

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS EN EL CULTIVO DE LECHUGA
SUIZA (*Valerianella locusta*) EN WALIPINIS DE LA LOCALIDAD DE VENTILLA**

Presentado por:

ESTANISLAO BENEDICTO MAMANI MAMANI

La Paz - Bolivia

2006

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARERRA INGENIERIA AGRONOMICA**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS EN EL CULTIVO DE LECHUGA
SUIZA (*Valerianella locusta*) EN WALIPINIS DE LA LOCALIDAD DE VENTILLA**

Tesis de grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

ESTANISLAO BENEDICTO MAMANI MAMANI

ASESOR:

Ing. Wilfredo Lizarro Flores

.....

COMITÉ REVISOR:

Ing. Hugo Bosque Sánchez

.....

Ing. Roberto Miranda Casas

.....

APROBADA

Decano a.i.

Ing. Ph.D. René Chipana Rivera

.....

DEDICATORIA

A Dios y a la memoria de mi señora madre Hilaria Mamani Garay, a quien amo y continua siendo la ley de mi camino. Su recuerdo se mantendrá vivo por siempre en mi memoria.

A mi señor padre, Fidel Mamani Rojas con mucho amor por su sacrificada ayuda, y su confianza, mil gracias. A mi hermana Doly Corina sobrinos Oscar, Edeliz, a mi cuñado Fredy con todo amor y cariño, les dedico este logro en mi vida a pesar de todos los pesares, gracias por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTO

Deseo hacer conocer mis más sinceros agradecimientos a: Granja Ecológica Ventilla por la oportunidad que me brindó para realizar el presente trabajo de investigación, en especial a la Srta. Lic. Elizabeth Crespo y personal técnico de la Granja: Paulino, Mateo, Santos, Héctor, David y Amalia. Por brindarme su apoyo durante la investigación.

A mi asesor al Ingeniero Wilfredo Lizarro por su valiosa colaboración, sugerencias planteadas para la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación

Un agradecimiento muy especial a los miembros del tribunal revisor Ing. Roberto Miranda, Ing. Hugo Bosque por su sugerencia y revisión que hicieron posible la versión final del presente trabajo.

Así mismo un agradecimiento muy especial a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por el conocimiento y experiencias transmitidas que hicieron posible mi formación profesional y personal.

Al mismo tiempo agradecer a todos amigos y compañeros de la facultad de agronomía por su amistad y apoyo, que me brindaron en la conclusión del presente trabajo de investigación, así mismo un agradecimiento en especial a la Srta. Eulogia y a todos los compañeros de la consultora Vector Ltda.

INDICE TEMATICO

| RESUMEN | Pag |
|--|------------|
| I. INTRODUCCION | |
| 1.1 Objetivos..... | 2 |
| 1.1.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| II. REVISION BIBLIOGRAFICA | |
| 2.1 Clasificación taxonómica..... | 3 |
| 2.2.1 Fases fonológicas del cultivo de lechuga suiza..... | 5 |
| 2.2.2 Variedades de la lechuga suiza..... | 7 |
| 2.3 Requerimiento del cultivo..... | 7 |
| 2.4 Agricultura biológica..... | 8 |
| 2.5 Efecto de los fertilizantes químicos y su impacto ambiental..... | 9 |
| 2.5.1 Impacto medio ambiental positivo..... | 10 |
| 2.5.2 Impacto medio ambiental negativo..... | 10 |
| 2.5.3 Delitos ambientales..... | 11 |
| 2.6 Influencia de materia orgánica | 11 |
| 2.7 Abonos orgánicos..... | 12 |
| 2.7.1 Estiércol..... | 13 |
| 2.7.2 Manejo de estiércol..... | 15 |
| 2.7.3 Compost..... | 16 |
| 2.7.3.1 Ventajas del compost..... | 17 |
| 2.7.4 Humus de lombriz californiana..... | 19 |
| 2.8 Propiedades químicas del suelo..... | 20 |
| 2.8.1 Nitrógeno..... | 20 |
| 2.8.2 Fósforo..... | 21 |
| 2.8.3 Potasio..... | 21 |
| 2.8.4 pH del suelo..... | 21 |
| 2.8.5 Conductividad eléctrica..... | 22 |
| 2.8.6 Capacidad de intercambio cationico..... | 22 |
| 2.9 Propiedades físicas del suelo..... | 22 |

| | |
|---|----|
| 2.9.1 Densidad aparente del suelo..... | 22 |
| 2.10 Análisis económico..... | 23 |
| 2.10.1 Relación de beneficio costo..... | 23 |
| 2.11 Características de los walipinis..... | 23 |
| 2.11.1 Importancia de los walipinis..... | 24 |
| III .LOCALIZACION | |
| 3.1 Ubicación geográfica..... | 26 |
| 3.2 Localización del experimento..... | 27 |
| 3.3 Características climáticas del lugar..... | 28 |
| VI. MATERIALES Y METODOS | |
| 4.1 Materiales..... | 28 |
| 4.1.2 Material de ensayo..... | 28 |
| 4.1.3 Material de laboratorio..... | 28 |
| 4.1.4 Material vegetal..... | 29 |
| 4.1.5 Insumos utilizados..... | 29 |
| 4.2 Metodología..... | 29 |
| 4.2.1 Procedimiento experimental..... | 29 |
| 4.2.2 Diseño experimental..... | 30 |
| 4.2.3 Dimensiones del experimento..... | 31 |
| 4.2.4 Croquis del experimento..... | 31 |
| 4.2.5 Obtención de abonos..... | 32 |
| 4.2.5.1 Descomposición del estiércol..... | 32 |
| 4.2.5.2 Obtención del compost..... | 32 |
| 4.2.5.3 Cosecha de humus de lombriz..... | 32 |
| 4.3 Metodología del campo..... | 33 |
| 4.3.1 Preparación del suelo..... | 33 |
| 4.3.2 Incorporación de abonos..... | 33 |
| 4.3.3 Toma de muestra de suelo..... | 34 |
| 4.3.4 Siembra de lechuga suiza..... | 34 |
| 4.3.5 Riego del cultivo de lechuga suiza..... | 35 |
| 4.3.6 Control de malas hierbas..... | 36 |

| | |
|--|----|
| 4.3.7 Control de plagas y enfermedades..... | 36 |
| 4.3.8 Cosecha de lechuga suiza..... | 36 |
| 4.4 Variables de estudio..... | 37 |
| 4.4.1 Variables climáticas..... | 37 |
| 4.4.2 Variables de la riqueza nutricional del suelo..... | 38 |
| 4.4.3 Variables agronómicas..... | 38 |
| 4.4.3.1 Porcentaje de la emergencia de la lechuga suiza..... | 39 |
| 4.4.3.2 Altura de la aplanata..... | 39 |
| 4.4.3.3 Numero de hojas de la aplanata..... | 39 |
| 4.4.3.4 Índice área foliar de la planta..... | 39 |
| 4.4.3.5 Rendimiento de materia verde de la planta..... | 40 |
| 4.4.3.6 Análisis económico..... | 40 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIONES | |
| 5.1 Comportamiento de las temperaturas de walipini..... | 42 |
| 5.1.2 Comportamiento de humedad relativa de walipini..... | 43 |
| 5.1.3 comportamiento de temperatura del suelo..... | 44 |
| 5.2 Análisis físico químico del suelo..... | 45 |
| 5.2.1 Propiedades físicas químicas del suelo..... | 45 |
| 5.2.2 Densidad aparente del suelo..... | 45 |
| 5.2.3 pH del suelo..... | 46 |
| 5.2.4 Propiedades químicas del suelo..... | 48 |
| 5.2.5 Porcentaje de nitrógeno en el suelo antes y después de la cosecha..... | 48 |
| 5.2.6 Porcentaje de fósforo en el suelo antes y después de la cosecha..... | 49 |
| 5.2.7 Porcentaje de potasio en el suelo antes y después de la cosecha..... | 51 |
| 5.2.8 Conductividad eléctrica del suelo antes y después de la cosecha..... | 51 |
| 5.2.9 Capacidad de intercambio cationico del suelo antes y después de cosecha... | 53 |
| 5.3 Análisis del agua de riego de la granja..... | 54 |
| 5.4 Respuestas agronómicas ala cosecha..... | 54 |
| 5.4.1 Porcentaje de emergencia..... | 54 |
| 5.4.2 Altura del a planta..... | 55 |
| 5.4.3 Numero de hojas de la planta..... | 58 |

| | |
|--|-----------|
| 5.4.4 Índice área foliar de la planta..... | 59 |
| 5.5 Rendimiento de materia verde..... | 61 |
| 5.6 Análisis económico de la producción..... | 64 |
| VII CONCLUSIONES..... | 65 |
| VII RECOMENDACIONES..... | 67 |
| VIII BIBLIOGRAFIA..... | 68 |
| VIII ANEXOS..... | 72 |

INDICE DE FIGURAS

| | Pag. |
|--|-------------|
| Figura 1: Características de la lechuga suiza..... | 6 |
| Figura 2: Posibles perdidas de nutrientes por absorción del cultivo..... | 16 |
| Figura 3: Mapa de ubicación de la granja ecológica Ventilla..... | 26 |
| Figura 4: Vista panorámica de la granja ecológica Ventilla..... | 27 |
| Figura 5: Croques del experimento..... | 31 |
| Figura 6: Siembra de lechuga suiza..... | 34 |
| Figura 7: Vista del riego del cultivo de lechuga suiza..... | 35 |
| Figura 8: Cosecha de lechuga suiza..... | 37 |
| Figura 9: Toma de temperatura del wlipini..... | 42 |
| Figura 10: Toma de humedad relativa del walipini..... | 43 |
| Figura 11: Toma de temperatura del suelo..... | 45 |
| Figura 12: Densidad aparente del suelo..... | 45 |
| Figura 13: pH de los tratamientos..... | 47 |
| Figura 14: Porcentaje de nitrógeno presente en los tratamientos..... | 48 |
| Figura 15: Porcentaje de fósforo presente en os tratamientos..... | 50 |
| Figura 16: Porcentaje de potasio presente en los tratamientos..... | 51 |
| Figura 17: Conductividad eléctrica de los tratamientos..... | 52 |
| Figura 18: Capacidad de intercambio cationico de los tratamientos..... | 53 |
| Figura 19: Altura de la planta de lechuga suiza..... | 57 |
| Figura 20: Numero de hojas del cultivo de lechuga suiza..... | 59 |
| Figura 21: comparación del índice área foliar..... | 61 |
| Figura 22: Rendimiento de materia verde de lechuga suiza..... | 63 |

INDICE DE CUADROS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Cuadro 1: Influencia de materia orgánica en las propiedades de suelo..... | 12 |
| Cuadro 2: Composición de materia orgánica de origen animal, vegetal y mineral... | 15 |
| Cuadro 3: Composición de humus de lombriz californiana..... | 19 |
| Cuadro 4: Comparación de temperaturas de diferentes ambientes..... | 24 |
| Cuadro 5: Cantidad de abono orgánico aplicado en los tratamientos..... | 30 |
| Cuadro 6: Resultado del análisis de agua de riego de Granja Ecológica Ventilla... | 54 |
| Cuadro 7: Análisis de varianza para la altura de la planta..... | 55 |
| Cuadro 8: Prueba de duncan para comparar la altura de la planta..... | 56 |
| Cuadro 9: Análisis de varianza para numero de hojas..... | 57 |
| Cuadro 10: Prueba de duncan para comparar numero de hojas..... | 58 |
| Cuadro 11: Análisis de varianza para el índice are foliar..... | 59 |
| Cuadro 12: Prueba de duncan para comparar índice área foliar..... | 60 |
| Cuadro 13: Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde..... | 61 |
| Cuadro 14: Prueba de duncan para comparar el rendimiento de materia verde.... | 62 |
| Cuadro 15: Análisis complementario del estudio del cultivo de lechuga suiza..... | 64 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado efecto de aplicación de abonos en lechuga suiza (*Valerianella locusta*) en walipinis de la localidad de ventilla. Que se encuentra en el Altiplano central de provincia murillo del departamento de La paz, entre los meses de junio y julio del año 2004.

Con la finalidad de producir alimentos sanos sin residuos tóxicos y de alta calidad nutritiva, evitando toda las formas de contaminación por la utilización de agro tóxicos nocivos para la salud y medio ambiente

El objetivo general propuesto para dicho trabajo fue: Estudiar el efecto de abonos orgánicos en el cultivo de la lechuga suiza como respuesta del rendimiento de materia verde en walipinis

Se incorporo tres tipos de abonos orgánicos: estiércol de ovino 50% y vacuno 50%, compost de residuos de cosecha y humus de lombriz californiana, comparando frente a un testigo sin abono alguna. El diseño propuesto para evaluar dicha investigación fue el de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Todo este en un walipini con una superficie de 96 m², la superficie utilizada para trabajo de investigación fue de 96 m², contando con material vegetal a la semilla de lechuga suiza, el cultivo tiene dos meses de ciclo vegetativo a la formación de hojas comerciales, siendo sus órganos de consumo.

Los mejores resultados obtenidos de materia verde es el estiércol de vaca 50% y oveja 50% con un promedio de 1.58Kg. de materia verde por metro cuadrado, la dosis del dicho abono es de 3 Kg./m², seguido por el compost de 1.25Kg. de materia verde /m².

Con relación al análisis económico lo más rentable en el cultivo de lechuga suiza con dosis de 3 Kg. /m² obteniendo un beneficio neto de 5 Bs.

I. INTRODUCCIÓN

El Altiplano Boliviano presenta una serie de factores naturales que limitan la intensificación de la agricultura tales como heladas, déficit hídrico y granizos que ocurre con mayor frecuencia durante el año.

Por otro lado, los suelos con bajo porcentaje de nutrientes favorecen la poca resistencia que tienen las plantas al ataque de enfermedades y plagas que producen bajos rendimientos. El uso de agroquímicos entre fertilizantes y plaguicidas en la producción de agrícola, hace que se generen residuos tóxicos que afecta a la salud de las personas por su ingestión, degradación de suelos y contaminación al medio ambiente.

Por estas razones, la Granja “Ecológica Ventilla”, se dedica a la producción ecológica de hortalizas, una de las cuales es la Lechuga suiza, en walipinis. De esta manera se viene a obtener productos ecológicos de buena calidad mejorando la agricultura intensiva orgánica, promoviendo un mejor uso de los recursos naturales como el abono orgánico.

En Bolivia la Agricultura Ecológica es relativamente nueva por que favorece la producción orgánica de productos, en equilibrio con el medio ambiente de manera sostenible, en la actualidad los recursos orgánicos vienen adquiriendo gran importancia en el desarrollo de la agricultura alternativa denominada agricultura orgánica o biológica.

El sistema de producción hortícola en walipinis, se diferencia de otras, por garantizar una producción continúa, inhibiendo condiciones adversas como heladas, temperaturas extremas mínimas en épocas de invierno, por estas razones tiene la gran posibilidad de efectuar en un mismo terreno de cuatro a cinco cosechas anuales lo que a campo abierto no es posible hacer por las condiciones climáticas.

La influencia de materia orgánica sobre las propiedades físico – químicas y biológicas del suelo y sobre el rendimiento de las hortalizas ha sido comprobado por numerosos investigadores

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Determinar el efecto en el rendimiento de materia verde del cultivo de lechuga suiza mediante la aplicación de abonos orgánicos en walipinis.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Describir las condiciones ambientales y propiedades físico químico del suelo durante el crecimiento de lechuga suiza.
- Evaluar el crecimiento y desarrollo de la lechuga suiza bajo la aplicación de los abonos orgánicos en walipinis.
- Determinar la eficiencia de los tres clases de los abonos orgánicos en el rendimiento de materia verde de la lechuga suiza.
- Evaluar el análisis de beneficio neto de la producción en lechuga suiza, determinando la optimización de recursos en el proceso productivo.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

Krarup y Conar (1986), indican que el centro de origen de la lechuga suiza es desconocido, la especie crece en estado silvestre en toda la zona atemperada de Europa, Asia menor y del Caucazo, la primera información de su cultivo aparece en un documento Alemán, fechado en 1588. Hoy en día se cultiva en extensiones considerables como ser en Alemania, Francia, Italia y otros países europeos siendo una curiosidad fuera de Europa.

2.1 Clasificación taxonómica

Se clasifica de la siguiente manera:

| | |
|-----------|----------------------|
| Reino | <i>Plantae</i> |
| Sub reino | <i>Tracheobionta</i> |
| División | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase | <i>Magnoliosida</i> |
| Sub clase | <i>Asteridae</i> |
| Orden | <i>Dipsacales</i> |
| Familia | <i>Valerianaceae</i> |
| Genero | <i>Valerianella</i> |

2.2 Descripción botánica

Tiscornia (1975), menciona que la lechuga suiza es una hierba anual de 10 a 20 cm de altura, con ciclo de cultivo de 50 a 75 días, posee raíz principal y finas raíces secundarias, tallo floral anguloso, hojas alargadas con nervios marcados, pequeñísimas flores siendo la semilla grisáceo, casi globulosa, al terminar el periodo vegetativo sobreviene la emisión del tallo floral, en que ramifica dicotomicamente y se diferencia de cimas capituliforme en sus ápices, las flores son de color celestes y blanca de corola gamopetala desprovista de giba el ovario trilocular presenta un solo loculo fértil, el fruto es un pequeño orbicular, grisáceo y sin papus.

Tronikova (1986), indica que las plantas son herbáceas anuales, cuya descripción de sus órganos son:

- Raíz principal es de 1 a 3 cm de diámetro cerca al nudo disminuyendo a medida que ingresa al suelo, las raíces secundarias son finísimas formando un sistema radicular fibroso, con un volumen de 15 cm de área por 25 cm. de profundidad aproximadamente.
- Tallo delgado corto del cual se emite el tallo floral.
- Hojas enteras, opuestas forman una roseta de hojas sesiles sobre un corto tallo son de color grisáceo o lanceoladas u oblongas de 3 a 8 cm. de largo y glabras.
- Flor celeste blanquecinas, se disponen en inflorescencias cimosa, capituliformes o paniculada, siendo hermafroditas, zigomorfas, pequeñas de corola gamopétala de tubo corto, a veces globoso o espolonagada infero, trilocular presenta un persistente transformado en papus.
- Fruto aquenio, pequeño, orbicular grisáceo y sin papus.

De acuerdo a esa información indica, que el órgano de consumo lo constituyen las hojas de la roseta, las que son glabras, de color verde grisáceo, oblanceoladas u oblongas, de 3 a 8 cm de largo y de margen entero o dentado. La composición nutritiva es superior a la lechuga, presentando un valor superior de pro vitamina A, B y C. Las hojas se utilizan frescas en ensaladas, por lo común en mezclas con otras hortalizas.

La familia *Valerianaceae* comprende cerca de 17 géneros con unas 400 especies amplia distribución mundial. Solo dos géneros son de importancia agronómica:

Valerianella, que incluye especies horticolas y *Valeriana*, que incluye planta medicinal y ornamental.

Tamaro (1985), indica que en la *valerianella* o hierba de los canónigos, el órgano de consumo es la hoja toda la parte que se corta por la base en la recolección es una de las mejores ensaladas que se consumen por su valor nutritivo. Por otro lado aclara que tiene periodos vegetativos muy cortos desarrolla rosetas, de numerosas hojas sesiles sobre un corto tallo floral que tiene ramificaciones dicotomicas y diferencias de cima capituliformes en sus ápices la lechuga suiza presenta $2n = 14$ cromosomas.

2.2.1 Fases fenológicas

Churquina (2000), menciona que las fases fonológicas bajo condiciones de invernadero serian:

- Emergencia; caracterizada por la emisión de los cotiledones sobre la superficie del suelo, ocurre en torno a los 15 días después de la siembra.
- Juvenil o de cotiledones; que se adapta aproximadamente a los 20 días, con crecimiento lento.
- Emisión del meristemo apical; entre los 20 a 25 días después de la siembra.
- Emisión de las hojas comerciales; después de 25 días de la emisión del meristemo apical, observándose un desarrollo rápido de estas, es en esta fase donde alcanza el mayor crecimiento de hojas lo que determina el tiempo de cosecha .
- Emisión del vástago floral en torno a los 75 días.
- Floración progresiva de la base al ápice en torno a los 50 días después de la emisión del vástago.
- Fructificación; ocurre en torno a los 120 días después de la siembra.

Tronickova (1986), indica que la lechuga suiza presenta periodos vegetativos muy cortos, en que se desarrolla una roseta de numerosas hojas sésiles sobre un tallo corto, al terminar la fase vegetativa sobreviene la emisión de tallo floral el que tiene ramificaciones dicotómicas y diferencias cimas capituliformes en sus ápices.

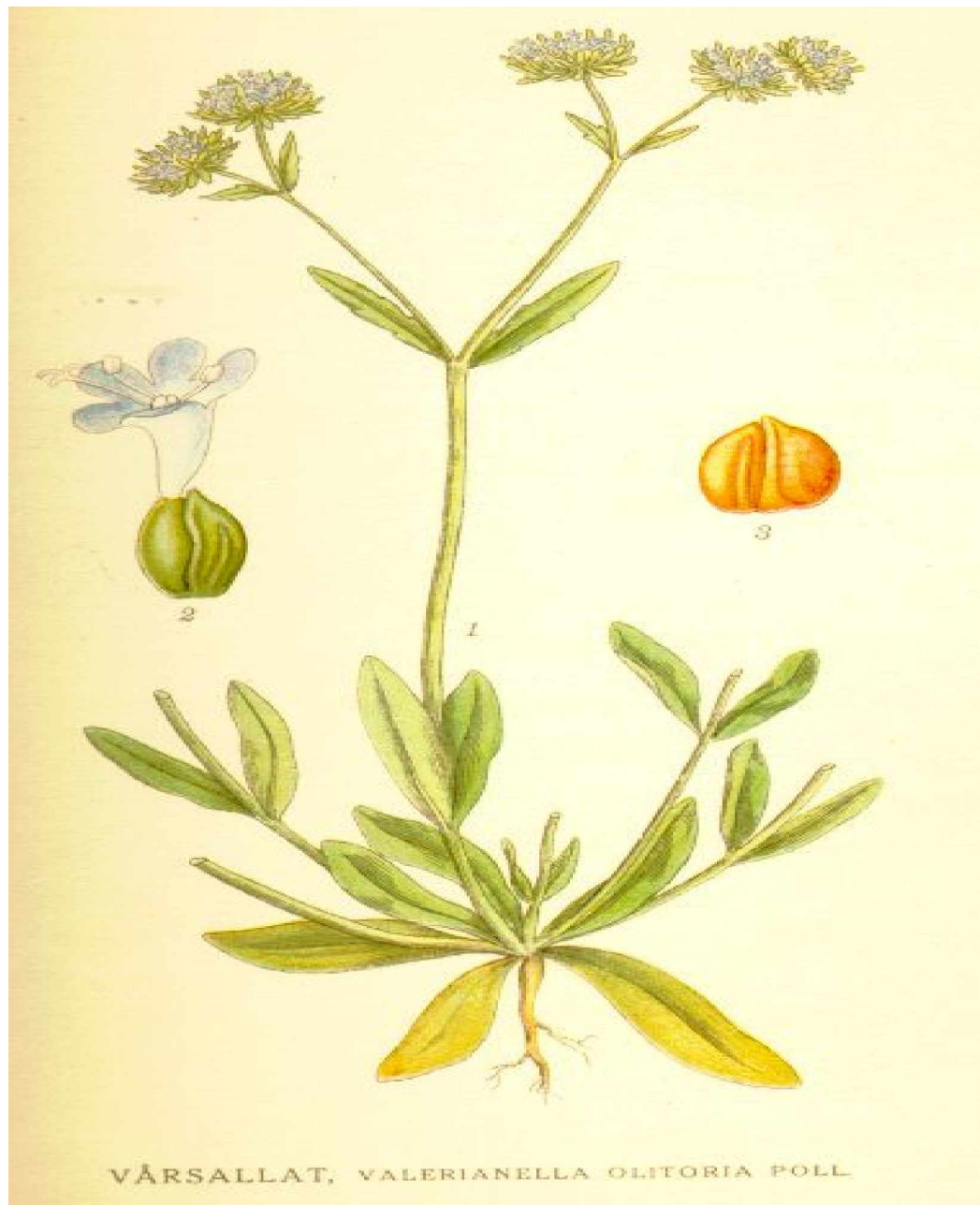


Figura 1. Características de la lechuga suiza

2.2.2 Variedades

Tiscornia (1975), menciona que las variedades existentes de lechuga suiza son:

- Redonda: muy productiva y de desarrollo rápido, excelente ensalada de invierno de un hermoso color verde.
- De grano grueso: gran raza, muy vigorosa, de hojas más largas que anterior y muy tiernas.
- Coquille: hojas en forma de cuchara que a veces se curvan en forma de capuchón ensaladas de gusto muy agradables.

2.3 Requerimiento del cultivo

2.3.1 Suelo

Leñano (1973), indica que el cultivo tiene poca exigencia respecto al suelo y abono, prefiere suelos semi compactos, fresco pero húmedos, con pH de 6.9 en cuanto a la fertilidad es suficiente la que resta del cultivo antecedente, por los que frecuentemente la *valerianella* se siembra sin abono previo.

2.3.2 Clima

Resiste preferentemente el frío pero es prácticamente vulnerable al calor que provoca quemaduras en la punta de las hojas y una aceleración en su crecimiento.

2.3.3 Riego

El suelo debe regarse abundantemente según la temperatura del ambiente, las semillas tardan entre siete a quince días en germinar a causa de temperaturas más altas se debe realizar riegos mas frecuentes.

2.4 Agricultura biológica

AOPEB (2002), sostiene que la agricultura ecológica es ambientalmente sana económicamente viable, socialmente justa y culturalmente aceptable. Es un sistema de producción que rescata y emplea técnicamente sobre el uso de abonos orgánicos, rotación de cultivos, así respetando la naturaleza del suelo, aire, agua, bosques, hombre y su cultura; limitando su degradación de las mismas, garantizando la sostenibilidad de la producción, regulación del medio ambiente, seguridad alimentaría y sobre todo la salud.

Por otro lado sostiene que la agricultura ecológica responde a normas de producción y calidad, mediante los cuales se diferencia de la agricultura tradicional y convencional: la primera es aquella que consume poca energía, se mantiene por largo tiempo posee características eficaces de restauración de nutrientes al suelo posee mecanismos integrados de regulación de plagas; el segundo se desarrolla de manera intensiva y extensiva a través utilización de grandes cantidades de insumos, fertilizantes químicos tóxicos, pesticidas, con un alto grado de mecanización, además del consumo y demanda de grandes cantidades de energía, no toma en cuenta los ciclos naturales, ocasionando el deterioro paulatino, con la contaminación de agua, suelo y alimentos por la utilización indiscriminada de agroquímicos.

Lampkin (1998), indica que la agricultura ecológica es un sistema de producción que evita o excluye en gran medida la utilización de fertilizantes o compuestos sintéticos, plaguicidas, reguladores de crecimiento y aditivos para la alimentación del ganado. En la mayoría los sistemas de agricultura ecológica se basan en el mantenimiento de la producción del suelo y su estructura, la aportación de nutrientes, el control de insectos y malezas, la utilización de abonos verdes y aspectos en el control biológico de las plagas.

El mismo sostiene que en los últimos años se han unido varios factores que han hecho reflexionar sobre la necesidad de revisar en profundidad la política agraria actual por la utilización indiscriminada de productos sintéticos, que ocasionan problemas medio ambientales como:

- Por la contaminación edáfica
- Deterioro de la estructura del suelo
- Deterioro del medio ambiente
- Por crear riesgos potenciales para la salud en los alimentos por los residuos tóxicos
- Consumen demasiada energía.
- Son económicamente caras para la sociedad y cada vez más para el agricultor.

Bellapart (1996), comenta que la agricultura biológica es la consecuencia de una nueva consideración, clave de la corriente ecológica moderna al elegir esta agricultura los alimentos que se produce para la alimentación del hombre, optar de cuidar al suelo representa una acción práctica real o positiva frente a los errores de la agricultura química.

2.5 Efectos de los fertilizantes químicos y su impacto ambiental

Ipade (2000), menciona que el deterioro del suelo tiene que ver con las sustancias químicas dañinas, provenientes de la agricultura, como es el caso de uso de diferentes fertilizantes y pesticidas, por el agua de riego contaminando y por desechos mineros e industrias.

AOPEB (1999), señala que los fertilizantes químicos ocasionan desequilibrio en el agro ecosistema, problemas de contaminación del agua con nitratos y destrucción de la capa de ozono, sobre todo en zonas donde el consumo es excesivamente alto.

2.5.1 Impacto medio ambiental positivo

La fertilización del suelo por aplicación de estiércol, la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos produce dióxido de carbono (CO_2), agua y minerales de los nutrientes vegetales tales como N, P, S y metales, La mineralización es la transformación de elementos con enlaces orgánicos en nutrientes disponibles para las plantas. La aplicación de estiércol a los campos de cultivo o a las pasturas reducirá los requerimientos de fertilizante artificial.

El mejoramiento de la fertilidad del suelo: asume que la materia orgánica que permanece en el suelo después de un año de aplicación forma parte del mismo y se descompone gradualmente con el paso del tiempo liberando nutrientes para las plantas.

Mejoramiento de la estabilidad estructural del suelo: La materia orgánica también está involucrada en las propiedades físicas del suelo, tales como porosidad, aireación y capacidad de retención de agua. Por lo tanto mejora la estructura del suelo y reduce la vulnerabilidad de la erosión de suelo.

Mejoramiento potencial del fertilizante inorgánico: la materia orgánica en el suelo incrementa la capacidad de absorción de minerales, reduciendo la pérdida de los elementos traídos con los fertilizantes los elementos absorbidos son liberados gradualmente para la nutrición de las plantas.

2.5.2 Impacto medio ambiental negativo

- Emisiones de amoníaco: antes durante el almacenamiento y mediante la aplicación hacia los campos.
- Emisión de NOH_2 : éste se forma como un producto secundario del proceso de desnitrificación.

- Emisión de metano: formado durante la descomposición del estiércol bajo condiciones anaeróbicas.
- Escorrentía del estiércol y de sus componentes hacia el agua superficial: contribuyendo a la contaminación acuática.
- Lavado de nitratos y fósforo al agua subterránea: contribuyendo a la contaminación de aguas subterráneas.

2.5.3 Delitos ambientales

Según la ley 1333 del medio ambiente en sus Artículos 105 y 107, considera delitos a los siguientes:

Envenenar, contaminar o adulterar agua destinada al consumo, al uso industrial agropecuario, por encima de los límites permisibles a establecerse en la reglamentación respectiva.

Verter o arrojar aguas residuales no tratadas, líquidas o bioquímicas objeto de desechos de cualquier naturaleza, en los cauces de agua en las riberas, cuencas, ríos, lagos, lagunas, estanques de agua capaces de contaminar o degradar que excedan los límites a establecerse en la reglamentación.

2.6 Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo

Chilon (1997) Kalmans & Vásquez (1995) González et al (1995), hacen referencia a las propiedades físico químico y biológico que son favorecidos por el uso de la materia orgánica, como se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Influencia de la materia orgánica en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

| Propiedades físicas | Propiedades químicas | Propiedades biológicas |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento de la estructura - Baja densidad aparente en suelos de textura fina - Disminuye la densidad Real - Mejora la permeabilidad del suelo - Incremente la capacidad retentiva de agua - Incrementa la temperatura del suelo para mayor captación de radiación solar - Reducción de las pérdidas de material fino por erosión | <ul style="list-style-type: none"> - Incrementa la capacidad total de CIC del suelo - Incrementa la disponibilidad de nutrientes por su propia composición - Formación de compuestos fosfo humicos que alarman la retrodegradación del fósforo - Atenúa la retrodegradación de potasio - Poder tampón del suelo, evitando variaciones bruscas del pH - Producción de CO₂ que al descomponerse con agua forman ácidos carbónicos | <ul style="list-style-type: none"> - Incrementa la actividad microbiana es la fuente principal de energía y carbono para los organismos heterótrofos - Estimula el crecimiento de plantas por acción de acidez humica sobre diversos procesos metabólicos especialmente sobre nutrición mineral |

Fuente elaboración en base a Chilon(1997) Kalmans & Vásquez(1995) et al Gonzáles (1995)

2.7 Abonos orgánicos

Gomero (1999), sostiene que es muy recomendable incorporar abonos orgánicos al momento de preparar la tierra por las ventajas que lleva consigo, la materia orgánica constituye un almacén de nutrientes en nitrógeno, fósforo, potasio y micro nutrientes, facilita el aprovechamiento de las plantas los datos se muestran en el cuadro 2. Así mismo aumenta la capacidad de intercambio cationico CIC y aumenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo para la planta las ventajas que se obtienen son:

- Proporciona energía para los microorganismos, lo cual incrementa la actividad biológica en el suelo.
- Favorece una estructura de suelo, aumentando su resistencia a la erosión.
- Aumenta la capacidad de retención de agua especialmente en los suelos arenosos
- Libera nutrientes poco a poco, acción de largo plazo.
- Aumenta el efecto germinativo en semillas.
- En plantas mayor fructificación de cantidad y tamaño.

Lampkin (1998), indica que la incorporación de abonos orgánicos al suelo ayuda a modificar las condiciones físicas del suelo, a mejorar la capacidad de retención de agua, como también proporcionar energía necesaria para el aumento de la actividad microbiana y ayuda también a proteger a cultivos de grandes excesos de sales minerales y sustancias tóxicas, gracias a su alta capacidad de adsorción que ejerce una acción amortiguadora.

Bellapart (1996), dice que se conocen como abonos orgánicos todos aquellos residuos de origen orgánico, animal o vegetal que se utiliza para aumentar la fertilidad del suelo.

Coca (1995), indica que en Bolivia los abonos orgánicos de origen animal, como ser la de pequeñas granjas han sido considerados por los campesinos, en el curso de muchos tiempos, como un sub producto de gran valor, siendo actualmente recogidos y usados con relativo éxito, donde los residuos orgánicos son incorporados al suelo en forma espontánea en algunos casos sistemático.

2.7.1 Estiércol

Guerrero (1993), menciona que los estiércoles son los excrementos de los animales, que resultan como desechos del proceso de digestión de los animales que estos consumen.

El residuo más importante de una explotación agropecuaria es el estiércol, en su estado fresco es una mezcla de paja con los excrementos sólidos y líquidos de diferentes animales domésticos, sin embargo el componente más importante es el proveniente de los vacunos.

El uso de estiércol añejado o abono derivado de estiércol de animal cumple una función importante en el reciclaje de nutrientes orgánicos, en el desarrollo de una estructura de suelo fértil y contribuye al manejo de los desechos. Un manejo aeróbico apropiado del estiércol resultará en un producto beneficioso para la producción de hortalizas.

Clades (1997), indica que el estiércol animal puede contribuir en forma significativa a suplir las necesidades de nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes las cuales se demuestran los porcentajes en el cuadro 2.

Guerrero (1993), afirma que las principales ventajas que se logra con la incorporación de estiércol es el aporte de nutrientes, incrementa la retención de humedad y mejora la actividad biológica con la cual incrementa la productividad del suelo en forma sostenida razón por la cual se convierte en el factor principal a ser considerado cuando se plantea un manejo ecológico del suelo.

Cuadro 2. Composición de materias orgánicas de origen animal, vegetal y compuestos minerales

| Materia | N % | P2O5 % | K2O % | CaO % | MgO % | Sulfatos totales |
|----------------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|
| Guano de isla | 1.3 | 1.2 | 2.5 | 11.0 | 1.0 | 0.05 |
| Estiércol de vaca | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.06 | 0.05 |
| Estiércol de caballo | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.15 | 0.10 | 0.05 |
| Estiércol de cerdo | 0.6 | 0.4 | 0.3 | - | - | - |
| Estiércol de oveja | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.20 | 0.15 |
| Estiércol de cabra | 0.27 | 0.17 | 0.29 | 0.2 | - | - |
| Estiércol de conejo | 0.2 | 0.13 | 0.12 | - | - | - |
| Estiércol de gallina | 0.14 | 1.4 | 2.1 | 0.8 | 0.25 | 0.20 |
| Sangre seca | 0.13 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | - | - |
| Ceniza de hueso | - | 3.5 | - | - | 0.1 | 0.05 |
| Harina de hueso | 0.4 | 2.2 | - | 3.15 | 0.1 | 0.05 |
| Harina de pescado | 0.95 | 0.7 | - | 0.85 | 0.05 | 0.05 |
| Humus de lombriz | 2 | 1 | 1 | - | - | - |

Fuente: Gomero (1999)

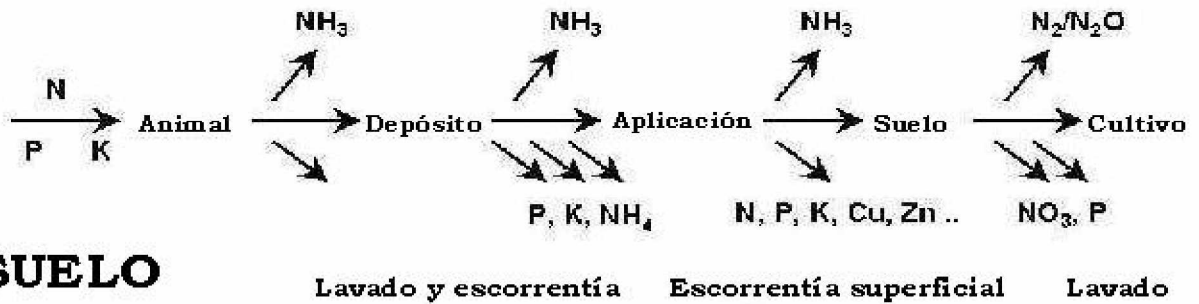
2.7.2 Manejo del estiércol

El manejo del estiércol animal se define como un proceso de toma de decisiones que apunta a combinar la producción agrícola rentable con pérdidas mínimas de nutrientes del estiércol, tanto en el presente como en el futuro. El buen manejo del estiércol minimizará los efectos negativos y estimulará los efectos positivos sobre el medio ambiente, la emisión de gases y el lavado de nutrientes de materia orgánica y los olores tienen efectos indeseables sobre el medio ambiente, la contribución del estiércol para la nutrición de las plantas y acumulación de materia orgánica en el suelo es considerada como efecto positivo indirecto es que el uso del estiércol puede ahorrar recursos no renovables usados en la producción de fertilizantes inorgánicos.

Los aspectos negativos y positivos del estiércol están estrechamente relacionados entre sí porque las emisiones en un estado temprano inevitablemente

tienen repercusiones en los efectos positivos sobre el suelo y sobre las cosechas en etapas posteriores. Esto se representa esquemáticamente en las cantidades de nutrientes tales como N, P y K tomadas por el cultivo determinan el valor agrícola del estiércol y dependen de las cantidades de nutrientes emitidas durante el traspaso desde el animal hasta el cultivo. Cuanto más grande sea la pérdida de nutrientes, menor será el valor agrícola del estiércol, las posibles pérdidas de nutrientes se da por la excreción y absorción por los cultivos.

AIRE



SUELO

Lavado y escorrentía Escorrentía superficial Lavado

Figura 2. Fuente: rediagramado a partir de Brandjes et al., 1996.

2.7.3 Compost

Clades (1997), indica que la formación de compost a partir de los desechos domésticos, residuos de cultivos y otros residuos orgánicos disponibles localmente, pueden proporcionar una mejora valiosa del suelo, ayuda a disminuir la masa de materia a eliminar, las semillas de las malezas, enfermedades, estabiliza los nutrientes.

Kolmans y Vasquez (1995), dicen que la técnica de compost imita un proceso de la naturaleza para generación del suelo, proceso que en esta requiere alrededor de 100 años para formar una capa de humus de 2,5 cm.

Ventajas del uso de compost

Guerrero (1993), indica que el compost presenta las siguientes ventajas como:

- Mejora la estructura del suelo al favorece la formación y estabilización de los agregados modificando los espacios porosos del suelo, lo cual favorece al movimiento de agua y aire así como también la penetración de raíces.
- Incrementa la retención de humedad del suelo a casi del doble, contribuyendo de esta manera a que las plantas toleren la resistan mejor las sequías.
- Incrementa la capacidad de retención de nutrientes en el suelo, a demás libera progresivamente el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, borro, fiero y otros elementos que son necesario para el crecimiento de las plantas.
- Incrementa y favorece el desarrollo y la actividad de los organismos del suelo, los cuales participan en una seria de procesos que le dan salud y favorecen el crecimiento adecuado de las plantas.

2.7.4 Humus

Ocampo (1999), sostiene que el humus de lombriz es el resultado de la digestión de las lombrices roja californiana (*Eusemia foetida*), sustancia de color oscuro, liviano, totalmente inodoro, capaz de mantener la humedad durante un espacio de tiempo prolongado, lo que proporciona a la planta todas las sustancias nutritivas para su desarrollo y máximo rendimiento; es un fertilizante orgánico asimilable por las plantas, que pueden ser suministrado con la misma garantía, por que a un colocando en exceso no “ quema” ni los mas tiernos árboles, que están brotando.

También posee buenos porcentajes de nitrógeno, potasio, carbono y enzimas (proteasa, amilasa, lipasa, celulosa) que se puede observar en al cuadro 3 los porcentajes de macro y micro nutrientes que continua ayudando a desintegrar la materia orgánica después de haber sido expulsado por las lombrices. Contienen además las hormonas de crecimiento de las plantas (auxinas), en buenas concentraciones fuera de otras.

García (1999), afirma que con la aplicación de humus se puede incrementar hasta un 300 por ciento la producción de hortalizas aumentando la resistencia al ataque de plagas, patógenos, como también la resistencia a heladas.

Aros (1992), indica que el humus denominado del griego, cimienta, elemento vivo por la elevadísima flora microbiana, que posee la mayoría biomasa existente sobre la tierra, el mismo autor menciona que el humus vegetal es una sustancia compleja, amorfa, color pardo negruzco, que posee una serie de propiedades químicas bien y resistentes a la degradación microbiana. Siendo así permanecen largos periodos en el suelo entre 200 y 2000 años.

Ferruzi (1986), señala que el humus es un fertilizante bioorgánico, es un producto ligero, suelto fiable e inodoro con una granulometría parecida al café molido, es completamente estable no se pudre ni fermenta, se usa con cierto grado de humedad.

Buxade (1997), menciona que las propiedades principales del humus de lombriz son :

- Incrementa la capacidad de retención de agua de los suelos.
- Actúa cohesionando los suelos arenosos y soltando los suelos arcillosos.
- Ejerce como sustancia tampón. Por las características cercanas a un pH neutro.
- Facilita la aireación y mejora la permeabilidad de los suelos.
- Enriquece los suelos constituyendo agregados estables.

Cuadro 3. Composición del humus de lombriz

| Concepto | Valor medio |
|------------------|---|
| Humedad | 30 - 66% |
| PH | 5,6 - 7,9 |
| Materia orgánica | 35 - 70% |
| Cenizas | 15 - 68% |
| N | 1,4 - 3.0% |
| PO | 0,2 - 2,5% |
| KO | 0,4 - 2,5% |
| Ca | 2,0 - 12% |
| Mg | 0.2 - 2.6% |
| Fe | 0,6 - 9.0% |
| Mn | 88 - 1,467 ppm |
| Cu | 34 - 490,00 ppm |
| Zn | 87 - 1,600,00 ppm |
| B | 26 - 89,00 ppm |
| Co | 9 - 48,00 ppm |
| Carga microbiana | 5×10^6 - 2×10^8 / (12 |

Fuente: Ferruzi (1987), citado por Rojas (1999)

2.7.5 Aplicación y dosificación del humus de lombriz

Pineda (1994), indica que la dosificación depende básicamente del tipo de suelo y del cultivo. Sin embargo recomienda como una referencia muy general, un promedio de 5.000 Kg/ha, por experiencias personales menciona que esta dosis resulta insuficiente en suelos arenosos, en tal caso sugiere que debería llegarse por lo menos a 8.000Kg/ha. Por otro lado afirma que la aplicación del humus de lombriz debe ser localizada, en el momento de la siembra en hortalizas de muy poco distanciamiento recomienda incorporar en línea continua al fondo del surco; en cambio de las plantas con mayor distanciamiento la aplicación debe ser por golpes, en el mismo lugar donde Irán las plantas.

Ocampo (1999), indica dosificaciones para hortalizas de 40 a 60 gramos por planta en la zona de la raíz.

Rojas (1999), menciona que la incorporación del humus de lombriz a razón de 50g/plantas en lechuga alcanzo un rendimiento de 900 a 1400g/planta en condiciones de invernadero de Sica sica en un menor tiempo.

2.8 Propiedades químicas del suelo

2.8.1 Nitrógeno

Domínguez (1997), señala que el nitrógeno es un constituyente más importante de los compuestos complejo orgánico mineral de la planta el contenido del mismo varia entre un dos y cuatro por ciento de materia seca total.

Lopez (1994), afirma que el nitrógeno es un macro elemento primario móvil, que se encuentras en las plantas cumpliendo funciones trascendentales de su fisiología mejorando la nutrición de las plantas participa en el proceso de la fotosíntesis, síntesis de proteína, activación de enzimas y otros funciones bioquímicas.

Domínguez (1984), indica que la planta absorbe nitrógeno hasta el final de la vegetación toda necesidad de nitrógeno que no sea satisfecha se traducirá en una disminución de rendimiento.

Rodríguez (1982), señala las funciones del nitrógeno en la planta:

- Mayor cantidad de clorofila.
- Mayor asimilación de síntesis de productos orgánicos.
- Mayor vigor vegetativo aumenta el volumen y peso debido al alargamiento y multiplicación celular.
- Color verde intenso de las hojas por la mayor cantidad de clorofila.
- Mayor producción de hojas sanas con el aumento de su contenido proteico.

2.8.2 Fósforo

Chilon (1997), afirma que el fósforo es el componente esencial del material energético, también juega un papel muy importante en material genético del núcleo de las células, además favorece la división celular y la formación de grasas y albúmina, principalmente en la semilla intensificando el crecimiento celular.

Vigliola (1992), señala que el fósforo influye sobre la calidad de las hortalizas alargando el periodo de conservación y mejorando ciertas características del mercado como el aspecto externo y el sabor de los productos.

2.8.3 Potasio

Chilon (1997), menciona que favorece la síntesis de carbohidratos, así como al movimiento de estas sustancias y su acumulación en ciertos órganos de reserva. Interviene en el metabolismo del nitrógeno favoreciendo la síntesis de aminoácidos y proteínas, actúa como activador enzimático ajuste en la apertura y cierre de estomas en relación con el agua.

Carballo (1988), indica que aumenta el vigor de las plantas, su resistencia a las enfermedades y plagas. Estimula la producción de tallos fuertes y duros, promueve la producción de azúcar, almidones y aceites.

2.8.4 pH del suelo

Orsag (2003), afirma que los suelos en condiciones extremas de pH muy ácidas o muy alcalinas determina una menor disponibilidad de macro nutrientes y algunos micro nutrientes para la mayoría de los cultivos por ende una menor producción, en ese sentido los suelos fértiles presentan valores neutros.

2.8.5 Conductividad eléctrica

Orsag (2003), indica que la presencia de sales en exceso en el suelo, particularmente por encima de 4 dsm^{-1} , perjudican en el crecimiento de las plantas en ese sentido los suelos libres de sales o cantidades menores a 4 dsm^{-1} presentan una mayor fertilidad.

Miranda (2002), menciona que la conductividad eléctrica es proporcional a la concentración de sales en solución, es decir a mayor concentración de sales mayor conductividad eléctrica y esta medida también se halla en función a la temperatura.

2.8.6 Capacidad de intercambio catiónico

Orsag (2003), menciona que esta propiedad define la capacidad que tiene un suelo para absorber o retener nutrientes en forma intercambiable para las plantas, además menciona que los suelos con mayor contenido de materia orgánica tienen mayor capacidad de intercambio catiónico.

Chilon (1994), indica que los suelos agrícolas contienen cantidades variables de capacidad de intercambio catiónico que depende de la clase de arcilla, porcentajes de materia orgánica y pH del suelo.

2.9 Propiedades físicas del suelo densidad aparente

Miranda (2002), indica que los valores de densidad aparente aumentan con la profundidad en el perfil del suelo con niveles bajos de materia orgánica, mientras que las labores del cultivo disminuyen la densidad aparente.

Navarro (1994), menciona desde el punto de vista agrícola los valores bajos de densidad aparente se asocian con una condición general más apropiada para los

cultivos y en los suelos también toman valores más favorables para las plantas cultivadas, además el mismo autor menciona que la densidad aparente varía con el tiempo en la capa arable y con la profundidad del suelo.

2.10 Análisis económico.

CYMMYT (1988), recomienda que para conocer la rentabilidad del cultivo es necesario una serie de procedimientos de análisis económicos, empleando indicadores bio económicos. El mismo indica que análisis económico del ensayo se realiza de acuerdo al método de evaluación económica aplicando la metodología del enfoque de costos de producción, que son herramientas muy útiles que permiten determinar las implicaciones económicas en costos y beneficios al analizar los resultados.

2.10.1 Relación beneficio costo

La relación de beneficio neto es la comparación sistemática entre el beneficio o resultado de una actividad y el costo a realizarse de esa actividad.

IBTA y PROINPA (1995), indica como regla básica del beneficio costo es una inversión será rentable si los beneficios son mayores que la unidad ($B/N > 1$), aceptable si es igual a la unidad de ($B/N = 1$) y no es rentable si es menor a la unidad ($B/N < 1$).

2.11 Características generales de los walipinis.

Benson institute (2000), señala que los walipinis, voz aymará que significa “siempre bien”, se encuentran bajo el nivel del suelo. Este sistema posee características que permiten una producción intensiva de producción de productos hortícolas durante todo el año.

Lorini (1994), indica que el walipini es una construcción semi subterráneas de 60 a 80 m² y las temperaturas son uniformes sin grandes amplitudes.

Ayaviri (1992), menciona que son unidades de producción agrícola donde la temperatura es casi uniforme durante el día y noche. Los walipinis son excavaciones que están por debajo del nivel del suelo.

Serrano (1980), indica que las temperaturas influyen en las siguientes funciones vitales, transpiración respiración y fructificación, además las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales están comprendidas entre 0 a -7°C fuera de estos límites casi todo los vegetales mueren o quedan inutilizados.

Cuadro 4. Comparación de temperaturas

| Temperatura | Techo de paja | Tipo túnel | Media agua | Walipini | Campo abierto |
|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| Promedio | | | | | |
| Mínimo | 0.65 ° C | 1.55 ° C | 2.3 ° C | 3.6° C | - 5.16 ° C |
| Fluctuación | - 7 a 6 ° C | - 4 a 7 ° C | - 4 a 7 ° C | 1 a 11 ° C | -13.6a15° C |

Fuente: Ayaviri (1996)

2.11.1 Importancia de los walipinis

Aviles (1992), menciona 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 temperaturas ambiental durante el día así como la humedad, permiten además un desarrollo más rápido del cultivo y una mayor producción.

Orsag (1995), afirma que la importancia del walipini es favorable para los cultivos ya que tiene temperaturas que no presenta cambios bruscos, en el

altiplano el peor enemigo es el viento, por tanto el walipini por su construcción no sufre mucho castigo por otra parte, requiere poca mano de obra para la mantención y cuidado del invernadero, ya que no tiene para abrir, cerrar las puertas y ventanas en ciertas horas del día, este trabajo es de todos los días en las Carpas Solares. Por otra parte indica que la semi sombra del techo, evita el sobre calentamiento del walipini, creando un ambiente agradable para las plantas.

Por otra parte menciona que el diseño cumple con las principales recomendaciones constructivas que establecen las publicaciones especializadas sobre este tipo de instalaciones adecuados a las particulares de la zona altiplanica y alto andina, debido a que las heladas son uno de los factores limitantes para la agricultura que ocasionan perdidas considerables en los cultivos, especialmente si ocurren al inicio al final de periodo vegetativo.

III. LOCALIZACION

3.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizo en la Granja Ecológica de Ventilla que se encuentra en la misma localidad en la provincia Murillo del departamento de La Paz a una distancia de 25 Km. de la ciudad de La Paz , se ubica geográficamente entre las coordenadas $16^{\circ} 37'$ latitud sud y $68^{\circ} 21'$ longitud oeste a una altitud de 3.867 m s n m . A continuación se muestra la figura 3.

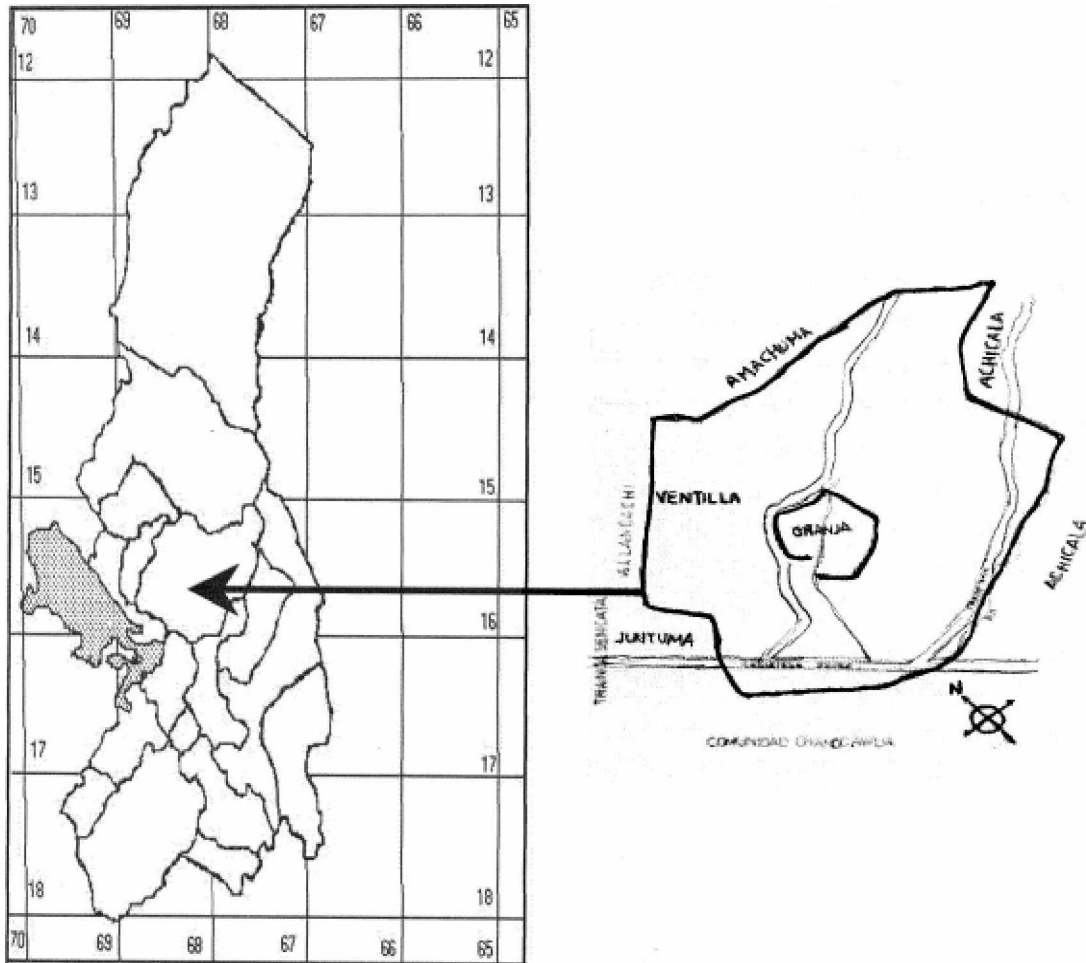


Figura 3. Mapa de ubicación de la Granja Ecológica Ventilla

3.2 Localización del experimento

El lugar en si antiguamente era una casa de hacienda que fue adquirida por el señor Peter Iseli de nacionalidad Suiza, quien hizo de está hacienda lo que actualmente es la Granja Ecológica Ventilla. La granja esta ubicada en medio de dos colinas, presenta abundante vegetación forestal de especies como: Kiswara, qeñua, eucalipto, ciprés y pino que le da un aspecto de valles de valle (Atlas de Municipio, 2000)



Figura 4. Vista panorámica de la Granja Ecológica Ventilla

3.3 Características climáticas

De acuerdo a los datos de precipitación y temperatura obtenidas de SENAMHI (2001) esta área corresponde aun clima de tipo árido típico del altiplano con una temperatura máxima de 18°C, mínima de – 7°C y un promedio de 10°C. La precipitación anual es de 540 mm con una humedad aproximada de 30%, con mayor humedad en los meses de diciembre a mayo bajando considerablemente en los meses de junio a noviembre.

VI. MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

El presente trabajo de investigación se realizó en un ambiente atemperado denominado walipini el mismo que presenta las características discretas en acápites anteriores.

4.1.2 Material de ensayo

Los materiales de ensayo usados para esta investigación se detallan a continuación:

- Libretas de campo.
- Herramientas de campo: azadón, pala, rastrillo, carretilla.
- Estacas de madera.
- Lienza.
- Cajones de madera.
- Muestreador del suelo.
- Flexo metro.
- Marbetes.
- Termómetro de máxima y mínima.
- Heliógrafo.
- Tensiometro de tipo de reloj.
- Bolsas de polietileno.

4.1.3 Material de laboratorio

- Balanza analítica.
- Probeta de 100 ml.
- Análisis de suelo.
- Cajas petri.
- Mufra.
- pH metro.

4.1.4 Material vegetal

La semilla utilizada en el presente trabajo experimental fue la lechuga suiza variedad Large leaved que fue proporcionado por la Granja Ecológica Ventilla las características encontradas para dicha semillas son las siguientes.

- Peso de 1000 semillas 3.5 g.
- Porcentaje de pureza 97%.
- Porcentaje de germinación 66%.

4.1.5 Insumos

Los insumos utilizados para el siguiente trabajo de investigación son:

- Estiércol 50% de vaca y 50% de oveja
- Compost de residuos de cosecha
- Humus de lombriz californiana

4.2 METODOLOGIA

La metodología utilizada en el presente trabajo de desarrollo seguimiento y evaluación del experimento se detallan a continuación de la siguiente manera como siguen a continuación:

4.2.1 Procedimiento experimental

El procedimiento experimental utilizado en el presente trabajo de investigación, consistió en evaluar la respuesta de la aplicación de las diferentes clases de abonos orgánicos en el cultivo de lechuga suiza, los tratamientos se distribuyeron en cada unidad experimental como se muestra en el croquis del ensayo.

4.2.2 Diseño experimental

Para poder determinar la variabilidad se planteo un experimento de modo que sea posible acumular la mayor información sobre el problema de estudio para lo cual se empleo el diseño experimental de bloque completamente al azar constituidos por 3 tratamientos mas 1 testigo y 4 repeticiones totalizando 16 unidades experimentales, la evaluación de estos tratamientos se efectuó bajo el modelo lineal aditivo sugerido por Calzada (1982).

Modelo lineal aditivo

$$\chi_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + E_{ij}$$

Donde:

χ_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media general

β_j = Efecto del i- esimo bloque

τ_i = Efecto del i – esimo tratamiento

E_{ij} = Efecto del error experimental

Factores de estudio

Cuadro 5. Cantidades de abono orgánico aplicado

| Tratamiento | Descripción | Abono incorporado |
|-------------|-------------------------------------|-----------------------|
| T1 | Testigo | Sin abono |
| T2 | Humus de lombriz californiana | 1 kg / m ² |
| T3 | Compost de residuos de cosecha | 3 kg / m ² |
| T4 | Estiércol de oveja y vaca (50% 50%) | 3 Kg /m ² |

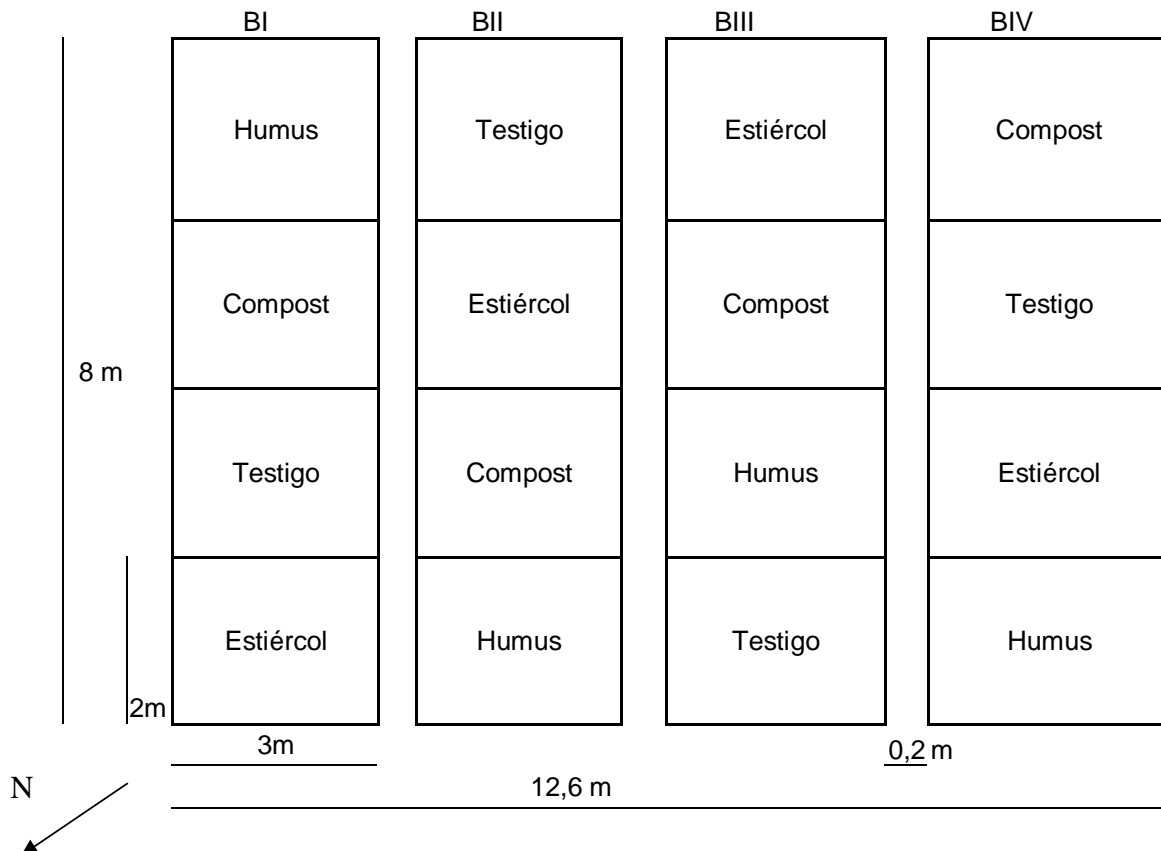
4.2.3 Dimensiones del experimento

Cada unidad experimental fue constituida por 6 metros cuadrados donde se distribuyo de manera uniforme la distribución de tratamientos que se detallan en el croquis de campo.

Unidad experimental

- Largo de unidad experimental 3 m
- Ancho de unidad experimental 2 m
- Área de unidad experimental 6 m²
- Área de un bloque 24 m²
- Área total de ensayo 96 m²

4.2.4 Croquis del experimento



4.2.5 Obtención de abonos

4.2.5.1 Descomposición del estiércol

Para ello se procedió a comprar el estiércol de oveja de lugar cercano posteriormente se recolectó estiércol de vaca ambos estiércoles por separado se procedieron a descomponer humedeciendo cada una de ellas y posteriormente se cubrió con agrofilm donde a un inicio la temperatura alcanzó a 75°C se dejó por un periodo de 4 semanas en el tiempo que se descompone el abono tomando un color plomo.

4.2.5.2 Obtención de compost de residuos de cosecha

Para ello se acudió a una compostera que, con anterioridad se había preparado con los residuos de la cosecha de materia verde, estiércol de vaca y tierra de lugar, donde en su totalidad estaba descompuesto que adquiere un color negro, donde con la ayuda de un cernidor se obtuvo compost fino.

4.2.5.3 Cosecha de humus de lombriz californiana

Para la obtención de humus se procedió a la cosecha de humus donde en la misma Granja se tiene la crianza de lombricultura de lombriz californiana, la cosecha se procedió manualmente recolectando de la parte inferior el humus húmedo y posteriormente se procedió al secado en la sombra durante dos semanas.

4.3 Métodos de campo

4.3.1 Preparación de suelo

La preparación de suelo se realizó mediante el uso de herramientas manuales, primeramente se procedió al removido de terreno con la ayuda de un azadón hasta una profundidad de 25 cm, posteriormente se procedió al nivelado con la ayuda de un rastrillo.

Una vez tenido listo el terreno se procedió a la medición de bloques y las unidades experimentales determinando las superficies totales, esto con la ayuda de estacas y una lienza.

4.3.2 Incorporación de abonos orgánicos

La incorporación de abonos orgánicos se procedió según la metodología propuesta en base a revisiones bibliográficas realizadas las cantidades que son aplicadas en carpas solares tomando como referencia las investigaciones realizadas en el cultivo de lechuga.

La cantidad aplicada de los diferentes clases de abonos son: estiércol de vaca y ovejas (50% y 50%) 3 kilogramos por metro cuadrado, compost de residuos de cosecha 3 kilogramos por metro cuadrado y humus de lombriz californiana es un kilo por metro cuadrado.

Estas cantidades se distribuyeron de manera uniforme sobre cada unidad experimental, posteriormente se procedió a la mezcla con ayuda de un rastrillo y su posterior nivelado.

4.3.3 Toma de muestra del suelo

Una vez preparado el terreno con todo los abonos orgánicos en los respectivos tratamientos se procedieron a tomar la muestra del suelo de diferentes partes en forma de zigzag, se tomaron tres muestras por cada tratamiento, individualmente para luego formar una muestra homogénea y representativa, posteriormente se procedió al análisis químico físico respectivamente.

4.3.4 Siembra

La siembra se efectuó en el mes de junio de 2004 antes de la siembra se realizo el riego superficial, posteriormente se distribuyo al voleo la semilla de manera uniforme sobre todo el área experimental utilizando una densidad de 2.5 g/m^2 . Posteriormente se procedió al tapado con sustratos de tratamiento (capa delgada), de 3 veces el diámetro de la semilla



Figura 5. Siembra de lechuga suiza

4.3.5 Riego

El riego se realiza por aspersión manual de manera suave evitando que las gotas de agua logren encharcar el terreno y descubrir las semillas, la frecuencia de riego se realiza día por medio a un inicio y posteriormente se van reduciendo a medida que la planta desarrolle, cuando esta a punto de cosechar se debe evitar el riego por las tardes por que provoca el congelamiento de las hojas.

La cantidad de agua utilizada es aproximadamente de $3\text{mm}/\text{m}^2$ donde proviene de una fuente de recolección de agua de lluvia en estancos de reserva extrayéndose mediante una bomba eléctrica con una capacidad de 3Hp, la que conduce a la red de distribución de la batería de walipinis.



Figura 6. Riego del cultivo de lechuga suiza

4.3.6 Control de hierbas

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron algunas plantas no deseadas, las cuales fueron controladas manualmente en tres fases, donde la primera fase de control se realizo a los 15, 25 y 30 días después de la siembra, esto para evitar que las plantas poco desarrolladas puedan ser asfixiadas fácilmente por hierbas y la competencia de nutrientes.

4.3.7 Control de plagas y enfermedades

Durante el desarrollo de cultivo no se presentaron problemas en cuanto a la presencia de plagas, pero se tuvo problema con la presencia de enfermedades que es causado por un hongo (*Fusarium* sp) que provoca la podrición blanca en el cuello luego tendadura y muerte de las planta seguido por el necrosis parcial de la planta que es atacado con mayor frecuencia en la ultima fase de su ciclo vegetativo a ello favorece la alta humedad, temperaturas elevadas.

Dentro de la agricultura ecológica no es permitido el uso de productos químicos por lo que simplemente se tomo medidas preventivas como el uso de cenizas de t´hola, tabaco, molle donde se mezclaron los tres tipos de ceniza y se aplico sobre la superficie de las plantas polvoreando, otra forma de controlar es manualmente eliminando las plantas infectadas mas el sustrato.

4.3.8 Cosecha de lechuga suiza

La cosecha se efectuó a los 60 días, después de la siembra cuando tenia una altura promedio de 12 cm la cosecha se efectuó manualmente cortando a ras del suelo, recolectando en bandejas posteriormente seleccionadas, lavadas, secadas a una determinada humedad su posterior embolsado y comercialización en el mercado.



Grafica 7. Cosecha de lechuga suiza

4.4 Variables de estudio

4.4.1 Variables climáticas

Se tomaron los registros de temperatura dentro del ambiente, temperatura del suelo y la humedad relativa del walipini, durante toda la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga suiza esto con la ayuda de los instrumentos meteorológicos.



Figura 8. Toma de temperatura del suelo

4.4.2 Variables de riqueza nutricional del suelo

Para determinar la riqueza nutricionales del suelo se recurrió al análisis químico físico de los diferentes tratamientos antes de la siembra y después de la cosecha. Esto para saber cuanto porcentaje son asimilados durante el desarrollo del cultivo el análisis se realizo en el laboratorio de IBTEN y donde se obtuvieron los siguientes datos:

- Nitrógeno total
- Fósforo
- Potasio
- Conductividad eléctrica
- Capacidad de intercambio cationico
- pH del suelo
- Densidad aparente

4.4.3 Variables agronómicas a la cosecha

4.4.3.1 Porcentaje de emergencia

Para determinar el porcentaje de emergencia se procedió a contar 100 semillas las cuales se sembró tanto en cajas petri y en cajones con diferentes sustratos en el interior del walipini.

4.4.3.2 Altura de la planta

Para obtener dicha información de la altura de la planta se utilizó una regla graduada a centímetros, midiendo desde la base del suelo hasta el ápice superior de la hoja las muestras se tomaron al azar de cada unidad experimental.

4.4.3.3 Numero de hojas de la planta

En el número de hojas se tomaron 10 plantas al azar por cada unidad experimental, posteriormente se procedió a desojar y contar cada una de las hojas de las plantas.

4.4.3.4 Índice área foliar

Se seleccionaron 4 plantas al azar de cada unidad experimental de las cuales se procedió a desojar toda la planta posteriormente se herborizó, una vez seca se procedió a sacar la fotografía de todas las hojas de la planta juntamente con un calibre, de cada una de las plantas para ello se utilizó un trípode y nivel. Luego se usó el paquete SIGMA SCAT PRO para obtener el área foliar en cm^2 de cada una de las plantas, habiendo obtenido el área foliar y tanto del suelo de cada planta en diámetro se determinó el IAF tomando la siguiente fórmula mencionado por Rodrigues (1995)

$$\text{IAF} = \frac{\text{Área foliar cm}^2 \text{ dm}^2}{\text{Área de suelo cm}^2 \text{ dm}^2}$$

4.4.3.5 Rendimiento de materia verde

Para la obtención del rendimiento en materia verde se procedió a la cosecha de 1 metro cuadrado de toda las unidades experimentales, inmediatamente se peso con ayuda de una balanza analítica la cual fue llevada a Kg/m².

4.4. Análisis económico

El análisis económico nos permite demostrar las ventajas o desventajas que pueden ser adoptadas o no por los agricultores.

Para identificar los tratamientos que nos reportan mayores beneficios económicamente empleando abonos orgánicos este análisis se realizo bajo la metodología empleado por el CIMMYT (1988) con este propósito se tomara en cuenta los costos variables de producción, beneficio neto la cual nos permite obtener beneficio neto.

Para ello se efectuó el método de presupuesto parcial, propuesto por el mismo autor indica que este método consiste en determinar primeramente el precio de campo de los rendimientos, para esto se ajustan (reduciendo el 10% deshidratación, manipuleo etc.), los rendimientos promedios se multiplican por el precio del mercado.

Luego se determina el total de costos variables (insumos, mano de obra, etc.) y restando los beneficios netos del campo, se obtiene los beneficios netos parciales.

El presente trabajo de investigación se efectuó; utilizando como cuantificador económico relación de B/N. En este caso el análisis que se propone, toma en cuenta los fuentes indicadores bio-economicos:

- Rendimiento promedio
- Beneficio bruto
- Costo de producción
- Ingreso neto

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Variables de estudio

5.1.1 Temperatura dentro del walipini durante la investigación

Dentro de los ambientes atemperados las fluctuaciones climáticas son muy variadas de acuerdo en horas del día y la noche en sus parámetros de temperatura, como se observa en la siguiente figura.

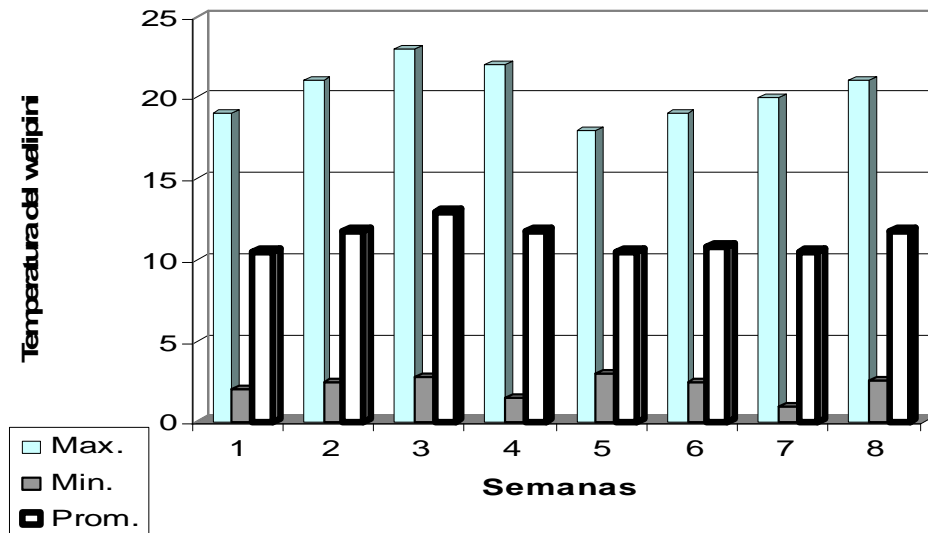


Figura 9. Temperatura dentro del walipini durante la investigación

La figura 9 muestra las fluctuaciones de temperatura durante el ciclo vegetativo del cultivo en el interior del walipini en el mes de junio y julio, las máximas son de 18 a 23°C esto ocurre generalmente a horas de 13:00 a 15:00 pm esto por la posición del sol que llega al walipini, mientras que la mínimas son de 1 a 4°C existe mayor pérdida de temperatura por la puerta, ventana y el techo del agrofilm donde por las mañanas se ven congelados todas las paredes del agrofilm, mientras que en afuera se registraba -5°C.

Vigliola (1992), indica que el rango de temperatura para la germinación y crecimiento de las plantas son de:

- Mínima 1.6°C
- Optima 24°C
- Máxima 35°C

5.1.2 Humedad relativa del walipini durante el experimento

Para determinar la humedad relativa dentro del ambiente atemperado del walipini se utilizó hidrómetro analógico de tipo reloj donde los datos obtenidos son directos como se puede ver en la figura.

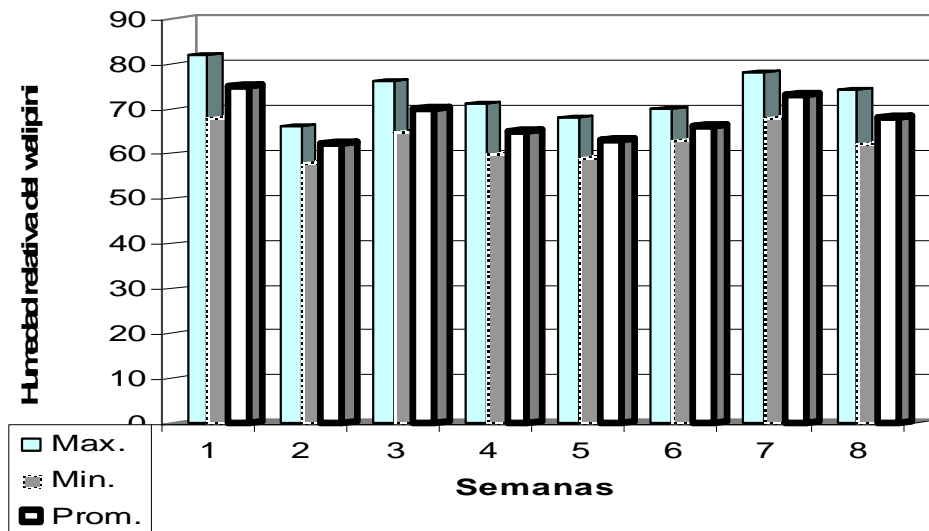


Figura 10. Humedad relativa del walipini durante la investigación

Se puede apreciar en la figura 10 que las fluctuaciones de humedad relativa son variables, ya que influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas la mayor humedad relativa que se presenta es de 70 a 80% esto ocurre por las mañanas generalmente cuando la temperatura es baja aumenta la humedad relativa, también se debe al riego que se efectúa. Mientras que la menor humedad relativa es de 58 a 69% este descenso fue notorio en horas del día debido a que existe una mayor radiación solar y ventilación.

Hartman (1990), menciona la mayoría de las plantas se desarrollan bien en ambientes donde la humedad relativa del aire está entre 30 y 70% mayores o

menores a estas cifras suelen retardar su crecimiento y desarrollo, como también son susceptibles al ataque de muchas enfermedades.

5.1.3 Temperatura del suelo

La temperatura del suelo es una propiedad que tiene un efecto sobre todo los seres vivos que habitan en ese medio poroso y además ayuda en el transporte de materia y energía del suelo de manera:

Directa: crecimiento radical absorción de agua, nutrientes, germinación de la semilla.

Indirecta: movimiento del agua en el suelo, difusión de gases actividad microbiana y descomposición de materia orgánica.

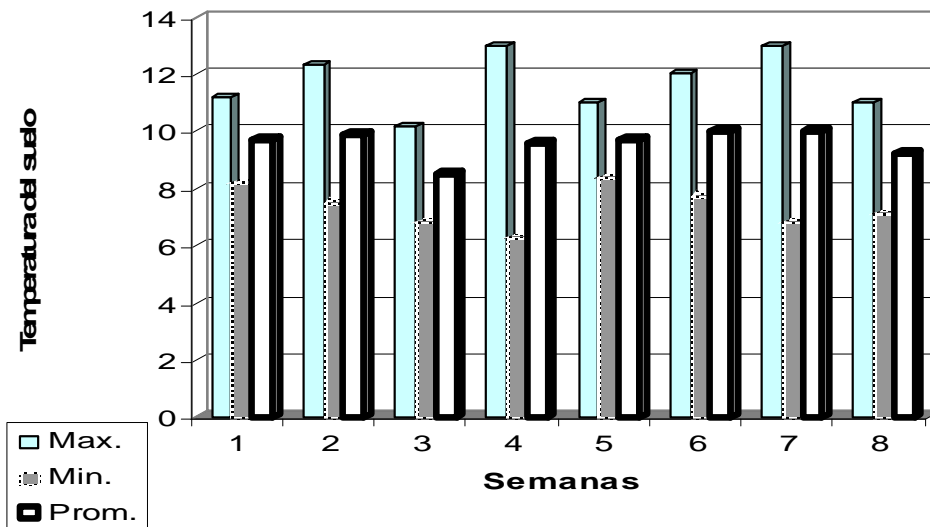


Figura 11. Temperatura del suelo dentro del walipini

La figura 11 muestra los resultados obtenidos donde las temperaturas máximas se registran por la tarde de 11 a 13 °C, esto cuando aumenta la temperatura del ambiente, también incrementa la temperatura del suelo, esto por la presencia de materia orgánica y la humedad que llegan a preservar la mayor temperatura y por ende mayor descomposición y absorción de nutrientes para las plantas. Mientras la temperaturas bajas fueron de 6 a 7 °C por las mañanas esto favorece al no

congelamiento de las raíces y los microorganismos del suelo, esto por la presencia de materia orgánica.

5.2 Análisis físico y químico de suelo

5.2.1 Propiedades físicas químicas del suelo antes y después de la cosecha

En cuanto a las propiedades físicas químicas se tomaron los siguientes parámetros como: Densidad aparente del suelo, PH del suelo, porcentaje de nitrógeno, porcentaje de fósforo, porcentaje de potasio, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico.

5.2.2 Densidad aparente

La densidad aparente es una de las propiedades físicas del suelo más importante ya que influye directamente sobre las demás características sobre todo en la retención de humedad y en la actividad biológica del suelo.

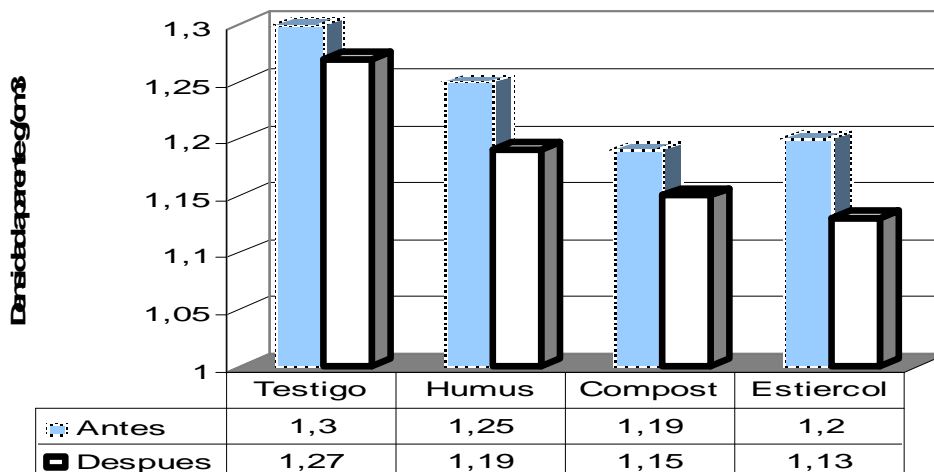


Figura 12. Densidad aparente del suelo antes y después de la cosecha

En la figura 12 se puede observar que el tratamiento (T4) estiércol de 3 kg/m² es el tratamiento que redujo mayor de 1.2 a 1.13 g/cc esto se debe a la cantidad de

estiércol que se incorporo, las granulaciones y por ende mayor espacio poroso, también a la remoción del terreno lo que influyo también en el rendimiento, por otro lado el (T3) compost también se observo la mejora en la densidad aparente siendo aun inicio de 1.19 y al final de 1.15 g/cc, estas mejoras también se debe a las cantidades aplicadas, seguido por le (T2) humus de lombriz californiana que presenta de 1.25 a 1.19 g/cc esta por la poca cantidad aplicada, por otro lado el testigo es el que presenta menor variación y lo que también se refleja en el rendimiento.

Miranda (2003), indica que los valores de densidad aparente aumentan con la profundidad en el perfil del suelo, con niveles bajos de materia orgánica, mayor compactación y menor agregación. Mientras que las labores del cultivo aumentan espacio poroso y por ende disminuye la densidad de aparente.

Laura (1999), comprobó que el compost y estiércol de vacuno es el abono orgánico que mas reduce la densidad aparente del suelo por lo tanto también mostrara mejores resultados en cuanto al rendimiento. Al aplicar los abonos orgánicos mejora la estructura del suelo, que comprende su granulación, aumenta el espacio poroso y retiene mayor humedad

Los resultados obtenidos corroboran a lo mencionado por Velásquez (1997), quien afirma al incorporar compost y estiércol estamos mejorando, principalmente las características físicas del suelo.

5.2.3 pH del suelo antes y después de la cosecha

Al incorporar el abono orgánico al suelo, el pH se modifica de manera no muy considerable por la acción de los diferentes abonos como se puede observar en la figura.

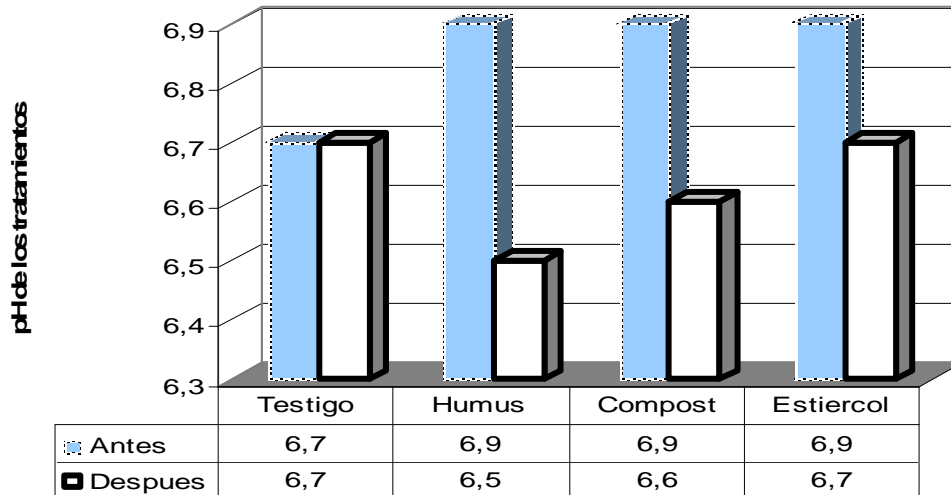


Figura 13. pH del suelo antes y después de la cosecha

En la figura 13 muestra que el estiércol tiene un pH de 6.9 y al final 6.7 esta reducción se debe a que el estiércol en presencia de humedad mas CO₂ en el suelo disminuye el pH, también presento la misma características el compost esta por las condiciones que han sido elaborados, mientras que el humus de lombriz californiana presenta de 6.9 a 6.5 estos cambios se efectúan a que los lombrices solamente fueron alimentados con el estiércol, por otro lado el testigo es el no efectuó ningún cambio.

La incorporación de abonos al suelo el pH se modifica de manera no muy considerable, pero que en una mínima expresión presenta una varianza, de acuerdo a los resultados obtenidos indica que no existe diferencias dentro de los tratamientos existen variaciones pequeñas durante el desarrollo del cultivo. Sin embargo la aplicación de cualquier materia orgánica al suelo ocasiona la reducción del pH.

De acuerdo a estos resultados obtenidos podemos decir que el suelo se encuentra entre los rangos permisibles es un suelo neutro completamente favorable para cualquier tipo de cultivo.

De acuerdo a este tipo de evaluación, Chilon (1996), indica el suelo que se encuentra con un pH de 6.6 a 6.9 pertenece a una definición neutra de suelo.

5.2.4 Propiedades químicas

La materia orgánica es una fuente de nutrientes, los organismos descomponen y transforman las formas orgánicas de los elementos en formas que sirven a las plantas, además por ser la principal fuente de CIC protege la lixiviación que produce el agua.

5.2.5 Porcentaje de nitrógeno antes y después de la cosecha

Los datos de nitrógeno fueron obtenidos antes de la siembra y después de la cosecha de cultivo de lechuga suiza de los 3 clases de abonos más el testigo como se podrá observar las diferencias.

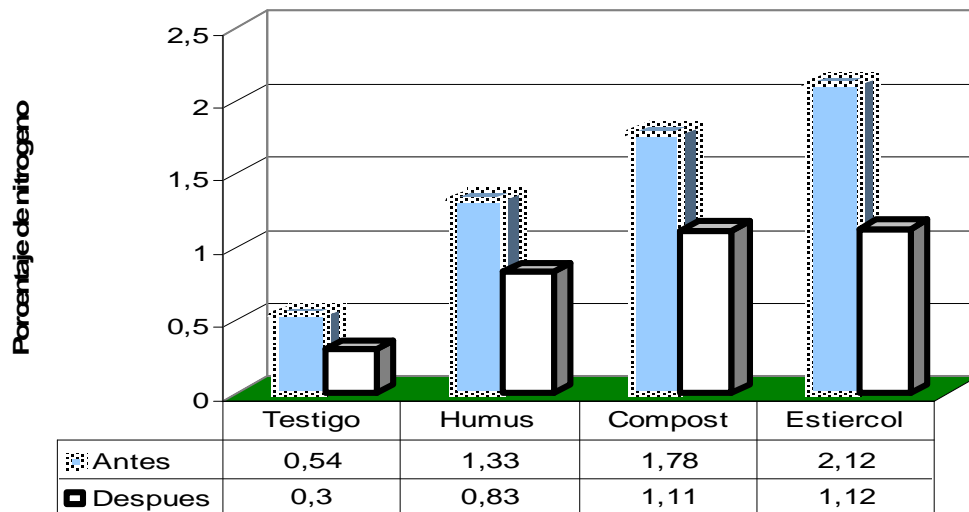


Figura 14. Porcentaje de nitrógeno antes y después de la cosecha

En la figura 14 muestra los niveles de nitrógeno antes y después de la cosecha como se observa a un inicio el porcentaje de nitrógeno en el (T4) estiércol presenta 2.12% de nitrógeno y reduciéndose hasta 1.12% de nitrógeno, seguido

por el (T3) compost que presenta 1.78% de nitrógeno y al final 1.11% de nitrógeno, la presencia mayor de nitrógeno se debe a la cantidad aplicada tanto estiércol como compost en cuanto a la absorción, el nitrógeno del estiércol es el mejor aprovechado por las plantas esto por mayor presencia de humedad lo que también es reflejado en el rendimiento, mientras que el (T2) humus presenta 1.33 y al final 0.83% de nitrógeno al igual que el testigo de 0.54 a 0.3% de nitrógeno, estas no fueron asimilados la mayor cantidad de nitrógeno por falta de humedad y propiedades físicas del suelo por ende una menor producción.

Al respecto Laura (1999), encontró que el compost junto al estiércol presentaron una mayor riqueza de nitrógeno, después de cultivar, lo que apoya los datos obtenidos.

Quino (1999), señala que cuando la materia orgánica no completa su descomposición en el suelo los microorganismos siguen transformándose y consumiendo nitrógeno del suelo, para ponerlas a disponibilidad de las plantas lo que puede generar a corto plazo un efecto depresivo temporal, reestableciendo el equilibrio con el paso del tiempo.

5.2.6 Porcentaje de fósforo en el suelo antes y después de la cosecha

Los datos obtenidos se demuestran en la siguiente figura comparando las diferencias de este elemento en el cultivo de lechuga suiza antes y después de la cosecha de los diferentes abonos empleados como indica.

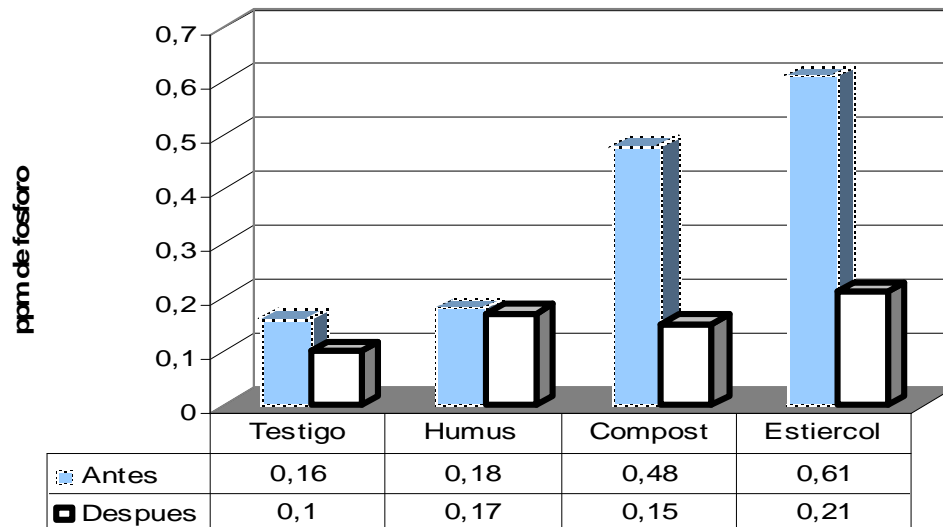


Figura 15. Fósforo disponible antes y después de la cosecha

La figura 15 se observa que el (T4) estiércol es el que presenta mayor de fósforo asimilable de 0.61 a 0.21 ppm seguido por el (T3) compost de 0.48 a 0.15 ppm estos valores de absorción se pueden dar por la mayor retención de humedad, temperatura y una mayor actividad biológica, mientras que el (T2) humus de lombriz y el testigo es el que presenta valores menores de fósforo asimilable, por falta de materia orgánica y humedad.

De acuerdo con Laura (1999), el compost junto al estiércol presento un mayor valor de fósforo disponible. Estos resultados se apoyan en lo expuesto por Cooke (1983), la provisión de humedad y la temperatura pueden alterar tanto la solución química de los nutrientes en los suelos como el uso que hagan de ellos las plantas. Así absorbe más fósforo cuando los suelos están más húmedos y calientes que cuando se encuentran más secos y fríos. Esto es comprobado por el presente trabajo ya que en general los resultados en términos de rendimiento son superiores.

5.2.7 Porcentaje de potasio antes y después de la cosecha

En esta hortaliza la parte comestible es la hoja, la deficiencia de potasio disminuye la calidad provocando una clorosis marginal, de acuerdo a los datos se puede observar que el estiércol es más rico en potasio.

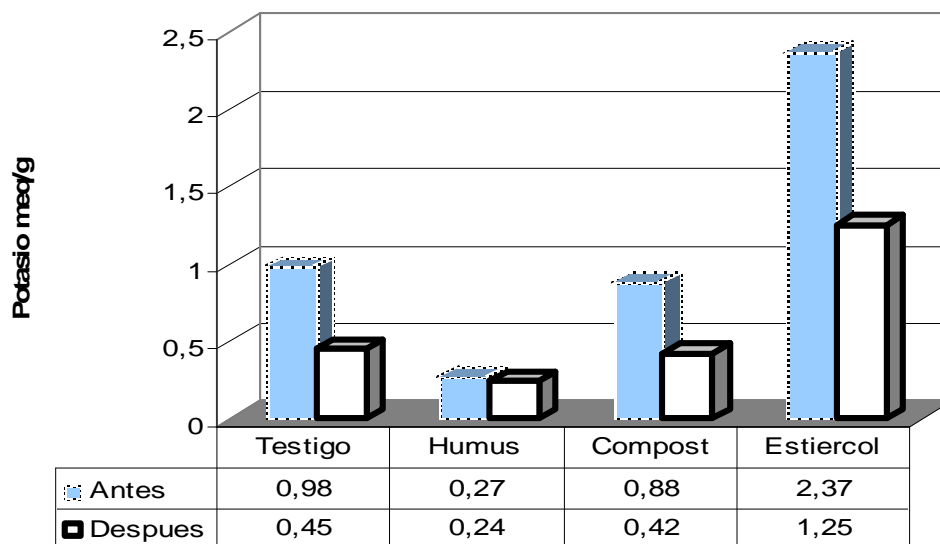


Figura 16. Potasio antes y después de la cosecha

El potasio disponible en el suelo varía de acuerdo al tipo de abono y en cantidades, el caso de (T4) estiércol presenta valores de 2.37 reduciéndose hasta 1.25 meq/100g de suelo, mientras que el (T3) compost presenta valores de 0.88 y al final de 0.42 meq/100g de suelo, por otra parte el (T2) humus de lombriz presenta de 0.27 y al final 0.24 meq/100g de suelo al igual que el testigo de 0.98 a 0.45 meq/100g de suelo.

5.2.8 Conductividad eléctrica de suelo antes y después de la cosecha

La conductividad eléctrica mide la salinidad del suelo, como se observa en la figura 17 y de acuerdo a estos datos se pueden interpretar las variaciones de la siguiente forma.

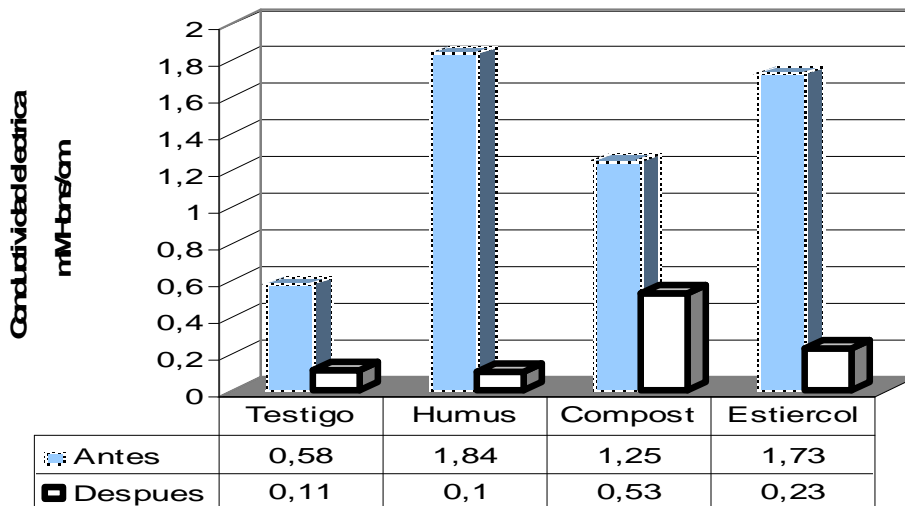


Figura 17. Conductividad eléctrica del suelo antes y después de la cosecha

De acuerdo a la figura 17 se observa que el tratamiento (T2) humus de lombriz es el que muestra valores mayores de 1.84 reduciéndose hasta 0.1 mmhons/cm, seguido por el (T4) estiércol con valores de 1.73 aun inicio reduciéndose hasta 0.23 mmhons/cm el (T3) compost también presenta valores de 1.25 aun inicio y al final 0.53 mmhons/cm, mientras que el testigo presenta valores de 0.58 aun inicio y al final de 0.11 mmhons/cm, los valores altos de conductividad eléctrica del estiércol se debe al alimento consumido por el ganado que tiene una mayor presencia de sales, la reducción de la conductividad eléctrica se debe principalmente a la permeabilidad del suelo, de acuerdo es estos datos establecidos indica que el suelo pertenece a valores menores a 2 mmhons/cm esto indica suelos sin problemas de sales.

Chilon (1997), indica que cuando todo el tratamiento se mantiene con una conductividad eléctrica menores a 2 mMhons/cm indica suelo sin problemas de salinidad ni sodicidad lo que quiere decir que los datos pertenecen a un suelo sin problemas de sales.

Laura (1999), realizo un trabajo similar al presente pero a campo abierto comparando los tres tipos de abonos orgánicos, y encontró que el estiércol de bovino y compost son los que presentan valores altos.

González (1998), observa que a mayor dosificación se presenta mayor valor de C. E, lo que corrobora el presente trabajo de investigación.

5.2.9 Capacidad de intercambio Cationico de suelo antes y después de la cosecha

El cuadro 5 del anexo muestran los valores de capacidad de intercambio cationico.

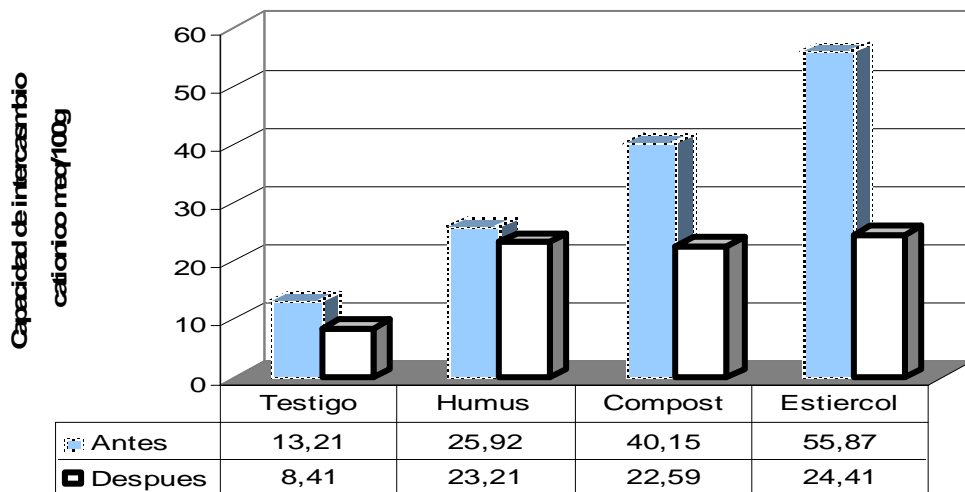


Figura 18. CIC primera y segunda evaluación

La figura18 muestra valores altos que presenta es el (T4) estiércol de 55.87 reduciéndose hasta 24.41meq/100g de suelo seguido por el (T3) compost de 40.15 hasta 22.59meq/100g, estos valores altos se deben a que tienen mayor cantidad de materia orgánica, mientras que el (T2) humus de lombriz juntamente con el testigo son los que presentan menor capacidad intercambio cationico esto por falta de materia orgánica, humedad que son menos disponibles los nutrientes para su absorción de las plantas.

Díaz (1997), menciona que al ser incorporado al suelo el compost, va mejorar la CIC del mismo, aumentando la disponibilidad de nutrientes en beneficio de las plantas.

5.3 Análisis del agua de riego

Realizado el análisis químico del agua de riego nos muestra un pH es 7.68 en la cual es considerado neutro; con respecto a la salinidad es baja y también que no existe presencia de elemento nocivos. Por lo tanto es apto para el riego del cultivo de lechuga suiza.

Cuadro 6. Resultados del análisis de agua de Granja Ecológica Ventilla

| Solidos totales (mg/l) | Potasio (mg/l) | Cloruros (mg/l) | Solidos en suspension (mg/l) |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|---|
| 298.09 | 14.85 | 14.18 | 48.00 |
| SULFATOS (mg/l) | SODIO (mg/l) | BORO (mg/l) | SÓLIDOS DISUELTOS (mg/l) |
| 0.00 | 10.50 | 0.39 | 250.09 |
| MAGNESIO (mg/l) | CARBONATOS (mg/l) | pH | CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (Ms/cm |
| 5.36 | 0.00 | 7.62 | 0.354 |
| CALCIO (mg/l) | BICARBONATOS (mg/l) | | |
| 42.71 | 182.43 | | |

Fuente Laboratorio Instituto Boliviano de ciencia y tecnología nuclear Viacha IBTEN

5.4 Respuestas agronómicas a la cosecha

5.4.1 Porcentaje de emergencia.

La emergencia se registro desde la siembra hasta la emergencia obteniéndose los siguientes resultados de emergencia de un 66 %. Tanto en el campo como en

las cajas petris no hubo diferencias, ya que esto depende de las cualidades de la semilla de lechuga suiza respectivamente.

5.4.2 Altura de la planta

El análisis de varianza que se observa en el cuadro 9 para variable de la altura de la planta se encontró diferencias significativas al 5% de probabilidad para fuentes de abono, por otro lado no reporto diferencias estadísticas para los bloques lo que manifiesta que hubo homogeneidad.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la altura de la planta en cm.

| FV | GL | SC | CM | Fc | Ft 0.05 |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Bloque | 3 | 1.3680 | 0.4560 | 2.12 | 0.167 NS |
| Tratamientos | 3 | 52.699 | 0.215 | 40.83 | 0.01 * |
| Error | 9 | 1.936 | | | |
| Total | 15 | 54.635 | | | |

NS = no significativo

* = significativo

El CV obtenido es de 5.08% lo que demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos.

En el cuadro 9 muestra que para la altura de la planta no se encontraron diferencias entre bloques porque las condiciones de temperatura, humedad y radiación dentro del walipini se mantuvieron de manera homogénea lo que justifica la similitud entre bloques.

Por otra parte si hubo diferencias significativas entre tratamientos, esto a consecuencia de los diferentes abonos orgánicos y cantidades que se aplicaron en los diferentes tratamientos.

Cuadro 8. Prueba de Duncan para altura de plantas con los diferentes abonos orgánicos

| Tratamiento | Promedio(cm) | Duncan |
|--------------------|---------------------|---------------|
| Estiércol | 11.895 | A |
| Compost | 9.413 | B |
| Humus | 7.970 | C |
| Testigo | 7.190 | D |

Realizada la prueba de duncan al 5% como se ve en cuadro 10 muestra diferencias significativas para cada tratamiento es el caso de estiércol mostró mayor altura con promedio de 11.89 cm en segundo lugar el compost con 9.41 cm mientras que el humus de lombriz y el testigo son los registraron menores valores de 7.97 y 7.19 cm.

Los resultados obtenidos se pueden afirmar que la incorporación del estiércol y las condiciones ambientales son factores que determinan el desarrollo fisiológico de las plantas.

La mayor altura se obtuvo con el estiércol se atribuye al fácil acceso de desmineralización y a la mayor cantidad de macro nutrientes que presenta también a las condiciones físicas del suelo que facilita a la absorción de nutrientes, mientras que el humus y el testigo presentan menores valores de NPK por ende menor altura lo que también es reflejado en el rendimiento.

En el trabajo realizado por Gonzáles (1998), indica las diferencias entre altura de plantas al aplicar diferentes niveles de estercolado, con niveles de 1 a 2 Kg/m², lo que corrobora los datos del presente trabajo.

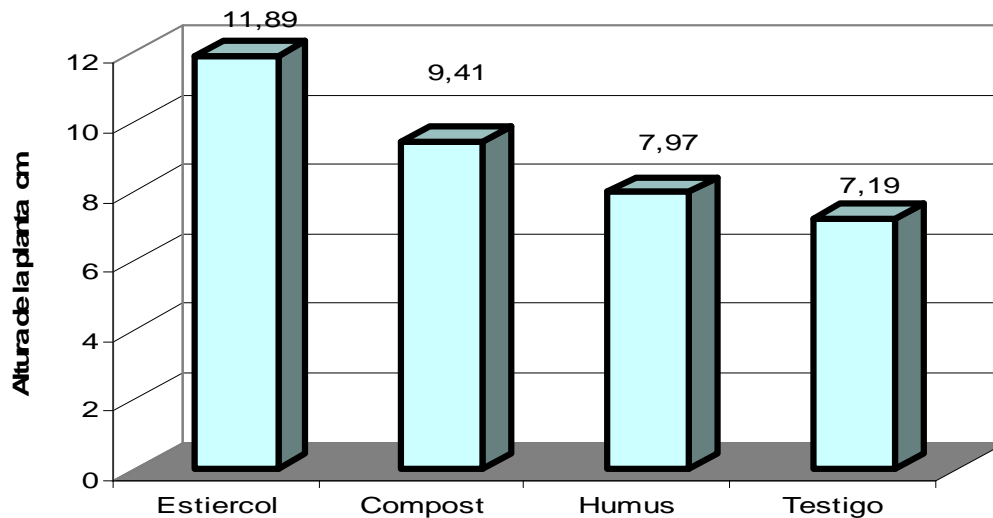


Figura 19. Altura de plantas en cm por tratamiento de abonos orgánicos

Esta diferencia se puede atribuir al hecho de que a mayor dosis de estiércol existe mayor disponibilidad de nutrientes en comparación a los provenientes del suelo.

5.4.3 Numero de hojas

Los datos obtenidos en cuanto al número de hojas no existen diferencias en cuanto a los diferentes tratamientos como se puede ver en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Análisis de varianza para número de hojas del cultivo de lechuga suiza

| FV | GL | SC | CM | Fc | Ft 0.05 |
|-------------|----|--------|-------|------|---------|
| Bloque | 3 | 1.5907 | 0.530 | 1.60 | 24.06NS |
| tratamiento | 3 | 2.846 | 0.628 | 2.30 | 14.6NS |
| Error | 9 | 6.614 | 0.316 | | |
| Total | 15 | | | | |

NS = no significativo

El CV obtenido es de 4.68% lo que demuestra la confiabilidad de los datos.

Como se observa en el cuadro 11 no existen diferencias significativas entre bloques ni entre tratamiento ya que la disponibilidad de nutrientes no influyen en cuanto al numero de hojas, también las condiciones climáticas se mantuvieron de manera homogénea para todo los tratamientos dentro del ambiente atemperado.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para número de hojas del cultivo de lechuga suiza de los diferentes abonos orgánicos

| Tratamiento | Promedio | Duncan |
|--------------------|-----------------|---------------|
| Estiércol | 12.595 | A |
| Compost | 12.005 | A |
| Humus | 11.701 | A |
| Testigo | 11.683 | A |

De acuerdo a la prueba de duncan realizada para el número de hojas de los diferentes tratamientos nos indican que no existe diferencia en cuanto al número de hojas entre todos los tratamientos tanto estiércol, compost y humus mostraron datos muy similares con promedio de 12 hojas por planta. Este paramento puede ser influenciado por la homogeneidad de características climáticas y por la fisiología de la semilla.

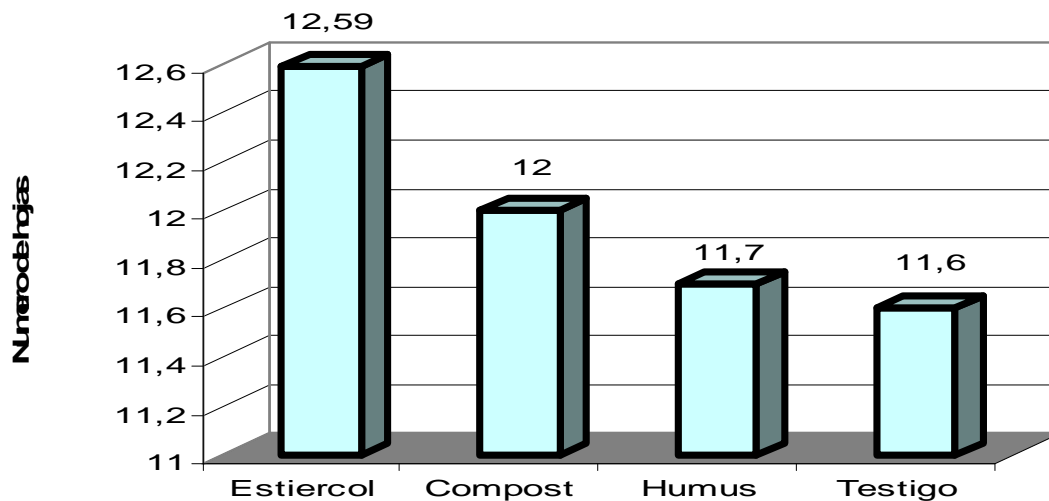


Figura 20. Numero de hojas de los diferentes tratamientos

De acuerdo a los resultados observados se diferencian gráficamente entre los diferentes tratamientos pero que no son significativos estadísticamente todos los tratamientos.

5.4.4 Índice área foliar

Los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre el índice área foliar se presentan en el siguiente cuadro a continuación.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el índice área foliar del cultivo de lechuga suiza

| FV | GL | SC | CM | Fc | Ft 0.05 |
|--------------|----|---------|--------|-------|---------|
| Bloque | 3 | 46.0090 | 15.336 | 3.48 | 6.38NS |
| Tratamientos | 3 | 472.117 | 78.686 | 17.84 | 0.01* |
| Error | 9 | 39.697 | 4.410 | | |
| Total | 15 | 511.815 | | | |

NS = no significativa

* = significativa

El **CV** obtenido es de 5.73% lo que demuestra la confiabilidad de los datos durante la investigación.

De acuerdo al cuadro 13 se observa que los resultados obtenidos se pueden deducir que no se encontraron diferencias entre bloques, lo que indica que el medio de trabajo fue manejado de manera homogénea.

Por otra parte existe diferencia significativas entre tratamientos el cual indica que existe diferencias en el índice área foliar, esto se debe por efecto de las cantidades aplicadas de abono en cada tratamiento y la densidad de siembra.

Cuadro 12. Prueba de duncan para el índice área foliar promedio

| Tratamiento | Promedio | Duncan |
|--------------------|-----------------|---------------|
| Estiércol | 1.38 | A |
| Compost | 1.21 | B |
| Humus | 1.05 | C |
| Testigo | 0.93 | C |

De acuerdo a prueba de duncan realizado se observa que existe diferencias entre los tratamientos ya que el estiércol presenta 1.38 seguido por el compost con 1.21 estos presenta diferencia entre ambos , mientras que el humus de lombriz y el testigo presentan valores de 1.05 y 0.93 son similares no habiendo diferencias entre ambos.

Las diferencias entre el estiércol y compost podrían estar influenciados por la cantidad de nitrógeno que presentan los diferentes clases de abonos orgánicos y además mantienen diferente grado de humedad, fertilidad del suelo y espacio entre las plantas.

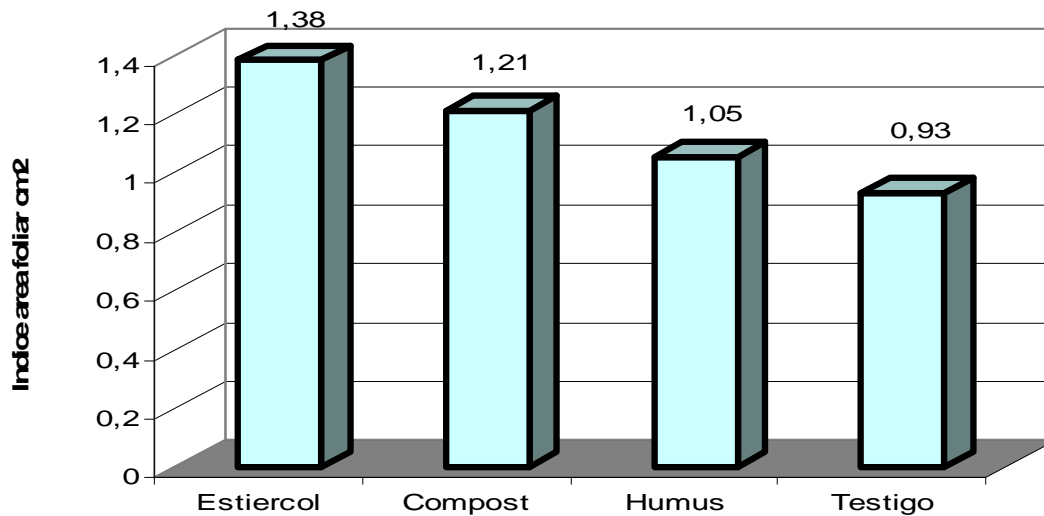


Figura 22. Comparación de índice área foliar

5.5 Rendimiento de materia verde (comercial)

Sin duda el comportamiento de peso de materia verde es una de las variables más importantes para determinar el rendimiento del cultivo, el análisis de varianza se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el rendimiento de lechuga suiza

| FV | GL | SC | CM | Fc | Ft 0.05 |
|---------------------|----|---------|----------|------|---------|
| Bloque | 3 | 0.06125 | 0.020416 | 1.19 | 36.88NS |
| Tratamientos | 3 | 0.960 | 0.160 | 9.29 | 0.2* |
| Error | 9 | 0.155 | 0.0172 | | |
| Total | 15 | 1.115 | | | |

NS = no significativo

* = significativo

El CV obtenido es de 10.71% lo que demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos.

El cuadro 7 muestra que no existe diferencias significativas entre bloques por que las condiciones climáticas se comportaron de manera homogénea, por otra parte existe diferencia significativas entre tratamientos esto puede deberse principalmente al efecto de los diferentes abonos orgánicos.

Cuadro 14. Prueba de duncan para rendimiento de producto comercial (Kg/m²)

| Tratamiento | Promedio (Kg/m²) | Duncan |
|--------------------|--|---------------|
| Estiércol | 1.587 | A |
| Compost | 1.250 | B |
| Humus | 1.125 | B |
| Testigo | 0.937 | C |

La prueba de Duncan establece y afirma estadísticamente significativo entre tratamiento con respecto al rendimiento de materia verde donde se forman cuatro grupos de comparación sobresaliendo el estiércol del resto de los abonos con un rendimiento de 1.58 Kg/m² el segundo grupo formado por el compost y humus de lombriz con rendimientos de 1.25 y 1.12 Kg/m² respectivamente y estadísticamente son iguales, el testigo registra rendimientos mas bajos de 0.93 Kg/m².

Esta fluctuaciones en cuanto al rendimiento son debidas al efecto benéfico que ejercen los distintos abonos como el caso de estiércol presenta mejor rendimiento, esto por la cantidad y mayor contenido de macro nutrientes que son disponibles para las plantas, frente a otros que tienen menor cantidad.

Con relación a estos valores Laura (1994), encontró que el estiércol de vacuno mostró los mejores resultados seguido por el compost, lo que corrobora los resultados obtenidos del presente trabajo.

Domínguez (1984), indica que la planta absorbe nitrógeno hasta el final de la vegetación, toda necesidad de nitrógeno que no sea satisfecha se traducirá en una disminución en el rendimiento, estas afirmaciones justifican los resultados obtenidos en términos de rendimiento.

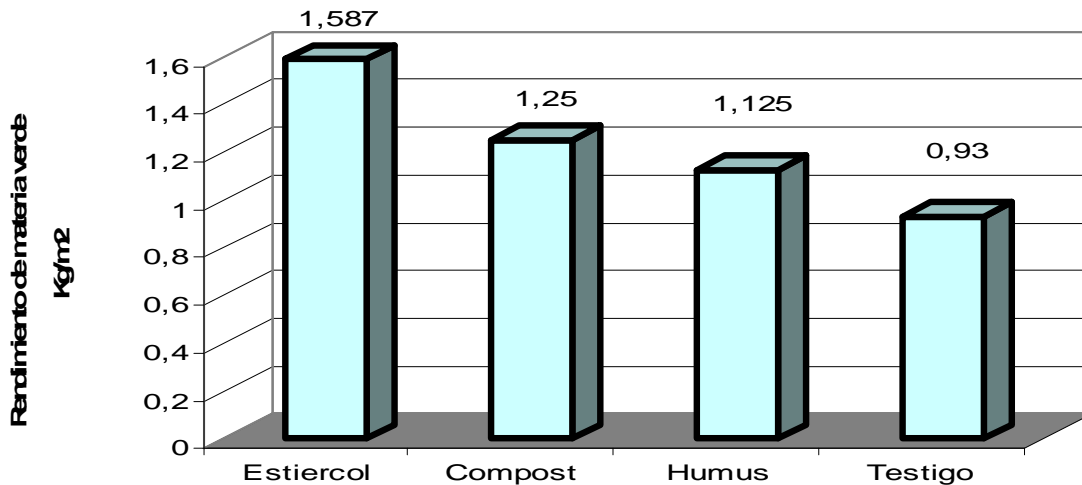


Figura 19. Rendimiento promedio de materia verde en lechuga suiza en Kg/m²

Estas diferencias se atribuyen a la cantidad de abonos aplicados, a condiciones ambientales como la humedad, temperatura del suelo por ende influye en la absorción de macro nutrientes por parte de las plantas.

Sánchez (1997), quien dice que el crecimiento y rendimiento de cultivo son funciones de muchas variables como ser suelo, cultivo y manejo.

5.6 Análisis económico de la producción

La primera columna muestra el rendimiento promedio obtenido de cada tratamiento en condiciones comerciales a nivel del productor, la segunda columna se observa el beneficio bruto de cada tratamiento ajustado al 10% del rendimiento, la tercera columna muestra costo total utilizado por cada tratamiento y por ultimo la

cuarta columna muestra beneficios netos obtenidos de cada un de los tratamientos expresados en Bs. Como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. Análisis complementario del estudio de cultivo de lechuga suiza

| Tratamiento | Rdto.Medio (Kg/m²) | Beneficio Bruto (Bs/m²) | Costo total (Bs/m²) | Beneficio Neto (Bs/m²) |
|-------------------------------|--|---|---|--|
| Testigo | 0.937 | 12.64 | 12.0 | 0.64 |
| Humus de lombriz californiana | 1.125 | 15.18 | 14.0 | 1.18 |
| Compost | 1.250 | 16.88 | 13.23 | 3.5 |
| Estiércol 50% vaca 50% ovino | 1.587 | 21.40 | 16.4 | 5.0 |

De acuerdo al cuadro 15 se tiene que la relación de beneficio neto que indica los beneficios son por lo menos 2 veces mayor que los costos de producción tomando en cuenta que los walipinis ya están construidos por lo tanto no se consideran los costos de construcción. Por otra parte para este tipo de análisis monetario se incluyen insumos, semilla, costo de mano de obra y otros.

El costo de producción de un kilogramo de lechuga suiza es de 15 bolivianos puesto en la feria no se considera los costos de transporte, el análisis económico fue realizado en el mes de octubre y el tipo de cambio de dólar es de 8.08 Bs.

El mayor valor de beneficio neto que alcanzo es el (T4) estiércol de 50% oveja y 50% vaca con dosis de 3Kg/m² que obtuvo un benéfico neto de 5.0 bs, seguido por el compost de 3.5 Bs. mientras que el humus de lombriz de 1.18 bs, el testigo presenta menor valor de 0.64 Bs.

VI. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

La aplicación de abonos orgánicos y un adecuado riego son los factores más importantes relacionados con el manejo del cultivo, que intervienen sobre el mejoramiento del suelo, rendimiento y sobre todo en calidad de la lechuga suiza.

La incorporación de abonos orgánicos específicamente el estiércol 50% de ovino y 50% de bovino, ejerce una influencia en el rendimiento de producto comercial. Frente al resto de los abonos como el compost y humus de lombriz californiana, que mostraron rendimientos bajos.

Al incorporar los abonos orgánicos al suelo, se mejoró las condiciones físicas, químicas y biológicas después de la cosecha, aumentando la estabilidad estructural, incrementando la retención hídrica, aumentando la capacidad de intercambio catiónico, regulando el pH del suelo, favoreciendo la germinación de la semilla y mejorando la nutrición mineral de los cultivos.

Los porcentajes de nitrógeno fósforo y potasio se presentaron en función a las cantidades aplicadas siendo el estiércol con altos porcentajes de N-P-K, seguido por el compost que al final de la cosecha fueron absorbidos por el cultivo.

La conductividad eléctrica se presentó mayor en suelos con humus de lombriz y estiércol, pero al final ningún valor mostró valores que expongan la salinidad.

El estiércol tiene un efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, en toda la etapa de investigación no se tuvo problemas con el ataque de plagas, pero si hubo problemas en cuanto a la presencia de enfermedades esto en la fase de cosecha que es causado por el hongo (fusarium) que provoca la podrición de las plantas el

control se efectuó mediante el uso de cenizas de tabaco, molle y manualmente eliminando las plantas afectados.

El sistema de riego utilizado en el presente trabajo de investigación tiene mucha influencia en cuanto a la propagación de enfermedad por esta razón se tiene un riego controlado de manera uniforme, tiene mayor capacidad de retención de agua el estiércol es una alternativa ya que en tiempos de helada evitara que los microorganismos del suelo parezcan por congelamiento.

En términos de rendimiento los mejores resultados fueron obtenidos por estiércol 50% de ovino y 50% de bovinos que presento mayor rendimiento de 1.58 Kg/m² de materia verde. El testigo presentó el menor rendimiento con un rendimiento promedio de 0.93 Kg/m² de materia verde.

El análisis económico realizado muestra que el cultivo de lechuga suiza con la incorporación de estiércol 3Kg/m² que obtuvo un B/N de 5 Bs. es el que mayores réditos ofrece, seguido por compost con un B/N de 3.5 Bs, el humus con B/N de 1.18 Bs., mientras que el testigo presento B/N de 0.64 Bs.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se plantea las siguientes recomendaciones.

En el presente trabajo de tesis se utilizó tres clases de abonos orgánicos de los cuales el estiércol (50% ovino y 50% vacuno) registro mayor rendimiento comercial, por lo tanto se recomienda a realizar investigaciones con diferentes dosis de estiércol.

Se recomienda a realizar trabajos similares con otros tipos de estiércoles como ser gallinazas, porquerizas y abonos verdes, etc. Bajo los ambientes atemperados debido a su mayor rendimiento y rusticidad de (*Valerianella locusta*).

Incentivar a los agricultores la elaboración de compost, con materia verde y estiércol de bovino, por que no solo mejora los rendimientos del cultivo si no que tiene un efecto directo sobre la estabilidad estructural del suelo y sobre la población de microorganismos; de esta manera garantizar la sostenibilidad productiva y seguridad alimentaría.

Es importante realizar investigaciones con diferente densidad de siembra a la cual se requiere encontrar un óptimo para poder tener mayores réditos.

Evitar en lo máximo que el productor utilice agro tóxicos, previniendo de esta manera por todo los medios la contaminación y erosión de los recursos naturales (agua, aire, suelo, flora, fauna) garantizando el uso racional del medio ambiente.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AOPEB, (2001). Asociación de organizaciones de productores ecológicos de Bolivia Normas de AOPEB para productores ecológicos en Bolivia. Séptima Edición octubre 2001 La Paz Bolivia Pp. 3 – 5.
- ALTER. (2000). Valerianella locusta Tawvle nr 502,02 Dansk navn Tandfri varsalat. Faamilie Valerianaceae. Consultado 2 de agosto 2005 Disponible en <http://www.puc.cl/sw/hort0498/HTML/p241.html>
- ALTERRADE,(2003). Nombre científico Valerianella locusta (L) Nombres...Italiano Consultados 15 de agosto 2004 disponible en (<http://www.Eseeds.Com/cgi-bin/comerse/productDisplay.prrfnbr2629639.prmnrbr127.CGRY.NUM/search>)
- AYAVIRI, R. (1996). Estudio de cuatro profundidades de walipinis en producción hortícola en invierno, contorno letanías Viacha La Paz Bolivia Pp. 23 - 139.
- AVILES, J. (1992). Producción de hortalizas bajo diferentes condiciones microclimáticas En el Altiplano. Pp. 150 - 151 La Paz Bolivia.
- AROS, J.J. (1992). Lombricultura asistencia técnica. SENCE – AGROCAP Santiago Chile Pp. 32 - 44.
- AUBERT, et al (1966). “Papeletas del agrónomo” fichas de estudio N° 27 1ra impresión Editorial SEDA, Paris – Francia Pp. 16.
- BENZON Instituto Review, (2000). Artículo The Panqqar Huyu. Volumen 1. Brigham Young University. Provo, Utah EE.UU.
- BELLAPART, C. (1988). Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química editorial AEROS S.A. Barcelona España Pp. 75 – 87.
- BUCKMAN Y BRADY (1966). Naturaleza y propiedades del suelo Ed. Barcelona México Ed. Hispano Americano Pp. 590.
- CHURQUINA V. (2000). Lechuga suiza La Paz - Bolivia C.I.E.L.O. mención de comunicación personal.
- CALZADA, J. (1985). Métodos estadísticos para la investigación. &ma. Ed. Milagros S.A. Lima Perú Pp. 644.

- CLADES (1995). Agro ecología desarrollo rural 2da.ed. Lima Perú. Pp. 43 - 81.
- CEDEFOA, (2002). Carpas solares, Técnicas de construcción y técnicas de producción de hortalizas. La Paz - Bolivia Pp. 3 - 18.
- CHILON, E. (1997). Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAC. La Paz Bolivia Pp. 170 - 185.
- CEFODCA (Centro de fomento cooperativo agropecuario La Paz Bolivia.
- CIMMYT (1991). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica Ediciones completamente revisada México Pp. 79.
- CYMMYT, folleto de informaciones No .7, México DF.
- COCA, W. (1995). Fertilidad de suelos manual No. 1 Universidad San Simón Cochabamba Bolivia Pp. 94 – 102.
- COOKE, G. (1983). Fertilización para rendimiento máximo Ed. trillas México Pp. 345 –346.
- DASILVA, N. (1981). Abarcao de nutriemntes pela cultivo do al ho, in haah H.P.Y. Miami,K. NITRICCO mineral em hortalizas campinos, fundacao cargul. Pp. 241 – 256.
- DOMINGUEZ, A. (1984). Tratado de fertilizantes. Ed. Mundi prensa Madrid – España Pp. 37 – 49, 180 - 190
- DIAZ, R. (1998). Aplicación fraccionada de nitrógeno en tres densidades de plantación en lechuga bajo carpa solar Pp. 68 – 89
- FERRUZI C. (1986). Manual de lombricultura 1ra. Edición Madrid España Ed. Mundi-prensa Pp. 25 – 50
- FOTH, D. (1986). Fundación de la ciencia de suelo 2da impresión editorial continental S.A. México Pp. 83 -173 -175
- GUERRERO G. A. (1993). El suelo los abonos y la fertilización de los cultivos editorial mundi prensa Pp. 10 - 25 - 48.
- GARCIA J .L. (1999). Recuperación de los suelos con la lombriz roja californiana FAO. E mail randrade campus gro ítems.
- GOMERO, L. (1999). Manejo ecológico de suelo Primera edición. Editorial Stefang SRL. Lima Perú Pp. 182 - 196

- GOMEZ, P. (1979). Riego a presión y goteo. Segunda edición. AEDOS. España Pp. 30 – 38.
- GONZALES, A. (1998). Producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en campo con y sin quema de vegetación, bajo dosificación con estiércol en la provincia de caranavi La Paz – Bolivia Pp. 38 – 41.
- IBTA. (1995). Manual practico para el cultivo de hortalizas de hojas de invierno. La Paz - Bolivia Pp. 2.
- KRARUPC Y KONAR P. (1986). Pág. Web Hortalizas de estación calida, biología y diversidad cultural, universidad Católica de Chile.
- LEÑANO F. (1973). Como se cultivan las hortalizas de hoja editorial de vecchi S.A. Barcelona-España Pp. 75 - 78.
- LAMPKIN, N. (1998). Agricultura ecológica, una agricultura con futuro. Ediciones Mundi Prensa Madrid España Pp. 5 - 7 de 109 - 117.
- LABRADOR, J. (1996). La materia orgánica en los agros sistemas. Ediciones Mundi Prensa Madrid España. Pp. 93 - 103.
- LAURA, J. (1999). Aplicación de abonos orgánicos en rotación de hortalizas y su efecto en el suelo en el micro cuenca de Achocalla Tesis Ing. Agr. La Paz Bolivia UMSA Facultad de Agronomía Pp. 79.
- LORINI, J. (1994). La agro ecología y el desarrollo, Agropecuarios. Editorial IICA San José Costa Rica. Pp. 343.
- LOPEZ, T. (1994). Horticultura México trillas Pp. 25 – 35.
- MAGDOFF, F. (1997). Calidad y manejo de suelo modulo II Ed. CIED. Lima Perú Pp. 59 – 79.
- MAMANI, B. (1997). Influencia de las características del suelo y la incorporación de materia orgánica en el comportamiento térmico de los suca kollus Pp. 97 – 100.
- MIRANDA, R. (2002). Apuntes de edafología propiedades físicas y químicas de suelos Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía La paz Bolivia Pp. 59.
- NAVARRO, E. (1994). Física de suelos con enfoque agrícola primera edición editorial trillas impreso México Pp. 164 – 165.

- OCSA, M. (1995). El sistema walipini 1 ed. Embajada Real de los países Bajos.
Editorial
- ORSAG, V. (2003). Manejo y conservación de suelos Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía La paz Bolivia Pp. 4.
- ROJAS L. (1999). Estudio para la producción de humus de lombriz roja californiana como alternativa agro ecológica en el Altiplano central Tesis UMSA.
- SEMTA, (1993). Guía de manejo de cultivos protegidos. La Paz –Bolivia. Ed. FM Arte Grafico Pp. 211.
- SERRANO, Z. (1980). Cultivo de hortalizas en invernadero, 1ra Edición. ED. Barcelona España. Pp. 360.
- SANCHEZ, P. (1997). Materia orgánica del suelo modulo II Ed. CIED Lima Perú Pp. 161 – 173.
- SIPCA, (2002). Abonos insecticidas y funguicidas orgánicos. 1ra Edición. La Paz Bolivia Pp. 13 a 26.
- TAMARO, D. (1977). Manual de horticultura editorial Gustavo Gli.S.A Barcelona-España Pp.47 – 96.
- PERRIN, R. (1979). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos
- HARTMANN, F. (1990). Invernaderos y Ambientes atemperados. FADES ED. CECIM. La Paz Bolivia Pp. 17 - 43.
- VIGLIOLA, M. I. (1993). Manual de horticultura.2da reimpresión de la 2da ed. Buenos aires- Argentina. Ed. Hemisferio Sur SA. Pp. 70 – 161.

A n e x o s

Costo mano de obra

| Lechuga | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Costo |
|------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|--------------|
| 1.- Preparación del terreno | | | | |
| Remoción | Jornal | 0.25 | 25 | 6.25 |
| Incorporación de abono | Jornal | 0.15 | 25 | 3.75 |
| Nivelado | Jornal | 0.15 | 25 | 3.75 |
| 2.- Siembra | | | | |
| Sembrado | Jornal | 0.10 | 25 | 2.5 |
| Tapado | Jornal | 0.15 | 25 | 3.75 |
| 3.- Insumos | | | | |
| Semilla | gramos | 128 | 2 | 2.56 |
| Estiércol | bolsas | 8 | 8 | 64 |
| Compost | bolsas | 5 | 4 | 24 |
| Humus de lombriz californiana | bolsas | 6 | 8 | 40 |
| Bolsas de empaque | paquete | 1 | 10 | 10 |
| 4.- Labores culturales | | | | |
| Deshierbe | jornal | 3 | 25 | 75 |
| Riego | jornal | 0.50 | 25 | 12.5 |
| Control fitosanitario | jornal | 0.15 | 25 | 3.75 |
| 5.- Cosecha | | | | |
| Cosecha | jornal | 0.25 | 25 | 6.25 |
| Selección | jornal | 0.15 | 25 | 6.25 |
| Lavado | jornal | 0.15 | 25 | 3.75 |
| Embolsado | jornal | 0.15 | 25 | 3.75 |
| Transporte | jornal | 1 | 25 | 25 |

Total 553.5 Bs.
Cambio de Dólar 8.0.8 Bs.

Composición nutritiva de lechuga suiza (*Valereanella locusta*)

| Elemento | % |
|-------------------------------|-------|
| Agua | 93.41 |
| Sustancia albuminoidea | 2.09 |
| Grasa | 0.41 |
| Sustancias extractivas libres | 2.73 |
| Fibra leñosa | 0.57 |
| Ceniza | 0.78 |
| Sustancias secas: | |
| Hidrogenaza | 5.07 |
| Hidratos de carbono | 41.4 |

Fuente elaboración propia a partir de análisis realizado

Registro de datos durante la investigación

| Tratamiento | | Rep. | Altura (cm) | Nro. de hojas | I.A.F (cm ²) | Materia verde Kg/ m ² |
|-------------|---------------------------------|------|-------------|---------------|--------------------------|----------------------------------|
| 1 | Testigo | 1 | 7.65 | 12.42 | 28.22 | 1.0 |
| 1 | Testigo | 2 | 6.82 | 12.34 | 25.12 | 0.8 |
| 1 | Testigo | 3 | 7.42 | 12.62 | 29.4 | 1.10 |
| 1 | Testigo | 4 | 6.86 | 13.0 | 23.4 | 0.85 |
| 2 | Humus de lombriz californiana | 1 | 7.82 | 11.23 | 29.65 | 1.10 |
| 2 | Humus de lombriz californiana | 2 | 7.98 | 12.6 | 28.47 | 1.10 |
| 2 | Humus de lombriz californiana | 3 | 7.49 | 13.0 | 28.8 | 1.20 |
| 2 | Humus de lombriz californiana | 4 | 7.13 | 11.18 | 32.4 | 1.20 |
| 3 | Compost de residuos de cosecha | 1 | 10.11 | 12.0 | 33.5 | 1.0 |
| 3 | Compost de residuos de cosecha | 2 | 8.42 | 11.67 | 35.2 | 1.30 |
| 3 | Compost de residuos de cosecha | 3 | 9.45 | 12.06 | 32.4 | 1.20 |
| 3 | Compost de residuos de cosecha | 4 | 9.67 | 11.0 | 38.45 | 1.50 |
| 4 | Estiércol de vaca 50% oveja 50% | 1 | 11.49 | 11.56 | 36.58 | 1.50 |
| 4 | Estiércol de vaca 50% oveja 50% | 2 | 11.22 | 12.42 | 39.4 | 1.55 |
| 4 | Estiércol de vaca 50% oveja 50% | 3 | 12.43 | 11.68 | 36.4 | 1.60 |
| 4 | Estiércol de vaca 50% oveja 50% | 4 | 12.40 | 11.13 | 35.8 | 1.70 |

Calculo del índice área foliar



Crecimiento de la lechuga suiza



Instrumentos meteorológicos



Características de la semilla de lechuga suiza



Crecimiento de la lechuga suiza



Madures fisiológica de la lechuga suiza a los 2 meses

