



Theses and Dissertations

2000

Agronomical behavior of two kinds of swiss chard (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) fertilized with earthworm humus in an underground greenhouse in Viacha, La Paz

Walter Von Boeck
Brigham Young University - Provo

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Agronomy and Crop Sciences Commons](#)

BYU ScholarsArchive Citation

Von Boeck, Walter, "Agronomical behavior of two kinds of swiss chard (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) fertilized with earthworm humus in an underground greenhouse in Viacha, La Paz" (2000). *Theses and Dissertations*. 5452.

<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5452>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact ellen_amatangelo@byu.edu.

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



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE
ACELGA (*Beta vulgaris var. cicla L.*) BAJO DOSIS DE ABONAMIENTO
CON HUMUS DE LOMBRIZ EN WALIPINIS VIACHA – LA PAZ**

Presentada por:

WALTER VON BOECK

LA PAZ – BOLIVIA
2000

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

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE ACELGA
(*Beta vulgaris var. cicla L.*) BAJO DOSIS DE ABONAMIENTO CON
HUMUS DE LOMBRIZ EN WALIPINIS VIACHA – LA PAZ**

Tesis para optar el grado de:

LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

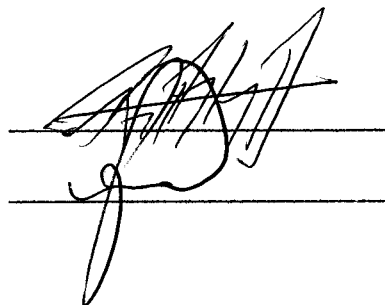
Presentada por:

Walter von Boeck

ASESORES:

Ing. Teresa Ruiz Díaz Luna Pizarro

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera.

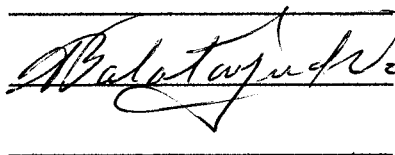


TRIBUNAL:

Ing. M. Sc. José Cortes Gumucio.

Ing. René Calatayud Valdez.

Ing. M. Sc. Eduardo Chilón Camacho.



VºBº



Ing. M. Sc. René Terán Céspedes
DECANO

La Paz – Bolivia
2000

Con mucho
carino al Instituto
Benson, gracias por
su apoyo.

Dios los Bendiga

Walter von Buelch

"La mayor necesidad del mundo es la de hombres que no se vendan ni se compren; hombres que sean sinceros y honrados en lo mas íntimo de sus corazones; hombres que no teman dar al pecado el nombre que le corresponde; hombres cuya conciencia sea tan leal al deber como la brújula al Polo; hombres que se mantengan de parte de la justicia aunque se desplomen los cielos"

Elena G. White.

DEDICATORIA

Con amor a Dios, a mi madre y a mi amada.

AGRADECIMIENTOS

Con mucho cariño y gratitud a las siguientes personas e instituciones que me apoyaron en la realización del presente trabajo de investigación:

A la Facultad de agronomía por acogerme en sus aulas.

A la dirección del Instituto Benson por su gentil colaboración.

Al Dr. Paul Jhonston, Ing. Luis Espinoza, Lic. Elizabeth García por su apoyo y amistad..

Al Ing. Jorge Pascuali por su ayuda brindada y sus oportunas correcciones.

A la Ing. Teresa Ruiz por la orientación y sugerencias brindadas.

Al Ing. René Calatayud por su ayuda y sugerencias realizadas para la elaboración del documento.

Al Ing. José Cortes por su orientación en el trabajo.

Al Ing Eduardo Chilón por sus sugerencias para el enriquecimiento del documento.

A mis tíos Victor, Amalia y primos Mauricio, Marco Antonio por su constante apoyo.

A Vivi por apoyarme en los momentos mas difíciles.

A mis compañeros y amigos Jenny, Germán, Jorge, Isabel, Moraima y Rosa por su amistad.

CONTENIDO

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

ANEXOS

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN

1

II. OBJETIVOS

2

Objetivo general

2

Objetivos específicos

2

III. HIPÓTESIS

2

IV. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3

4.1 Importancia del consumo de hortalizas en el altiplano

3

4.2 Limitantes para la producción hortícola en el altiplano boliviano

3

4.2.1 Clima

3

4.2.2 Radiación solar

4

4.2.3 Temperatura

4

4.2.4 Humedad

4

4.3 Historia del Walipini

4

4.3.1 Características generales del Walipini

5

4.3.1.1 Profundidad

6

4.3.1.2 Paredes

6

4.3.1.3 Cubierta

6

4.4 Importancia de los ambientes atemperados en el altiplano boliviano

6

4.5 Humus de lombriz

7

4.5.1. Definición

7

4.5.2. Humus del suelo

7

4.5.3. Humus de lombriz

8

4.5.3.1 Riqueza del humus de lombriz

8

4.5.4 Ácidos fúlvicos

9

4.5.5 Ácidos húmicos

10

4.5.6 Importancia del humus de lombriz

11

4.5.7 Ventajas del humus de lombriz

11

4.5.8 Principales efectos del humus de lombriz

12

4.5.9 Principales características del humus de lombriz

12

4.5.10 Principales usos del humus de lombriz

13

4.5.10.1	Transplante de árboles	13
4.5.10.2	Viveros	13
4.5.10.3	Hortalizas	13
4.6	El cultivo de la acelga	14
4.6.1	Origen e historia	14
4.6.2	Características botánica y taxonómicas	14
4.6.3	Valor nutritivo	15
4.6.4	Requerimientos de clima.	15
4.6.5	Requerimientos de suelo y fertilización	15
4.6.6	Época de siembra	16
4.6.7	Densidad de siembra y población	16
4.6.8	Cosecha	16
4.7	Nutrientes del suelo	17
4.7.1	Macronutrientes	17
4.7.1.1	Nitrógeno	17
4.7.1.1.1	Síntomas de deficiencia de nitrógeno	18
4.7.1.1.2	Importancia de la relación Carbono – Nitrógeno	18
4.7.1.2	Fósforo	19
4.7.1.2.1	El fósforo en las plantas	19
4.7.1.3	Potasio	20
4.7.2	Materia orgánica	21
4.7.3	Actividad biológica del suelo	21
4.7.4	Materiales orgánicos en el suelo	22
4.7.5	Actividad microbiana	22
4.7.6	Humus del suelo	23
4.7.6.1	Composición química del humus	23
4.7.6.2	Componentes orgánicos del humus	23
4.7.7	Mineralización y Humificación	24
4.7.8	Funciones de la materia orgánica del suelo	24
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
5.1	Materiales	25
5.1.1	Localización	25
5.1.2	Clima	25
5.1.2.1	Precipitación	27
5.1.2.2	Temperatura	27
5.1.2.3	Suelo	27
5.1.2.4	Vegetación	27

5.1.3. Duración y época del ensayo	28
5.1.4. Ambiente	28
5.1.4.1 Cobertura o techo del Walipini	28
5.1.4.2 Paredes	28
5.1.4.3 Ventilación	28
5.1.4.4 Profundidad	29
5.1.4.5 Suelo de Walipini	29
5.1.5 Material vegetal	30
5.1.6 Abono de lombriz	31
5.1.7 Instrumentos de medición	32
5.1.7.1 Microclima	32
5.1.7.2 Riego	32
5.1.8 Equipo de fumigación	32
5.1.9 Herramientas	32
5.1.10 Equipo de campo	32
5.1.11 Material auxiliar	33
5.2 Metodología	33
5.2.1 Reconocimiento del área de estudio	33
5.2.2 Toma de muestra de suelos y material vegetal	33
5.2.3 Preparación del terreno	34
5.2.4 Delimitación de parcelas	34
5.2.5 Incorporación de humus de lombriz	35
5.2.6 Siembra	36
5.2.7 Registro de emergencia	36
5.2.8 Registro de temperatura y humedad relativa	36
5.2.9 Riegos	37
5.2.10 Ventilación del ambiente	37
5.2.11 Cosecha	37
5.2.12 Evaluación	37
5.3 Diseño experimental	37
5.4 Modelo estadístico	38
5.4.1 Factores de estudio	38
5.4.1.1 Factor A: Dosis de abonamiento	38
5.4.1.2 Factor B: Variedades estudiadas	38
5.4.1.3 Tratamientos o Interacción AxB	39
5.5 Dimensiones de la parcela	39
5.6 Variables de respuesta	40

5.7 Capacitación a comunidades	40
VI. RESULTADOS DISCUSIÓN	41
6.1 Condiciones climáticas	41
6.1.1 Temperaturas máximas y mínimas en el interior del Walipini	41
6.1.2 Humedad relativa máxima y mínima	43
6.2 Riego aplicado	45
6.3 Fases del cultivo	46
6.3.1 Fases de desarrollo del cultivo de acelga	47
6.4 Respuestas agronómicas	48
6.4.1 Rendimiento de los Factores A y B en la primera cosecha	48
6.4.2 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la primera cosecha	49
6.4.3 Largo de hojas de los factores A y B en la primera cosecha	50
6.4.4 largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la primera cosecha	51
6.4.5 Rendimiento de los Factores A y B en la segunda cosecha	52
6.4.6 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la segunda cosecha	54
6.4.7 Largo de hojas de los Factores A y B en la segunda cosecha	54
6.4.8 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la segunda cosecha	56
6.4.9 Rendimiento de los Factores A y B en la tercera cosecha	57
6.4.10 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la tercera cosecha	58
6.4.11 Largo de hojas de los factores A y B en la tercera cosecha	59
6.4.12 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la tercera cosecha	60
6.4.13 Rendimiento de los Factores A y B en la cuarta cosecha	61
6.4.14 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la cuarta cosecha	62
6.4.15 Largo de hojas de los factores A y B en la cuarta cosecha	63
6.4.16 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la cuarta cosecha	64
6.4.17 Rendimiento de los Factores A y B en la quinta cosecha	65
6.4.18 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la quinta cosecha	66
6.4.19 Largo de hojas de los factores A y B en la quinta cosecha	67
6.4.20 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la quinta cosecha	68
6.4.21 Rendimiento de los Factores A y B de las cinco cosechas	69
6.4.22 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB de las cinco cosechas	71
6.4.23 Largo de hojas de los factores A y B de las cinco cosechas	72
6.4.24 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB de las cinco cosechas	73
6.5 Materia seca	75
6.6 Proteína Cruda	76
6.7 Relación Carbono – Nitrógeno	76
6.8 Materia Orgánica	77

6.9 Propiedades Físicas y Químicas del suelo.	77
6.9.1 Propiedades Físicas	77
6.9.1.1 Textura	77
6.9.1.2 Humedad del suelo	78
6.9.2 Propiedades Químicas	79
6.9.2.1 Nitrógeno	79
6.9.2.2 Fósforo	80
6.9.2.3 Potasio	81
6.9.2.4 Reacción del suelo pH	81
6.9.2.5 Conductividad Eléctrica	82
6.10 Capacitación a comunidades	82
6.11 Análisis Económico	84
6.11.1 Costos variables y costos fijos	84
6.11.2 Costos de producción	84
6.11.3 Beneficio neto	85
6.11.4 Beneficio /Costo	86
VII. CONCLUSIONES	87
VIII. RECOMENDACIONES	89
IX. LITERATURA CITADA	90

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Análisis de un humus de lombriz	9
Cuadro 2 Características diferenciales de los ácidos húmicos	10
Cuadro 3 Taxonomía de la acelga	14
Cuadro 4 Composición nutritiva de la acelga	15
Cuadro 5 Requerimiento de Nutrientes para el cultivo de acelga	16
Cuadro 6 Rendimiento de hortalizas en los biohuertos de Milpo a 4200 msnm	16
Cuadro 7 Características Climáticas de Letanías, Provincia Ingavi	25
Cuadro 8 Dimensiones del Walipini	28
Cuadro 9 Dimensiones del tapial	28
Cuadro 10 Características del suelo de Walipini	29
Cuadro 11 Características de variedades de acelga	30
Cuadro 12 Composición química del humus de lombriz	31
Cuadro 13 Dimensiones de la parcela	34
Cuadro 14 Dosis de abonamiento o Factor A	35
Cuadro 15 Distancia de siembra	36
Cuadro 16 Dimensión de parcela	39
Cuadro 17 Análisis de agua de riego	46
Cuadro 18 Fecha de siembra	46
Cuadro 19 Días a la emergencia	46
Cuadro 20 Días a la cosecha	46
Cuadro 21 Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m ² en la primera cosecha	48
Cuadro 22 Análisis de varianza para el largo (cm) en la primera cosecha	50
Cuadro 23 Comparación de medias del largo de hojas en la primera cosecha según la prueba de Tukey al 5%	50
Cuadro 24 Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m ² en la segunda cosecha	52
Cuadro 25 Comparación de medias para el rendimiento (kg/ha del factor A en la segunda cosecha según la prueba de Tukey al 5%	53
Cuadro 26 Análisis de varianza para el largo (cm) en la segunda cosecha	55
Cuadro 27 Comparación de medias del largo de hojas en la segunda cosecha según la prueba de Tukey al 5%	55
Cuadro 28 Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m ²) en la tercera cosecha	57
Cuadro 29 Comparación de medias para el rendimiento (kg/ha) del factor A en la tercera cosecha según la prueba de Tukey al 5%	57

Cuadro 30	Análisis de varianza para el largo (cm) en la tercera cosecha	59
Cuadro 31	Comparación de medias del largo de hojas en la tercera cosecha según la prueba de Tukey al 5%	59
Cuadro 32	Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m ²) en la cuarta cosecha	61
Cuadro 33	Comparación de medias para el rendimiento (kg/ha) del factor A en la cuarta cosecha según la prueba de Tukey al 5%	61
Cuadro 34	Análisis de varianza para el largo (cm) en la cuarta cosecha	63
Cuadro 35	Comparación de medias del largo de hojas en la tercera cosecha según la prueba de Tukey al 5%	63
Cuadro 36	Análisis de varianza para el rendimiento de acelga(kg/m ²) en la quinta cosecha	65
Cuadro 37	Comparación de medias para el rendimiento (kg/ha) del factor A en la quinta cosecha según la prueba de Tukey al 5%	65
Cuadro 38	Análisis de varianza para el largo (cm) en la quinta cosecha	66
Cuadro 39	Comparación de medias del largo de hojas en la quinta cosecha según la prueba de Tukey al 5%	66
Cuadro 40	Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m ²) en las cinco cosechas	69
Cuadro 41	Comparación de medias para el rendimiento (kg/ha) del factor A y B en las cinco cosechas según la prueba de Tukey al 5%	69
Cuadro 42	Análisis de varianza para el largo de hoja (cm) en las cinco cosechas	72
Cuadro 43	Comparación de medias del largo de hojas en las cinco cosechas según la prueba de Tukey al 5%	72
Cuadro 44	Costos variables en Bs/ha	84
Cuadro 45	Costos fijos en Bs/ha	84
Cuadro 46	Costos de producción	84
Cuadro 47	Beneficios Netos Bs/ha	85

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Walipini	5
Figura 2 Mapa de Ubicación	26
Figura 3 Walipini para el estudio	29
Figura 4 Variedad Fordhook Giant	30
Figura 5 Variedad Petoseed C003	31
Figura 6 Preparación del terreno	34
Figura 7 Incorporación de humus de lombriz	35
Figura 8 Croquis de campo	39
Figura 9 Temperatura máxima y mínima en abril	41
Figura 10 Temperatura máxima y mínima en mayo	41
Figura 11 Temperatura máxima y mínima en junio	42
Figura 12 Temperatura máxima y mínima en julio	42
Figura 13 Temperatura máxima y mínima en agosto	42
Figura 14 Humedad en abril	43
Figura 15 Humedad en mayo	44
Figura 16 Humedad en junio	44
Figura 17 Humedad en julio	44
Figura 18 Humedad en agosto	44
Figura 19 Riego aplicado	45
Figura 20 Fases de desarrollo del cultivo de acelga	47
Figura 21 Rendimiento del Factor A y B en la primera cosecha	49
Figura 22 Rendimiento de tratamientos en la primera cosecha	49
Figura 23 Largo de hojas de los Factores A y B en la primera cosecha	51
Figura 24 Largo de hojas de los tratamientos en la primera cosecha	52
Figura 25 Rendimiento de los Factores A y B en la segunda cosecha	53
Figura 26 Largo de hojas de los tratamientos en la segunda cosecha	54
Figura 27 Largo de hojas de los Factores A y B en la segunda cosecha	55
Figura 28 Largo de hojas de los tratamientos en la segunda cosecha	56
Figura 29 Rendimiento de los Factores A y B en la tercera cosecha	58
Figura 30 Rendimiento de los tratamientos en la tercera cosecha	58
Figura 31 Largo de hojas de los Factores A y B en la tercera cosecha	60
Figura 32 Largo de hojas de los tratamientos en la tercera cosecha	60
Figura 33 Rendimiento de los Factores A y B en la cuarta cosecha	61
Figura 34 Rendimiento de los tratamientos en la cuarta cosecha	63

Figura 35	Largo de hojas de los Factores A y B en la cuarta cosecha	64
Figura 36	Largo de hojas de los tratamientos en la cuarta cosecha	65
Figura 37	Rendimiento de los Factores A y B en la quinta cosecha	66
Figura 38	Rendimiento de los tratamientos en la quinta cosecha	67
Figura 39	Largo de hojas de los Factores A y B en la quinta cosecha	68
Figura 40	Largo de hojas de los tratamientos en la quinta cosecha	69
Figura 41	Rendimiento de los Factores A y B de las cinco cosechas	70
Figura 42	Rendimiento de los tratamientos de las cinco cosechas	71
Figura 43	Largo de hojas de los Factores A y B de las cinco cosechas	73
Figura 44	Largo de hojas de los tratamientos de las cinco cosechas	74
Figura 45	Producción del cultivo de acelga	74
Figura 46	Porcentaje de materia seca	75
Figura 47	Porcentaje de proteína	76
Figura 48	Relación C/N	76
Figura 49	Materia orgánica presente en el suelo	77
Figura 50	Textura del suelo	78
Figura 51	Humedad del suelo	79
Figura 52	Porcentaje de humedad aprovechable	79
Figura 53	Porcentaje de nitrógeno en el suelo de Walipini al inicio y final	80
Figura 54	Fósforo presente en el suelo al inicio y final del experimento	80
Figura 55	Potasio presente en el suelo al inicio y final del experimento	81
Figura 56	pH del suelo	81
Figura 57	Conductividad eléctrica	82
Figura 58	Capacitación a comunidades	83
Figura 59	Beneficios netos Bs/cosecha	85
Figura 60	Beneficio Costo	86

ANEXOS

- Anexo 1** Registro de temperaturas máximas y mínimas
- Anexo 2** Registro de humedad relativa
- Anexo 3** Calculo de dosis de abonamiento
- Anexo 4** Costos de producción

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Comportamiento agronómico de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cícila L.*) bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz en Walipini Viacha – La Paz" cuyo objetivo fue el de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de acelga bajo la influencia del humus de lombriz, a su vez conocer el rendimiento y los costos de producción.

Dicho trabajo se realizó en la comunidad de Letanías ubicada a 32 Km. del Departamento de La Paz a una altitud sobre el nivel del mar de 3860 metros.

En el trabajo de investigación se utilizaron dos variedades de acelga, variedad Fordhook Giant y Petoseed C003 y tres dosis de abonamiento con humus de lombriz que fueron a2, a3 y a4 cuya cantidad aplicada fue de 1314, 3560 y 5806 kg de humus de lombriz por hectárea respectivamente. El ambiente atemperado en el cual se cultivó fue un Walipini de 1.80 metros de profundidad por ser este el que tiene mejores condiciones térmicas.

La variedad que mejor se comportó agronómicamente en el estudio fue la variedad Fordhook Giant, alcanzando un promedio en el largo de hojas de 47.6 cm.

De los tres niveles del Factor A en estudio, el nivel a3 fue el que mejor rendimiento obtuvo cuyo promedio fue de 18.1 kg/m² de materia verde, al cual se le aplicó una dosis de humus de lombriz de 3438 kg por hectárea y alcanzó un largo de hoja promedio de 51.3 cm.

Los contenidos de proteína en las hojas de acelga se incrementan gracias a la aplicación de humus de lombriz al suelo mejorando la calidad nutricional de las hojas de acelga.

Las propiedades físicas y principalmente las químicas fueron afectadas positivamente con la incorporación de humus de lombriz.

El análisis económico de B/C muestra que al utilizar humus de lombriz los beneficios netos se incrementan por lo tanto la familia campesina tendrá un mayor ingreso que le ayudara a mejorar su calidad de vida.

I. INTRODUCCIÓN

Varios sectores de la población boliviana poseen problemas muy agudos de desnutrición humana, principalmente en el altiplano boliviano debido a las condiciones climáticas determinadas por la altura y la ubicación geográfica, que permiten cultivar escasas especies y solo una vez al año cultivos tradicionales como papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), cereales como cebada (*Hordeum vulgare*) y quinua (*Chenopodium quinoa W.*).

Debido a las condiciones adversas que sufre el altiplano boliviano, la pobreza en la que se encuentra la familia campesina y la continúa degradación de los suelos determinan que la alimentación sea pobre causando la desnutrición de la familia rural.

Ante ésta situación varias, instituciones gubernamentales y no gubernamentales han buscado sistemas alternativos de producción entre los que se encuentran los sistemas de cultivos atemperados, cuyo principio es el aprovechamiento de la energía solar que es acumulada y redistribuida en la noche en forma de calor y que son utilizados para la producción de hortalizas, flores, plantas medicinales, forestales y otros productos no propios de la zona (Avilés, 1992).

Con dichos sistemas atemperados se pretende aprovechar la alta radiación incidente en el altiplano, utilizar al máximo la tierra de los campesinos produciendo hortalizas en forma intensiva para mejorar la dieta de la familia campesina con productos hortícolas disponibles todo el año.

En el altiplano boliviano existen distintos sistemas atemperados como Invernaderos, Carpas solares, Camas orgánicas, Túneles y una nueva alternativa que son los Walipinis que permiten una producción intensiva de productos hortícolas todo el año.

Ante esta situación los sistemas atemperados existentes en el altiplano boliviano permiten la producción hortícola indispensables en la nutrición de la familia rural.

Los Walipinis son sistemas atemperados construidos bajo el suelo, que permiten tener condiciones de humedad, temperatura y fertilidad para una producción intensiva de productos hortícolas.

II. OBJETIVOS

En el presente trabajo de investigación se tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. cicla L.*) en condiciones de Walipini con diferentes dosis de abonamiento no tradicional.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del abono orgánico (Humus de lombriz) en la producción del cultivo de acelga.
- Conocer el rendimiento de las dos variedades de acelga en cada uno de los tratamientos propuestos.
- Evaluar los costos de producción que representan el manejo del cultivo en condiciones de Walipini.

III. HIPÓTESIS

Ho: No existe respuesta a la aplicación de dosis de abonamiento con humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de acelga.

Ho: El comportamiento agronómico de las dos variedades de acelga es similar en cada uno de los tratamientos.

IV REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Importancia del consumo de hortalizas en el altiplano.

Los pobladores del altiplano boliviano constituyen actualmente más del 52 % de la población total del país, concentrada en menos del 30 % del territorio nacional (Orzag, 1989). Esta población enfrenta graves problemas de desnutrición crónica debido a factores ambientales y socioeconómicos (Hartmann, 1990).

Los pobladores del altiplano y valles adyacentes sufren altos grados de desnutrición provocada por una dieta rica en carbohidratos y baja en vitaminas (Hartmann, 1990).

Las hortalizas y legumbres constituyen el complemento alimenticio básico de la población. La demanda de estos productos permite al agricultor producir y comercializar dos o más cosechas por año dependiendo de los rubros que explota (Tapia, 1994).

Las hortalizas en general presentan una demanda insatisfecha por lo cual es necesario producir hortalizas para el consumo y venta.

4.2 Limitantes para la producción hortícola en el Altiplano boliviano.

4.2.1 Clima

El clima del altiplano no resulta favorable para el cultivo de hortalizas. Son frecuentes en el altiplano fenómenos climáticos que ponen en riesgo y provocan pérdidas de cultivos (Avilés, 1992).

Una serie de factores climáticos influyen y limitan la intensificación de la agricultura en el altiplano: un déficit hídrico la mayor parte del año, heladas en cualquier época y granizadas frecuentes durante el periodo vegetativo de los cultivos (Orzag, 1989).

La precipitación promedio anual en el altiplano fluctúa entre 300 - 950 mm dependiendo de la zona, la temperatura promedio es de 6.5 C, además el promedio de días sin heladas es de 150 días al año. El riesgo de heladas es muy intenso durante la época agrícola (Vacher, 1987).

4.2.2 Radiación solar

Las necesidades de luz varían entre los cultivos. Algunos necesitan luz directa para su óptimo desarrollo, en cambio otras se desarrollan bien bajo condiciones de luz difusa como las hortalizas de hoja (Hartmann, 1990).

4.2.3 Temperatura

El efecto de la temperatura del aire y del suelo es de fundamental importancia puesto que todos los fenómenos fisiológicos de los vegetales son directamente influidos por este factor (Avilés, 1992).

El clima del altiplano boliviano es frío debido a su ubicación geográfica y a su elevación promedio de 3800 m.s.n.m. Después del factor agua, las heladas constituyen en el altiplano la mayor limitante para la agricultura (Montes de Oca, 1982).

4.2.4 Humedad

Por lo general el aire del altiplano es muy seco, aunque esto varía de Norte a Sur por la influencia del lago Titicaca en el Norte donde las precipitaciones alcanzan 550 mm/año (Hartmann, 1990).

La mayoría de las plantas se desarrollan bien cuando la humedad relativa está entre 30 a 70 %. Debajo del 30 % las plantas se marchitan y por encima del 70 % la incidencia de enfermedades es alta (Alpi y Tognoni, 1987).

Por lo mencionado se concluye que la humedad es un factor de principal importancia que limita la producción de cultivos no tradicionales como las hortalizas.

4.3 Historia del Walipini

El señor Peter Iseli de nacionalidad Suiza dueño de la granja Agroforestal Ventilla a 50 Km. de la ciudad de La Paz, camino a Oruro, emprendió entre los años 1989 - 1990 un tipo de experiencia empresarial muy interesante basado en la asociación de policultivos y control biológico y el interés de que en estos se puedan producir durante todo el año, protegiéndolos de las inclemencias del tiempo, como heladas, granizos, cambios bruscos de temperatura, causantes del retardo en el crecimiento y aún la pérdida total de los mismos (Ayaviri, 1996).

Todos estos factores incentivaron a Peter Iseli en la introducción de un nuevo sistema atemperado que reúne las ventajas sobre los otros sistemas ya conocidos (Ayaviri, 1996).

Los Walipinis, voz Aymará que significa siempre bien (Ayaviri, 1996), se encuentran bajo el nivel del suelo. Este sistema posee características que permite una producción intensiva de productos hortícolas durante el año.

Por su importancia en la producción hortícola en el altiplano boliviano, diversas instituciones han promovido su implementación con el objetivo de apoyar con la producción de hortalizas a las familias campesinas.

4.3.1 Características generales del Walipini

Las características de construcción hacen que el Walipini sea un sistema para la producción de cultivos hortícolas óptimo para el altiplano boliviano.

El diseño cumple con las principales recomendaciones constructivas que establecen las publicaciones especializadas sobre este tipo de instalaciones adecuadas de la zona altiplánica y alto andina (Ayaviri, 1996).

El Walipini es una construcción semisubterránea de 60 a 80 m² y las temperaturas son uniformes sin grandes amplitudes (Lorini, 1995).

La construcción del Walipini tiene características especiales como: profundidad, paredes y cubierta, como se observa en la figura 1.

Figura 1: Walipini



4.3.1.1 Profundidad

La profundidad del Walipini es muy importante en la producción de las hortalizas en el altiplano. Estudios realizados para determinar la profundidad óptima indican que un Walipini que tiene una profundidad de 1.80m es el más aconsejable por sus características microclimáticas favorables y fluctuaciones mínimas tanto como de temperatura y HR% máxima y mínima (Ayaviri, 1996).

4.3.1.2 Paredes

La construcción de las paredes del Walipini se la realiza con tapial debido a sus características térmicas del mismo.

Los tapiales son materiales artificiales aglomerados (Saravia, 1978). Con menor coeficiente de conductividad térmica que otros materiales, aproximadamente 0.80 kcal/mh° (Schmitt, 1970), dando mayor protección a los cultivos implantados, (Ayaviri, 1996).

4.3.1.3 Cubierta

Los materiales usados para recubrimiento, la característica que más nos interesa es su transparencia, solamente si esta es buena se consiguen condiciones favorables para el desarrollo del cultivo (Ayaviri, 1996).

Para el techado del Walipinis se utiliza polietileno o agrofilm de 250 micrones (Ayaviri, 1996).

El agrofilm es una película de polietileno de baja densidad y alta resistencia estabilizada con un aditivo especial que le da mayor duración contra la degradación por efectos de los rayos ultra violetas de la luz solar y tiene un color ligeramente amarillo, siendo su característica principal frente a otros materiales. Es resistente a los solventes, ácidos, grasas y tiene alta resistencia a la tensión dinámica (Plastix boliviana, 1993).

4.4 Importancia de los ambientes atemperados en el altiplano boliviano.

Los ambientes atemperados tienen como papel principal elevar las temperaturas, en particular las temperaturas mínimas y luchar así contra el riesgo de las heladas. La elevación de la temperatura ambiental durante el día así como la humedad, permiten además un desarrollo más rápido del cultivo y una producción mayor (Avilés, 1992).

Los ambientes atemperados constituyen una alternativa al problema de la producción en el altiplano, así como la excesiva presión sobre la tierra, constituyen así mismo una tecnología apropiada por sus características de uso de mano de obra intensiva, de uso fácil y de costos relativamente bajos puesto que se busca el uso de materiales locales (Avilés, 1992).

Los diferentes ambientes atemperados como, carpas solares, camas orgánicas, túneles bajos, invernaderos, Pankar huyu y Walipinis permiten cultivar productos hortícolas todo el año para el consumo y venta por las familias del altiplano.

4.5 Humus de lombriz

4.5.1 Definición

Se denomina Humus de Lombriz a las deyecciones de ésta, esto es al estiércol de lombriz; se le ha dado este nombre por su semejanza con el Humus del suelo, este último proveniente de la descomposición de todos los residuos orgánicos vegetales del suelo. Sin embargo existen algunas diferencias sustanciales entre ambos (Pineda, 1994).

Se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices especialmente a transformar los residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices de tierra como sus desechos de digestión (Guerrero, 1993).

4.5.2 Humus del suelo

El humus, es el estado más avanzado en la descomposición de la materia orgánica, que se define como un compuesto coloidal de naturaleza ligno-proteico, cuya función es la de mejorar las propiedades físico químicas de los suelos (Suquilanda, 1995).

El humus de suelo es el producto del metabolismo del suelo, resulta de procesos de polimerización y resíntesis; es básicamente una lignoproteína; es más estable que el humus de lombriz. Recordemos que el humus del suelo, coloide orgánico tan importante en la dinámica edafológica, se forma a partir de residuos vegetales y no animales (Pineda, 1994).

La base de la fertilidad de los suelos, esta representada por el "humus". La actividad de la vida del suelo (microflora y microfauna) depende de la presencia de materia orgánica y naturalmente de factores tales como agua, aire, temperatura, grado de pH, etc.

El humus proviene de la materia orgánica de origen vegetal y animal, que al ser atacada por los microorganismos del suelo, se transforma en humus. Este humus después de complejos procesos llega al estado de humus permanente en el que las sustancias nutritivas se han mineralizado para ser de esta manera asimiladas por las raíces de las plantas (Suquilanda, 1995).

4.5.3 Humus de lombriz

El humus de lombriz es un estiércol especial, es más biodinámico, tiene un mayor contenido mineral, contiene un mayor número de componentes (Enzimas, hormonas, vitaminas, población microbiana, etc.); Nutritivamente es más rico que el Humus del suelo (Pineda, 1994).

El humus es un fertilizante bio-orgánico, es un producto ligero, suelo, fiable, limpio, inodoro, con una granulometría parecida al café molido (Toro, 1995).

Uno de los aspectos característicos sobresalientes del humus de lombriz es que contiene una gran cantidad de microorganismos (bacterias y hongos) y de enzimas que continúan degradando la materia orgánica (Suquilanda, 1995).

4.5.3.1 Riqueza del Humus de lombriz

Para darse una idea de la riqueza del estiércol de las lombrices " Humus de lombriz " basta compararlo con la camada superior de un suelo que no sufrió la intervención de ellas. El Humus de lombriz es cinco veces más rico en nitratos, dos veces más rico en calcio, 2.5 veces más en magnesio, siete veces más en fósforo y once veces más en potasio (Ferruzzi, 1987).

El humus de lombriz esta compuesto de nitrógeno, potasio, fósforo y principalmente de microorganismos, es inodoro y soluble en agua, directamente asimilable por la planta. El humus de lombriz posee una altísima carga microbiana del orden de los 20000 millones por gramo seco (AOPEB, 1998).

En particular el humus de lombriz contiene buenas cantidades de auxinas y hormonas vegetales que actúan sobre el crecimiento de las plantas. El conjunto de sus propiedades químicas, así como su alta carga bacteriana y la presencia de enzimas, hacen de este un producto valioso para los terrenos que se han vuelto estériles debido a explotaciones intensivas (Suquilanda, 1995).

Un suelo de alta calidad posee por lo general de 150 - 200 millones de microorganismos por gramo, el Humus posee por gramo entre 250 - 300 millones de microorganismos diversos y benéficos a la planta (Pineda, 1994).

La aplicación de humus de lombriz al suelo de cultivo enriquece las sustancias nutritivas que se encuentran en el terreno, en razón de que el alto contenido de ácidos fúlvicos del humus, favorece la asimilación casi inmediata de los nutrientes minerales por las plantas (Suquilanda, 1995). (Ver cuadro 1).

Cuadro 1: Análisis de un humus de lombriz (rangos)

Humedad	30-66%
pH	5.6-7.9%
Materia orgánica	35-70%
Cenizas	15-68%
Nitrógeno	1.4-3.0%
P ₂ O ₅	0.2-5.0%
K ₂ O	0.2-2.5%
Ca	2-12%
Mg	0.2-2.6%
Fe	0.6-0.9%
Mn	66-1467 ppm
Cu	34-490 ppm
Zn	87-1600 ppm
B	26-89 ppm
Co	9-48 ppm
Carga microbiana	5x10 ⁶ – 2x10 ¹²

Fuente: Humusfinsa, Fegave, citado por Pineda, (1994).

El humus es un fertilizante orgánico, asimilable por las plantas, con buenos porcentajes de nitrógeno, potasio y carbono, una carga alta de flora bacteriana y enzimas (Toro, 1995).

4.5.4 Ácidos fúlvicos

Los ácidos fúlvicos no se forman solamente en suelos ácidos, sino en todos los suelos donde las condiciones para la vida microorgánica son precarias. Así, también en altitudes superiores a los 1000 m sobre el nivel del mar, donde el clima es frío, se forman casi exclusivamente ácidos fúlvicos, como también en todos los suelos encharcados o anaerobios (Primavesi, 1982).

Los ácidos fúlvicos con su estructura simple y su pequeño tamaño (2Å) entran fácilmente en los intersticios de la red cristalina de las arcillas, movilizándolo hierro y aluminio, que se vuelven solubles. Movilizan igualmente el calcio y el magnesio con que se ligan. Pero, como los fulvatos, es decir, las sales de ácidos fúlvicos son muy móviles y completamente hidrosolubles, percolan con facilidad al suelo. Los ácidos fúlvicos se reconocen fácilmente porque tiñen el agua de oscuro cuando la tierra es agitada con agua (Primavesi, 1982).

Los ácidos fúlvicos son sustancias que se encuentran con el humus, pero no gozan de sus propiedades características. Su color es amarillo y aunque solubles en los alcoholes, no son precipitables por los ácidos. Se disuelven también en el bromuro de acetilo y en el agua, sin que se dispersen coloidalmente en ella ni siquiera en pequeña proporción (Alonso, *et al.* 1992).

4.5.5 Ácidos húmicos

El ácido húmico es el producto del proceso oxidativo continuado en presencia de calcio, potasio, fósforo y micronutrientes. El material que resulta está enriquecido por estos elementos más el nitrógeno fijado del aire (Primavesi, 1982), el porcentaje de ácidos húmicos en el abono de lombriz está a razón de 6.85% (Toro, 1995).

Los ácidos húmicos son de color muy oscuro dentro de las dos tonalidades parda y gris. Solubles en los álcalis de los cuales confieren su color característico, no lo son en el bromuro de acetilo, ni en el alcohol.

Su contenido de carbono, que se cifra alrededor del 60%. Su resistencia a la acción microbiana es considerable, así como también a la oxidación, lo cual los hace más estables que los derivados de la lignina. A los ácidos húmicos se los puede dividir en dos tipos fundamentales: los pardos y los grises, cuyas características más importantes se señalan en el cuadro 2, (Alonso, *et al.* 1992).

Cuadro 2: Características diferenciales de los ácidos húmicos.

Ácidos húmicos	
Pardos	Grises
1. - Color parduzco	1. - Color grisáceo.
2. - Bastante hidrófilos.	2. - Poco hidrófilos.
3. - Floculación con bastante electrolito.	3. - Floculación con poco electrolito.
4. - Menos nitrogenados.	4. - Más nitrogenados.
5. - Menor afinidad con la arcilla.	5. - Mayor afinidad con la arcilla.
6. - Extracto alcalino menos estable	6. - Extracto alcalino más estable.

Fuente: Alonso, *et al.* (1992).

Los ácidos húmicos no son solubles en agua y tienen una estructura grande y compleja (8Å). No entran en las estructuras de las arcillas pero se ligan a ellas por sus electrovalencias negativas, cuando las arcillas están cubiertas por capas de cationes positivos de dos o tres electrovalencias, como por ejemplo, el aluminio, hierro, calcio y magnesio. Ellos sirven, pues, de "puente de unión" entre las partículas de la arcilla (Primavesi, 1982).

Los ácidos húmicos no solamente ligan las arcillas, también son parcialmente absorbidos por estas, de modo que forman un complejo húmico-arcilloso de buena estabilidad, que difícilmente será destruida (Primavesi, 1982).

4.5.6 Importancia del humus de lombriz

El humus de lombriz posee dos elementos que son de mucha importancia para la planta la acidez y la flora bacteriana. El humus es una sustancia neutra por tanto el valor del humus de lombriz es óptimo: está muy cercano a los datos obtenidos sólo en los mejores abonos orgánicos. La flora bacteriana que tiene este abono orgánico alcanza a 2 billones de colonias de bacterias por gramo de abono en vez de los pocos centenares de millones presentes en la misma cantidad de estiércol fermentado animal, que es considerado de los mejores. Una cuestión de indiscutible importancia práctica: el humus de lombriz aunque se de en dosis excesivas no quema ninguna planta, ni siquiera la más tierna (Ferruzzi, 1987).

A partir de unos ensayos en los Estados Unidos, se ha podido establecer que con el uso de este tipo de fertilizantes es posible aumentar notablemente las producciones unitarias, con un evidente beneficio para el que lo utiliza (Ferruzzi, 1987).

4.5.7 Ventajas del Humus de lombriz

El humus de lombriz es uno de los abonos orgánicos de mejor calidad debido particularmente a su efecto en las propiedades biológicas del suelo. Vivifica el suelo debido a la gran flora microbiana que contiene: 2 billones de colonias de bacterias por gramo de humus de lombriz. Además por su alto contenido de ácidos fúlvicos favorece la asimilación casi inmediata de nutrientes minerales por las plantas. También permite mejorar la estructura del suelo favoreciendo la aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminuyendo la compactación del suelo, además los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica (Guerrero, 1993).

Las deyecciones de lombrices activan el crecimiento de las plantas, porque contienen microorganismos, minerales inorgánicos como nitratos, fosfatos y carbonatos de potasio y materia orgánica en composición similar a terrenos muy fértiles (Toro, 1995).

4.5.8 Principales efectos del Humus de lombriz

La acción del humus de lombriz hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura, debido a que actúa como agente cementario entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares, que permiten:

- Mejorar el desarrollo radicular.
- Mejorar el intercambio gaseoso.
- Activar a los microorganismos.
- Aumentar la oxidación de la materia orgánica y por consiguiente, la entrega de nutrientes, en formas químicas que las plantas pueden asimilar.
- Emplear en cualquier dosis sin quemar, ni dañar a la planta más delicada, en razón que su pH es neutro.
- Dotar de microelementos en proporciones diversas.
- Suministrar Enzimas, las que continúan desintegrando la materia orgánica, aún después de haber sido ésta, expulsada del tracto digestivo de la lombriz; dichas Enzimas son tipificadas como las Proteasas, Amilasas, Lipasas, Celulosas y Quitinasas.
- Utilizar como fertilizante foliar, debido a sus componentes nutritivos solubles en agua (Ferruzzi, 1987).

4.5.9 Principales características del Humus de lombriz

El humus de lombriz mejora las características físicas del suelo y mantiene el suelo debido a su estructura coloidal, aumenta la capacidad del suelo de retener agua. Es un fertilizante que suelta lentamente sus nutrientes. Rico en oligoelementos. Contiene ácidos húmicos y fúlvicos que impiden la formación de hongos y micetos (Ocsa, 1995).

Es completamente estable, no se fermenta y se usa con cierto grado de humedad, que por otro lado es una de sus características, puesto que tiene la propiedad de ceder el agua lentamente (Toro, 1995).

Mejora las características físicas de la tierra y la mantiene suelta, debido a su estructura coloidal, aumenta la capacidad de retener agua. Es un fertilizante que suelta lentamente sus bases nutritivas. Tiene una elevada capacidad de sustituir las bases de la tierra y ayuda a la solubilización de los elementos nutritivos orgánicos en minerales solubles, no lleva salinidad a la tierra. Es completamente estable, no se fermenta y se usa con cierto grado de humedad, que por otro lado es una de sus características, puesto que tiene la propiedad de ceder el agua lentamente (Toro, 1995).

Su aportación de elementos nutritivos y minerales es muy completo. Contiene azoto, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Por lo que concierne al azoto se encuentra por el 97% de su valor en forma inorgánica por lo tanto anticipa su maduración. Es rico en oligoelementos, contiene ácidos húmicos y fúlvicos, impide la formación de hongos y micetos. El porcentaje de azoto presente en el humus de lombriz es de 1.86% (Toro, 1995).

4.5.10 Principales usos del Humus de lombriz

El humus de lombriz puede ser aplicado a una gran gama de cultivos y medios, tales como: plantas de interior, jardines urbanos, huertos, césped de parques, floricultura, horticultura, fruticultura, invernaderos y otros. Este producto puede utilizarse regularmente como reconstituyente orgánico para las plantas (Suquilanda, 1995).

4.5.10.1 Transplante de árboles

El humus de lombriz se utiliza en el momento del transplante de árboles ya sea frutales como ornamentales, sobre el fondo de los hoyos previamente realizados, incorporar 300 gramos de humus de lombriz (AOPEB, 1998).

4.5.10.2 Viveros

El humus de lombriz se puede utilizar en viveros con bastante éxito en el cual se debe distribuir de 80 a 150 gramos de humus por metro cuadrado, mezclarlos con la base y regar a continuación, repetir la operación dos a tres veces al año (AOPEB, 1998).

4.5.10.3 Hortalizas

Para poder tener un desarrollo óptimo de las plantas incorporar en el momento del transplante a la planta de 40 – 60 por cada planta en la zona de la raíz, regar a continuación. Se pueden conseguir resultados similares esparciendo unos 1000 kg/ha arando y regando posteriormente (AOPEB, 1998).

4.6. El cultivo de la acelga

La acelga es una hortaliza cuya parte comestible la constituyen las hojas aunque también pueden consumirse los peciolos; se le considera como una planta semiperenne y de rebrote. Posee un gran contenido de vitamina A y C (Valadez, 1993).

4.6.1 Origen e historia

Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en la Islas Canarias (Vavilov, 1951). Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a de C.; es, además, una de las hortalizas predilectas de los suizos. Fue introducida a los estados Unidos en el año 1806 (Splittstoesser, 1984).

4.6.2 Características botánicas y taxonómicas

La acelga es una planta bianual que no forma parte comestible (hipocótilo) como la remolacha azucarera o betabel (*beta vulgaris L.*). Para que se presente floración necesita pasar por un periodo de bajas temperaturas (vernalización). El vástago floral es igual al del betabel, y alcanza una altura promedio de 1.20 m (Yamaguchi, 1983). Las hojas, que constituyen la parte comestible, pueden ser onduladas y/o arrugadas, dependiendo del cultivar. Los peciolos pueden ser de color crema o blanco. Las semillas son muy pequeñas y están encerradas en un pequeño fruto, siendo por lo general de color café, al que comúnmente se lo denomina semilla (realmente es un fruto), el que contiene de tres a cuatro semillas. La inflorescencia esta compuesta por una larga panícula; las flores son sésiles y hermafroditas, pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres, el cáliz es de color verdoso y esta compuesto por cinco sépalos y cinco pétalos y cubre las semillas formando un pequeño fruto (Valadez, 1993).

La semilla que se consigue comercialmente es en realidad un fruto. La semilla es más pequeña que la de la remolacha y es de color oscuro.

Cuadro 3: TAXONOMÍA DE LA ACELGA

Familia	Chenopodiaceae
Género	Beta
Especie	Vulgaris
Variedad botánica	Cicla
Nombre común	Acelga

Fuente: Valadez, (1993).

4.6.3 Valor nutritivo

Los siguientes compuestos orgánicos y minerales que aparecen en el cuadro 4 se determinan con base en 100 g de parte comestible (hojas) de acelga.

Cuadro 4: Composición nutritiva de la acelga (por 100 g de producto comestible)

Agua	91.1%
Proteínas	2.4 g.
Hidratos de carbono totales	4.6 g.
Fibra	0.8 g
Cenizas	1.6 g
Calcio	88 mg
Fósforo	39 mg
Hierro	3.2 mg
Sodio	147 mg
Potasio	550 mg
Vitamina A	6500 UI
Tiamina	0.06 mg
Riboflavina	0.17 mg
Niacina	0.5 mg
Ácido Ascórbico	3.2 mg
Valor energético	25 cal

Fuente: Watt *et al.*, (1975).

4.6.4 Requerimientos de clima

La acelga es una hortaliza de clima frío, tolera heladas y temperaturas calientes. La temperatura requerida para su germinación es de 10 a 25 °C, emergiendo los cotiledones a los 8 a 10 días. La temperatura óptima para su buen desarrollo es de 15 a 18 °C; sin embargo puede desarrollarse a temperaturas altas. A temperaturas de 4 a 5 °C emite el vástago floral, recomendándose dejar de cortar las hojas debido a que disminuye su calidad y tamaño. (Valadez, 1993).

4.6.5 Requerimientos de suelo y fertilización

La acelga se desarrolla en cualquier tipo de suelo, pero prefiere el arcilloso - arenosos. La acelga al igual que la remolacha azucarera, es sensible a la acidez del suelo y se desarrolla muy bien en suelos alcalinos, teniendo un rango de pH de 6.5 - 7.5. En cuanto a la salinidad, está clasificada como altamente tolerante, con valores de 6400 a 7680 ppm (10 a 12 mmho), (Richards, 1954; Maas, 1984).

El INIA reporta dos formulas generales de fertilización:

80-40-00

120-60-00

Cuadro 5: Requerimiento de nutrientes para el cultivo de acelga.

Parte de la planta	Rendimiento promedio kg/m ²	N	P	K	Ca
		kg/ha			
Hojas y peciolo	11.2	44.0	9.9	58.24	16.8

Fuente: Valadez, (1993).

Cuadro 6: Rendimiento de hortalizas en los biohuertos de Milpo a 4200 m.s.n.m.

Hortaliza	Cultivares	Cosecha kg/m ²
Acelga	Fordhook Giant	3.45
Espinaca	Viroflay	3.00
Lechuga	Great Lakes	2.90

Fuente: Aguirre, (1993).

4.6.6 Época de siembra

La acelga se puede sembrar en cualquier época del año sin embargo se recomienda realizar esa labor a fines de invierno con el objeto de obtener un mayor número de cortes (Valadez, 1993).

4.6.7 Densidad de siembra y población

En el cultivo de la acelga se realiza exclusivamente siembra directa en surco, tomando en cuenta que las distancias deben ser entre hileras de 25 – 30 cm, pudiendo obtener en promedio poblaciones de 86000 plantas/ha (Valadez, 1993).

4.6.8 Cosecha

La acelga es una hortaliza de rebrote, o sea que al cortar las hojas estas vuelven a brotar; por lo general la longitud de las hojas es un indicador visual de cosecha, siendo el tiempo otro parámetro. El tiempo transcurrido para el primer corte es de 60 – 70 días y después se puede cosechar cada 12 – 15 días. La longitud para cortar las hojas exteriores es cuando pasen los 25 cm (Valadez, 1993).

4.7 Nutrientes del suelo

4.7.1 Macronutrientes

4.7.1.1 Nitrógeno

El Nitrógeno es uno de los elementos nutritivos principales para la planta. La materia orgánica promueve la fijación de nitrógeno, ya sea por medio biológico o fotoquímico o por simple absorción del aire (Primavesi, 1982).

Raras veces, el suelo contiene suficiente nitrógeno para soportar una producción vegetal máxima. El color verde pálido, indicador de la deficiencia de este nutriente, es el síntoma de insuficiencia nutricional más corriente entre las plantas cultivadas. Como la mayoría de los cultivos presentan espectaculares respuestas a las aplicaciones de nitrógeno, no es de extrañas que este elemento sea el más ampliamente utilizado como fertilizante (Thompson y Troeh, 1980).

Los procesos de combinación del nitrógeno con otro elemento reciben el nombre de fijación de nitrógeno y se realizan, en la naturaleza, gracias a la acción de ciertos microorganismos y a las descargas eléctricas en la atmósfera, la cantidad de nitrógeno fijado suele ser pequeña en comparación con la que las plantas podrían utilizar (Thompson y Troeh, 1980).

Cerca del 99 % del nitrógeno combinado en el suelo se halla contenido en la materia orgánica. La materia orgánica se presenta, principalmente, en partículas parcialmente humificadas, pero aún identificables, o en los componentes de humus, asociadas a los minerales de arcilla (Swift y Posner, 1972).

El nitrógeno orgánico, incluido en las moléculas grandes y complejas, sería inaccesible a los vegetales superiores si no fuera, previamente, liberado por los microorganismos. La actividad microbiana descompone, gradualmente, los materiales orgánicos simples, que pueden ser utilizados por las plantas (Thompson y Troeh, 1980).

El rol fisiológico del nitrógeno en la planta es muy importante, la mayor parte de los compuestos orgánicos vegetales contienen Nitrógeno. Entre los compuestos nitrogenados podemos citar a los ácidos nucleicos, aminoácidos y numerosas enzimas. Es un componente esencial de la clorofila. Los síntomas de deficiencia de Nitrógeno, se observa generalmente en las hojas más viejas, las plantas presentan un aspecto raquítico y pálido (Chilón, 1997).

Las deficiencia de nitrógeno son una de las diversas causas de crecimiento raquítico de las plantas (Thompson y Troeh, 1980).

Las plantas en crecimiento necesitan nitrógeno para formar nuevas células. La fotosíntesis puede producir glúcidos a partir de CO_2 y H_2O (Thompson y Troeh, 1980).

4.7.1.1.1 Síntomas de deficiencia de nitrógeno

Cuando el suministro de nitrógeno es insuficiente, las plantas crecen despacio; en comparación con las plantas sanas, presentan un aspecto ahilado, raquítico y pálido. La deficiencia de nitrógeno limita la deficiencia de proteína y de otros materiales esenciales para la generación de nuevas células. En tales condiciones, la velocidad de crecimiento deviene muy aproximadamente proporcional a la velocidad con que suministra nitrógeno (Thompson y Troeh, 1980).

El color verde pálido de las plantas deficientes en nitrógeno proviene de la reducción de clorofila. Como la clorofila es indispensable para la producción de glúcidos mediante la fotosíntesis, su disminución también tiende a limitar la velocidad de crecimiento. La palidez ocasionada por la deficiencia en nitrógeno suele ser mas pronunciada en las hojas viejas y, especialmente, a lo largo de las nerviaciones. Como no es remplazada, la clorofila, al descomponerse, va desapareciendo de esas áreas. A lo largo de las nerviaciones y en el ápice de las hojas viejas, se inicia un color pardo amarillento que progresa hacia el interior de la hoja. Esto se debe a que parte del nitrógeno de esas áreas es trascolado a regiones de la planta todavía en crecimiento, para ser utilizado allí de modo preferente (Thompson y Troeh, 1980).

La deficiencia de nitrógeno limita la producción de clorofila que también trae como consecuencia la disminución del crecimiento. Los síntomas de deficiencia de nitrógeno, se observan generalmente en las hojas mas viejas, las plantas presentan un aspecto raquítico y pálido (Chilón, 1997).

4.7.1.1.2 Importancia de la relación Carbono – Nitrógeno

La acción microbiana puede mineralizar o inmovilizar el nitrógeno. el principal factor que determina cual de los procesos va a ocurrir e la relación carbono – nitrógeno (C:N). Los microorganismos utilizan el nitrógeno para construir sus propios materiales y como fuente energética. La cantidad de nitrógeno que necesita la población microbiana es proporcional a la cantidad de carbono que ingresa en ella. Una relación C:N alrededor de 32:1 constituye el punto de equilibrio para la descomposición de los materiales orgánicos en unas semanas. Si la relación es mayor, parte del nitrógeno del suelo debe ser inmovilizado; si es menor, permite la ocurrencia de una cierta mineralización al tiempo que se descompone la materia orgánica (Thompson y Troeh, 1980).

Cuanto mayor es la relación C:N mas largo es el periodo de inmovilización neta. Cuanto menor es la relación C:N, antes se realiza la mineralización del nitrógeno. Cuando la descomposición tiene lugar sin que ocurra mineralización ni inmovilización, es señal de que la amonificación a partir del material orgánico equivale al nitrógeno utilizado por los microorganismos (Thompson y Troeh, 1980).

4.7.1.2 Fósforo

El fósforo ha sido llamado "la llave de la vida" porque se halla directamente implicado en la mayoría de los procesos vitales. Está presente en todas las células, con tendencia a concentrarse en las semillas y zonas de crecimiento de las plantas (Thompson y Troeh, 1980).

El fósforo, lo mismo que el nitrógeno y el azufre, forma aniones complejos con el oxígeno, pero la solubilidad de los fosfatos es baja, lo cual reduce prácticamente su disponibilidad y constituye una desventaja. La capa arable suele contener menos de 1 Kg. de fósforo por hectárea en solución (de un contenido total de fósforo de unos 1000 Kg.). En cierto aspecto, sin embargo, esa solubilidad tan baja es ventajosa, pues contribuye a reducir las pérdidas por lavado (Thompson y Troeh, 1980).

El fósforo se presenta en el suelo, tanto en forma orgánica como inorgánica. En la materia orgánica, el fósforo se halla ligado a la estructura de los compuestos; puede participar en las relaciones químicas, pero se mantiene firmemente en su sitio, inaccesible a las plantas, hasta que el material orgánico se descomponga (Thompson y Troeh, 1980).

4.7.1.2.1 El fósforo en las plantas

El fósforo es absorbido del suelo por las raíces y desde allí, distribuido a todas las células de la planta. Los órganos reproductores alcanzan una concentración mayor: una semilla debe contener el suficiente fósforo y demás compuestos vitales para abastecer la plántula hasta que se hayan formado raíces capaces de aprovisionarse del suelo (Thompson y Troeh, 1980).

En la célula, el fósforo se une con carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno y otros elementos, para formar moléculas orgánicas complejas. El fósforo es un componente esencial del material genético del núcleo celular. Las células no pueden dividirse hasta poseer el suficiente fósforo para formar un núcleo adicional. Por eso la deficiencia de fósforo da lugar al raquitismo y al retraso de la maduración y a la producción de semillas arrugadas (Thompson y Troeh, 1980).

Primavesi (1982), menciona que se destacan tres puntos básicos en el problema de la disponibilidad del fósforo:

1. El pH del suelo debe estar encima de 5.5 para que el fósforo permanezca disponible.
2. No pueden existir procesos de reducción en el suelo, o sea el suelo debe estar aireado.
3. La microvida debe ser capaz de movilizar el fósforo de combinaciones con aluminio y hierro, siendo las bacterias más activas productoras de ácidos. De esto se puede sacar en conclusión que un suelo debe tener bioestructura grumosa y suficiente materia orgánica y calcio, para garantizar un abastecimiento normal de las plantas con fósforo.

4.7.1.3 Potasio

Las plantas absorben grandes cantidades de potasio, siempre en forma de ion K^+ . Las plantas requieren cantidades de potasio relativamente importantes y con frecuencia, son capaces de utilizar una provisión de este elemento mayor de la que el suelo puede suministrar. El potasio por orden de probabilidad es el tercero de los nutrientes que suelen limitar el crecimiento de las plantas y, en consecuencia es un componente muy común de los fertilizantes (Thompson y Troeh, 1980).

La distribución del potasio en los suelos como por ejemplo una capa arable contiene unos 30000 kg de potasio por hectárea, de los cuales, entre 100 y 400 suelen ser de potasio cambiante y, casi siempre, menos de 6 corresponden al potasio disuelto en la solución del suelo. El resto probablemente, cerca de un 99 % de potasio total existente en un suelo normal, no es intercambiable. El potasio en solución suelo suele constituir el 0.01 %, o menos, del total presente en el suelo (Thompson y Troeh, 1980).

El potasio favorece la síntesis de carbohidratos, así como el movimiento de estas sustancias y su acumulación en ciertos órganos de reserva. A su vez interviene en el metabolismo del nitrógeno favoreciendo la síntesis de aminoácidos y proteínas. Actúa como activador enzimático (Chilón, 1997).

Las deficiencias de potasio aparecen en los márgenes de las hojas, estas se ponen amarillas y se marchitan, comenzando por la punta de las hojas inferiores hacia las superiores por lo tanto las hojas superiores parecen normales (Chilón, 1997).

4.7.2 Materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo proviene de los restos de plantas y animales. Esto incluye hiervas, árboles, bacterias, hongos, protozoos, lombrices y abonos animales. La materia orgánica representa una etapa determinada en un movimiento interminable de los elementos C, H, O, N, P y S entre los organismos vivos y el reino mineral. A medida que se forma la materia orgánica nueva, una parte de la vieja pasa a mineralizarse. Muchas de las propiedades deseables de la materia orgánica se deben a su carácter dinámico (Díaz, 1987).

Los restos de las plantas superiores, junto con los que provienen de la vida animal, proporcionan el material originario de la materia orgánica del suelo. La mayoría de los suelos contienen entre 1% y 6% de materia orgánica lo que representa de 20000 a 120000 kg de materia orgánica en una hectárea. La porción relativamente estable de la materia orgánica se la denomina humus. El humus es una mezcla compleja de compuestos orgánicos (Thompson y Troeh, 1980).

4.7.3 Actividad biológica del suelo

La numerosa población del suelo comprende organismos vegetales y animales, cuyo tamaño varía desde el de las bacterias y otras formas microscópicas hasta el de los grandes animales excavadores y las raíces de árboles corpulentos. Las bacterias, por sí solas, se presentan en poblaciones de, a veces, miles de millones por gramo de suelo (Thompson y Troeh, 1980).

La descomposición es una especialidad de los organismos del suelo. Con frecuencia los insectos y lombrices de tierra inician el proceso masticando el material, digiriendo parte del y desmenuzando el resto en fragmentos (Thompson y Troeh, 1980).

La actividad biológica depende mucho de la estructura del suelo, del volumen de poros y de la permeabilidad. Las lombrices, insectos y roedores reorganizan el suelo con sus galerías. Tanto los organismos grandes como los diminutos producen exudados y residuos que ayudan a unir las partículas de limo y arcilla, formando unidades estructurales (Thompson y Troeh, 1980).

4.7.4 Materiales orgánicos en el suelo

Thompson y Troeh (1980) indican que el suelo contiene materiales orgánicos vivos y muertos, de origen animal y vegetal, de tamaño que varía desde las partículas submicroscópicas hasta las grandes raíces de los árboles. Su composición puede clasificarse de distintas maneras atendiendo al origen o a la naturaleza química de los materiales. Desde el punto de vista del origen, pueden considerarse los siguientes grupos significativos:

1. Macroorganismos vivos.
2. Restos de macroorganismos, muertos pero identificables.
3. Microorganismos vivos.
4. Materiales orgánicos muertos y finalmente divididos.

4.7.5 Actividad microbiana

La actividad microbiana es esencial para la liberación de los nutrientes contenidos en los materiales vegetales muertos. Sin tal liberación, los nutrientes disponibles serían pronto agotados y el suelo se haría estéril. Los microorganismos completan el ciclo, de manera que los nutrientes absorbidos por las plantas puedan volver al suelo. Así los mismos iones pueden ser utilizados una y otra vez. Una población microbiana activa suele ser un buen indicador de la fertilidad del suelo (Thompson y Troeh, 1980).

Uno de los factores más importantes que afectan la actividad microbiana es el suministro de energía. Otros factores como la aireación, el aporte de agua al suelo, la temperatura, el pH y el suministro de nutrientes adecuados (nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, etc.) son también importantes, pero la energía es, con mucha frecuencia, el factor limitante de la actividad microbiana. Para la mayoría de los microorganismos el suministro energético proviene de los restos vegetales y animales (Thompson y Troeh, 1980).

El contenido hídrico del suelo más favorable a la actividad microbiana ocurre cuando la mitad o dos tercios del volumen de poros se halla ocupado por agua. Los microorganismos viven en medio acuoso, pero la mayoría requieren, además, oxígeno atmosférico. Las reacciones próximas a la neutralidad o ligeramente alcalinas con un buen suministro de calcio son favorables a la mayoría de los microorganismos (Thompson y Troeh, 1980).

4.7.6 Humus del suelo

En los suelos cultivados, nueve decimos de la materia orgánica del suelo pueden consistir en humus perfectamente mezclados con coloides inorgánicos y se denomina un complejo de arcilla y humus. El humus puede ser definido de la siguiente manera: "el humus es un complejo y mejor una mezcla resistente de sustancias oscuras o negruzcas, amorfas y coloidales que se han modificado a partir de los tejidos originarios o han sido sintetizados por varios organismos del suelo", esto quiere decir que el humus es una mezcla de compuestos complejos y no un material único y estos compuestos son materiales resistentes que han sido solo modificados a partir del tejido vegetal originario y compuestos sintetizados con tejido microbiano con restos de organismos muertos. El humus es el coloide orgánico, pero a diferencia de los coloides minerales del suelo es amorfo y no cristalino (Díaz, 1987).

4.7.6.1 Composición química del humus

Los principales constituyentes elementales del humus son el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, con menores cantidades de fósforo y de azufre. El humus contiene todos los elementos absorbidos por las plantas, pero no en la misma proporción que se encuentran en los tejidos vegetales (Thompson y Troeh, 1980).

4.7.6.2 Componentes orgánicos del humus

El humus es complejo y variable. En la materia orgánica del suelo pueden identificarse miles de compuestos orgánicos, pero tales compuestos identificables apenas constituyen el 10 o el 15% de su peso total. Los componentes que perduran lo suficiente para ser incluidos en el verdadero humus suelen denominarse materiales húmicos. De estos, la fracción más discutida y probablemente la más importante esta constituida por los ácidos húmicos. Se trata de un grupo de sustancias con varias características comunes. Se disuelven cuando se tratan con NaOH o NH₄OH débiles, dando lugar a una solución pardo oscura o negra (Thompson y Troeh, 1980). Díaz, (1987) explica que el principal producto que se sintetiza en el humus es un complejo de lignina y proteína que los estudiosos del suelo designan como partículas de lignoproteinato.

4.7.7 Mineralización y Humificación

Los restos de animales y vegetales tienen un proceso de degradación o descomposición hasta los componentes elementales de las proteínas, carbohidratos y otros en el proceso de Mineralización. Los productos resultantes pueden ser objeto de nuevos procesos de resíntesis y polimerización dando lugar a nuevos agregados químicos que reciben el nombre de ácidos húmicos, de características y propiedades específicas. Este proceso recibe el nombre de Humificación (Díaz, 1987).

Los factores que influyen en la Mineralización y Humificación se pueden dividir en factores internos y externos. Los internos están relacionados con los restos de animales y vegetales que se mineralizan y humifican y los externos con las características del medio en el cual ocurren estos procesos. Entre los factores internos hay que considerar la composición y la cantidad de restos animales y vegetales depositados, además de la relación C/N, la relación acidez/bases, la relación lignina/celulosa y el contenido en minerales. Los factores externos que influyen considerando que la mineralización es un proceso principalmente microbiológico, la composición y cantidad de la microflora y microfauna es el factor edáfico más importante. Otros factores como el pH, granulometría, riqueza y disponibilidad en nutrientes, régimen hídrico y condiciones de aireación inciden sobre la flora y la fauna e influyen indirectamente sobre la mineralización, a su vez se debe considerar los factores ecológicos, temperatura y precipitación pluvial (Díaz, 1987).

4.7.8 Funciones de la materia orgánica del suelo

Algunas de las funciones más importantes que cumple la materia orgánica en el suelo son de reducir el impacto de las gotas de lluvia, incrementar la capacidad de retención de agua, al descomponerse la materia orgánica proporciona los nutrientes necesarios para la planta, sirve como fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos del suelo (Díaz, 1987).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

5.1.1. Localización

El estudio se realizó en el Proyecto de Walipinis del Instituto Benson, ubicado en la localidad de Letanías en la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz (ver figura 2).

Letanías se encuentra ubicada a 32 Km. al sudoeste de la ciudad de La Paz, entre los paralelos 16°42'5" de Latitud Sur y 68°15'54" de Longitud Oeste, a una altitud sobre en nivel del mar de 3860 metros.

5.1.2. Clima

Cuadro 7: Características Climáticas de Letanías, Provincia Ingavi

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Clima	Templado frío, con vegetación montañosa, estepa a estepa espinosa.
Temperatura media anual	8.3°C
Humedad relativa	50.8%
Meses de lluvia	Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Mayo.
Heladas al año	Febrero, Mayo, Junio, Julio y Agosto; con 5.3 días por mes.
Granizos al año	Septiembre y Febrero, con 2 días por mes.

Fuente : Instituto Benson, (1995), citado por Cortes, (1997).

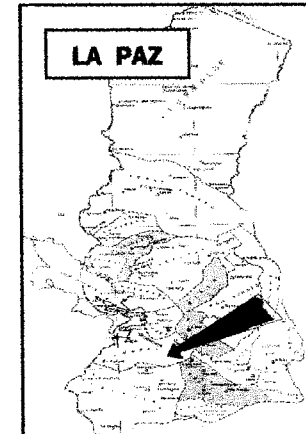
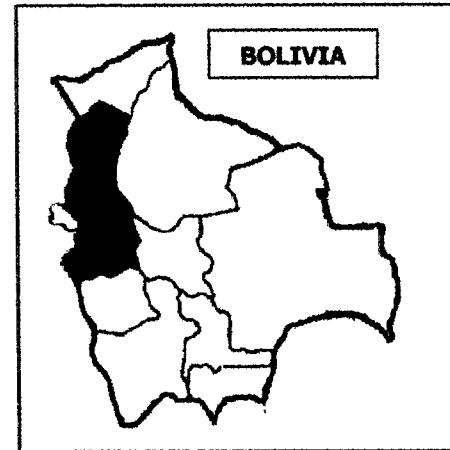
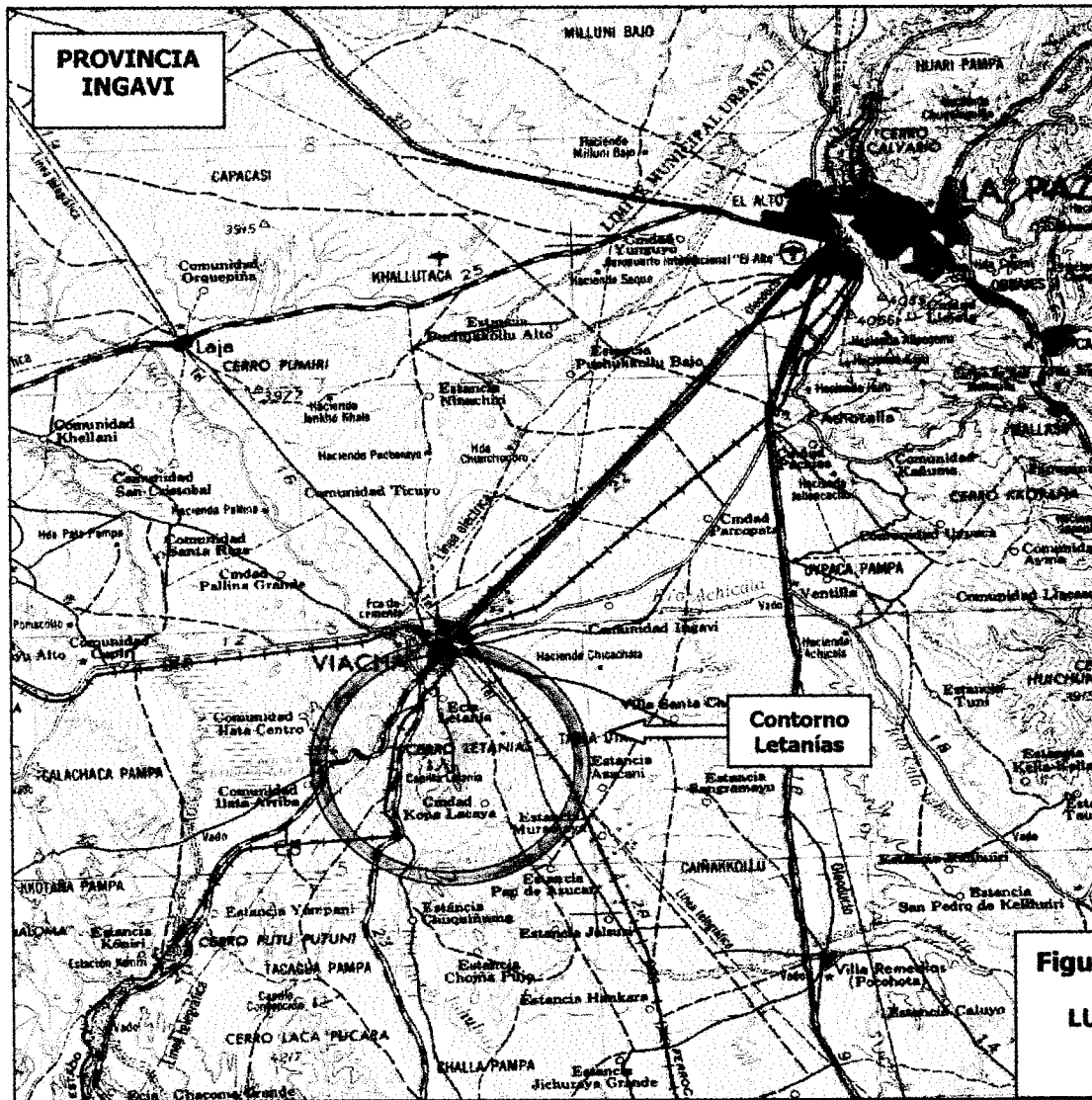


Figura 2: MAPA DE UBICACIÓN
ESCALA 1:1250000
LUGAR: CONTORNO LETANÍAS - VIACHA
LA PAZ – BOLIVIA
FUENTE: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR 1969

5.1.2.1 Precipitación

Existe una precipitación pluvial con un promedio anual de 460 mm. Cerca del 60% tiene lugar en Diciembre a Febrero. Tormentas y granizos que causan pérdidas con mayor frecuencia de cosechas uno cada diez años (Montes de Oca, 1982).

5.1.2.2 Temperatura

La temperatura promedio anual varía 10°C en verano (Diciembre - Febrero) a 7.4°C en invierno. Las variaciones de temperatura están en función a la época del año, registrándose las temperaturas bajas en los meses de mayo a julio (Ayaviri, 1996).

Biotemperatura media anual 7.7°C, además una escarcha de temperatura crítica todos los meses (Unzueta, 1975).

5.1.2.3 Suelos

Los suelos de la zona presentan una alta compactación, presencia de sales y una capa arable poco profunda.

La zona se caracteriza por tener un suelo de textura franco arcilloso gravoso, con un material parental a una profundidad de 30 a 50 cm. (Cortes, 1997).

Las propiedades físicas son de estructuración débil, compactación elevada y baja porosidad, impidiendo la infiltración del agua y su almacenamiento, con un alto riesgo de erosión (Ayaviri, 1996).

Los suelos en los cerros aledaños son poco profundos y muy pedregosos, con tendencia a la erosión. (Ayaviri, 1997).

5.1.2.4 Vegetación

La vegetación natural de la zona es de carácter Estepa subhúmedo y presentan dos estratos de vegetales, de 5 a 10 cm y de 25 a 40 cm de altura. Las especies nativas más frecuentes son; Ichu, Chillihua, Cebadilla, tola, cola de ratón, diente de león, reloj-reloj, paja brava y sillu sillu. Instituto Benson, (1995), citado por Cortes, (1997).

Los cultivos predominantes en la zona son: Papa, Cebada, avena y Quinua.

5.1.3 Duración y época del ensayo

El estudio se realizó en la época invernal, los meses de Abril a Agosto.

5.1.4 Ambiente

Para el experimento se utilizó un Walipini de las siguientes dimensiones: (ver cuadro 8 y figura 3).

Cuadro 8: Dimensiones del Walipini

Largo	24 m
Ancho	4.0 m
Profundidad	1.80 m

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4.1 Cobertura o techo del Walipini

El Walipini está cubierto con agrofilm de 250 micrones de espesor, protegido contra rayos ultra violeta para evitar su rápida degradación, para la sujeción del techo se utilizaron callapos de eucalipto, gomas y clavos.

5.1.4.2 Paredes

La construcción de las paredes fue hecha con tapial (ver cuadro 9) por su rápida elaboración.

Cuadro 9: Dimensiones del tapial

Largo	2.0 m
Alto	50 cm
Espesor	50 cm

Fuente: Elaboración propia

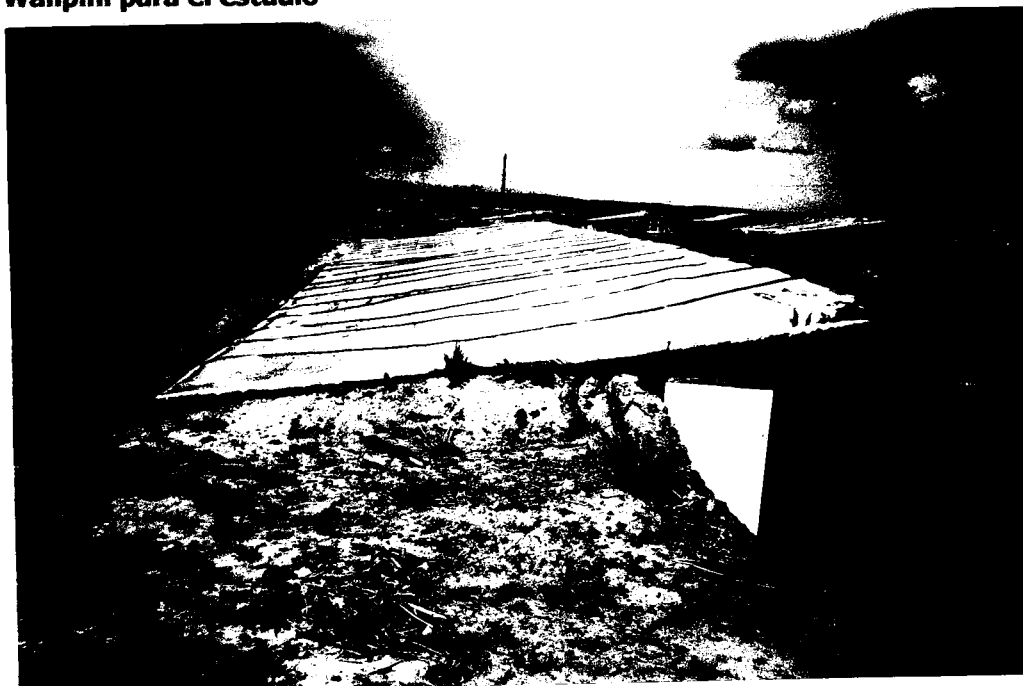
5.1.4.3 Ventilación

Para mantener una temperatura óptima que favorezca el crecimiento de las hortalizas, evitar humedades altas que favorezcan la incidencia de enfermedades, se procedió a la apertura y cierre de las puertas del Walipini a las 9:00 a.m. y 16:00 p.m. respectivamente.

5.1.4.4 Profundidad

Se utilizo un Walipini de profundidad 1.80 m, por tener las mejores características de temperatura y humedad ya que en la época de invierno las temperaturas en la localidad de Letanías descienden por debajo de los cero grados centígrados provocando perdidas por congelamiento en los cultivos a campo abierto.

Figura 3: Walipini para el estudio



5.1.4.5 Suelo de Walipini

La profundidad aproximada de la capa arable es de 25 cm, cuenta con un drenaje de 10 cm de cascajo para evitar encharcamientos. El suelo que se encuentra en los Walipinis tiene las siguientes características, ver cuadro 10.

Cuadro 10: Características del suelo de Walipini

Textura	Franco
C. Orgánico	2.11 %
pH	7.56
CE.	4.21 mS/cm
Nitrógeno	0.23 %
Fósforo	332.25 mg/kg
Potasio	2.37 meq/100 g

Fuente: Elaboración propia basándose en datos de laboratorio.

5.1.5 Material vegetal

Para poder llevar a cabo el experimento se utilizaron dos variedades de acelga, cuyas características se las observa en el cuadro 11.

Cuadro 11: Características de variedades de acelga

Variedad	Pureza %	Germinación %	Características
Fordhook Giant (Fig. 4)	99	85	Planta Bianual, hojas corrugadas de color verde oscuro, la flor es una inflorescencia, hermafrodita, el fruto contiene de 4-5 semillas de color café.
Petoseed C003 (Fig. 5)	99	90	Planta Bianual, de hojas lisas, flor es una inflorescencia, hermafrodita, el fruto contiene de 4-5 semillas de color café.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4: Variedad Fordhook Giant.



Figura 5: Variedad Petoseed C003



5.1.6 Abono de lombriz

Para poder llevar acabo el experimento se utilizo abono de lombriz (Humus de lombriz) por las características de ser abono orgánico ecológico que no daña el suelo por el contrario tiene la capacidad de mejorarlo a medida que se utiliza, es de fácil aplicación y la disponibilidad de nutrientes es rápida. (Ver cuadro 12).

Cuadro 12: Composición química del humus de lombriz

Nutrientes	%
Nitrógeno	1.388
Fósforo	0.345
Potasio	0.575
Materia orgánica	19.67

Fuente: LCA, 1997.

5.1.7 Instrumentos de medición

5.1.7.1 Microclima

Para el registro del microclima en el interior del Walipini se utilizaron termómetros de máxima - mínima e higrómetros de máxima y mínima para registrar la humedad.

5.1.7.2 Riego

El agua aplicada al cultivo de acelga se midió utilizando un medidor de agua expresado en galones.

5.1.8 Equipo de fumigación

Para la prevención de plagas que causen daño en el cultivo se utilizó un equipo de fumigación que consta de una mochila aspersora, guantes, botas, lentes y ropa adecuada.

5.1.9 Herramientas

- 1 chonta
- 1 cinta métrica de 30 m.
- 1 flexo metro
- 1 manguera de 25 m. de largo
- 1 pala
- 1 pico
- 1 carretilla
- 1 rastrillo

5.1.10 Equipos de campo

- Balanza electrónica
- Balanza de precisión
- Calibrador
- Cámara fotográfica
- Hidrómetros de máxima y mínima
- Medidor de agua
- Medidor de pH
- Termómetros de máxima y mínima

5.1.11 Material auxiliar

- 1 canasta
- 1 cuchillo
- 1 estilete
- Bolsas de polietileno
- Computadora
- Cuaderno de anotaciones
- Floppy Disks
- Letreros
- Marcadores de color
- Papel Bond
- Películas para diapositivas
- Películas para fotos a color
- Pitas
- Reglas

5.2 Metodología

5.2.1 Reconocimiento del área de estudio

Para poder cumplir los objetivos del presente trabajo de investigación se eligió un Walipini de profundidad de 1.80 m ya que este ambiente proporciona óptimas condiciones para el crecimiento del cultivo de la acelga en la época invernal.

5.2.2 Toma de muestra de suelos y de material vegetal

Para poder evaluar los tratamientos y la influencia del abono de lombriz sobre el cultivo de acelga se procedió a tomar muestras de suelos. Se tomaron tres muestras de suelos una antes de calcular la dosis de abonamiento, otra al inicio del experimento cuando ya se abono y una tercera toma de muestras cuando finalizó el experimento. A su vez se realizó un análisis de las hojas de acelga para conocer el contenido de proteína y Materia Seca y la influencia que tienen sobre estos parámetros cada uno de los tratamientos.

5.2.3 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó en forma tradicional utilizando para ello palas, picos, rastrillos y otros necesarios para una buena preparación del terreno. El terreno se preparó hasta una profundidad de 20 cm. que es la recomendable para el buen desarrollo del cultivo de acelga. En la preparación del área de estudio se tuvo sumo cuidado mezclando uniformemente el suelo para el cultivo.

5.2.4 Delimitación de parcelas

Posterior a la preparación del suelo en el Walipini se trazaron las unidades experimentales utilizando estacas, cinta métrica, martillo y pitas. Las dimensiones de la parcela y de las unidades experimentales se las puede observar en el cuadro 13 y la figura 6.

Cuadro 13: Dimensiones de la parcela

	Ancho	Largo
Parcela	3.40	1.80
Unidad experimental	1.50	1.80

Figura 6: Preparación de terreno



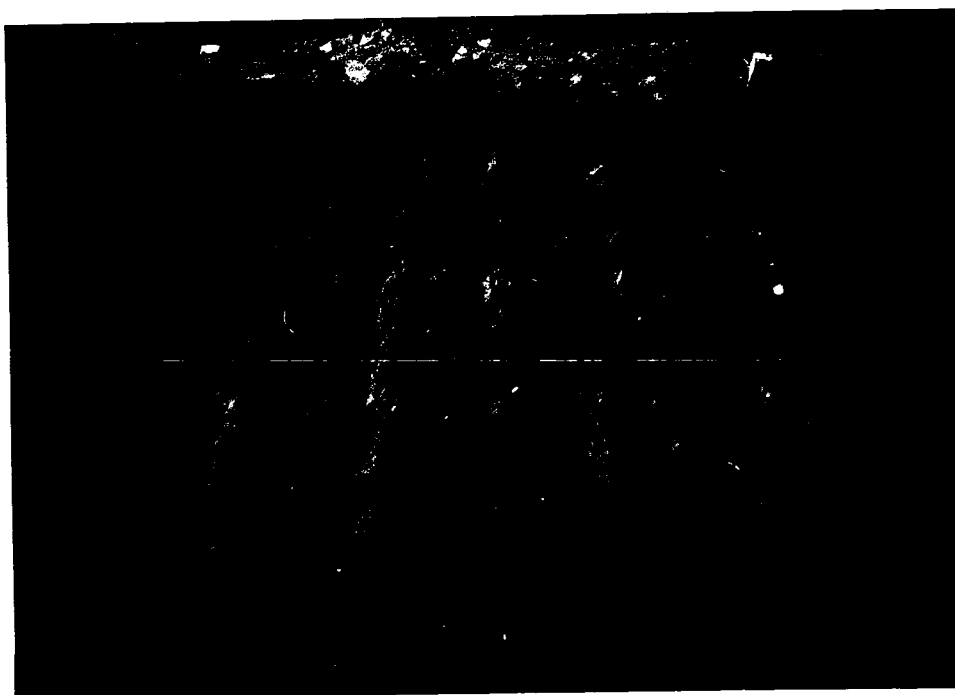
5.2.5 Incorporación de humus de lombriz

Previo a la incorporación del humus de lombriz al suelo, se realiza el cálculo de la dosis tomando en cuenta el análisis de suelos para determinar la cantidad de dosis de humus de lombriz a aplicar por unidad experimental, ver cuadro 14 y anexo 3). Posteriormente se procede a aplicar uniformemente el humus de lombriz a cada unidad experimental, una vez aplicado se procede a mezclar uniformemente. Y se toma una muestra del suelo de cada tratamiento siguiendo las recomendaciones para la toma de muestras de suelos.

Cuadro 14: Dosis de abonamiento o Factor A

Nivel	Dosis (Kg. de humus/ha)
a ₁	Sin abono
a ₂	1314
a ₃	3560
a ₄	5806

Figura 7: Incorporación de humus de lombriz



5.2.6 Siembra

La siembra se realizo por golpes dejando 2 semillas de acelga posteriormente se realizo un raleo cuando la planta tenia 2-3 hojas verdaderas. Las distancias de siembra se las puede observar en el cuadro 15.

Cuadro 15: Distancia de siembra

Distancia	
Nº de semillas	3 por golpe
Distancia entre surcos	30 cm
Distancia entre plantas	25 cm
Nº de surcos	6
Nº plantas/surco	6
Nº plantas/UE	36
Nº plantas/parcela	72
Nº plantas totales	864

5.2.7 Registro de emergencia

Se registro la emergencia de las plantas a partir de los 7 días hasta los 14 cuando se tubo un 100% de emergencia en el cultivo de estudio. Para el registro de emergencia se contaron las plantas emergidas y se saco el porcentaje por tratamiento. Posteriormente a la emergencia se procedió a realizar él raleo correspondiente dejando 1 planta.

5.2.8 Registro de temperatura y humedad relativa

Para el registro de las temperaturas en el interior del Walipini se utilizaron dos termómetros de máxima y mínima instalados al medio del cultivo y protegidos de la radiación directa para evitar registro de temperaturas erróneas. Se registro la humedad relativa del ambiente con dos higrómetros. Los registros de temperaturas y humedad relativa se realizaron diariamente desde el inicio del experimento hasta su culminación.

5.2.9 Riegos

Para medir la cantidad de agua aplicada al cultivo de estudio se utilizó un medidor de agua expresado en galones. Los riegos al cultivo de acelga se realizaron con intervalos de dos días según los requerimientos del cultivo, una vez registrado el volumen de agua expresado en galones se realizó la transformación a litros tomando en cuenta que 1 galón equivale a 3.78 litros.

5.2.10 Ventilación del ambiente

Para mantener una temperatura adecuada en el Walipini y evitar temperaturas altas por largos periodos de tiempo se hizo un plan de apertura y cierre de puertas. Las puertas se abrieron a las 9:00 am y se cerraron a partir de las 16:00 pm. Con el cierre y apertura de las puertas del Walipini el cultivo tuvo la suficiente ventilación.

5.2.11 Cosecha

La cosecha del cultivo se realizó tomando en cuenta el tamaño de las hojas de acelga. Se realizaron 5 cosechas durante el experimento. Posterior a la cosecha se tomaron datos de rendimiento (Kg/m^2) para ello se utilizó balanza electrónica, se midió también el largo de hojas de acelga utilizando para ello una regla de 60 cm.

Valadez, (1993) menciona que después de la primera cosecha, las siguientes cosechas se pueden cosechar cada 15 a 20 días las hojas que tengan una longitud comercial.

5.2.12 Evaluación

Para evaluar la influencia del ambiente y del humus de lombriz se tomaron datos de días a la germinación, días a la cosecha, volumen de agua aplicada, rendimientos por tratamiento, temperatura y humedad relativa en el interior del Walipini.

5.3 Diseño experimental

El presente trabajo se llevó a cabo bajo un arreglo de Parcelas Divididas y en un diseño de Bloques Completos Randomizados con tres repeticiones, donde el factor dosis se ubicó en las parcelas principales y el factor de variedad en subparcelas, bajo el siguiente modelo estadístico (Calzada, 1982).

5.4 Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = U + R_k + D_i + E_{ik} + V_j + (D \times V)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

- U = Media de la población.
 R_k = Efecto de la k-ésimo bloque.
 D_i = Efecto del i-ésima dosis.
 E_{ik} = Error experimental "a".
 V_j = Efecto del j-ésima variedad.
 (DxV)_{ij} = Interacción Dosis y Variedad.
 E_{ijk} = Error experimental "b".

5.4.1 Factores de estudio

Los factores en estudio fueron los siguientes:

5.4.1.1 Factor A: Dosis de Abonamiento

Niveles	Dosis (Kg. de humus/ha)
a ₁	Sin abono
a ₂	1314
a ₃	3560
a ₄	5806

5.4.1.2 Factor B: Variedades de acelga

Nivel	Variedad
b ₁	Fordhook Giant
b ₂	Petoseed C003

5.4.1.3 Tratamientos

Tratamientos	Combinaciones AxB
T1	a_1b_1
T2	a_1b_2
T3	a_2b_1
T4	a_2b_2
T5	a_3b_1
T6	a_3b_2
T7	a_4b_1
T8	a_4b_2

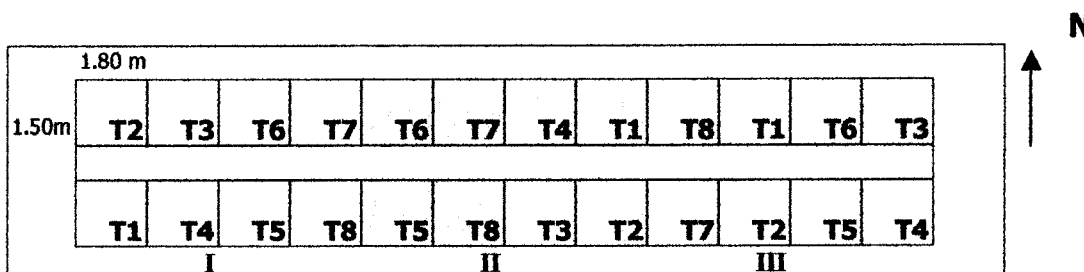
5.5 Dimensiones de la parcela

La parcela de estudio tuvo las siguientes dimensiones como se observa en el cuadro 16.

Cuadro 16: Dimensión de parcela

	m
Largo de surco	3.50
Ancho entre surcos	0.30
Pasillo entre bloques	0.30
Nº surcos por parcela	6
Nº de surcos/sub parcela	6
Nº de parcelas/bloque	4
Nº de subparcelas/bloque	8
Nº de bloques/experimento	3
Área subparcela (parcela pequeña)	3.15
Área de parcela grande	6.30
Área del experimento	75.60
Área del bloque	25.20
Área útil de evaluación	34.56

Figura 8: Croquis de campo



5.6 Variables de respuesta

Las variables de respuesta que se tomaron en el experimento fueron las siguientes:

- Días a la emergencia
- Longitud de la hoja incluyendo el tallo.
- Rendimiento por tratamiento en verde.
- Rendimiento por parcela.
- Rendimiento por Walipini.
- Materia seca.

5.7 Capacitación a comunidades

En el transcurso del experimento se invito a comunarios a visitar la estación experimental de Letanías, a su vez se realizaron visitas a las comunidades aledañas con el objetivo de hacerles conocer la importancia del cultivo de acelga para la nutrición de la familia. Se realizaron cursillos con los comunarios a los cuales se les explico las ventajas de los Walipinis y los cultivos hortícolas que se pueden producir en ellos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Condiciones climáticas

6.1.1 Temperaturas máximas y mínimas en el interior del Walipini

Durante el experimento se registro temperaturas máximas y mínimas en el interior del Walipini, utilizando para ello termómetros de máxima y mínima, los registros se realizaron durante el periodo del cultivo de acelga de abril a agosto. El registro de las temperaturas se la realizo diariamente como se observa en las figuras 9, 10, 11, 12 y 13.

Figura 9: Temperatura máxima y mínima en abril

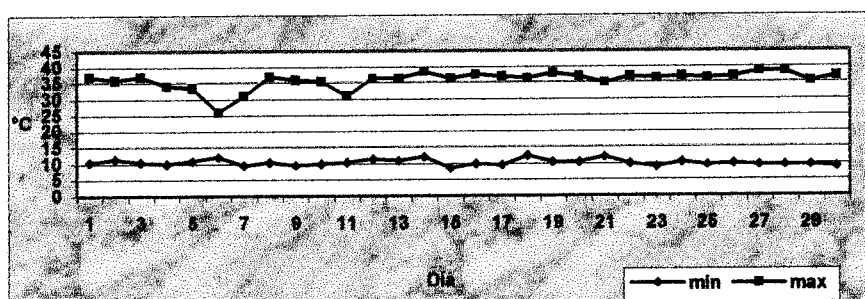


Figura 10: Temperatura máxima y mínima en mayo

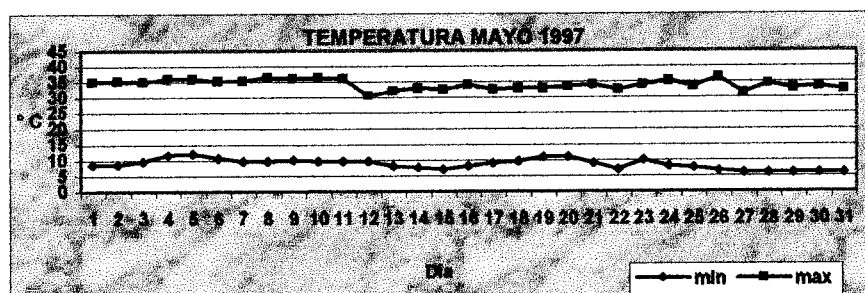


Figura 11: Temperatura máxima y mínima en junio

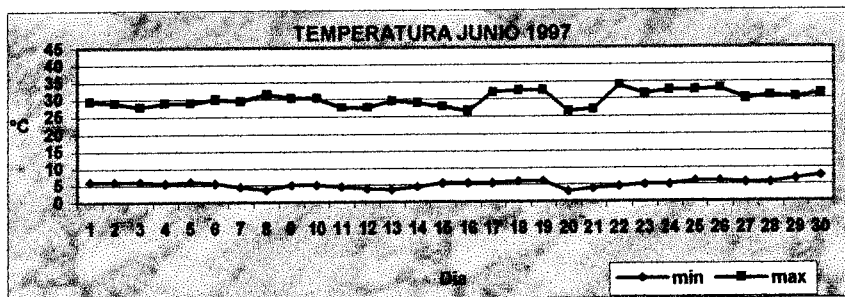


Figura 12: Temperatura máxima y mínima en julio

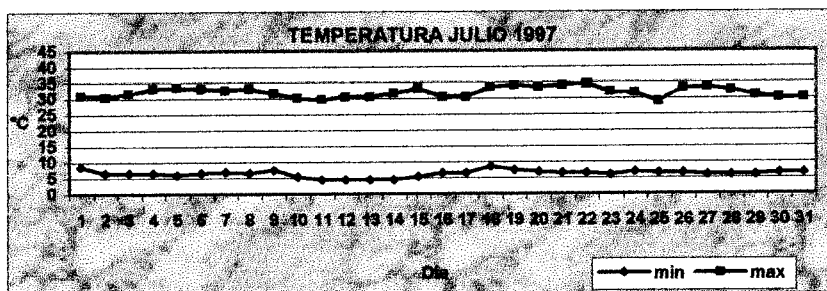
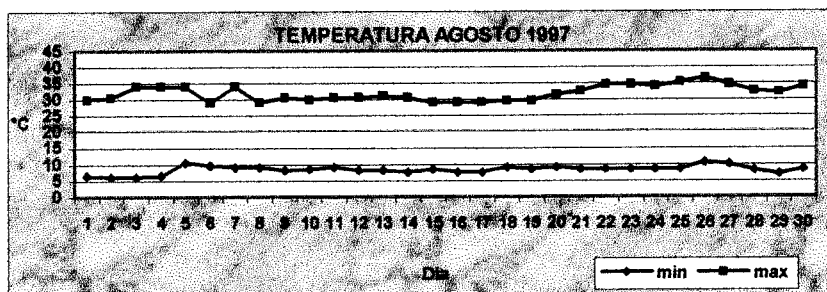


Figura 13: Temperatura máxima y mínima en agosto



Las temperaturas máximas en los meses de abril y mayo registraron una mínima variación y se tuvo como promedio 35.9°C y 34.1°C respectivamente, la temperatura en el mes de mayo fue menor debido a la cercanía del invierno. Los meses de Junio y Julio las temperaturas máximas tuvieron un descenso debido a la época invernal donde se registro 30.1°C el mes de Junio y 31.9°C para el mes de Julio como promedio. El mes de agosto registro un aumento en la temperatura máxima cuyo promedio fue de 31.8°C. Las temperaturas mas altas se registraron en el mes de abril cuyo promedio alcanzo los 38.5°C en el interior del Walipini.

El registro de las temperaturas mínimas en el mes de abril tuvo un promedio de 10.3°C, a partir del mes de mayo las temperaturas mínimas comenzaron a descender debido a la época invernal, donde se tuvo un promedio de 8.61°C. Los meses de junio y Julio se registraron las temperaturas más bajas que fueron 5.22°C y 6.34°C respectivamente como promedio en el interior del Walipini. A partir del mes de agosto las temperaturas se incrementaron y el promedio fue de 8.27°C. La temperatura mínima más baja durante el experimento se registro en el mes de Junio la cual descendió hasta los 3°C.

El Walipini tiene suma importancia para la producción de las hortalizas, como se pudo evidenciar el descenso de las temperaturas en la época invernal no llega a los cero grados centígrados, permitiendo producir cultivos hortícolas sin correr riesgos de perdida por heladas.

6.1.2 Humedad relativa máxima y mínima

La humedad relativa es un factor ambiental muy importante para el crecimiento de las hortalizas por lo que se debe controlar la misma con el objeto de prevenir enfermedades causadas por una alta humedad. Los valores promedios registrados en porcentaje de humedad (%H) relativa mínima en el interior del Walipini los meses de abril, mayo, Junio, Julio y agosto fueron de 39.6, 36.1, 41.1, 38.1, y 45.4 respectivamente como se observa en las figuras 14, 15, 16, 17 y 18 teniéndose una mínima fluctuación durante el periodo del experimento. Las humedades relativas máximas en porcentaje registradas tampoco sufrieron grandes fluctuaciones, los datos registrados en el periodo de estudio de abril a agosto fueron de 82.5, 80.5, 82.7, 83.3 y 86.8 respectivamente.

Figura 14: Humedad en Abril

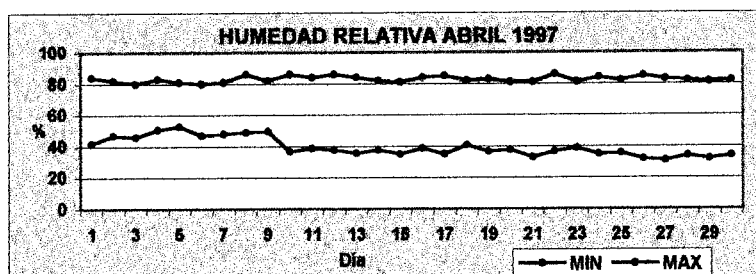


Figura 15: Humedad en Mayo

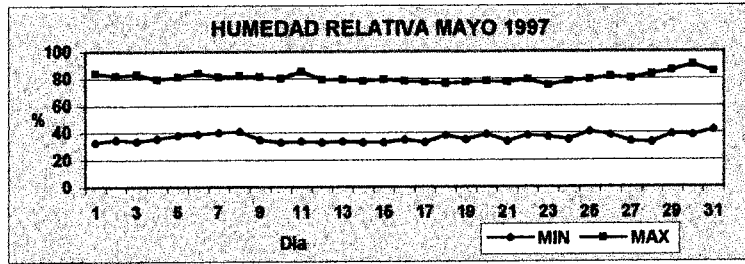


Figura 16: Humedad en Junio

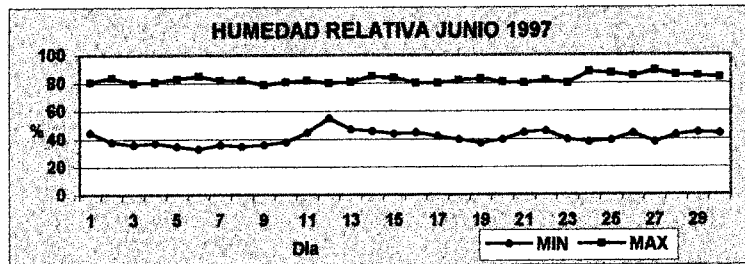


Figura 17: Humedad en Julio

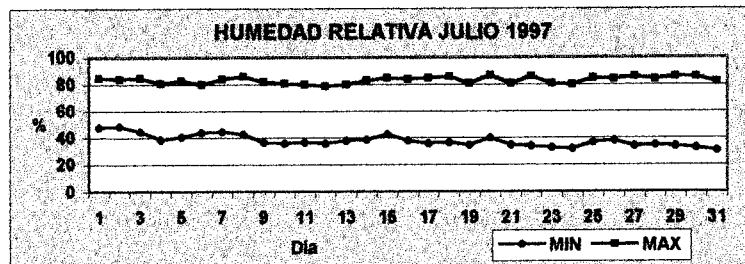
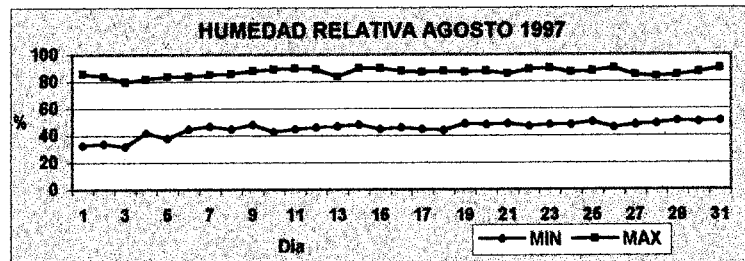


Figura 18: Humedad en Agosto

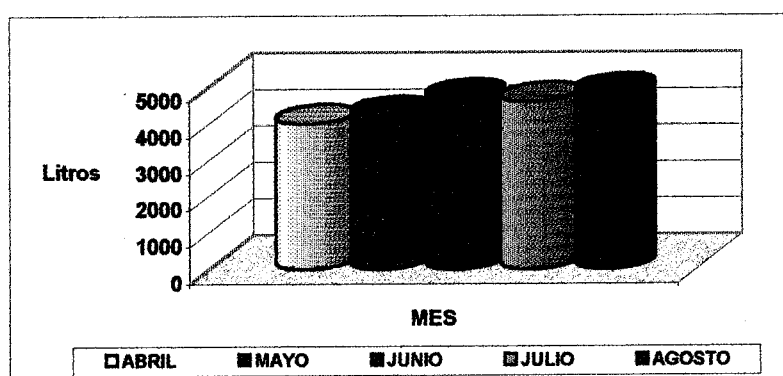


El porcentaje de humedad relativa mínima se registro el mes de abril con 31% y la humedad máxima alcanzada en el interior del Walipini en el mes de Agosto fue de 90%.

6.2 Riego aplicado

Para el normal crecimiento del cultivo de acelga se realizaron riegos con intervalos de dos días, la cantidad de agua de riego aplicado en el experimento se expresa en litros como se muestra en la figura 19, los valores de volumen de agua aplicado en abril y Mayo fue de 3995.4 y 4214.1 litros respectivamente. Junio, Julio y agosto se aplico 4675.8, 4588.9 y 4811.9 litros de agua respectivamente.

Figura 19: Riego aplicado



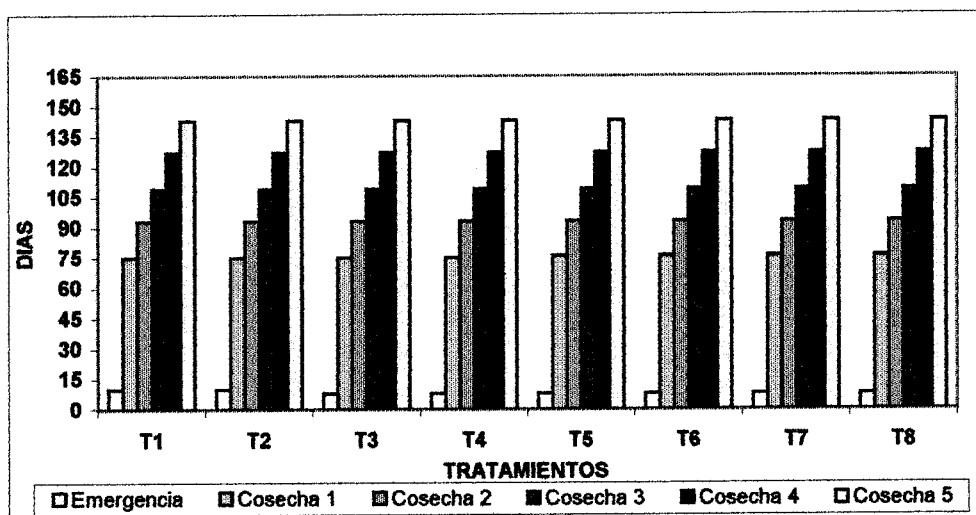
Para los meses de Junio, Julio y Agosto, la cantidad de agua aplicada al cultivo sufrió un incremento debido a un consumo mayor por la planta, la cual se encontraba plena producción por lo que requería una mayor cantidad de agua de riego. En todo el periodo de producción del cultivo que fue de 143 días, de abril a Agosto, en el cual se realizaron cinco cosechas se aplico 22.28 m³ de agua, a un promedio de 4.67 m³ de agua de riego mensualmente.

El agua de riego utilizado tiene las siguientes características físico químicas y como se observa en el cuadro 17, donde se puede observar que el agua utilizada para el riego es de buena calidad.

6.3.1 Fases de desarrollo del cultivo de acelga

Las fases de desarrollo del cultivo en estudio fueron emergencia de las plántulas que fue a los 10 días en el tratamiento T1 y T2 y a los 8 días en los tratamientos T3, T4, T5, T6, T7 y T8. La primera cosecha se la realizo a los 75 días en cada uno de los tratamientos. La segunda cosecha y tercera cosecha fue a los 93 y 109 días respectivamente. La cuarta y quinta cosecha de las hojas de acelga se la realizo a los 127 y 143 días respectivamente. El intervalo entre la primera y segunda cosecha fue de 18 días, entre la segunda y tercera de 16 días, de la tercera a la cuarta de 18 días y de la cuarta a la ultima cosecha de 16 días como se observa en el cuadro 20 y figura 20. El intervalo de 16 – 18 días es el tiempo necesario que requiere la planta para que las hojas se desarrollen y se las pueda cosechar.

Figura 20: Fases de desarrollo del cultivo de acelga



6.4 Respuestas agronómicas

6.4.1 Rendimiento de los Factores A y B en la primera cosecha

Los rendimientos obtenidos en la primera cosecha como se puede observar en la figura 21 y cuadro 21 muestra que no existe diferencia significativa en los factores en estudio A y B.

Cuadro 21: Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m^2) en la primera cosecha

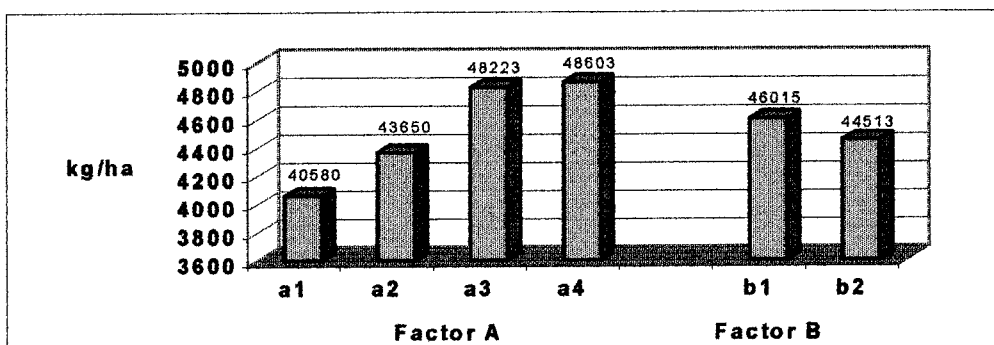
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	2.08	1.04	2.32	0.179 ns
Factor A	3	2.66	0.88	1.98	0.218 ns
Error	6	2.69	0.44		
Factor B	1	0.13	0.13	0.52	0.505 ns
Interacción AxB	3	1.66	0.55	2.14	0.173 ns
Error B	8	2.07	0.25		
Total	23	11.31			
CV. (A) = 10.46 %					
CV. (B) = 11.24 %					

Los rendimientos obtenidos en el Factor A fueron los siguientes: el nivel a1 tuvo el rendimiento más bajo de 40580 kg/ha de materia verde al cual no se le aplicó humus de lombriz. Los rendimientos en los niveles a3 y a4 fueron los mejores debido a la mayor dosis de humus de lombriz aplicada, con rendimientos promedios de 48223 kg/ha y 48603 kg/ha respectivamente a los cuales se les aplicó una dosis de humus de lombriz de 3560 y 5806 kg/ha respectivamente. Al nivel a2 se le aplicó una dosis de 1314 kg/ha de humus de lombriz y tuvo una producción media de 43650 kg/ha de materia verde, se observa que al aplicar humus de lombriz los rendimientos se incrementan debido al contenido de materia orgánica y a los ácidos húmicos y fúlvicos que tiene el humus de lombriz, que favorecen el desarrollo de la planta.

Al respecto Gomero, (1999), menciona que los excrementos de la lombriz es uno de los abonos orgánicos de mejor calidad debido a su efecto en las propiedades físicas y biológicas del suelo, fomentando la vida en el suelo y el desarrollo de las plantas.

El efecto del humus de lombriz sobre el crecimiento de la planta es favorable ya que dicho abono es fácilmente asimilable por las raíces y los nutrientes son traslocados a las hojas con facilidad donde se mejora la fotosíntesis y por consiguiente se tiene un incremento en la materia verde.

Figura 21: Rendimiento de los Factores A y B en la primera cosecha

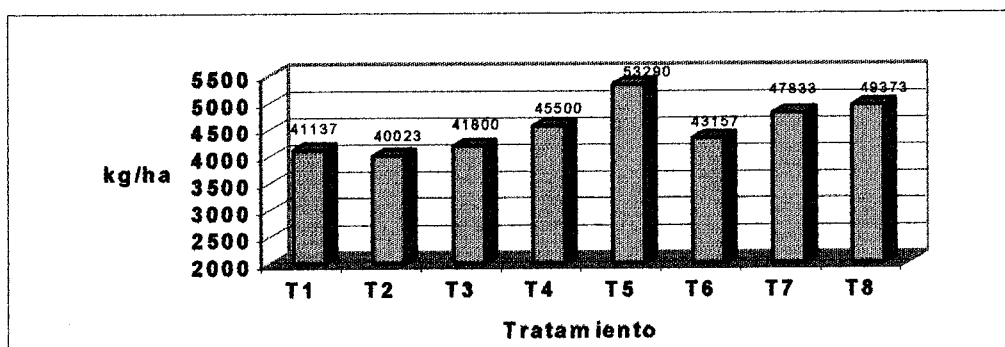


El comportamiento del rendimiento en el Factor B (variedades) muestra que la variedad Fordhook Giant (b1) se comporto mejor que la variedad Petoseed C003 (b2), con rendimientos de 46015 y 44513 kg/ha respectivamente, debido a que ala variedad Fordhook Giant se comporta mejor frente a la incorporación de abono de lombriz.

6.4.2 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la primera cosecha

El ANVA del comportamiento de los tratamientos o interacción de los Factores AxB en la primera cosecha como se observa en el cuadro 21, muestra que no existen diferencias significativas en los mismos.

Figura 22: Rendimiento de tratamientos en la primera cosecha



Los tratamientos T1 y T2 que no fueron abonados con humus de lombriz tienen rendimientos menores respecto a los demás tratamientos a los cuales se les aplico humus de lombriz (ver figura 22), los tratamientos T3 y T4 tienen un rendimiento mayor de 41800 y 45500 kg/ha, los tratamientos T5 y T6 con rendimiento de 53290 y 43157 kg/ha respectivamente, incrementaron su rendimiento en comparación con los tratamientos T1 y T2, los tratamientos T7 y T8 fueron los que mejor se comportaron en la primera cosecha por ser estos los que recibieron la mayor dosis de humus de lombriz. Al incrementar la dosis de abonamiento al cultivo de acelga, el rendimiento en materia verde se eleva debido a las propiedades que posee el humus de lombriz de ser fácilmente asimilable por la planta, por lo tanto mejora el crecimiento de la planta.

6.4.3 Largo de hojas de los Factores A y B en la primera cosecha

El ANVA del comportamiento de los factores A y B en la primera cosecha respecto al largo de hojas muestra que existe diferencia significativa en el Factor A (ver cuadro 22 y cuadro 23).

Cuadro 22: Análisis de varianza para el largo de hoja (cm) en la primera cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	65.42	32.71	2.07	0.206 ns
Factor A	3	384.90	128.30	8.15	0.016 *
Error	6	94.37	15.72		
Factor B	1	21.46	21.46	1.24	0.297 ns
Interacción AxB	3	53.23	17.74	1.02	0.431 ns
Error B	8	138.00	17.25		
Total	23	757.41			
CV. (A) = 5.81 %					
CV. (B) = 8.60 %					

Cuadro 23: Comparación de medias del largo de hojas (cm) del Factor A en la primera cosecha según la prueba de Tukey al 5%

NIVEL	MEDIA
a3	52.1 A
a4	50.7 A
a2	48.7 AB
a1	41.7 B

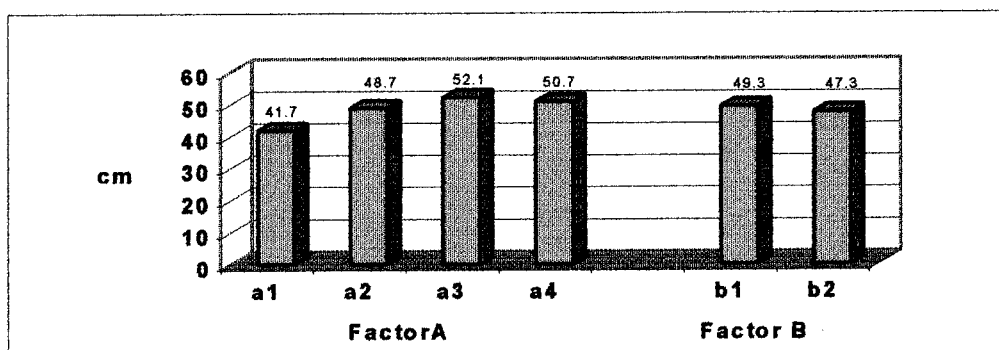
Los niveles a3, a4 y a2 del factor A registraron alturas de hojas de 52.1, 50.7 y 48.7 cm respectivamente, el nivel a1 registro una altura de 41.7 cm siendo esta menor debido a que no se le incorporo humus de lombriz.

Se observa que existe un efecto positivo sobre el largo de hojas en aquellos niveles a los que se les incorporo humus de lombriz, debido a que dicho abono tiene un contenido alto de Nitrógeno que favorece el desarrollo de las hojas (ver figura 22). Gomero (1999), indica que la aplicación de abonos orgánicos de origen natural garantiza la fertilidad del suelo, estos abonos contienen millones de microorganismos que solubilizan los nutrientes presentes en cantidades suficientes para nutrir cualquier tipo de cultivo.

La disponibilidad de nitrógeno en el suelo facilita que la planta tenga un crecimiento mayor en el área foliar por lo tanto la altura se incrementa a mayor cantidad de abono.

El comportamiento del Factor B en lo que se refiere a las variedades muestra que en la primera cosecha la mejor variedad fue la Fordhook Giant (b1) con un largo promedio de hojas de 49.3 cm y la variedad Petoseed C003 (b2) con una altura de 47.3 cm, donde la variedad b1 tuvo una respuesta mejor a la aplicación de humus de lombriz que la variedad b2.

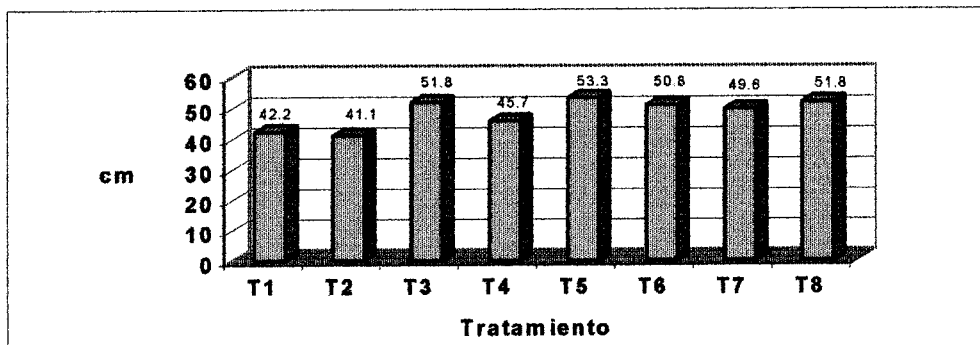
Figura 23: Largo de hojas de los Factores A y B en la primera cosecha



6.4.4 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la primera cosecha

El ANVA del comportamiento de la interacción de los Factores AxB o tratamientos en la primera cosecha no es significativa (ver cuadro 22). El largo de las hojas en la primera cosecha como se observa en la figura 24 muestra que los tratamientos T1 y T2 tienen el menor largo en comparación con los demás debido a que dichos tratamientos no recibieron humus de lombriz, T5 y T6 fueron los que mejor se comportaron respecto a los demás alcanzando una altura de hojas de 53.3 y 50.8 cm respectivamente.

Figura 24: Largo de hojas de los tratamientos en la primera cosecha



Los tratamientos T3, T4, T7 y T8 registraron largos de hoja de 51.8, 45.7, 49.6, y 51.8 respectivamente. Se observa que los tratamientos que fueron abonados con humus de lombriz registran un mayor crecimiento en el largo de las hojas. Este crecimiento se debe a que el humus de lombriz esta disponible en el suelo por lo que las raíces de la planta de acelga absorben los nutrientes que son trasladados con facilidad por la planta hacia el área foliar donde se mejora la fotosíntesis y a consecuencia se incrementa la materia verde.

6.4.5 Rendimiento de los Factores A y B en la segunda cosecha

El rendimiento en la segunda cosecha como se observa en el cuadro 24, muestra que existen diferencias significativas en el Factor A.

Cuadro 24: Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m²) en la segunda cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	3.96	1.98	16.34	0.004 **
Factor A	3	9.70	3.23	26.68	0.001 **
Error	6	0.72	0.12		
Factor B	1	0.01	0.01	0.14	0.713 ns
Interacción AxB	3	6.71	2.23	20.25	0.001 **
Error B	8	0.88	0.11		
Total	23	22.00			
CV. (A) = 9.84 %					
CV. (B) = 13.29 %					

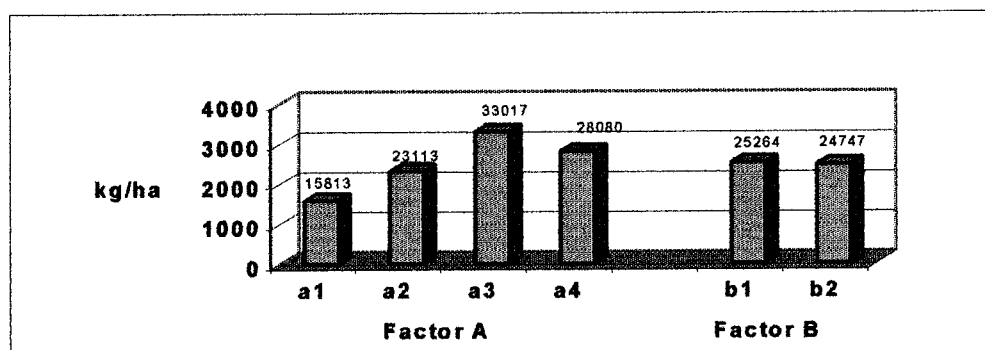
Cuadro 25: Comparación de medias del rendimiento (kg/ha) del Factor A en la segunda cosecha según la prueba de Tukey al 5%

NIVELES	MEDIA
a3	33017 A
a4	28080 AB
a2	23113 B
a1	15813 C

El cuadro 25 muestra que el nivel a3 obtuvo el mejor rendimiento con 33017 kg/ha de materia verde. Los niveles a4 y a2 registraron un rendimiento intermedio de 28080 kg/ha y 23113 kg/ha respectivamente. El nivel a1 tuvo el menor rendimiento con 15813 kg/ha. El efecto del humus fue menor con relación a la primera cosecha, esta disminución en el rendimiento se debe a que en la primera cosecha se dejó pocas hojas las cuales requieren un tiempo para crecer, además se absorbió nutrientes y las temperaturas en el interior del Walipini descendieron lo que influyó en forma directa sobre el desarrollo de las plantas.

El comportamiento del rendimiento en el Factor B (variedades) no tuvo diferencias significativas comportándose ambos niveles de igual forma. La variedad Fordhook Giant (b1) y la variedad Petoseed C003 (b2) registraron rendimientos en materia verde de 25264 kg/ha y 24747 kg/ha respectivamente como se observa en la figura 25.

Figura 25: Rendimiento de los Factores A y B en la segunda cosecha



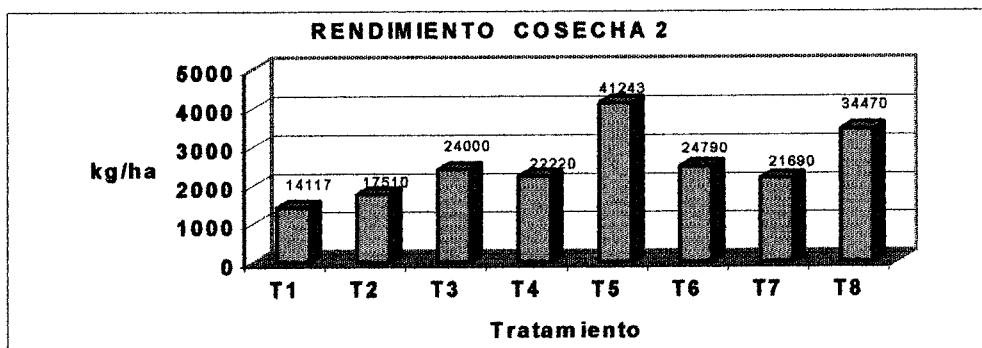
6.4.6 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la segunda cosecha

El ANVA indica que existen diferencias significativas en los tratamientos como se observa en el cuadro 24.

Los rendimientos en la segunda cosecha nos muestran que los tratamientos o interacción de los Factores AxB que fueron abonados con humus de lombriz tienen rendimiento promedios mayores a los tratamientos que no fueron abonados con dicho abono.

A los tratamientos T1 y T2 no se les aplico humus de lombriz por lo que registran rendimientos menores. Los tratamientos T3 y T4 registraron rendimientos mas altos que los tratamientos T1 y T2 con 24000 y 22220 kg/ha respectivamente. Los tratamientos T6 y T7 tuvieron rendimientos parecidos a los tratamientos T3 y T4. Los tratamientos T5 y T8 fueron los que registraron los rendimientos mas altos con 41243 y 34470 kg/ha respectivamente como se ve en la figura 26. Esta diferencia en los rendimientos de los tratamientos se debe al efecto del abono de lombriz sobre la planta el cual favorece su crecimiento.

Figura 26: Rendimiento de los tratamientos en la segunda cosecha



6.4.7 Largo de hojas de los Factores A y B en la segunda cosecha

El rendimiento de largo de hojas en la segunda cosecha tuvo diferencias significativas en ambos Factores (ver cuadro 26).

Cuadro 26: Análisis de varianza para el largo de hoja (cm) en la segunda cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	169.91	84.95	5.54	0.043 *
Factor A	3	276.39	92.13	6.01	0.031 *
Error	6	91.87	15.31		
Factor B	1	82.51	82.51	6.71	0.031 **
Interacción AxB	3	167.68	55.89	4.54	0.038 *
Error B	8	98.32	12.29		
Total	23	886.69			
CV. (A) = 9.84 %					
CV. (B) = 6.89 %					

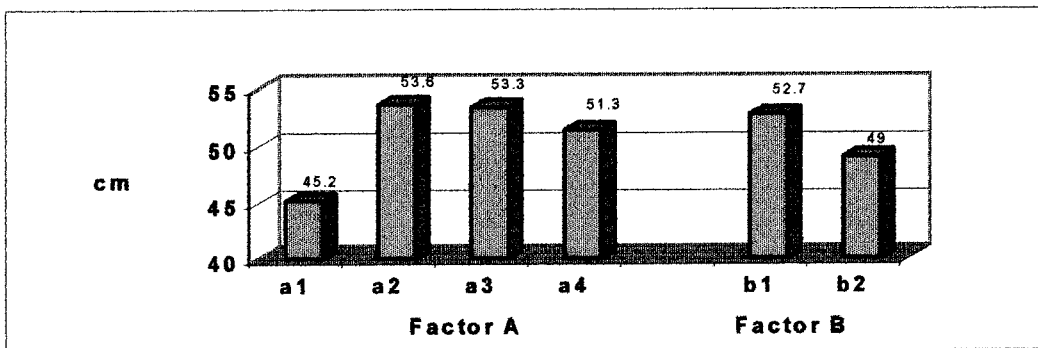
Cuadro 27: Comparación de medias del largo de hojas (cm) de los Factores A y B en la segunda cosecha según la prueba de Tukey al 5%

FACTOR A		FACTOR B	
NIVEL	MEDIA	NIVEL	MEDIA
a2	53.5 A	b1	52.7 A
a3	53.3 A	b2	49.0 B
a4	51.3 AB		
a1	45.2 B		

El cuadro 27 muestra que los niveles a2, a3 y a4 del factor A son los que mejor altura obtuvieron alcanzando valores de 53.5, 53.3 y 51.3 cm de alto respectivamente debido a la influencia del humus de lombriz sobre el cultivo, el nivel a1 que no fue abonado tuvo un alto de 45.2 cm.

El comportamiento del alto en el Factor B muestra que en la segunda cosecha el nivel b1 alcanzó una altura promedio de hojas de 52.7 cm y el nivel b2 registró una altura de 49.0 cm, encontrándose diferencias significativas en ambos niveles, ver figura 27. Se concluye que al incorporar humus de lombriz al cultivo de acelga los rendimientos se incrementan, el largo de hojas en comparación a la primera cosecha fue similar, debido a la forma de cosecha que se utilizó que fue escalonada en la que se dejaron hojas que no alcanzaron el largo comercial, las cuales pasada la cosecha alcanzaron rápidamente una buena altura, influyó a su vez en el crecimiento el riego aplicado.

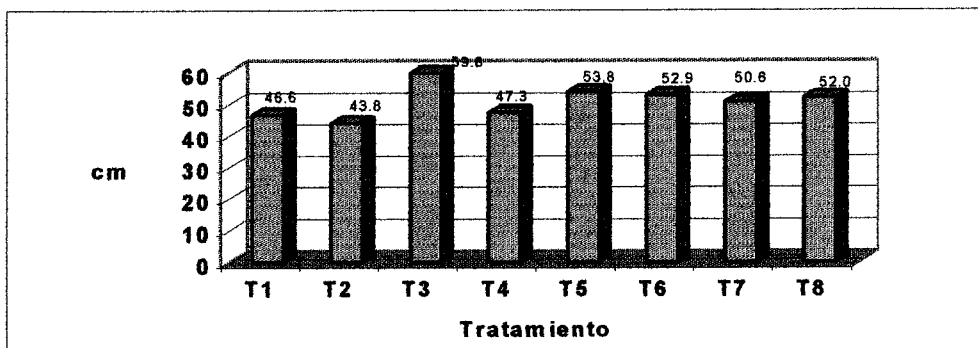
Figura 27: Largo de hojas de los Factores A y B en la segunda cosecha



6.4.8 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la segunda cosecha

El largo de las hojas en la interacción de los Factores AxB o tratamientos en la segunda cosecha como se observa en la figura 28 y cuadro 26 muestra que existe diferencia significativa en la interacción AxB o tratamientos. Los tratamientos T1 y T2 que no fueron abonados con humus de lombriz tienen valores menores en el largo de hojas respecto a los tratamientos T3, T4, T5, T6, T7 y T8, a los cuales se les aplico humus de lombriz. Se observa que al aplicar abono de lombriz al suelo, los rendimientos del cultivo de acelga se incrementan favorablemente, mejorando la calidad del cultivo. Un factor importante que permite que el crecimiento de las hojas sea bueno es la temperatura del Walipini que en el día proporciona un microclima optimo para el desarrollo de la planta y que en la noche el descenso de la temperatura no es brusco por lo que la planta continua su crecimiento.

Figura 28: Largo de hojas de los tratamientos en la segunda cosecha.



6.4.9 Rendimiento de los Factores A y B en la tercera cosecha

El ANVA de los rendimientos obtenidos en la tercera cosecha muestra que existe diferencias significativas en ambos Factores (ver cuadro 28 y cuadro 29).

Cuadro 28: Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m²) en la tercera cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	2.03	1.01	8.21	0.020 **
Factor A	3	2.70	0.90	7.26	0.021 *
Error	6	0.74	0.12		
Factor B	1	2.72	2.72	16.62	0.004 **
Interacción AxB	3	1.70	0.56	3.47	0.070 ns
Error B	8	1.31	0.16		
Total	23	11.22			
CV. (A) = 7.97 %					
CV. (B) = 12.97 %					

Cuadro 29: Comparación de medias del rendimiento (kg/ha) de los Factores A y B en la tercera cosecha según la prueba de Tukey al 5%

FACTOR A		FACTOR B	
NIVEL	MEDIA	NIVEL	MEDIA
a4	34885 A	b1	34580 A
a3	32685 AB	b2	27841 B
a2	31473 AB		
a1	25800 B		

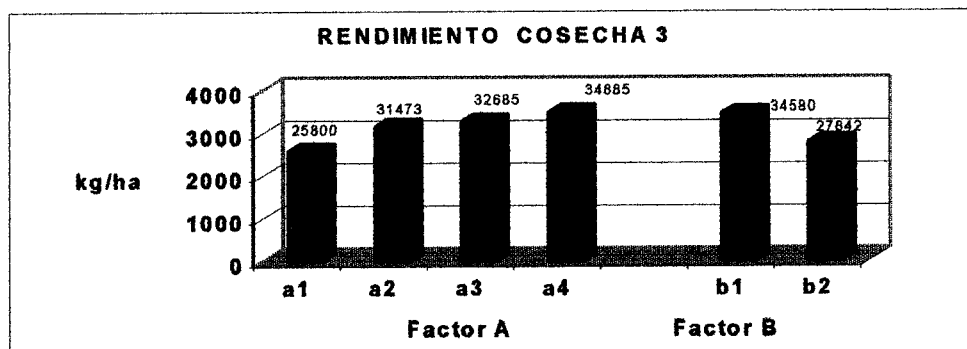
El nivel a4 fue el que mejor se comportó con un rendimiento de 34885 kg/ha de materia verde. Los rendimientos en los niveles a3 y a2 fueron de 32685 y 31473 kg/ha respectivamente. El nivel a1 tuvo un rendimiento de 25800 kg/ha.

Se concluye que al aplicar humus de lombriz, los rendimientos se incrementan significativamente, permitiendo obtener rendimientos mayores que beneficiaran al agricultor, los rendimientos en la tercera cosecha respecto a la segunda se incrementaron ya que la planta continua absorbiendo nutrientes del suelo, además las temperaturas se elevaron lo que causo un efecto directo sobre el rendimiento, otro factor importante fue el riego el cual permitió que el cultivo se desarrolle en optimas condiciones.

El efecto de la temperatura del aire y el suelo es de fundamental importancia puesto que todos los fenómenos fisiológicos de los vegetales son directamente influidos por este factor (Avilés, 1992).

El comportamiento del rendimiento en el Factor B muestra que el nivel b1 (variedad Fordhook Giant) se comporto mejor que el nivel b2 (variedad Petoseed C003) con un rendimiento de 34580 y 27840 kg/ha respectivamente (ver figura 29). La variedad Fordhook Giant respondió mejor al microclima del Walipini, al riego y al abonamiento con humus de lombriz respecto a la variedad Petoseed C003 la cual tuvo rendimientos menores.

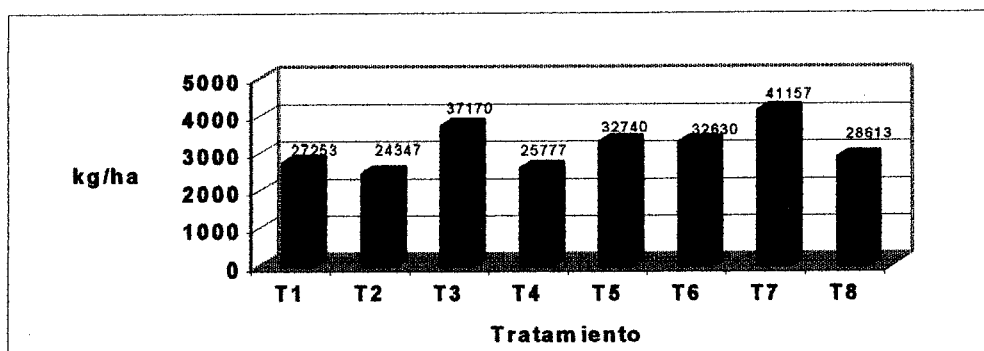
Figura 29: Rendimiento de los Factores A y B en la tercera cosecha



6.4.10 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la tercera cosecha

Los rendimientos de los tratamientos o interacción de los Factores AxB tienen según el ANVA diferencias significativas como se observa en el cuadro 28. Los tratamientos T1 y T2 registran rendimientos de peso de 27253 y 24347 kg/ha respectivamente siendo estos los de menor rendimiento debido a que no se les aplico humus de lombriz (ver figura 30). Los rendimientos de los tratamientos T3, T4, T5, T6, T7 y T8 registran un mayor rendimiento debido a la influencia del humus de lombriz sobre el crecimiento de las hojas, donde los tratamientos T3 y T7 los que mejor respuesta tuvieron a la aplicación de abono. De las dos variedades utilizadas la variedad que mejor se comporto fue la variedad Fordhook Giant (b1) respecto a la variedad Petoseed C003 (b2).

Figura 30: Rendimiento de los tratamientos en la tercera cosecha



6.4.11 Largo de hojas de los factores A y B en la tercera cosecha

El ANVA del comportamiento de los Factores A y B en la tercera cosecha respecto al largo de hojas muestra que existen diferencias significativas en ambos Factores como se observa en el cuadro 30.

Cuadro 30: Análisis de varianza para el largo de hoja (cm) en la tercera cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	27.89	13.94	0.93	0.555 ns
Factor A	3	421.17	140.39	9.42	0.012 **
Error	6	89.37	14.89		
Factor B	1	154.52	154.52	10.97	0.011 **
Interacción AxB	3	17.38	5.79	0.41	0.751 ns
Error B	8	112.67	14.08		
Total	23	823.03			
CV. (A) = 6.06 %					
CV. (B) = 8.33 %					

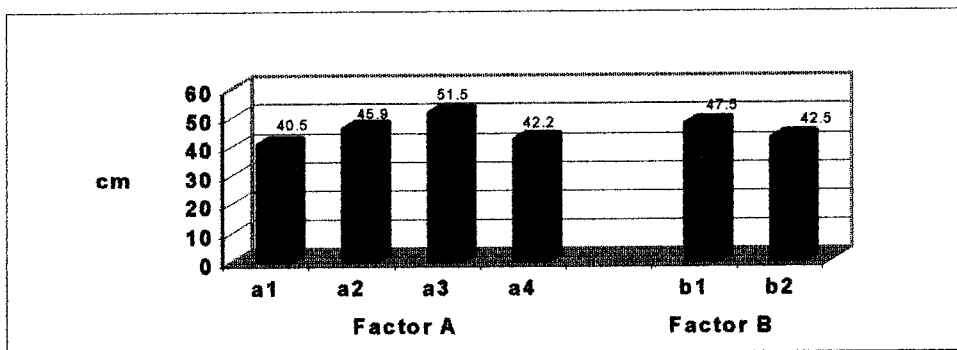
Cuadro 31: Comparación de medias del largo de hojas (cm) de los Factores A y B en la tercera cosecha según la prueba de Tukey al 5%

FACTOR A		FACTOR B	
NIVEL	MEDIA	NIVEL	MEDIA
a3	51.5 A	b1	47.5 A
a2	45.9 AB	b2	42.5 B
a4	42.2 B		
a1	40.5 B		

El nivel a3 fue el mejor con un largo de hojas de 51.5 cm. le siguieron los niveles a2, a4 y a1 con largo de hojas de 45.9, 42.2 y 40.5 cm respectivamente como se observa en el cuadro 31. Se evidencia que los niveles a2, a3, y a4 que fueron abonados con humus de lombriz tuvieron un mayor largo de hoja respecto al nivel a1 al cual no se le aplicó abono de lombriz, por que el efecto del humus de lombriz fue directo ya que es fácilmente absorbido por las raíces y trasladado a la planta proporcionándole los nutrientes necesarios para que pueda realizar la fotosíntesis, a su vez el microclima del Walipini es óptimo para el crecimiento del cultivo de acelga. Guerrero (1993), menciona que las principales ventajas que se logran con la incorporación de abono es el aporte de nutrientes, incremento de la retención de humedad y mejorar la actividad biológica con lo cual se incrementa la producción de los cultivos. Daubenmire (1979), refiriéndose a la importancia del agua indica que es de suma importancia en muchos aspectos ya que como principal solvente universal, disuelve todos los minerales contenidos en el suelo los cuales son trasladados a la planta.

El largo de hojas del Factor B (variedades) muestra que existe diferencias significativas en ambas variedades, la variedad Fordhook Giant (b1) tuvo como promedio un largo de 47.5 cm y la variedad Petoseed C003 (b2) 42.5 cm siendo la variedad Fordhook Giant la que mejor respondió a la aplicación de humus de lombriz, al microclima y al riego aplicado al cultivo.

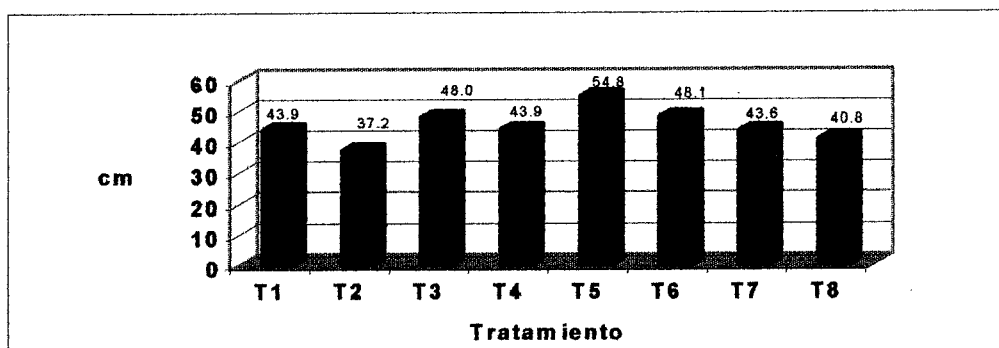
Figura 31: Largo de hojas de los Factores A y B en la tercera cosecha



6.4.12 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la tercera cosecha

El ANVA del comportamiento de la interacción de los Factores AxB o tratamientos en la tercera cosecha no es significativo (ver cuadro 30). Los tratamientos T3, T5 y T6 registran valores altos de largo de hojas debido al efecto del abono de lombriz sobre el crecimiento como se muestra en la figura 32. El riego fue un factor importante en el crecimiento de la acelga, el microclima en el interior del Walipini fue otro de los factores que permitió que el cultivo se desarrolle adecuadamente.

Figura 32: Largo de hojas de los tratamientos en la tercera cosecha



6.4.13 Rendimiento de los Factores A y B en la cuarta cosecha

El ANVA de los rendimientos obtenidos en la cuarta cosecha indican que existen diferencias significativas en el Factor A como se observa en el cuadro 32.

Cuadro 32: Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m²) en la cuarta cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	1.53	0.76	5.47	0.044 *
Factor A	3	12.29	4.09	29.18	0.001 **
Error	6	0.84	0.14		
Factor B	1	0.0002	0.0002	0.003	0.953 ns
Interacción AxB	3	0.82	0.27	3.50	0.069 ns
Error B	8	0.62	0.07		
Total	23	16.12			
CV. (A) = 8.61 %					
CV. (B) = 9.09 %					

Cuadro 33: Comparación de medias del rendimiento (kg/ha) del Factor A en la cuarta cosecha según la prueba de Tukey al 5%

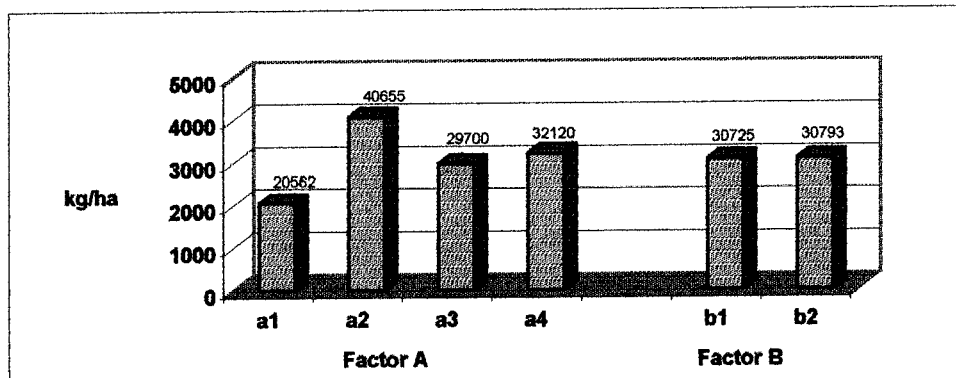
NIVELES	MEDIA
a2	40655 A
a4	32120 B
a3	29700 B
a1	20561 C

El nivel a2 fue el que mejor se comportó con un rendimiento de 40655 kg/ha de materia verde. Los rendimientos en los niveles a4 y a3 fueron de 32120 y 29700 kg/ha respectivamente. El nivel a1 tuvo un rendimiento menor de 20562 kg/ha (ver cuadro 33). Los niveles que fueron abonados a2, a3 y a4 tienen rendimientos mayores que el nivel a1 al cual no se le incorporó humus de lombriz, se concluye que el efecto que tiene el abono de lombriz sobre el cultivo de acelga es beneficioso ya que se incrementa la producción, los rendimientos en la cuarta cosecha respecto a la tercera disminuyeron ya que la disponibilidad de nutrientes en el suelo fue disminuyendo a medida que la planta extrae Macronutrientes y micronutrientes del suelo.

El aporte de humus al suelo favorece al incremento de los microorganismos los cuales degradan la materia orgánica, aportando nutrientes al suelo, al respecto Thompson y Troeh (1980), mencionan que la liberación lenta y continuada de nutrientes por la degradación del humus es uno de los aspectos importantes de la capacidad exhibida del suelo para subvenir a las necesidades de la planta.

En el Factor B no se encontró diferencias significativas por lo tanto los niveles del Factor B se comportaron de igual forma. Donde el nivel b1 registro un rendimiento de 30725 kg/ha y el nivel b2 un rendimiento de 30793 kg/ha de materia verde.

Figura 33: Rendimiento de los Factores A y B en la cuarta cosecha

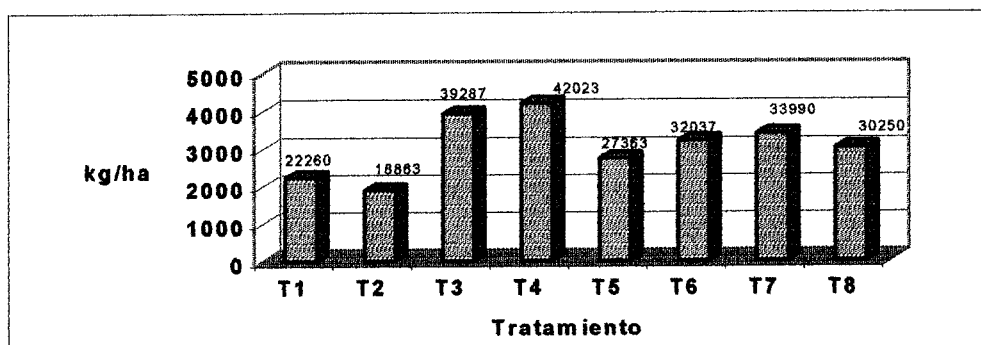


6.4.14 Rendimiento de los tratamientos o interacción A x B en la cuarta cosecha

Los rendimientos de los tratamientos o interacción de los Factores en estudio Ax B no fueron significativos (ver cuadro 32). La figura 34 muestra el comportamiento de cada uno de los tratamientos, donde los tratamientos T1 y T2 registraron rendimientos inferiores respecto a los demás tratamientos.

Los tratamientos T3 y T4 alcanzaron rendimientos de 39287 y 42023 kg/ha respectivamente. Los tratamientos T5, T6, T7 y T8 se comportaron en forma similar donde sus rendimientos fueron de 27363, 32037, 33990 y 30250 kg/ha respectivamente. Los tratamientos que fueron abonados con humus de lombriz en la cuarta cosecha registran valores superiores respecto a los tratamientos que no fueron abonados T1 y T2.

Se comprueba que al aplicar abono de lombriz al suelo los rendimientos en los tratamientos se incrementan. El efecto del microclima y el riego al cultivo de acelga ayuda a que la planta tenga buen crecimiento y se obtengan rendimientos favorables en el cultivo.

Figura 34: Rendimiento de los tratamientos en la cuarta cosecha**6.4.15 Largo de hojas de los Factores A y B en la cuarta cosecha**

El ANVA del comportamiento de los Factores A y B en la cuarta cosecha respecto al largo de hojas muestra que existen diferencias significativas en el Factor A (ver cuadro 34).

Cuadro 34: Análisis de varianza para el largo de hoja (cm) en la cuarta cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	50.66	25.33	1.20	0.365 ns
Factor A	3	389.22	129.74	6.16	0.030 *
Error	6	126.31	21.05		
Factor B	1	5.40	5.40	0.34	0.576 ns
Interacción AxB	3	41.34	13.78	0.88	0.511 ns
Error B	8	123.91	15.48		
Total	23	736.86			
CV. (A) = 7.16 %					
CV. (B) = 8.68 %					

Cuadro 35: Comparación de medias del largo de hojas (cm) del Factor A en la cuarta cosecha según la prueba de Tukey al 5%

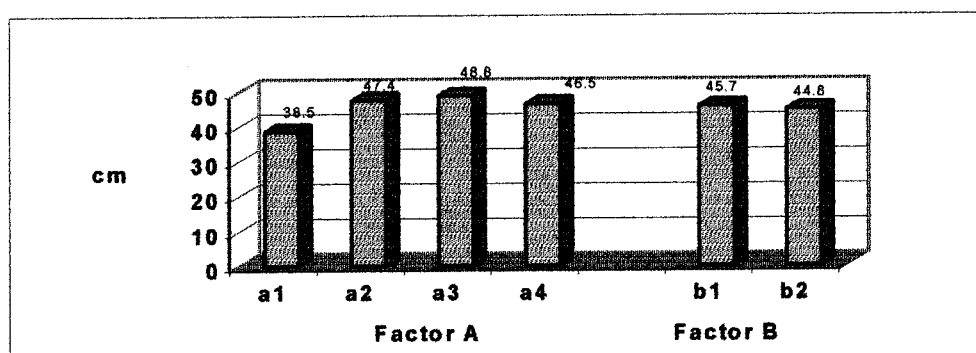
NIVELES	MEDIA
a3	48.8 A
a2	47.4 AB
a4	46.4 AB
a1	38.5 B

El nivel a3 fue el mejor con un largo de hojas de 48.8 cm. le siguieron los niveles a2 y a4 con largo de hojas de 47.4 y 46.5 cm respectivamente, el nivel a1 tuvo un largo de hojas de 38.5 cm., debido a que dicho nivel no fue abonado como se lo hizo con los niveles a2, a3 y a4 del Factor A.

Se concluye que los niveles del Factor A a los cuales se les incorporo humus de lombriz tienen un rendimiento mayor respecto al nivel al cual no se le aplico abono. La temperatura y el abono influyeron para que se obtengan rendimientos altos en el cultivo de acelga.

El largo de hojas del Factor B muestra que no existe una diferencia significativa, la variedad Fordhook Giant (b1) tuvo un largo de 45.7 cm y la variedad Petoseed C003 (b2) 44.8 cm, comportándose de mejor forma la variedad Fordhook Giant (b1).

Figura 35: Largo de hojas de los Factores A y B en la cuarta cosecha

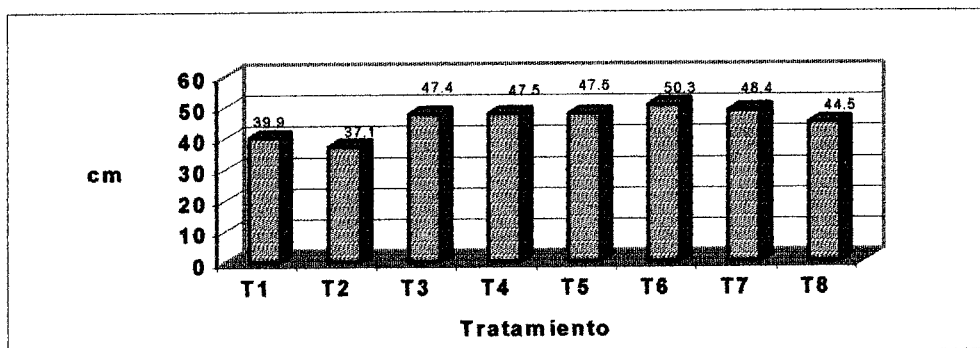


6.4.16 Largo de hojas de los tratamientos o interacción A x B en la cuarta cosecha

El ANVA del comportamiento de la interacción de los Factores Ax B o tratamientos en la cuarta cosecha muestra que no existe diferencias significativas en la interacción (ver cuadro 34). Como se observa en la figura 36 los tratamientos no tiene diferencias significativas en el largo de las hojas. Los tratamientos T1 y T2 registran valores inferiores de largo de hoja respecto a los demás tratamientos que fueron abonados con humus de lombriz.

La aplicación de humus de lombriz al suelo mejora el rendimiento del cultivo de acelga. Se comprueba que al aumentar la temperatura en el ambiente el cultivo de acelga tiene un desarrollo mas rápido. Donde se concluye que el cultivo se desarrolla mejor con temperaturas que estén por encima de los 20 °C.

Figura 36: Largo de hojas de los tratamientos en la cuarta cosecha



6.4.17 Rendimiento de los Factores A y B en la quinta cosecha

El ANVA de los rendimientos obtenidos en la quinta cosecha muestra que existe diferencias significativas en el Factor A, ver cuadro 36.

Cuadro 36: Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m²) en la quinta cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	2.20	1.10	7.49	0.024 *
Factor A	3	6.80	2.26	15.44	0.004 **
Error	6	0.88	0.14		
Factor B	1	0.29	0.29	1.58	0.242 ns
Interacción AxB	3	6.00	2.00	10.89	0.004 **
Error B	8	1.47	0.18		
Total	23	17.66			
CV. (A) = 8.23 %					
CV. (B) = 13.02 %					

Cuadro 37: Comparación de medias del rendimiento (kg/ha) del Factor A en la quinta cosecha según la prueba de Tukey al 5%

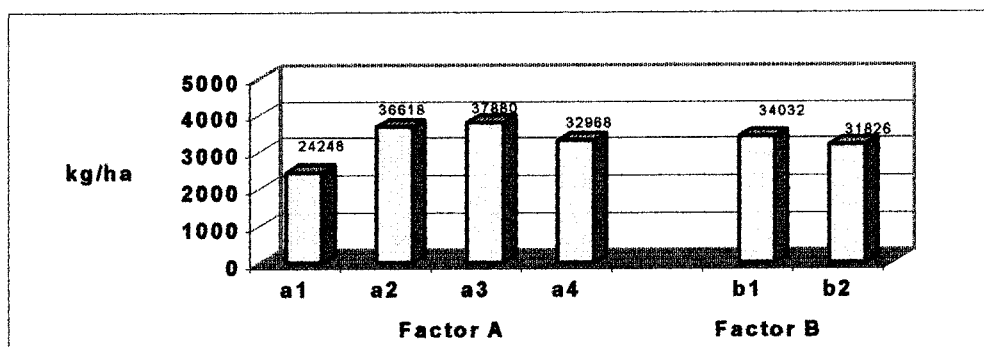
NIVEL	MEDIA
a3	37880 A
a2	36618 A
a4	32968 A
a1	24248 B

Los niveles a3 y a2 se comportaron mejor con rendimientos de 37880 y 36618 kg/ha respectivamente, le siguió el a4 con un rendimiento de 32966 kg/ha y el nivel a1 obtuvo el menor rendimiento que fue de 24248 kg/ha, ver cuadro 27.

Los Factores a2, a3, y a4 que fueron abonados con humus de lombriz tuvieron rendimientos superiores al nivel a1, al cual no se le incorporo humus de lombriz, se concluye que el efecto que tiene el humus sobre el cultivo de acelga es benéfico mejorando el rendimiento de materia verde. En esta etapa del cultivo las temperaturas máximas y mínimas se elevaron por lo que el cultivo se comporto mejor al microclima del Walipini registrándose un mayor crecimiento. El riego aplicado ayudo al desarrollo de la planta y a la asimilación de nutrientes por las raíces de la acelga, los cuales fueron traslocados a las hojas y se mejoro la fotosíntesis y por lo tanto el crecimiento de las hojas se incremento, al respecto Daubemire (1979) menciona que existe un flujo continuo del agua en el suelo con la de la planta y todo el sistema esta en constante movimiento ascendente. Dicho flujo de agua transporta los nutrientes requeridos por la planta.

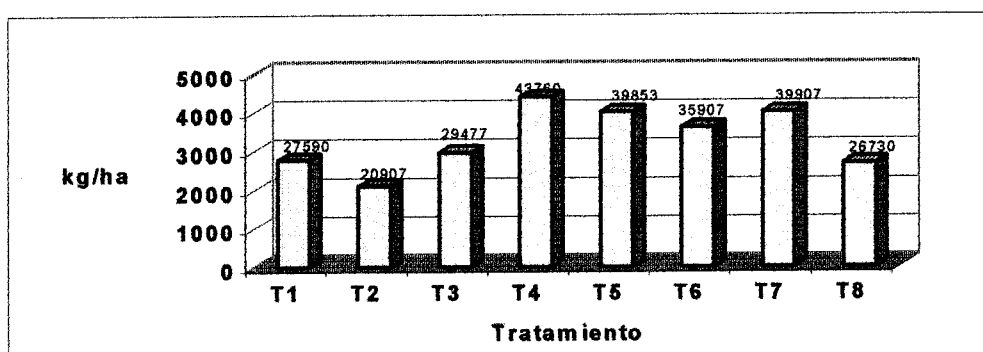
En el Factor B (variedades) no se encontró diferencias significativas. Los niveles b1 y b2 tuvieron rendimientos de 34032 y 31826 kg/ha respectivamente, comportándose mejor las variedad Fordhook Giant respecto a la variedad Petoseed C003. se concluye que el nivel b1 responde mejor al microclima, riego y a la incorporación del abono de lombriz.

Figura 37: Rendimiento de los Factores A y B en la quinta cosecha



6.4.18 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB en la quinta cosecha

Los rendimientos de los tratamientos o interacción de los Factores AxB tienen diferencias significativas (ver cuadro 36). La figura 38 muestra el comportamiento de los tratamientos, donde los tratamientos T1 y T2 registran rendimientos bajos debido a que no fueron abonados, los tratamientos T3, T4, T5, T6, T7 y T8 tienen rendimientos mayores ya que dichos tratamientos fueron abonados con humus de lombriz. El tratamiento T4 es el que alcanza el mayor rendimiento en la quinta cosecha, se concluye que el efecto que tiene el abonamiento con humus de lombriz sobre el cultivo de acelga favorece a que se incrementen los rendimientos de en el cultivo de la acelga.

Figura 38: Rendimiento de los tratamientos en la quinta cosecha**6.4.19 Largo de hojas de los Factores A y B en la quinta cosecha**

El ANVA del comportamiento de los factores A y B en la quinta cosecha muestra que existe diferencia significativa en los rendimientos del Factor A, ver cuadro 38.

Cuadro 39: Análisis de varianza para el largo de hoja (cm) en la quinta cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	8.36	4.18	0.10	0.900 ns
Factor A	3	578.60	192.86	4.90	0.047 *
Error	6	235.96	39.32		
Factor B	1	30.83	30.83	1.01	0.345 ns
Interacción Ax B	3	368.40	122.80	4.04	0.050 *
Error B	8	242.73	30.34		
Total	23	1464.89			
CV. (A) = 10.15 %					
CV. (B) = 12.61 %					

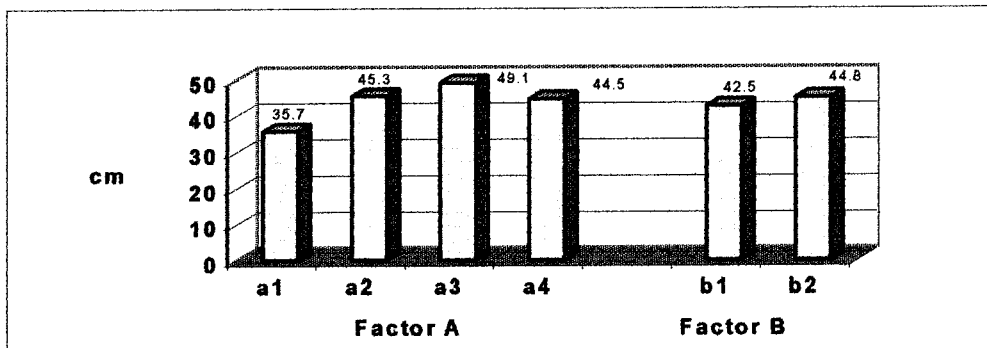
Cuadro 39: Comparación de medias del largo de hojas (cm) del Factor A en la quinta cosecha según la prueba de Tukey al 5%

NIVELES	MEDIA
a3	49.1 A
a2	45.3 AB
a4	44.5 AB
a1	35.7 B

El nivel a3 se comportó de la mejor forma con un largo de 49.1 cm, los niveles a2 y a4 registraron largos de hojas de 45.3 y 44.5 cm respectivamente, el nivel a1 registró un promedio de largo de hojas de 35.7 cm, debido a que dicho nivel no fue abonado como se lo hizo con los niveles a2, a3, y a4. La aplicación de humus de lombriz en los niveles a2, a3 y a4 incrementó el rendimiento, ver cuadro 39.

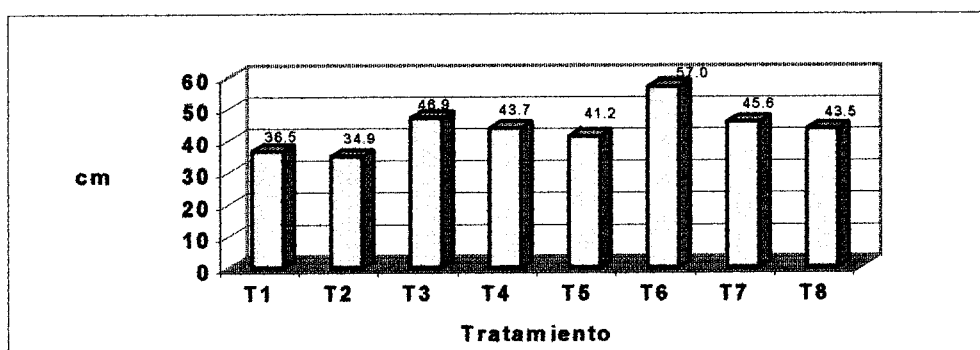
El largo de hojas del Factor B (variedades) no tuvo diferencia significativa. La variedad Fordhook Giant (b1) y la variedad Petoseed C003 (b2) se comportaron de forma similar registrándose rendimientos de 42.5 y 44.8 cm respectivamente.

Figura 39: Largo de hojas de los Factores A y B en la quinta cosecha



6.4.20 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB en la quinta cosecha

La figura 40 muestra el largo de las hojas en los tratamientos donde los tratamientos T1 y T2 registran valores menores de largo, los tratamientos T3, T4, T5, T6, T7 y T8 tienen largos de hojas mayores debido al efecto que causa la aplicación de humus de lombriz al suelo. El tratamiento T6 alcanzó el mayor de los largos y el tratamiento T2 tuvo el menor largo de hojas. Concluyendo se comprueba que la aplicación de humus de lombriz al suelo mejora los rendimientos y la calidad de las hojas de acelga, debido a que el humus de lombriz contiene macronutrientes y micronutrientes que son asimilados con mucha facilidad por la planta los cuales promueven un desarrollo rápido. AOPEB (1998), mencionan que el humus de lombriz tiene un contenido alto de microorganismos de 20000 millones/gramo seco que mejoran la población microbiana del suelo, importante para mantener la fertilidad del mismo, a su vez contiene Macronutrientes y micronutrientes disponibles y directamente asimilables por la planta. Suquilanda (1995), indica que el humus de lombriz enriquece el suelo, contiene ácidos fúlvicos que mejoran la asimilación de los nutrientes minerales por la planta. Guerrero (1993), cita que el humus de lombriz mejora la estructura de los suelos, mejorando la aireación, retención de humedad y reduciendo la compactación del suelo.

Figura 40: Largo de hojas de los tratamientos en la quinta cosecha**6.4.21 Rendimiento de los Factores A y B de las cinco cosechas**

El ANVA de los rendimientos obtenidos en las cinco cosechas como se observa en el cuadro 40 muestra que existe diferencias significativas en ambos Factores de estudio.

Cuadro 40: Análisis de varianza para el rendimiento de acelga (kg/m^2) en las cinco cosechas

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	55.53	27.76	16.83	0.004 **
Factor A	3	117.74	39.24	23.79	0.002 **
Error	6	9.89	1.64		
Factor B	1	7.12	7.12	18.51	0.003 **
Interacción AxB	3	8.69	2.89	7.53	0.011 **
Error B	8	3.07	0.38		
Total	23	202.07			
CV. (A) = 5.49 %					
CV. (B) = 3.75 %					

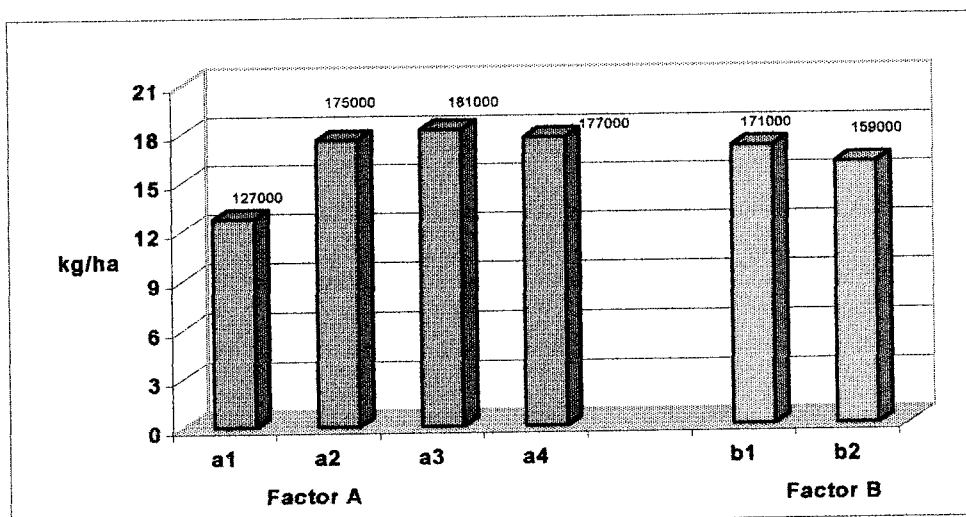
Cuadro 41: Comparación de medias del rendimiento (kg/ha) de los Factores A y B en las cinco cosechas según la prueba de Tukey al 5%

FACTOR A		FACTOR B	
NIVEL	MEDIA	VARIEDAD	MEDIA
a3	181000 A	b1	170000 A
a4	177000 A	b2	159000 B
a2	175000 A		
a1	127000 B		

Los niveles a2, a3, y a4 del factor A se comportaron estadísticamente en forma similar pero existe una diferencia en sus rendimientos de materia verde. El nivel a2 tuvo un rendimiento de 175000 kg/ha de materia verde de acelga con la aplicación de 1314 kg de humus de lombriz /ha. Al nivel a3 se le aplico 3560 kg de humus de lombriz /ha y se obtuvo un rendimiento de 181000 kg/ha de acelgas. El nivel a4 tuvo un rendimiento de 177000 kg/ha, al cual se le aplico una dosis de abono de lombriz de 5806 kg/ha. El nivel a1 que fue al que no se le aplico abono de lombriz tuvo un rendimiento de 127000 kg/ha de materia verde de acelga, ver cuadro 41. Se concluye que al aplicar humus de lombriz los rendimientos en el cultivo de la acelga se incrementan debido a que el humus de lombriz utilizado tiene ventajas de ser un abono orgánico fácilmente asimilable, que mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo y a su vez es fácilmente asimilable por la planta ya que esta los nutrientes se encuentran disponibles. El humus de lombriz mejora la capacidad de retención de humedad por lo que la planta cuenta con el liquido elemento que es vital para su desarrollo. Ocsa (1995) menciona que el humus de lombriz mejora las características físicas del suelo, aumenta la capacidad del suelo de retener agua, al respecto Toro (1995) indica que el humus de lombriz tiene la propiedad de ceder agua lentamente la cual es aprovechada al máximo por la planta.

El factor B que fue estudiado fueron las variedades de acelga y se tuvo diferencias significativas en el rendimiento de ambas variedades. La variedad que mejor respondió a los tratamientos fue la variedad Fordhook Giant (b1) con un rendimiento de 171000 kg/ha, le siguió la variedad Petoseed C003 (b2) con un rendimiento de 159000 kg/ha de materia verde, se concluye que la variedad Fordhook Giant (b1) responde mejor a la aplicación de humus de lombriz que la variedad Petoseed C003 (b2) y tiene un mejor comportamiento al microclima que proporciona el Walipini.

Figura 41: Rendimiento promedio de los Factores A y B de las cinco cosechas

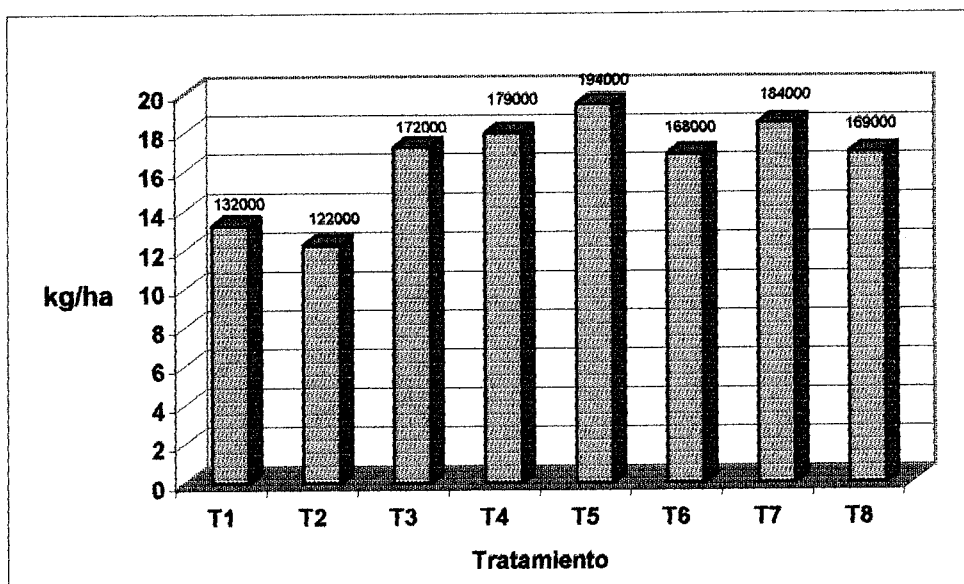


6.4.22 Rendimiento de los tratamientos o interacción AxB de las cinco cosechas

Los rendimientos obtenidos en las cinco cosechas como se observa en la figura 42 tienen diferencias significativas en la interacción de los Factores AxB o tratamientos (ver cuadro 40). Los tratamientos T1 y T2 que no fueron abonados con humus de lombriz registraron rendimientos de 132000 y 122000 kg/ha respectivamente, siendo estos los mas bajos. Los tratamientos T3 y T4 que tuvieron una dosis de abonamiento de 1314 kg de humus /ha registran rendimientos de 172000 y 179000 kg/ha. Los tratamientos T5 y T6 a los cuales se les aplico 3560 kg/ha de humus, tuvieron rendimientos de 194000 y 168000 kg/ha. Y finalmente se aplico 5806 kg de humus de lombriz a los tratamientos T7 y T8 y se obtuvo un rendimiento de 184000 y 169000 kg/ha respectivamente. Se concluye que los tratamientos a los cuales se les incorporo humus de lombriz tienen rendimientos superiores respecto a aquellos que no fueron abonados.

Se comprueba que al incrementar la dosis de humus de lombriz al cultivo los rendimientos se elevan debido a que la planta tiene a su disposición la cantidad necesaria de nutrientes para su desarrollo. El microclima que se crea en el Walipini es otro factor que junto con el agua de riego permiten un desarrollo rápido de las plantas de acelga. El humus de lombriz por sus ventajas que posee mejora el suelo y la capacidad de retención del mismo, de esta manera las raíces encuentran el agua necesaria y los nutrientes requeridos por la planta para su buen desarrollo.

Figura 42: Rendimiento de los tratamientos de las cinco cosechas



6.4.23 Largo de hojas de los Factores A y B de las cinco cosechas

El ANVA del rendimiento obtenido en las cinco cosechas como se observa en el cuadro 42 muestra que existe diferencias significativas en el Factor A.

Cuadro 42: Análisis de varianza para el largo de hoja (cm) en las cinco cosechas

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	45.15	22.57	2.50	0.162 ns
Factor A	3	385.77	128.59	14.24	0.005 **
Error	6	54.17	9.02		
Factor B	1	17.44	17.44	4.25	0.071 ns
Interacción AxB	3	45.60	15.20	3.71	0.061 ns
Error B	8	32.77	4.09		
Total	23	580.93			
CV. (A) = 4.54 %					
CV. (B) = 4.33 %					

Cuadro 43: Comparación de medias del largo de hojas (cm) del Factor A de las cinco cosechas según la prueba de Tukey al 5%

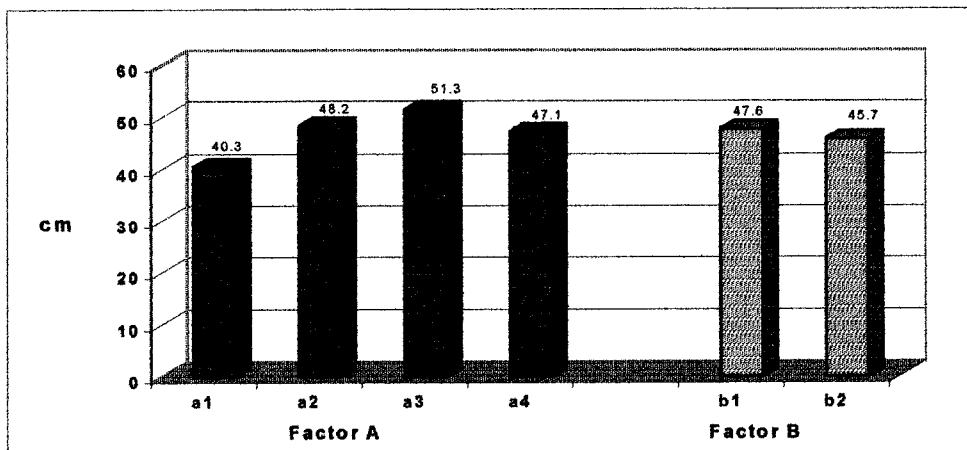
NIVEL	MEDIA
a3	51.3 A
a2	48.2 AB
a4	47.0 B
a1	40.3 C

Los niveles a3, a2 se comportaron estadísticamente en forma similar pero existe diferencia en sus rendimientos de largo de hojas, donde a2, y a3 tiene largos de 51.3 y 48.2 cm respectivamente (ver cuadro 43). Los niveles a2 y a4 se comportan de igual forma registrando largos de 48.2 y 47.1 cm. El nivel a1 alcanzo un largo promedio de 40.3 cm en sus hojas siendo este el menor.

Se concluye que existe un efecto directo sobre el crecimiento del largo de hojas al aplicar humus de lombriz al cultivo de acelga. Los factores de temperatura, humedad, riego juegan un papel importante en el desarrollo de la planta, con las temperaturas que proporciona el Walipini el crecimiento de las hojas se acelera.

El comportamiento en el factor B (variedades) no fue significativo respecto a la altura de hojas. La variedad Fordhook Giant (b1) y la variedad Petoseed C003 (b2) registran largos de 47.6 y 45.7 cm respectivamente, ver figura 43.

Figura 43: Largo de hojas de los Factores A y B de las cinco cosechas



6.4.24 Largo de hojas de los tratamientos o interacción AxB de las cinco cosechas

El ANVA del comportamiento de la interacción de los Factores AxB o tratamientos en las cinco cosechas muestra que no existe diferencias significativas, ver cuadro 42. En la figura 44 se observa los tratamientos y su comportamiento, donde el T1 y T2 alcanzo un largo de 41.8 y 38.8 cm respectivamente, estos largos fueron los menores debido a que dichos tratamientos no se les incorporo humus de lombriz. Los tratamientos T3 y T4 tuvieron largos de 50.8 y 45.6 cm. los tratamientos T5, T6, T7 y T8 alcanzaron largos de 50.1, 52.5, 47.6 y 46.5 cm respectivamente. Concluimos que al incorporar humus de lombriz el largo de las hojas se incrementa respecto a aquellos a los cuales no se les aplico humus de lombriz. La temperatura del ambiente es otro de los factores que mejora el desarrollo del cultivo.

Figura 44: Largo de hojas de los tratamientos de las cinco cosechas

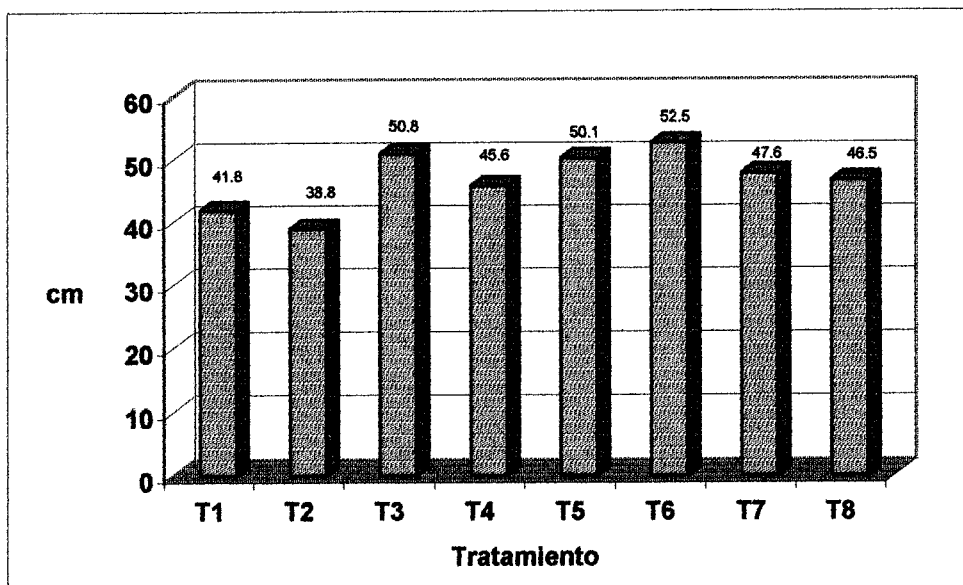


Figura 45: Producción del cultivo de acelga



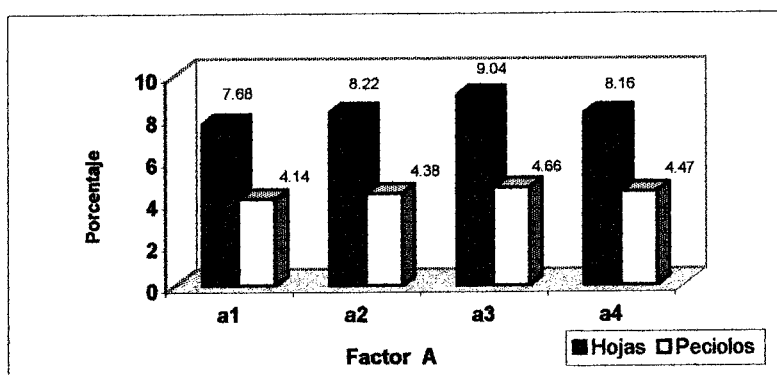
6.5 Materia seca.

El contenido de materia seca en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) es muy importante ya que nos indica el contenido de humedad del mismo.

La materia seca en el peciolo como en la hoja varia significativamente, encontrándose un contenido mayor de materia seca en la hoja, ver figura 46. Los niveles de humus de lombriz aplicados al ensayo muestran que existe un efecto directo que influye en el aumento del contenido de materia seca de la planta. Los niveles a2, a3 y a4 del Factor A que fueron abonados con humus de lombriz tienen un contenido mayor de materia seca que el nivel a1, al cual no se le incorporo humus.

Concluimos que al aplicar al suelo abono orgánico como el humus de lombriz, este tiene un efecto que favorece el incremento del contenido de materia seca en el cultivo.

Figura 46: Porcentaje de materia seca



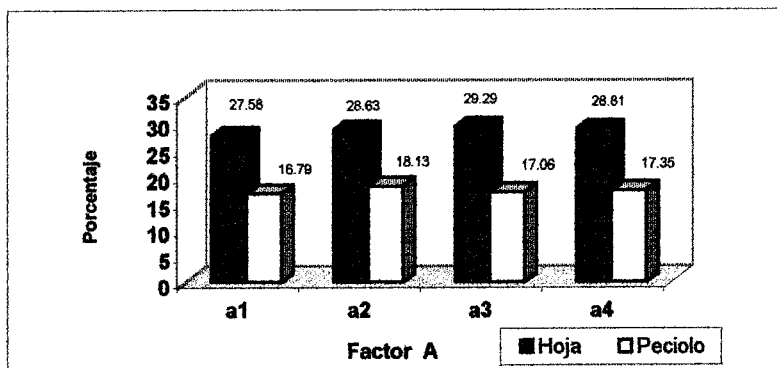
6.6 Proteína Cruda

El contenido de proteína en los niveles del Factor A que fueron abonados con humus de lombriz a2, a3 y a4 es mayor que el nivel a1 al cual no se le incorporo humus.

Se concluye que el humus de lombriz ejerce un efecto sobre el incremento de proteína en el cultivo de acelga como se observa en la figura 47. se comprueba que existe una mayor cantidad de proteína en las hojas de acelga que en el peciolo. Debido que acá es donde se realiza la fotosíntesis y se encuentra mayor contenido de nitrógeno.

Las hojas de acelga son una fuente importante de proteína vegetal para el consumo de la familia y a su vez aportan vitaminas necesarias para el buen desarrollo de niños y adultos.

Figura 47: Porcentaje de proteína

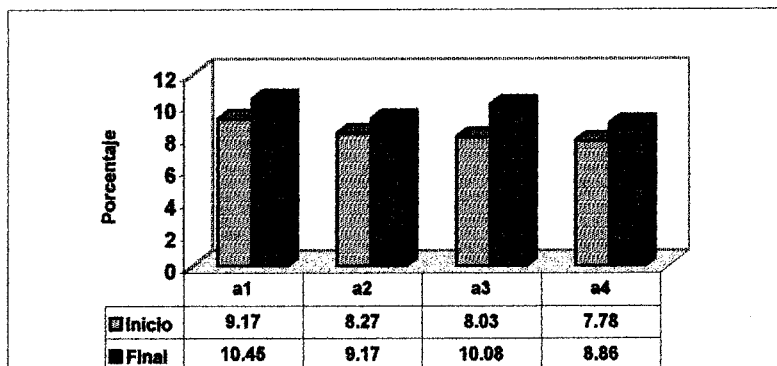


6.7 Relación Carbono - Nitrógeno

La relación que existe entre el carbón orgánico y el nitrógeno es importante en la fertilidad del suelo. La figura 48 nos muestra que hay un aumento en la relación C/N al final del experimento especialmente en los niveles a2, a3 y a4 que fueron abonados con humus de lombriz.

Las relaciones C/N menores a 17 % favorecen al suelo ya que aumentan el proceso de mineralización el cual es un proceso de transformación microbial de la materia orgánica incorporada al suelo, en nutrientes minerales para la planta (Chilón, 1997). Por lo tanto la aplicación de abono orgánico como el humus de lombriz mejora las características de fertilidad del suelo ayudando a que exista una mineralización del mismo y mejorando la disponibilidad de nutrientes en el suelo por consiguiente aumentando la producción.

Figura 48: Relación C/N

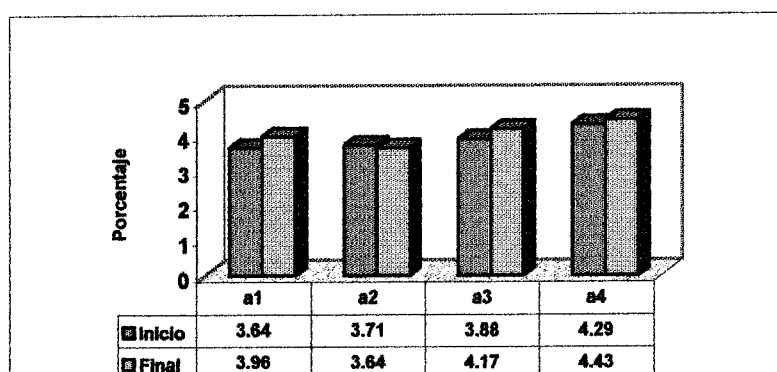


6.8 Materia Orgánica

El contenido de materia orgánica es muy importante en los suelos ya que tendrá una influencia benéfica sobre las propiedades físicas - químicas y biológicas del suelo y sobre el rendimiento de los cultivos (Chilón, 1997). La figura 49 muestra que existe un incremento de materia orgánica al final del experimento el cual va a mejorar el suelo.

Al aplicar abono orgánico al suelo se esta incrementando directamente la materia orgánica del mismo, en la figura 48 se puede observar que los niveles a3 y a4 registran porcentajes mayores de materia orgánica debido a que se les aplico mayor dosis de humus de lombriz lo que causo un crecimiento mayor en el sistema radicular de las plantas de acelga.

Figura 49: Materia orgánica presente en el suelo

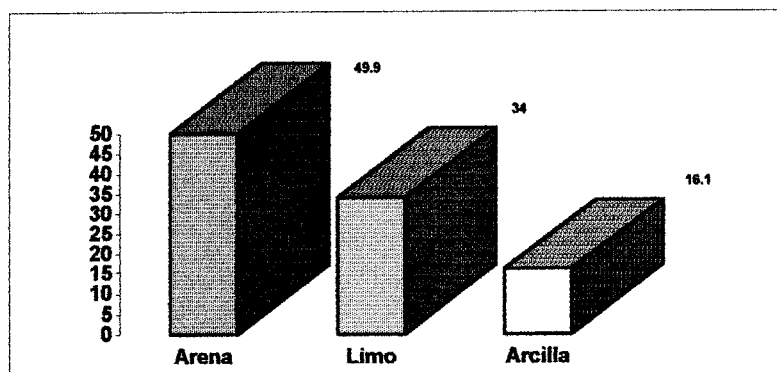


6.9 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

6.9.1 PROPIEDADES FÍSICAS

6.9.1.1 Textura

La textura en el análisis de suelo muestra que el suelo en estudio presenta una textura FRANCO. (Ver figura 50)

Figura 50: Textura del suelo

6.9.1.2 Humedad del suelo

El porcentaje de humedad presente en el suelo es un factor muy importante que afecta directamente al rendimiento de los cultivos. Las Figuras 51 y 52 muestran el porcentaje de humedad que es retenido por el suelo del Walipini a diferentes atmósferas de tensión.

El porcentaje de humedad aprovechable como se observa en la figura 49 nos refleja que existe un efecto del humus de lombriz sobre la capacidad de retención de humedad del suelo. Se puede observar que los niveles a2, a3 y a4 que fueron abonados con humus de lombriz tienen un porcentaje mayor de retención de humedad con valores de 12.2%, 12.6% y 12.5% de humedad en comparación con el nivel a1 que no fue abonado con humus cuyo porcentaje de humedad aprovechable es de 11.9%.

La materia orgánica aplicada al suelo influye directamente sobre la capacidad de retención de humedad, al respecto Daubenmire (1979) indica que la materia orgánica es coloidal y debido a esta propiedad, su capacidad de retención de agua es relativamente alta. La adición de materia orgánica a los suelos ya sea natural o artificialmente como abono contrarresta la tendencia de dichos suelos a la sequía. El contenido orgánico es mayor cerca de la superficie, esta parte de la tierra suele poseer mayor capacidad para retener el agua.

Figura 51: Humedad del suelo

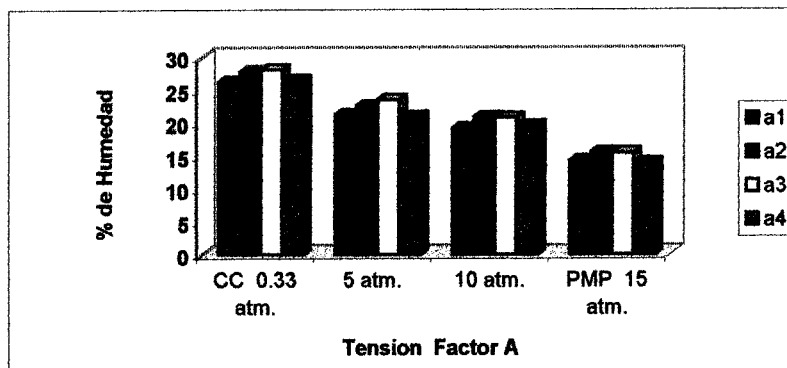
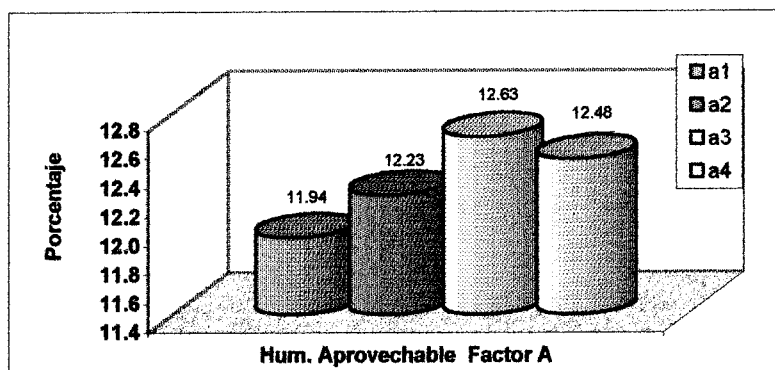


Figura 52: Porcentaje de humedad aprovechable



6.9.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

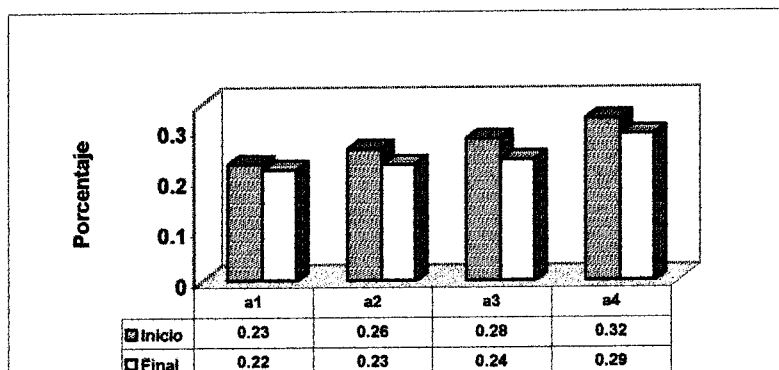
6.9.2.1 Nitrógeno

El porcentaje de nitrógeno del suelo como se muestra en la Figura 53 se obtuvo tomando muestras del suelo al inicio y al final del experimento.

Al aplicar abono de lombriz a los niveles a2, a3 y a4 el porcentaje de nitrógeno se elevó proporcionando al suelo un contenido mayor de nitrógeno total. Al final del experimento los análisis de suelos muestran que hubo una extracción de nitrógeno por la planta. El nivel a3 fue el que extrajo un contenido mayor de nitrógeno de 0.28 a 0.24 %, el nivel a2 y a4 con un porcentaje de nitrógeno inicial de 0.26 y 0.32 respectivamente al inicio del experimento y al final registro 0.23 y 0.29% de nitrógeno total en el suelo. El nivel a1 al inicio del experimento tuvo un porcentaje de nitrógeno de 0.23 y al final registro 0.22 por ciento.

Palacios (1999) indica que las hortalizas de hoja extraen nitrógeno del suelo y que el contenido de nitrógeno final en el suelo es menor al inicial.

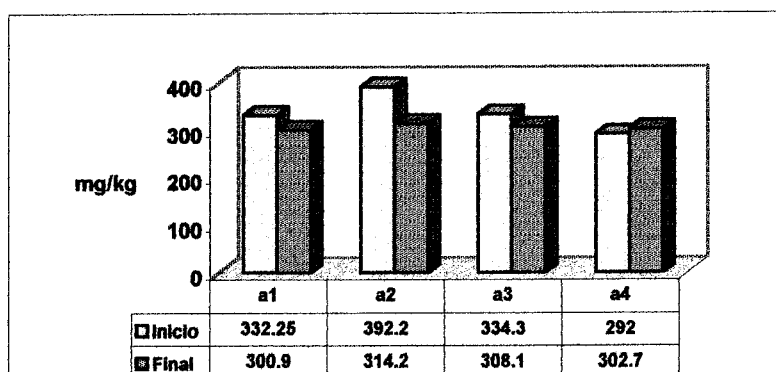
Figura 53: Porcentaje de nitrógeno en el suelo de Walipini al inicio y final del experimento.



6.9.2.2 Fósforo

Los valores de fósforo presente en el suelo al inicio y al final del experimento muestran que se cuenta con un contenido alto de fósforo que favorecerá el crecimiento de la planta de acelga, al final del ensayo la cantidad de fósforo presente en el suelo disminuyó levemente, encontrándose una buena cantidad de fósforo presente en el suelo como se observa en la figura 54.

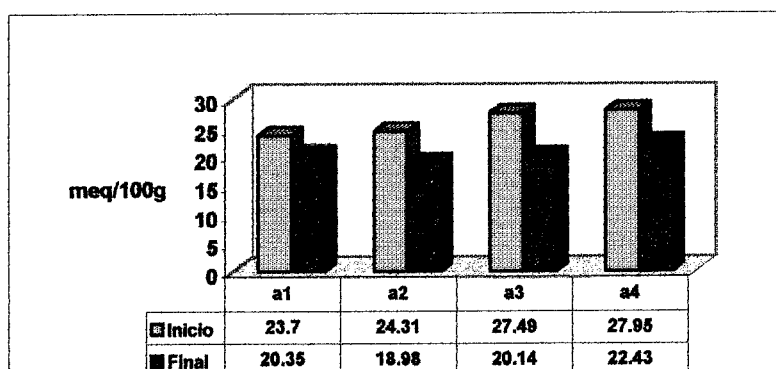
Figura 54: Fósforo presente en el suelo al inicio y final del experimento.



6.9.2.3 Potasio

El potasio presente en el suelo se incremento con la aplicación de abono de lombriz. Los niveles que extrajeron mayor potasio fueron a2 y a3 como se muestra en la figura 55. Los análisis de suelos presentan un contenido menor de potasio al final del experimento ya que el cultivo de acelga extrae potasio para su normal crecimiento, al respecto Palacios (1999) menciona que el contenido de potasio, al final del ciclo de cultivo es menor, lo que corrobora con los datos obtenidos para el cultivo de acelga.

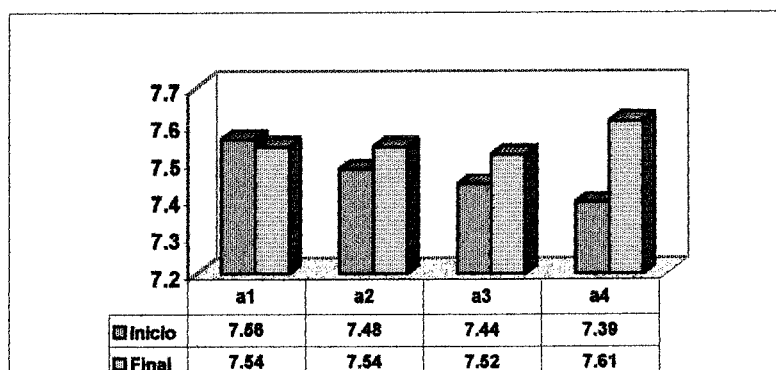
Figura 55: Potasio presente en el suelo al inicio y final del experimento.



6.9.2.4 Reacción del suelo pH

La reacción de pH en el suelo es modificada por la acción del abono aplicado al mismo y por el agua de riego. La figura 56 muestra una variación en el pH del suelo al inicio y al final del experimento, contando con un pH ligeramente salino el cual no va afectar el normal desarrollo del cultivo puesto que el cultivo de acelga soporta satisfactoriamente suelos que se consideren salinos. El pH del suelo del Walipini se incremento debido a que el agua de riego contenía sales que incrementaron el pH.

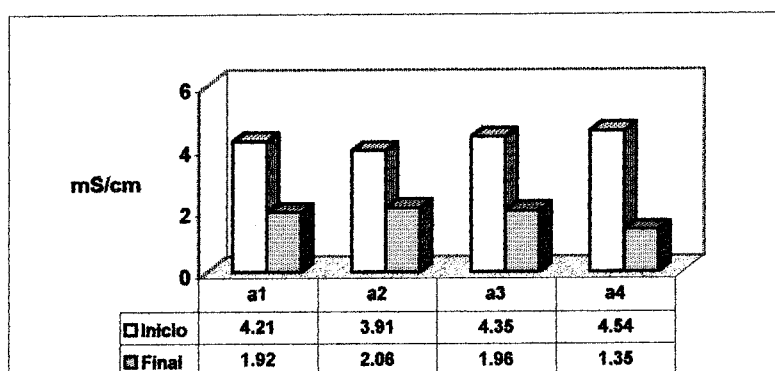
Figura 56: pH del suelo



6.9.2.5 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica como se muestra en la figura 57 nos mide el contenido de sales en el suelo, al inicio del experimento se registro una conductividad eléctrica mayor y al final la conductividad disminuye debido a la aplicación de agua de riego la cual disolvió las sales y provoco un lavado del mismo favoreciendo a que exista un menor contenido de sales en el suelo por lo tanto una menor conductividad eléctrica que favorece el desarrollo del cultivo.

Figura 57: Conductividad eléctrica del suelo



6.10 Capacitación a comunidades

Durante el trabajo de campo realizado y al final de la investigación se tuvo la oportunidad de realizar una capacitación a comunarios. Se visito dos comunidades aledañas al lugar donde se realizo la investigación la comunidad de Choquenaira y Contorno Letanías, con el objetivo que conozcan las bondades del Walipini y la importancia que tienen las hortalizas de hoja en la alimentación y especialmente la acelga.

Para poder mostrar objetivamente lo estudiado se visito dichas comunidades y se les expuso el tema de investigación mostrándoles en forma visual.

Como parte de la capacitación se realizo la preparación y degustación de alimentos con la utilización de hortalizas principalmente la acelga. Las experiencia adquiridas al realizar dicha actividad permitieron enriquecer los conocimiento tanto del investigador como de los beneficiarios o comunarios. Con la degustación de alimentos preparados a base de hojas de acelga se pudo apreciar que dicha hortaliza es aceptada por las personas y especialmente por los niños.

Figura 58: Capacitación a comunidades



6.11 Análisis Económico

El análisis económico de la producción agrícola es muy importante ya que nos mostrara si la producción es rentable para el agricultor.

6.11.1 Costos Variables y costos fijos

Los costos variables son aquellos que varían en una producción agrícola, se incluyen los insumos y la mano de obra requerida. El cuadro 44 nos muestra los costos variables del Factor A expresados en bolivianos por hectárea. En el cuadro 45 se observa el valor del costo fijo en Bs/ha.

Cuadro 44: Costos Variables en Bs/ha

FACTOR	a1	a2	a3	a4
Mano de obra	44973.5	44973.5	44973.5	44973.5
Semilla	925.9	925.9	925.9	925.9
Abono	0.0	2102.4	5696	9289.6
Total	45899.5	48001.8	51595.4	55189

Cuadro 45: Costos Fijos en Bs/ha

Total Costo Fijo	9425
-------------------------	-------------

6.11.2 Costos de producción

Los costos totales se los define como la suma de los costos fijos y los costos variables correspondientes a un proceso productivo (Perrin, *et. al* 1982). Ver cuadro 46.

Cuadro 46: Costos de producción

FACTOR	a1	a2	a3	a4
Costos Fijos	9425	9425	9425	9425
Costos variables	45899.5	48001.8	51595.4	55189
Total CP	55324.5	57426.8	61020.4	64684

6.11.3 Beneficio Neto

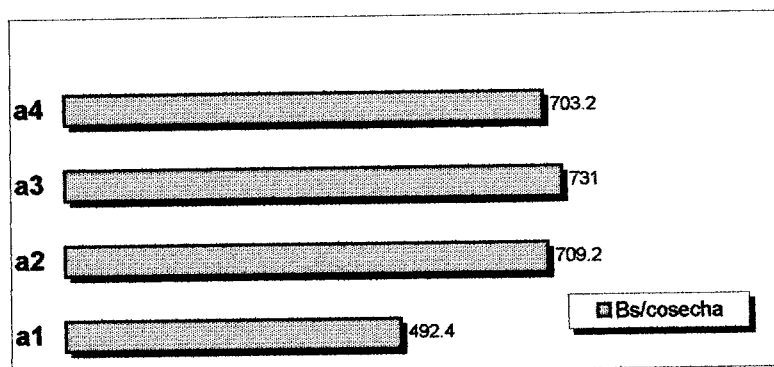
El beneficio Neto es el valor de todos los beneficios de una producción que se percibirá, menos el costo total de producción. (Perrin *et. al*/1982 citado por Palacios 1999). Ver cuadro 47.

Cuadro 47: Beneficios Netos Bs/ha

FACTOR	a1	a2	a3	a4
Beneficio bruto	381000	526500	544500	529800
Costo de producción	55324.5	57426.8	61020.4	64684
Beneficio Neto	325675.5	469073.2	483479.6	465116
B/C	5.89	8.16	7.92	7.19
Beneficio/Walipini	2462.1	3546.1	3655.1	3516.2
Beneficio/cosecha	492.4	709.2	731	703.2

La aplicación de humus de lombriz influye en el aumento de los beneficios netos en cada cosecha como se observa en la figura 59, donde el nivel a3 del Factor A es el que mejor beneficio aporta por cosecha de acelga llegando a tener una ganancia de 731 Bs. Los niveles a2 y a4 tienen beneficios de 709.2 y 703.2 Bs/cosecha respectivamente. El nivel a1 un beneficio neto muy inferior a los demás con un ingreso por cosecha de 492.4 bolivianos debido a que no se le aplico humus de lombriz.

Figura 59: Beneficio Neto Bs/cosecha

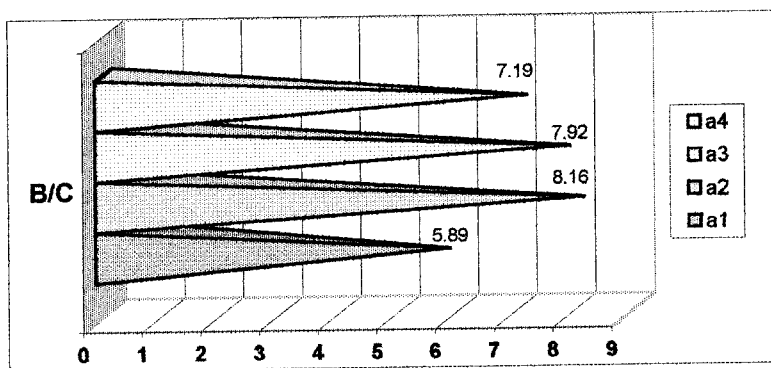


6.11.4 Beneficio/Costo

El análisis económico de la relación existente en el beneficio y el costo como se observa en el cuadro 47 y Figura 60 es favorable en el presente trabajo, obteniéndose un mayor beneficio/costo para el nivel a2 de 8.16, siguiéndole el nivel a3 con un beneficio de 7.92, posteriormente el nivel a4 con 7.19 y finalmente el nivel a1 con 5.89.

El análisis económico realizado muestra que con la utilización de humus de lombriz en diferentes dosis aplicadas al suelo se incrementan los beneficios por cosecha por lo cual el agricultor puede mejorar su ingreso económico al cultivar acelga en Walipini.

Figura 60: Beneficio/Costo



VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en relación a los rendimientos del cultivo de acelga, se llega a las siguientes conclusiones:

- El comportamiento agronómico de las dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla. L*) bajo condiciones de Walipini en la época de invierno tuvo diferencias en los rendimientos, mostrando que la variedad b1 Fordhook Giant que se caracteriza por tener hojas corrugadas y pecíolo blanco fue la que mejor se comportó agronómicamente alcanzando un peso promedio en cinco cosechas de 17.1 kg/m^2 , en comparación con la segunda variedad utilizada b2 Petoseed C003 que se caracteriza por tener hojas no corrugadas o lisas y pecíolo blanco la que alcanzó un rendimiento promedio menor a la primera, el cual fue de 15.9 kg/m^2 .
- La aplicación del humus de lombriz tuvo un efecto en los rendimientos de los niveles a2, a3 y a4 del Factor A respecto al nivel al cual no se le aplicó abono de lombriz. El nivel a3 fue el que mejor se comportó agronómicamente alcanzando un rendimiento promedio en las cinco cosechas de 18.2 kg/m^2 de materia verde al cual se le aplicó una dosis de 3560 kg de humus de lombriz por hectárea. Le siguió el nivel a4 al cual se le aplicó una dosis de abonamiento con humus de lombriz de 5806 kg/ha con el cual se obtuvo un rendimiento promedio de 17.7 Kg/m^2 . El nivel a2 obtuvo un rendimiento de 17.5 kg/m^2 , aplicando una dosis de abono de lombriz de 1314 kg/ha . El nivel a1 al cual no se le aplicó humus de lombriz alcanzó el menor de los rendimientos que fue de 12.7 Kg/m^2 de materia verde. Concluimos que al aplicar abono de lombriz al cultivo de acelga los rendimientos se incrementan.
- El largo de hojas en el Factor B (variedades), b1 y b2 tuvieron diferencias. El nivel b1 fue la que alcanzó el promedio más alto de largo de hojas en las cinco cosechas efectuadas respecto al nivel b2, los largos que alcanzaron fueron de 47.6 cm y 45.7 cm respectivamente.
- El contenido de materia seca en la hoja y el pecíolo de las hojas de acelga varía, encontrándose un porcentaje menor de materia seca en los pecíolos.
- Los porcentajes de proteína cruda varían en el pecíolo y en la hoja de las acelgas, los pecíolos contienen menor porcentaje de proteína cruda.
- La incorporación de humus de lombriz beneficia al suelo, mejorando el porcentaje de humedad aprovechable.

- Al aplicar humus de lombriz al suelo se mejoro el contenido de Macronutrientes N-P-K por lo cual los rendimientos en los suelos que contenían humus de lombriz fueron mayores.
- Las características Físico – Químicas del suelo fueron influenciadas benéficamente gracias a la incorporación de humus de lombriz. Se pudo evidenciar un aumento en los rendimientos en aquellos tratamientos a los cuales se aplico humus de lombriz.
- Se concluye que el efecto que tiene la aplicación de humus de lombriz al suelo mejora el mismo e incrementa los rendimientos en el cultivo de acelga.
- El Walipini es una alternativa para el agricultor ya que en el se puede cultivar hortalizas de hojas como la acelga en época de invierno.
- El análisis económico realizado de B/C muestra que aquellos tratamientos en los que se utilizo humus de lombriz tienen un mayor beneficio para el agricultor.

VIII. Recomendaciones

De acuerdo a la investigación realizada y los resultados obtenidos sobre el comportamiento agronómico de dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz en Walipini en la localidad de Viacha se hacen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda cultivar en la época invernal el cultivo de acelga con la utilización de humus de lombriz con el objeto de obtener rendimientos altos que beneficien al productor.
- Se recomienda utilizar la variedad de acelga Fordhook Giant puesto que esta tiene un comportamiento agronómico bueno en la época de invierno.
- Utilizar semisombra en los Walipinis para estudiar el efecto del mismo en la producción de acelgas.
- Implementar Walipinis en diferentes lugares aledaños al experimento con el objetivo de difundir esta tecnología.
- Se aconseja realizar trabajos similares en la época de verano utilizando otras variedades.

VIII. LITERATURA CITADA

- ALONSO, C. et al. (1992).** Compendio de suelos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 475 pp.
- ALPI, A. y TOGNONI. (1987).** Cultivo en invernaderos. España. Mundi prensa. 253 pp.
- AOPEB. (1998).** Humus de Lombriz. Cartilla N° 5. 14. Editado por AOPEB-BOLIVIA. La Paz. Bolivia. 14 pp.
- AQUIRRE, Q.A. (1993).** Los huertos familiares de Milpo: Una experiencia en la zona alta de los Andes Peruanos para la conservación del medio ambiente. Lima. Perú. 55 pp.
- AVILES, D. (1992).** Evaluación comparativa de sistemas microclimáticos para la producción de hortalizas en la provincia Pacajes - Departamento de La Paz. Tesis de grado. U.M.S.A. La Paz. Bolivia. 157 pp.
- AYAVIRI, R. (1996).** Estudio de 4 profundidades en la producción hortícola en invierno, Contorno Letanías Viacha - La Paz. Tesis de grado. U.M.S.A. La Paz. 168 pp.
- CALLAPA, J.** Nociones sobre el manejo de Lombricultura.
- CALZADA, J.(1982).** Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Milagros S.A. Lima. Perú. 645 pp.
- CHILON, E. (1997).** Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAT. La Paz. Bolivia. 185 pp.
- CORTEZ, H. (1997).** Efecto de la consuelda (*Symphytum officinale*) en diferentes niveles de combinación con la alfalfa (*medicago sativa*) en la alimentación de cuyes mejorados. Tesis de grado. U.M.S.A. La Paz. Bolivia. 140 pp.
- DAUBENMIRE, R. F. (1979).** Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de plantas. Editorial LIMUSA. S.A. México.

- DÍAZ, Z. C. (1987).** Ciencias básicas del suelo. Edit. Por Universidad nacional del Altiplano. Puno. Perú. 108 pp.
- FERRUZZI, C. (1987).** Manual de Lombricultura. Mundi Prensa. Madrid. España.
- FRANQUEVILLE, A. (1988).** Apuntes sobre el problema alimentario en Bolivia. ORSTOM. La Paz. Bolivia. 105 pp.
- GOMERO, L. (1999).** Manejo Ecológico de los Suelos. Edición. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAA). Perú.
- GUERRERO, B. J. (1993).** Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos. Editorial. Mauro Regalado. Lima. Perú. 90 pp.
- HARTMANN, F. (1990).** Invernaderos y ambientes atemperados. La Paz. FADES. 98 pp.
- LORINI, J. (1994).** La Agroecología y el desarrollo Altiplánico, el "Modelo La Paz Huaraco" IE. U.M.S.A.-LIDEMA La Paz - Bolivia. 159 pp.
- MAAS, E.V. (1984).** Crop Tolerance. En: California Agriculture Vol. 38. U.S.A. 21 pp.
- MESSIAEN, C.M. (1979).** La hortalizas. Editorial BLUME S.A. México.
- MONTES DE OCA, I. (1982).** Geografía y recursos naturales de Bolivia. La Paz. Bolivia. 574 pp.
- ORZAG, V. (1989).** Factores limitantes del altiplano para la agricultura y degradación de las propiedades físicas del suelo. Seminario de Agroecología. Facultad de Agronomía. U.M.S.A. 13 pp.
- PALACIOS, N. (1999).** Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) y en el suelo, bajo carpa solar (Municipio de Achocalla, Prov. Murillo Departamento de La Paz). Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. Bolivia. 113 pp.
- PERRIN, et. al (1982).** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Publicado por CIMMYT. México. 24 pp.

- PINEDA, R. (1994).** Lombricultura. Humus de lombriz - preparación y uso. CIPCA- PIURA. Perú.
- PLASTIX BOLIVIANA, (1993).** Agrofilm de Plastix boliviana S.A. Hoja de información de las propiedades del Agrofilm. Editado por PLASTIX BOLIVIANA. La Paz. Bolivia. 3 pp.
- PRIMAVESI, A. (1982).** Manejo ecológico del suelo. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. Argentina. 499 pp.
- RICHARDS. L.A. (1954).** Diagnosis and Improvement of saline and Alkali soils. Handbook U.S.D.A. N°60. U.S.A.
- SARAVIA, J. (1978).** Materiales de construcción tomo I y II, Información escrita. La Paz. Bolivia.
- SCHMITT, R. (1970).** Tratado de construcción. Elementos, estructuras generales y fundamentales de la construcción. Editorial Gustavo Gilis S.A. Barcelona. España.
- SPLITTSTOESSER, W.E. (1984).** Vegetables Crowning Handbook. AVI. Publishing Co. U.S.A. 165 pp.
- SUQUILANDA, M. (1995).** Fertilización orgánica. Editorial TECNIOFFSET. C. Quito. Ecuador. 79 pp.
- SWIFT, R.S. y POSNER A.M. (1972).** La distribución y extracción de nitrógeno del suelo. Biología del suelo. U.S.A. 196 pp.
- THOMPSON, H.C. y KELLY, W.C. (1959).** Vegetable Crops. McGraw-Hill Book. U.S.A.
- THOMPSON, L.M. y TROEH, F.R. (1980).** Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverte, S.A. Barcelona. España. 649 pp.
- TORO, R. (1995).** Curso de Lombricultura. Manual del participante. Sica Sica. Bolivia. 18 pp.
- UNZUETA, O. (1975).** Mapa ecológico de Bolivia. Editorial. MACA. La Paz - Bolivia 312 pp.
- UNZUETA, Q. O. (1975).** Mapa ecológico de Bolivia. Editado por MACA. La Paz. Bolivia. 312 pp.

VACHER, J. (1987). Los riesgos de helada en el altiplano boliviano. ORSTOM- SENAMHI. La Paz. Bolivia.

VALADEZ, A. (1993). Producción de hortalizas. Editorial LIMUSA. México. 300 pp.

VAVILOV, N. I. (1951). The origin, Variation, Immunity and Breeding of cultivated Plants. Ronald Prees. New York. U.S.A. 366 pp.

WATT, B. K. (1975). Composition of Foods. Agricultural Handbook N° 8. U.S. Dept. of Agriculture. Washington D.C. U.S.A.

YAMAGUCHI, MAS. (1983). World Vegetables. Principies, Production and Nutritive Values. AVI Publishing Co. Connecticut. U.S.A.

ANEXOS

Anexo 1: Registro de temperaturas máximas y mínimas.

Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto		
Día	min	max	Día	min	max	Día	min	max	Día	min	max	Día	min	max
1	10.5	37	1	8.5	35	1	6	29.5	1	8.5	31	1	6.5	30
2	11.5	36	2	8.5	35.5	2	6	29	2	6.5	30.5	2	6	30.5
3	10.5	37	3	9.5	35	3	6	28	3	6.5	31.5	3	6	34
4	10	34	4	11.5	36	4	5.5	29	4	6.5	33	4	6.5	34
5	11	33.5	5	12	36	5	6	29	5	6	33.5	5	10.5	34
6	12	26	6	10.5	35.5	6	5.5	30	6	6.5	33	6	9.5	29
7	9.5	31	7	9.5	35.5	7	4.5	29.5	7	7	32.5	7	9	34
8	10.5	37	8	9.5	36.5	8	3.5	31.5	8	6.5	33	8	9	29
9	9.5	36	9	10	36	9	5	30.5	9	7.5	31.5	9	8	30.5
10	10	35.5	10	9.5	36.5	10	5	30.5	10	5.5	30	10	8.5	30
11	10.5	31	11	9.5	36	11	4.5	27.5	11	4.5	29.5	11	9	30.5
12	11.5	36.5	12	9.5	30.5	12	4	27.5	12	4.5	30.5	12	8	30.5
13	11	36.5	13	8	32	13	3.5	29.5	13	4.5	30.5	13	8	31
14	12	38.5	14	7.5	33	14	4.5	29	14	4.5	31.5	14	7.5	30.5
15	8.5	36.5	15	7	32.5	15	5.5	28	15	5.5	33	15	8.5	29
16	10	37.5	16	8	34	16	5.5	26.5	16	6.5	30.5	16	7.5	29
17	9.5	37	17	9	32.5	17	5.5	32	17	6.5	30.5	17	7.5	29
18	12.5	36.5	18	9.5	33	18	6	32.5	18	8.5	33.5	18	9	29.5
19	10.5	38	19	11	33	19	6	32.5	19	7.5	34	19	8.5	29.5
20	10.5	37	20	11	33.5	20	3	26.5	20	7	33.5	20	9	31.5
21	12	35	21	9	34	21	4	27	21	6.5	34	21	8.5	32.5
22	10	37	22	7	32.5	22	4.5	34	22	6.5	34.5	22	8.5	34.5
23	9	36.5	23	10	34	23	5	31.5	23	6	32	23	8.5	34.5
24	10.5	37	24	8	35.5	24	5	32.5	24	7	31.5	24	8.5	34
25	9.5	36.5	25	7.5	33.5	25	6	32.5	25	6.5	29	25	8.5	35
26	10	37	26	6.5	36.5	26	6	33	26	6.5	33	26	10.5	36.5
27	9.5	38.5	27	6	31.5	27	5.5	30	27	6	33.5	27	10	34.5
28	9.5	38.5	28	6	34.5	28	5.5	31	28	6	32.5	28	8	32.5
29	9.5	35.5	29	6	33	29	6.5	30.5	29	6	31	29	7	32
30	9	37	30	6	33.5	30	7.5	31.5	30	6.5	30	30	8.5	34
Prom	10.3	35.9	31	6	32.5	Prom	5.2	30.1	31	6.5	30	31	8	31
			Prom	8.61	34.1				Prom	6.3	31.9	Prom	8.3	31.8

Anexo 2: Registro de Humedad relativa

Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto		
Día	MIN	MAX	Día	MIN	MAX	Día	MIN	MAX	Día	MIN	MAX	Día	MIN	MAX
1	42	84	1	33	84	1	45	81	1	48	85	1	33	86
2	47	82	2	35	82	2	38	84	2	49	84	2	34	84
3	46	80	3	34	83	3	36	80	3	45	85	3	32	80
4	51	83	4	36	79	4	37	81	4	39	81	4	42	82
5	53	81	5	38	81	5	35	83	5	41	83	5	38	84
6	47	80	6	39	84	6	33	85	6	44	80	6	45	84
7	48	81	7	40	81	7	36	82	7	45	84	7	47	85
8	49	86	8	41	82	8	35	82	8	43	86	8	45	86
9	50	82	9	35	81	9	36	79	9	37	82	9	48	88
10	37	86	10	33	80	10	38	81	10	36	81	10	43	89
11	39	84	11	34	85	11	45	82	11	37	80	11	45	90
12	38	86	12	33	79	12	55	80	12	36	79	12	46	89
13	36	84	13	34	79	13	47	81	13	38	80	13	47	84
14	38	82	14	33	78	14	46	85	14	39	83	14	48	90
15	35	81	15	33	79	15	44	84	15	43	85	15	45	90
16	39	84	16	35	78	16	45	80	16	38	84	16	46	88
17	35	85	17	33	77	17	42	80	17	36	85	17	45	87
18	41	82	18	38	76	18	40	82	18	37	86	18	44	88
19	37	83	19	35	77	19	37	83	19	35	81	19	49	87
20	38	81	20	39	78	20	40	81	20	40	87	20	48	88
21	33	81	21	34	77	21	45	80	21	35	81	21	49	86
22	37	86	22	38	79	22	46	82	22	34	86	22	47	89
23	39	81	23	37	75	23	40	80	23	33	81	23	48	90
24	35	84	24	35	78	24	38	88	24	32	80	24	48	87
25	36	82	25	41	79	25	39	87	25	37	85	25	50	88
26	32	85	26	38	81	26	44	85	26	38	84	26	46	90
27	31	83	27	34	80	27	38	89	27	34	86	27	48	85
28	34	82	28	33	83	28	43	86	28	35	84	28	49	84
29	32	81	29	39	86	29	45	85	29	34	86	29	51	85
30	34	82	30	38	90	30	44	84	30	33	86	30	50	87
Prom	39.6	82.8	Prom	36.1	80.5	Prom	41.1	82.7	Prom	38.1	83.3	Prom	45.4	86.8

Anexo 3: *Calculo de dosis de abonamiento*

Calculo de dosis en función al nitrógeno del suelo

N = 0.23%
Dap = 1.4 g/cc
Prof = 0.20 m
Vol = 100*100*0.20
Vol = 2000 m³

Calculo del peso de capa arable

M = Dap*vol
M = 1.4 tm/m³*2000m³
M = 2800 tm

Calculo del porcentaje de nitrógeno

2800000 kg _____ 100 %
x _____ 0.23 % N

x = 6440 kg/N

1.5 % coef. Mineralización

96.6 kg N/ha/año

para 6 meses

48.3 kg/N – NO₃/ha/ciclo de 6 meses

Calculo de aporte de Nitrógeno del humus de lombriz

N = 1.38 %
Humedad = 55 %

Donde:

100 kg Humus seco _____ 1.38 kg N
x _____ 10 kg/N

x = 724.6 kg humus seco aportan 10 kg de Nitrógeno

Calculo de humus húmedo

$$724.6 \text{ kg humus seco} + 55\% = 398.53 \text{ kg humus}$$

donde:

$$724.6 + 398.53 = 1123.1 \text{ kg/humus húmedo/aportan } 10 \text{ kg de N.}$$

Calculo de dosis para cada nivel

$$a1 = \text{sin abono}$$

$$a2 = 48.3 - 60 = 11.7$$

$$a3 = 48.3 - 80 = 31.7$$

$$a4 = 48.3 - 100 = 51.7$$

Nivel a2

$$\begin{array}{r} 1123.1 \text{ kg humus húmedo} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 10 \text{ kg N} \\ x \quad \quad \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 11.7 \text{ kgN} \end{array}$$

$$x = 1314.0 \text{ kg humus húmedo}$$

Nivel a3

$$x = 3560.2 \text{ kg humus húmedo}$$

nivel a4

$$x = 5806.4 \text{ kg humus húmedo}$$

Anexo 4: Costos de Producción

Mano de Obra

	Hrs
Preparación del terreno	8
Siembra	3
Riego	82
Raleo	4
Deshierva	19
Cosecha y embolsado	20
Total	136 Hrs/75.60m²

Total Hrs/75.60 m2	136
Total Hrs/ha	17989.418
Total Jornales	2248.67725
Costo total Bs/ha	44973.545

Semilla

	Costo
Semilla/Walipini	7
Costo de semilla/ha en Bs.	925.93

Abono

Costo total Bs 1.60 el kg

Costos Fijos

	Costo/Bs
Picota	25
Rastrillo	15
Chonta	15
Manguera	100
Bolsas polietileno	70
Walipini	9000
Canastas	200
Total Costo Fijo Bs	9425

Costos Variables Bs/ha

	a1	a2	a3	a4
Mano de obra	44973.5	44973.5	44973.5	44973.5
Semilla	925.9	925.9	925.9	925.9
Abono	0.0	2102.4	5696	9289.6
Total Costos variables	45899.5	48001.8	51595.4	55189

Costo de producción

	a1	a2	a3	a4
Costos variables	45899.5	48001.8	51595.4	55189
Costos Fijos	9425.0	9425.0	9425.0	9425.0
Total	55324.5	57426.8	61020.4	64684

Beneficios Netos

	a1	a2	a3	a4
Beneficio Bs/ha	381000.0	526500.0	544500.0	529800.0
Costos total	55324.5	57426.8	61020.4	64684
Beneficio neto	325675.5	469073.2	483479.6	465116
B/C	5.89	8.16	7.92	7.19

Beneficio de cosecha

	a1	a2	a3	a4
Beneficio en cinco cosechas/75.60m ²	2462.1	3546.1	3655.1	3516.2
Beneficio/cosecha	492.4	709.2	731	703.2