad \text{Bajo}$$

d) Cantidad de nutrientes disponibles en kg/ha de la capa arable.

i) Nitrógeno

$$36 \text{ g } N_{\text{disp.}}/\text{ha/año}$$

ii) Fósforo

$$9.43 \text{ P} \longrightarrow 1000000 \text{ suelo}$$

$$X \longleftarrow 30000000 \text{ kg suelo/ha}$$

$$X = 28.3 \text{ kg } P_{\text{disp}}/\text{ha}$$

iii) *Potasio*

78 K → 1000000 suelo

X ← 234 kg K_{disp}/ha

e) *Factor de absorción: 40% (N)- 20% (P)- 40% (K)*

N: 36kgN_{disp}/ha*0.40 = 14.4kgN/ha

P: 28.3kgP_{disp}/ha * 0.20 = 5.66 kg P/ha * 2.29= 12.96 kg P₂O₅/ha

K: 234kgK_{disp}/ha*0.40 = 93.6kg/ha * 1.20= 112.32 kg K₂O/ha

2. DEMANDA DEL CULTIVO

N: 90 kg N/ha

P: 14 kg P/ha * 2.29 = 32.06 kg P₂O₅/ha

K: 80 kg/ha * 1.20 = 96 kg K₂O/ha

Demanda del cultivo: 90-32.06-96

Oferta del suelo: 14-12.96-112.3

DOSIS. 76-19.1-0

3. CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE HUMUS

Datos del humus

%MS=40% (materia seca)

%CO=22.53% (carbono orgánico)

%Ni= 2.1% (Ni=nitrógeno inicial)

100 TM humus fresco

↓ 40% MS

40TM MS → %Ni (2.1%)=0.84 TM Ni

↓ 22.53% CO

9.01TMCO

9.01 TMCO

65% se consume

35% como carbono de humus del suelo

3.15 TM C_{humus} * 1.724

= 5.43 TM humus



5% N_{final}

027 TM N_{final}

BALANCE.

N_i – N_f = GANANCIA o PÉRDIDA

(0.84 – 0.27) TM_N = 0.57 TM_N

DISPONIBLE

• **NIVEL MEDIO DE HUMUS**

100 kg humus → 0.57 kg N_{disp.}

X ← 76 kg N

X=13333.33kg humus/ha

13333.33 kg → humus/ha
10000m²

X ← 1.04 m²
(U.E.)

X= 1.53 kg humus/unidad experimental

1.4 ≈ 1.5 kg humus → U.E.

X ← 6 U.E.

X= 9 kg humus “nivel medio”

• **NIVEL ALTO DE HUMUS**

76 *2 =152 kg N/ha

100 kg humus → 0.57 kg N_{disp.}

X ← 152 kg N

X= 26666.66 kg humus/ha

26666.66 kg → humus/ha
10000m²

X ← 1.04 m² (unidad experimental)

X= 2.77 kg humus/unidad experimental

2.77 ≈ 3 kg humus → UE

X ← 6 UE

X= 18 kg humus “nivel alto”

Anexo 2. Dosis de zumia El nivel medio de zumia fue de 3 cc/UE El nivel alto de zumia fue de 6 cc/UE

Anexo 3. Cuadro de promedios de la variable diámetro de corona (cm)

VARIETADES	NIVELES DE FERTILIZACIÓN	I	II	III
Oso Grande	Humus Medio	1,8	1,81	1,8
Oso Grande	Humus Alto	1,78	1,79	1,78
Oso Grande	ZUMIA Medio	1,81	1,79	1,79
Oso Grande	ZUMIA Alto	1,79	1,78	1,79
Oso Grande	Testigo	1,79	1,78	1,8
Sweet Charlie	Humus Medio	1,4	1,41	1,39
Sweet Charlie	Humus Alto	1,39	1,4	1,41
Sweet Charlie	ZUMIA Medio	1,41	1,4	1,41
Sweet Charlie	ZUMIA Alto	1,38	1,39	1,38
Sweet Charlie	Testigo	1,39	1,4	1,39

Anexo 4. Cuadro de promedios de la variable número de frutos por planta

VARIEDAD	NIVELES DE FERTILIZANTE		I	II	III
Oso Grande	humus	medio	6.91	6.85	6.78
Oso Grande	humus	alto	4.93	5.03	5.22
Oso Grande	ZUMIA	medio	4.39	4.83	4.77
Oso Grande	ZUMIA	alto	3.98	4.78	4.15
Oso Grande	testigo	testigo	3.43	3.55	3.74
Sweet Charlie	humus	medio	8.43	8.06	8.24
Sweet Charlie	humus	alto	7.27	7.34	7.78
Sweet Charlie	ZUMIA	medio	7.54	7.91	7.99
Sweet Charlie	ZUMIA	alto	6.57	6.39	6.54
Sweet Charlie	testigo	testigo	5.99	5.87	5.36

Anexo 5. Cuadro de promedios de la variable peso de frutos por planta (gr)

VARIEDAD	NIVELES DE FERTILIZANTE		I	II	III
Oso Grande	humus	medio	23.13	24.38	23.98
Oso Grande	humus	alto	20.17	20.96	20.09
Oso Grande	ZUMIA	medio	22.01	21.86	21.76
Oso Grande	ZUMIA	alto	19.77	19.67	19.61
Oso Grande	testigo	testigo	19.16	19.05	19.04
Sweet Charlie	humus	medio	19.86	19.81	19.91
Sweet Charlie	humus	alto	17.12	17.22	17.73
Sweet Charlie	ZUMIA	medio	18.11	18.86	18.06
Sweet Charlie	ZUMIA	alto	16.17	16.06	16.20
Sweet Charlie	testigo	testigo	14.29	13.88	13.07

Anexo 6. Cuadro de promedios de la variable volumen de frutos (cc)

VARIEDAD	NIVELES DE FERTILIZANTE		I	II	III
Oso Grande	humus	medio	27.5	30	27.5
Oso Grande	humus	alto	23.75	24.28	22.5
Oso Grande	ZUMIA	medio	26.55	26	26
Oso Grande	ZUMIA	alto	21	21.66	21
Oso Grande	testigo	testigo	20.98	20.91	20.78
Sweet Charlie	humus	medio	21.67	21.80	22.01
Sweet Charlie	humus	alto	20.06	20.02	20.15
Sweet Charlie	ZUMIA	medio	20	20.77	20.05
Sweet Charlie	ZUMIA	alto	19.17	18.33	19.17
Sweet Charlie	testigo	testigo	16.43	15.55	15

Anexo 7. Cuadro de promedios de la variable grados brix (%)

VARIEDAD	NIVELES DE FERTILIZANTE		I	II	III
Oso Grande	humus	medio	6,1	5,9	6
Oso Grande	humus	alto	6	6,1	6,3
Oso Grande	ZUMIA	medio	6,5	6,6	6,3
Oso Grande	ZUMIA	alto	6,9	6,7	6,8
Oso Grande	testigo	testigo	5,6	5,4	5,2
Sweet Charlie	humus	medio	8,2	8,1	8,4
Sweet Charlie	humus	alto	8,2	8,2	8,3
Sweet Charlie	ZUMIA	medio	9,4	9,3	9,3
Sweet Charlie	ZUMIA	alto	9	9,6	9,6
Sweet Charlie	testigo	testigo	8	8,2	8

Anexo 8. Cuadro de promedios de la variable rendimiento (kg/ha)

VARIEDAD	NIVELES DE FERTILIZANTE	I	II	III
Oso Grande	humus alto	13921,33	14760,03	14681,77
Oso Grande	ZUMIA medio	13527,35	14781,73	14531,33
Oso Grande	ZUMIA alto	11015,84	13163,16	11393,41
Oso Grande	testigo	9200,63	9467,85	9969,34
Sweet Charlie	humus medio	23438,77	22353,6	22968,18
Sweet Charlie	humus alto	17424,74	17695,27	19311,52
Sweet Charlie	ZUMIA medio	19116,92	20885,56	20201,92
Sweet Charlie	ZUMIA alto	14873,17	14367,28	14832,72
Sweet Charlie	testigo	11983,59	11406,58	9807,73

Anexo 9. Cuadro de registro de temperaturas

FECHA	MÍNIMA	MÁXIMA	FECHA	MÍNIMA	MÁXIMA
15/09/2011	6,2	33,3	24/12/2011	8,9	40,9
19/09/2011	5,8	40,7	28/12/2011	8,8	38,8
23/09/2011	7,4	33	01/01/2012	9,91	35,6
27/09/2011	5,9	37,2	05/01/2012	10,8	34,6

01/10/2011	5,3	38,2	09/01/2012	10,1	39,5
05/10/2011	6,7	32,1	13/01/2012	10,5	42,6
09/10/2011	10,3	37,5	17/01/2012	9	44
13/10/2011	7,5	33,5	21/01/2012	10,1	39
17/10/2011	9,2	40,5	25/01/2012	11,8	21,9
21/10/2011	9,4	40,8	29/01/2012	10,3	37,3
25/10/2011	10,2	37,1	02/02/2012	11,3	38
29/10/2011	8,4	30,1	06/02/2012	10,9	43
02/11/2011	9,2	39,5	10/02/2012	11,1	32,9
06/11/2011	8,8	43,7	14/02/2012	10,6	37,1
10/11/2011	8,2	43,5	18/02/2012	10,5	35,4
14/11/2011	8,8	45	22/02/2012	10,1	40,2
18/11/2011	8,7	44	26/02/2012	8,5	43,7
22/11/2011	9,1	30,1	01/03/2012	9,4	36,3
26/11/2011	10,3	41,8	05/03/2012	11,1	42,1
30/11/2011	8,2	42,5	09/03/2012	7,6	36,5
04/12/2011	9	44,6	13/03/2012	8,3	36,7
08/12/2011	11,7	40,6	17/03/2012	9,6	39,1
12/12/2011	10,8	29,1	21/03/2012	9,2	42
16/12/2011	10,6	33	25/03/2012	9,5	47,6
20/12/2011	7,3	40,1	31/03/2012	9,2	28,9

Anexo 10. Cuadro de la prueba de Duncan para el diámetro de corona entre variedades.

Variedad	Promedio del diámetro de corona (cm)	Orden según rango
Oso Grande	1.79	A
Sweet Charlie	1.39	B

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 11. Cuadro de la Prueba de Duncan para volumen de fruto entre variedades

Variedad	Media Volumen del Fruto (cc)	Orden según rango
Oso Grande	24,0273	A
Sweet Charlie	19,3453	B

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 12. Cuadro de la Prueba de Duncan para volumen de fruto entre niveles de fertilización

Niveles de fertilización	Promedio del volumen de fruto (cc)	Orden según rango
Nivel medio de humus	25.0800	A
Nivel medio de Zumia	23.2283	B
Nivel alto de humus	21.7933	C
Nivel alto de Zumia	20.0550	D
testigo	18.2750	E

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 13. Cuadro del análisis de la interacción variedades-niveles de fertilización para volumen de fruto

Variedad	Niveles de Fertilización	Promedios volumen de fruto (cc)	Desvío Estándar
Oso Grande	Nivel medio de humus	28.3333333	1.44337567
Oso Grande	Nivel alto de humus	23.5100000	0.91394748
Oso Grande	Nivel medio de zumia	26.1833333	0.31754265
Oso Grande	Nivel alto de zumia	21.2200000	0.38105118
Oso Grande	Testigo	20.8900000	0.10148892
Sweet Charlie	Nivel medio de humus	21.8266667	0.17156146
Sweet Charlie	Nivel alto de humus	20.0766667	0.06658328
Sweet Charlie	Nivel medio de zumia	20.2733333	0.43085187
Sweet Charlie	Nivel alto de zumia	18.8900000	0.48497423
Sweet Charlie	Testigo	15.6600000	0.72131824

Anexo 14. Cuadro de la Prueba de Duncan para grados brix por variedad

Variedad	Promedio de Grados brix (%)	Orden según rango
Sweet Charlie	8.65333	A
Oso Grande	6.16000	B

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 15. Cuadro de la Prueba de Duncan para grados brix por niveles de fertilización

Niveles de fertilización	Promedio Grados Brix (%)	Orden según rango
Nivel Alto de zumia	8.10000	A
Nivel Medio de zumia	7.90000	A
Nivel Alto de humus	7.18333	B
Nivel Medio de humus	7.11667	B

testigo	6.73333	C
---------	---------	---

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 16. Cuadro de la interacción variedades-niveles de fertilización para grados brix

Variedad	Niveles de Fertilización	Promedios Grados brix (%)	Desvío Estándar
Oso Grande	Nivel medio de humus	6.00000000	0.10000000
Oso Grande	Nivel alto de humus	6.13333333	0.15275252
Oso Grande	Nivel medio de zumia	6.46666667	0.15275252
Oso Grande	Nivel alto de zumia	6.80000000	0.10000000
Oso Grande	Testigo	5.40000000	0.20000000
Sweet Charlie	Nivel medio de humus	8.23333333	0.15275252
Sweet Charlie	Nivel alto de humus	8.23333333	0.05773503
Sweet Charlie	Nivel medio de zumia	9.33333333	0.05773503
Sweet Charlie	Nivel alto de zumia	9.40000000	0.34641016
Sweet Charlie	Testigo	8.06666667	0.11547005

Anexo 17. Cuadro de la Prueba de Duncan para el peso de fruto para variedades

Variedad	Promedio Peso de fruto (gr)	Orden según rango
Oso Grande	20.98	A
Sweet Charlie	17.09	B

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 18. Cuadro de la Prueba de Duncan para el peso de fruto para niveles de fertilización

Niveles de fertilización	Promedio Peso del fruto (gr)	Orden según rango
Nivel medio de humus	21.8450	A
Nivel medio de zumia	20.1100	B
Nivel alto de humus	18.8817	C
Nivel alto de zumia	17.9133	D
testigo	16.4150	E

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 19. Cuadro del análisis de la interacción para el peso de fruto entre variedades- niveles de fertilización

Variedad	Niveles de Fertilización	Promedio de peso del fruto (gr)	Desvío Estándar
Oso Grande	Nivel medio de humus	23.8300000	0.63835727
Oso Grande	Nivel alto de humus	20.4066667	0.63835727

Oso Grande	Nivel medio de zumia	21.8766667	0.12583057
Oso Grande	Nivel alto de zumia	19.6833333	0.08082904
Oso Grande	Testigo	19.0833333	0.63835727
Sweet Charlie	Nivel medio de humus	19.8600000	0.05000000
Sweet Charlie	Nivel alto de humus	17.3566667	0.32715949
Sweet Charlie	Nivel medio de zumia	18.3433333	0.44814432
Sweet Charlie	Nivel alto de zumia	16.1433333	0.07371115
Sweet Charlie	Testigo	13.7466667	0.62083277

Anexo 20. Cuadro de la Prueba de Duncan para el número de frutos por planta por variedad

Variedad	Promedio número de frutos	Orden según rango
Sweet Charlie	7.15200	A
Oso grande	4.88933	B

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 21. Cuadro de la Prueba de Duncan para número de frutos por planta para niveles de fertilización

Niveles de fertilización	Promedio número de frutos/planta	Orden según rango
Nivel medio de humus	7.5450	A
Nivel alto de humus	6.2617	B
Nivel medio de zumia	6.2383	B
Nivel alto de zumia	5.4017	C
testigo	4.6567	D

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 22. Cuadro del análisis de la interacción variedades-niveles de fertilización para número de frutos por planta

Variedad	Niveles de Fertilización	Promedio número de frutos por planta	Desvío Estándar
Sweet Charlie	Nivel medio de humus	8.24333333	0.18502252
Sweet Charlie	Nivel alto de humus	7.46333333	0.27646579
Sweet Charlie	Nivel medio de zumia	7.81333333	0.24006943
Sweet Charlie	Nivel alto de zumia	6.50000000	0.09643651
Sweet Charlie	Testigo	5.74000000	0.33451457
Oso Grande	Nivel medio de humus	6.84666667	0.06506407
Oso Grande	Nivel alto de humus	5.06000000	0.14730920
Oso Grande	Nivel medio de zumia	4.66333333	0.23860707

Oso Grande	Nivel alto de zumia	4.30333333	0.42146570
Oso Grande	Testigo	3.57333333	0.15631165

Anexo 23. Cuadro de la Prueba de Duncan para rendimiento por variedades

Variedad	Promedio del Rendimiento (kg/ha)	Orden según rango
Sweet Charlie	17377.8	A
Oso grande	14595.5	B

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 24. Cuadro de la Prueba de Duncan para rendimiento por niveles de fertilización

Niveles de fertilización	Promedio del rendimiento (kg/ha)	Orden según rango
Nivel medio de humus	22879.8	A
Nivel medio de zumia	17174.1	B
Nivel alto de humus	16299.1	B
Nivel alto de zumia	13274.3	C
testigo	10306.0	D

Letras desiguales denotan diferencias significativas

Anexo 25. Cuadro del análisis de la interacción variedades- niveles de fertilización para rendimiento

Variedad	Niveles de Fertilización	Promedio Rendimiento (kg/ha)	Desvío Estándar
Sweet Charlie	Nivel medio de humus	22920.1833	544.17483
Sweet Charlie	Nivel alto de humus	18143.8433	1020.24420
Sweet Charlie	Nivel medio de zumia	20068.1333	891.87780
Sweet Charlie	Nivel alto de zumia	14691.0567	281.12728
Sweet Charlie	Testigo	11065.9667	1127.21106
Oso Grande	Nivel medio de humus	22839.4000	506.70402
Oso Grande	Nivel alto de humus	14454.3767	463.28740
Oso Grande	Nivel medio de zumia	14280.1367	663.84551
Oso Grande	Nivel alto de zumia	11857.4700	1146.41160
Oso Grande	Testigo	9545.9400	390.25928

Anexo 26. Cálculo de la densidad aparente

TRATAMIENTO	Mss (g)	VOL T (ml)	Dap (g/cc)
1 (Nivel Medio de humus)	50	34	1,47
2 (Nivel Alto de humus)	50	33	1,52
3 (Nivel Medio de zumia)	50	35	1,43
4 (Nivel Alto de zumia)	50	36	1,39
5 (testigo)	50	36	1,39

Anexo 27. Cálculo del porcentaje de porosidad

TRATAMIENTO	Mss (g)	VOL T (ml)	Dap (g/cc)	% Porosidad
-------------	---------	------------	------------	-------------

1 (Nivel Medio de humus)	50	34	1,47	44,51
2 (Nivel Alto de humus)	50	33	1,52	42,82
3 (Nivel Medio de zumia)	50	35	1,43	46,09
4 (Nivel Alto de zumia)	50	36	1,39	47,59
5 (testigo)	50	36	1,39	47,59

Anexo 28. Cálculo del porcentaje de humedad

TRAT	PLATILLO(gr)	PESO SH (gr)	PESO SS (gr)	%Hg
1 (Nivel Medio de humus)	20,67	67,02	54	24,11
2 (Nivel Alto de humus)	19,61	67,01	53	26,11
3 (Nivel Medio de zumia)	21,42	67,02	57	17,58
4 (Nivel Alto de zumia)	20,23	67,02	56	19,68
5 (testigo)	26,87	67,02	59	13,59

Anexo 31. Detalles de la producción de frutilla bajo niveles de fertilización

DETALLES
1kg de frutilla= 20 Bs(sin selección por categoría)
Humus Medio= ((1,50 Kg/ Unid Exp) * 6 Unid. Exp = 9 Kg
Humus Alto=((3,0 Kg/Unid Exp)*6 Unid Exp)= 18 Kg
ZUMIA medio=((3ml/Unid Exp)* 6 Unid Exp)= 18ml
ZUMIA alto=((6ml/Unid Exp)* 6 Unid Exp)=36 ml
Riego= 129,6m ³ /6meses

Anexo 32. Presupuesto de la producción de frutilla con niveles de fertilización obteniendo beneficio bruto por cosecha (bs/m²)

Trat	Costos Variables	Costos Fijos	Costo Total (bs)	Prod de frutilla (kg/m ²)	Precio kg (bs)	Ben Bruto por cosecha (bs/m ²)
T1	300,3072	53,334	353,6412	0,96	20	19,2
T2	331,8072	53,334	385,1412	2,29	20	45,8
T3	363,3072	53,334	416,6412	1,45	20	29
T4	301,2072	53,334	354,5412	1,43	20	28,6
T5	302,1072	53,334	355,4412	1,19	20	23,8
T6	300,3072	53,334	353,6412	1,11	20	22,2
T7	331,8072	53,334	385,1412	2,29	20	45,8
T8	363,3072	53,334	416,6412	1,81	20	36,2
T9	301,2072	53,334	354,5412	2,01	20	40,2
T10	302,1072	53,334	355,4412	1,47	20	29,4

Anexo 33. Beneficio neto (bs) de la producción de frutilla

Trat	Beneficio Bruto por cosecha (bs/m ²)	Número de cosecha/ciclo de producción	Beneficio Bruto (bs)/ciclo de producción	Costo Total (bs)	Beneficio Neto (bs)
T1	19,2	12	230,4	353,6412	-123,2
T2	45,8	12	549,6	385,1412	164,46
T3	29	12	348	416,6412	-68,64
T4	28,6	12	343,2	354,5412	-11,34
T5	23,8	12	285,6	355,4412	-69,84
T6	22,2	12	266,4	353,6412	-87,24
T7	45,8	12	549,6	385,1412	164,46
T8	36,2	12	434,4	416,6412	17,759
T9	40,2	12	482,4	354,5412	127,86
T10	29,4	12	352,8	355,4412	-2,641

Anexo 34. Cuadro de componentes del bio fertilizante Zumia-15

COMPONENTES	%
Extracto Húmico total	16
Ácidos Húmicos	10
Ácidos Fúlvicos	6
Nitrógeno	0,1
Fósforo total (P2O5)	4
Potasio (K2O)	5
Azufre (S)	0,8
Calcio (Ca)	3,87
Hierro (Fe)	0,58
Densidad	1,15 g/cm3

Fuente: Agroinco (sf)

Anexo 35. Cuadro de componentes del humus de lombriz o vermicompost

Componentes	Valores Medios	Componentes	Valores Medios
Nitrógeno	1.95 - 2.2%	Materia Seca	30-50%
Fósforo	0.23 - 1.8%	C/N	11.55 %
Potasio	1.07 - 1.5%	Ácidos Húmicos	2.57 g Eq/100g
Calcio	2.70 - 4.8%	Hongos	1500 c/g
Magnesio	0.3 - 0.81%	Levaduras	10 c/g
Hierro disponible	75 mg/l	Actinomicetos total	170.000.000 c/g
Zinc	125 mg/kg	Act. Quitinasa	100 c/g
Manganeso	455 mg/kg	Bacterias aeróbicas	460.000.000 c/g
Boro	57.8 mg/kg	Bact. Anaeróbicas	450.000 c/g
Carbono Orgánico	22.53 %	Relación aer/anaerob.	1.:1000

Fuente: www.producción.com.ar/1997/97sep_15.htm

IBTEN

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : NATALI TERESA HERNANI MACHICADO
PROCEDENCIA : Departamento L.A PAZ, Provincia MURILLO,
Campus Universitario COTA COTA - UMSA

N° SOLICITUD: 160 / 2011
FECHA DE RECEPCION : 01 / Agosto / 2011
FECHA DE ENTREGA : 19 / Agosto / 2011
N° Factura : 4689 - 11

N° Lab	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURA GRAVA	CARBO NATOS LIBRES	Densidad aparente g/ml	pH en agua	pH en KCl	C.E. dS/m	CATIONES DE CAMBIO (meq / 100 gr suelo)				Materia organica %	BAT %	Nitrogeno total %	Fosforo Asmil ppm		
											Al+H	Ca	Mg	Na					K	TBI
722 /2011	Muestra de suelo	42	29	29	FY	P	1,5	7,57	6,39	0,248	0,10	7,25	0,63	0,40	11,82	11,92	99,2	1,73	0,18	9,43

OBSERVACIONES,-

** Cationes de Cambio extraidos con acetato de amonio 1N, excepto calcio intercambiable extraido con Acetato de sodio 1 N
C.E. Conductividad eléctrica en deciSiemens por metro.
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.
T.B.I. Total de Bases de Intercambio

CARBONATOS LIBRES

A Ausente
P Presente
PP Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco
L : Limoso
A : Arenoso
Y : Arcilloso
YA : Arcilloso Arenoso
FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA : Franco Arenoso
AF : Arenoso Franco
FY : Franco Arcilloso

YL : Arcilloso Limoso
FYL : Franco Arcilloso Limoso
FL : Franco Limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

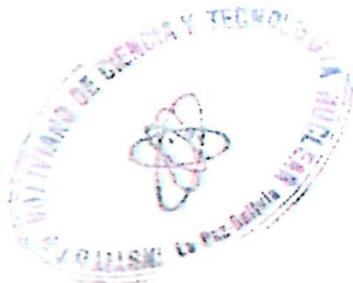
INTERESADO : *NATALI TERESA HERNANI MACHICADO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,
ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA
UMSA*

NO SOLICITUD: *151B / 2012*
FECHA DE RECEPCION : *12 / Julio / 2012*
FECHA DE ENTREGA : *31 / Julio / 2012*
N° Factura : *5561 / 12*

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo - tratamiento nivel medio de Humus de lombriz.*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
412-01 /2012	pH en agua 1:5	6,50	-	Potenciometría
412-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	1,69	mS/cm	Potenciometría
412-03 /2012	Nitrógeno total	0,30	%	Kjeldahl
412-04 /2012	Fósforo asimilable	19,79	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
412-05 /2012	Potasio intercambiable	0,98	meq/100 g	Emisión atómica.
412-06 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	22,53	meq/100 g	Volumetría
412-07 /2012	Zinc	96,27	ppm	Absorción atómica

OBSERVACIONES,- ** Potasio intercambiable extraido con Acetato de amonio 1 N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

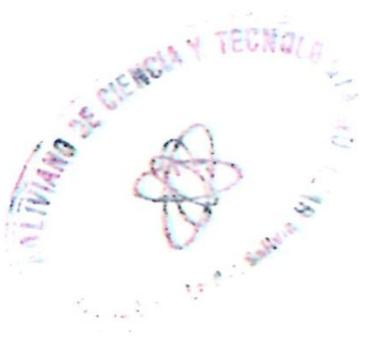
INTERESADO : *NATALI TERESA HERNANI MACHICADO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,*
ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA
UMSA

NO SOLICITUD: *151D / 2012*
FECHA DE RECEPCION : *12 / Julio / 2012*
FECHA DE ENTREGA : *31 / Julio / 2012*
Nº Factura : *5561 / 12*

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo - tratamiento nivel alto de Humus de lombriz.*

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
414-01 /2012	pH en agua 1:5	6,68	-	Potenciometría
414-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	1,581	mS/cm	Potenciometría
414-03 /2012	Nitrógeno total	0,34	%	Kjeldahl
414-04 /2012	Fósforo asimilable	37,51	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
414-05 /2012	Potasio intercambiable	0,54	meq/100 g	Emisión atómica.
414-06 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	15,78	meq/100 g	Volumetría
414-07 /2012	Zinc	91,37	ppm	Absorción atómica

OBSERVACIONES,- ** Potasio intercambiable extraído con Acetato de sodio 1 N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

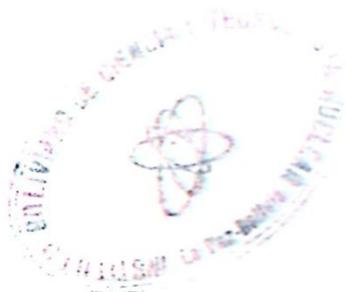
INTERESADO : *NATALI TERESA HERNANI MACHICADO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,*
ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA
UMSA

NO SOLICITUD: *151C / 2012*
FECHA DE RECEPCION : *12 / Julio / 2012*
FECHA DE ENTREGA : *31 / Julio / 2012*
N° Factura : *5561 / 12*

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo - tratamiento nivel medio de Biofertilizante Zumia-15.*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
413-01 /2012	pH en agua 1:5	6,43	-	Potenciometría
413-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	2,550	mS/cm	Potenciometría
413-03 /2012	Nitrógeno total	0,34	%	Kjeldahl
413-04 /2012	Fósforo asimilable	23,55	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
413-05 /2012	Potasio intercambiable	0,57	meq/100 g	Emisión atómica.
413-06 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	19,95	meq/100 g	Volumetría
413-07 /2012	Zinc	96,27	ppm	Absorción atómica

OBSERVACIONES,- ** Potasio intercambiable extraído con Acetato de amonio 1 N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

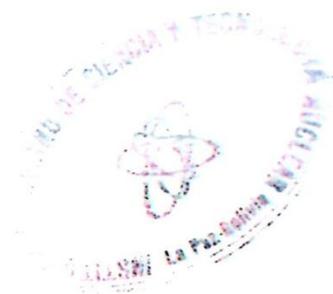
INTERESADO : *NATALI TERESA HERNANI MACHICADO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,*
ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA
UMSA

NO SOLICITUD: *151E / 2012*
FECHA DE RECEPCION : *12 / Julio / 2012*
FECHA DE ENTREGA : *27 / Julio / 2012*
N° Factura : *5561 / 12*

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo - tratamiento nivel alto de Biofertilizante Zumia-15.*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
415-01 /2012	pH en agua 1:5	7,03	-	Potenciometria
415-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	1,82	mS/cm	Potenciometria
415-03 /2012	Nitrógeno total	0,19	%	Kjeldahl
415-04 /2012	Fósforo asimilable	17,15	ppm	Espectrofotometria UV-Visible
415-05 /2012	Potasio intercambiable	1,21	meq/100 g	Emisión atómica.
415-06 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	22,57	meq/100 g	Volumetria
415-07 /2012	Zinc	98,05	ppm	Absorción atómica

OBSERVACIONES,- ** Potasio intercambiable extraido con Acetato de amonio 1 N.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : *NATALI TERESA HERNANI MACHICADO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia MURILLO,*
ESTACION EXPERIMENTAL COTA-COTA
UMSA

NO SOLICITUD: *151A / 2012*
FECHA DE RECEPCION : *12 / Julio / 2012*
FECHA DE ENTREGA : *31 / Julio / 2012*
N° Factura : *5561 / 12*

DESCRIPCIÓN : *Muestra de suelo - tratamiento Testigo*

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
411-01 /2012	pH en agua 1:5	7,01	-	Potenciometría
411-02 /2012	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	2,62	mS/cm	Potenciometría
411-03 /2012	Nitrógeno total	0,15	%	Kjeldahl
411-04 /2012	Fósforo asimilable	10,54	ppm	Espectrofotometría UV-Visible
411-05 /2012	Potasio intercambiable	0,55	meq/100 g	Emisión atómica.
411-06 /2012	Capacidad de Intercambio Catiónico	17,02	meq/100 g	Volumetría
411-07 /2012	Zinc	91,15	ppm	Absorción atómica

OBSERVACIONES,- ** Potasio intercambiable extraido con Acetato de sodio 1 N.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.