

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



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DEL EFECTO DEL HUMUS DEL LOMBRIZ
EN EL CULTICO ORGANOPONICO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)**

GUALBERTO MAMANI ESPEJO

**La Paz – Bolivia
2010**

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

**EVALUACION DEL EFECTO DEL HUMUS DEL LOMBRIZ
EN EL CULTIVO ORGANOPONICO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título Licenciado en
Ingeniería Agronómica*

GUALBERTO MAMANI ESPEJO

TUTOR:

Ing. MSc. Jorge Pascuali

ASESOR:

Ing. MSc. Hugo Bosque

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. David Morales

Ing. Victor Paye

Ing. Eliseo Quino

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

EVALUACION DEL EFECTO DEL HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO ORGANOPONICO DE LA LECHUGA (Lactuca sativa L.)

1. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	4
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
2.1. La lechuga	5
2.1.1. Características botánicas	5
2.1.1.1. Taxonomía	5
2.1.1.2. Morfología	5
2.1.1.3. Fases fenológicas	6
2.1.1.4. Variedades	6
2.1.1.5. Importancia económica y distribución geográfica	7
2.1.2. Cultivo	7
2.1.2.1. Características edafoclimáticas	7
2.1.2.1.1. Suelo	7
2.1.2.1.2. Temperatura, humedad relativa y foto periodo	7
2.1.2.1.3. Siembra	8
2.1.2.1.4. Trasplante	8
2.1.2.1.5. Riego	9
2.1.2.2. Labores culturales	9
2.1.2.2.1. Deshierbe	9
2.1.2.2.2. Abonamiento	9
2.1.2.2.3. Cosecha	10
2.1.3. Plagas y enfermedades	10
2.1.4. Valor nutricional	11
2.2. Organoponía	12
2.2.1 Principios técnicos a aplicar en el cultivo organopónico	12
2.2.1.1. Canteros	13
2.2.1.1.1. El área	13
2.2.1.1.2. El diseño constructivo. Canteros	14
2.2.1.1.3. El uso de plástico	14
2.2.2.2. El sustrato	15
2.2.2.2.1. Sustrato para Organoponía	15
2.2.2.2.1.1. Arena	16
2.2.2.2.1.2. Turba	17
2.2.2.3. Materia orgánica	17
2.2.2.3.1. Humus de lombriz	18

2.2.2.3.2. Té de humus	19
2.2.2.3.3. Preparación del sustrato.	19
2.2.2.4. Riego	20
2.2.2.4.1. Calidad del agua de riego	20
2.2.2.4.1.1. Salinidad	20
2.2.2.4.1.2. Frecuencia de riego	20
2.3. Factibilidad del cultivo organopónico como fuente de ingresos	21

3. MATERIALES Y METODOS **23**

3.1. Zona de ensayo	23
3.1.1. Características de la zona.	23
3.1.2. Características climáticas	24
3.1.4. Características agrícolas	24
3.1. Materiales	25
3.2.1. Material biológico	25
3.2.2. Material de campo	25
3.2.2.1. Canteros	25
3.2.2.2. Equipos e insumos	25
3.2.2.3. Material de gabinete	25
3.3. Análisis estadístico	26
3.3.1. Diseño Experimental	26
3.3.2. Factores de estudio	26
3.3.3. Modelo lineal	27
3.3.4. Características de las parcelas experimentales	28
3.3.4.1. Croquis de ensayo	29
3.4. Método	30
3.4.1. Procedimiento de campo	30
3.4.1.1. Habilitación de las bandejas de cultivo	30
3.4.1.2. Preparación del sustrato	30
3.4.1.3. Abonado	31
3.4.1.4. Preparación de la solución e incorporación del abono	31
3.4.1.5. Almacigado y transplante	32
3.4.1.6. Reposición	32
3.4.2. Riego	32
3.4.3. Calidad del agua	32
3.4.4. Análisis químico.	33
3.5. Labores culturales	33
3.5.1. Efectos climáticos	33
3.5.2. Plagas	34
3.5.3. Control de maleza	34
3.5.4. Cosecha	34
3.6. Medición de las variables de respuesta	34
3.6.1. Fases fenológicas	34
3.6.2. Peso a la cosecha	34
3.6.3. Altura de la planta	35
3.6.4. Perímetro de la planta	35

3.6.5.	Longitud radicular	35
3.6.6.	Análisis económico.	35
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1.	Condiciones agroecológicas en la zona de trabajo	36
4.1.1.	Temperatura	36
4.1.2.	Precipitación pluvial	37
4.1.3.	Calidad del agua	38
4.1.4.	El humus de lombriz	41
4.2.	Fases fenológicas	41
4.3.	Variables agronómicas.	43
4.3.1.	Peso a la cosecha.	43
4.3.1.1.	Factores	45
4.3.1.2.	Interacciones	48
4.3.1.3.	Regresión lineal y correlación entre rendimiento de la planta y tratamientos	49
4.3.1.4.	Regresión lineal y correlación entre rendimiento de la planta y niveles de abonado	50
4.3.2.	Altura de la planta	52
4.3.2.1.	Factores	53
4.3.2.2.	Regresión lineal y correlación entre altura de la planta y tratamientos	56
4.3.2.3.	Regresión lineal y correlación entre altura de la planta y niveles de abonado	57
4.3.3.	Perímetro de la planta	58
4.3.3.1.	Factores	60
4.3.3.2.	Interacciones	62
4.3.3.3.	Regresión lineal y correlación entre perímetro de la planta y tratamientos	63
4.3.3.4.	Regresión lineal y correlación entre perímetro de la planta y niveles de abonado	64
4.3.4.	Raíz	66
4.3.4.1.	Regresión lineal y correlación entre la longitud radicular de la planta y tratamientos	69
4.3.4.2.	Regresión lineal y correlación entre la longitud radicular de la planta y niveles de abonado	70
4.3.	Análisis económico	71
5.	CONCLUSIONES	74
6.	RECOMENDACIONES	75
7.	LITERATURA CITADA	76
8.	ANEXOS	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Promedio de temperaturas (en °C)	36
Figura 2.	Precipitación pluvial (mm)	38
Figura 3.	Comportamiento de la Conductividad Eléctrica del agua de riego. (en $\mu\text{S}/\text{cm}$)	39
Figura 4.	Relación entre medias por cada uno de los factores.	46
Figura 5.	Relación de medias de las interacciones entre los factores. (gr/pta)	49
Figura 6.	Regresión lineal entre rendimiento del peso de la planta y los tratamientos.	50
Figura 7.	Regresión lineal entre peso de la planta y niveles de abonado	51
Figura 8.	Relación entre medias de altura por cada uno de los factores. cm.	54
Figura 9.	Relación entre medias de altura por cada uno de los tratamientos. cm.	56
Figura 10.	Regresión lineal entre altura de la planta y tratamientos	57
Figura 11.	Regresión lineal entre altura de la planta y niveles de abonado	58
Figura 12.	Relación entre medias de altura por cada uno de los tratamientos. cm.	61
Figura 13.	Relación de medias del perímetro alcanzado por las plantas en cada uno de los tratamientos. cm.	63
Figura 14.	Regresión lineal entre perímetro de la planta y tratamiento	64
Figura 15.	Regresión lineal entre perímetro de la planta y niveles de abonado	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Características nutricionales de la lechuga en 100 g.	12
Cuadro 2.	Disposición de los tratamientos	27
Cuadro 3.	Fechas y número de días por fases fenológicas	41
Cuadro 4.	Comparación de días por ciclo	42
Cuadro 5.	Análisis de varianza de peso fresco	44
Cuadro 6.	Medias del peso de la planta, según factor estudiado.	45
Cuadro 7.	Comparación de medias, peso fresco del nivel de abonamiento con humus de lombriz.	47
Cuadro 8.	Medias de peso de la planta, según tratamiento. (gr/pta)	48
Cuadro 9.	Análisis de varianza de altura de la planta	52
Cuadro 10.	Medias de altura de las plantas de lechuga. Según Factor. Cm	53
Cuadro 11.	Comparación de medias de los niveles de abonamiento Interacción	54
Cuadro 12.	Medias de altura de las plantas de lechuga. Por cada tratamiento. Cm	55
Cuadro 13.	Análisis de varianza de perímetro de la planta	59
Cuadro 14.	Medias del perímetro de las plantas de lechuga. Por Factor Cm.	60
Cuadro 15.	Cuadro de comparación de medias de niveles de abonamiento	61
Cuadro 16.	Medias del perímetro de las plantas de lechuga. Por cada tratamiento. Cm	62
Cuadro 17.	Análisis de varianza. Largo de raíz (cm).	66
Cuadro 18.	Medias de longitud radicular de las plantas de lechuga. Por Factor . Cm	67
Cuadro 19.	Comparación de medias	67
Cuadro 20.	Medias de altura de las plantas de lechuga. Por cada tratamiento. Cm	68
Cuadro 21.	Análisis económico de los rendimientos según tratamientos. Cultivo organopónico de la lechuga a una densidad de ptas/m2. (en 2000 m2)	71

INDICE ANEXOS

- Anexo 1. Ubicación de la zona de trabajo. Departamento La Paz.
Provincia Murillo. Comunidad Palca.**
- Anexo 2. Disposición de los canteros en el campo.**
- Anexo 3. Análisis del laboratorio de materia orgánica y te de humus**
- Anexo 4. Lectura de pH y Conductividad eléctrica
Del agua de riego**
- Anexo 5. Relación de lectura de precipitación pluvial**
- Anexo 6. Relación de Temperatura ambientales.**
- Anexo 7. Estructura de costos variables. En la parcela experimental y en
parcela productiva de 2000 m²**
- Anexo 8. Ingresos por venta de plantas de lechuga.**
- Anexo 9. Datos de lectura de campo. Peso de la lechuga a la cosecha**
- Anexo 10. Lectura de datos en campo. Perímetro de la planta**
- Anexo 11. Lectura de datos en campo. Altura de la planta**
- Anexo 12. Lectura de datos en campo. Diámetro del cuello de la planta**
- Anexo 13. Lectura de datos de campo. Largo de la raíz.**

DEDICATORIA

Con el mayor respeto y amor, a mis padres, Martín y Felipa, quienes a pesar de la adversidad supieron inculcarme valores para mirar la vida, encarándola para transformarla en beneficio de la humanidad. A mis hijos, por haberles prorrteado su tiempo

AGRADECIMIENTOS

A Don Benedicto Blanco, campesino de Palca, que desinteresadamente me brindó sus conocimientos y observaciones puntuales. A la Universidad Mayor de San Andrés, donde asimilé principios y conocimientos científicos.

RESUMEN

El trabajo se realizó en la localidad de Palca, a 21 Km de la ciudad de La Paz. Cabecera de valle, sobre 3100 msnm. Los vientos recorren, de sur a norte, por las tardes en sentido contrario. Zona tradicionalmente productora de hortalizas. El problema es el suelo, arenoso, sobre el que se riega de modo incontrolado. se refleja en una creciente erosión. Se propuso la técnica de la organoponia, cultivo de vegetales en sustratos mixtos (suelo + materia orgánica), depositados en canteros sobre el suelo, aislados por contenes, revestidos de plástico impermeable, a través de prácticas agrícolas orgánicas, intensivos y sostenibles. La temperatura media general fue 15.7° C. y la precipitación pluvial acumulada de 422.7 mm concentrados en 37 días; se suplió con riego de agua del rio (1390.2 μ S/cm). El modelo lineal empleado fue, parcelas sub sub divididas. El Factor A. sustratos, arena y arena con turba; Factor B. incorporación de humus sólido y té de humus; Factor C, nivel de abonamiento, 12.63 Tm/ha, 26.51 Tm/ha y 39.47 Tm/ha. Los rendimientos en peso, son: arena, 357.7; arena turba 344.2; humus 326.5; té de humus 375.5 y nivel 1, 251.4; nivel 2, 340.9 y nivel 3, 450.6 gr/pta. Para las interacciones, los extremos en rendimiento son: arena-turba con el nivel 3 de abonado en la forma de té de humus obtuvo 504.4 gr/pta y arena, humus a nivel 1 tuvo 231.4 gr/pta. Los resultados obtenidos son estadísticamente no significativos para los Factores A y B; es significativo para el Factor C, nivel de abonamiento y el nivel tres obtuvo los mejores resultados. Los resultados están directamente en relación con el nivel de abonado y la disponibilidad inmediata de las mismas. Se sugiere aplicar un abonado por encima de los niveles ensayados y en forma de té de humus.

EVALUACION DEL EFECTO DEL HUMUS DE LOMBRIZ EN EL CULTIVO ORGANOPONICO DE LA LECHUGA (Lactuca sativa L.)

2. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

Históricamente las comunidades rurales han desarrollado tecnologías agrícolas que han permitido alimentar a una población numerosa y de forma sostenible. La base fue la producción orgánica, la rotación de cultivos y la adaptación a los pisos ecológicos de las especies aprovechables. En general los campesinos además del trabajo agrícola, acompañan con actividad pecuaria y ofrecen la tracción animal, lo que abarata los costos.

Desde la incursión en el uso de aditivos químicos en las diferentes actividades humanas los beneficios aparentes han sido inmensos. La aplicación de agroquímicos ha beneficiado económicamente a los comercializadores, en correspondencia han empobrecido biológicamente al suelo, perdiendo su fertilidad natural y su capacidad productiva.

En la actualidad, la aplicación de abonos orgánicos es una de las alternativas para poder recuperar la fertilidad del suelo. Los microorganismos que contienen, descomponen las sustancias orgánicas y las convierten en minerales que pueden ser asimilados por las plantas.

A lo anterior se deben sumar la ausencia de contaminación de las aguas, eliminación de riesgos a la salud humana, eliminación de los residuos del mercado, aumento de la producción acompañada del mejoramiento en su calidad y protección del medio ambiente, haciéndola sostenible.

Nuestra realidad, sobre todo en los valles y el altiplano, conllevan problemas como la excesiva parcelación del suelo, el desplazamiento de los campesinos,

particularmente pobres, a las zonas con suelos sin vocación agrícola, así como el abuso sobre los suelos por el uso de fertilizantes químicos y riego excesivo, con la consiguiente pérdida de fertilidad y erosión. Bajo estas condiciones se requiere cambiar las prácticas para proteger los suelos contra factores adversos como la erosión.

Los principios y prácticas culturales del cultivo organopónico posee rasgos generales que le convierten en una modalidad de cultivo practicable en las más diversas condiciones y corresponden a las prácticas ya desarrolladas por las mismas comunidades desde el pasado, el uso de recursos de su medio.

1.3. **Justificación**

El valle de Palca tiene vocación agrícola, en particular el de la producción de hortalizas que son comercializadas en la ciudad de La Paz. El suelo visiblemente afectado por el uso de fertilizantes químicos, plaguicidas, y excesiva aplicación de riego, caracterizan a la zona.

Los campesinos tradicionalmente son productores de lechuga, arveja, choclo, papa, cebada, además de otras de menor importancia.

Para alcanzar la producción necesaria, debido a las exigencias del mercado, normalmente utilizan volúmenes de agua que corresponden a $1\text{m}^3/\text{min}$ por periodos de hasta 2 horas en parcelas que no exceden los 500 m^2 , con una frecuencia semanal. A esto se añade la aplicación de fertilizantes químicos (urea) y pesticidas que se las aplica sin control ni recomendación técnica.

Estas prácticas, paulatinamente, degradaron los suelos convirtiéndolas en arenosas, incentivaron la proliferación de plagas como los pulgones (*Aphis persicae*), malezas como el quiquyo (*Pennisetum clandestinum*) y un rendimiento muy dispar en cuanto a peso y volumen que se reflejan en el precio del producto en el mercado.

El potencial de la zona por sus condiciones agroclimáticas así como, la tradición y el conocimiento de prácticas hacen de la zona como aptas para la mejora o implementación de nuevas técnicas que mejoren la calidad del producto, conservando su cualidad de productores hortícolas y abastecedores de un mercado cada vez más exigente cuantitativa y cualitativamente.

Adaptar tecnologías que les permita mejorar el rendimiento por área sin degradar el suelo y si se lograra mejorar las condiciones de éste, sería de gran impacto y beneficio para los agricultores así como para el mercado consumidor.

El empleo de productos biológicos de origen animal, vegetal o microbiano sustituyendo a los fertilizantes químicos, es una alternativa viable y sostenible en la producción de hortalizas. Garantiza productos inocuos, de mayor valor biológico y mejores propiedades organolépticas.

Los residuos orgánicos locales, reciclándolos disminuyen sus costos y contribuyen a la descontaminación ambiental eliminando la acumulación de los mismos; permite restituir a los agro ecosistemas parte de los nutrientes extraídos.

La disponibilidad de agua de riego a través de canales ya establecidos así como la experiencia en la producción de las hortalizas hace viable una propuesta del uso de nuevas técnicas para mejorar la producción y sus condiciones de vida.

Los estados ya iniciaron la acción política por el que orientan e incentivan esta actividad, ese es el caso del estado boliviano con la ley N° 3525 de 21 de noviembre del 2006, donde se propone que la actividad agrícola y pecuaria deben ser erigidas por la condición orgánica y ecológica.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- **Evaluar el efecto del abonado con humus de lombriz sobre la lechuga en condiciones organopónicas, en dos tipos de sustrato y dos formas de incorporación del humus.**

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el sistema organopónico para el cultivo de la lechuga repollada (variedad salinas) a campo abierto.
- Evaluar el aporte interactivo de los factores de abonado con humus de lombriz, tipos de sustrato y formas de incorporación del humus.
- Evaluar las fases fenológicas del cultivo de la lechuga por efecto del humus de lombriz en sistema organopónico.
- Evaluar económicamente la producción de lechuga repollada en el sistema organopónico.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. La lechuga

La lechuga es una planta anual, debido a su precio, sus cualidades alimenticias y la facilidad de su preparación, la hicieron una especie hortícola apreciada en el mercado.

2.1.1. Características botánicas

2.1.1.1. Taxonomía

La clasificación taxonómica es (Universidad Nacional del Nordeste, 1998):

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Subfamilia:	Cichorioideae
Tribu:	Lactuceae
Género:	<i>Lactuca</i>
Especie:	<i>Lactuca. sativa</i>

2.1.1.2. Morfología

Novara (1980), describe a la lechuga como una planta herbácea, de hojas alternas, colocadas en roseta y desplegadas al principio; en unos casos, siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde del limbo puede ser liso, ondulado o aserrado

- Tallo: es cilíndrico y ramificado con tubos laticíferos ramificados.
- Inflorescencia: en capítulos isomorfos, hermafroditas y liguladas; de color amarillo, dispuestos en racimos o corimbos.
- Semillas: están provistas de un vilano plumoso.
- Raíz: no llega nunca a sobrepasar los 25 cm. de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.

2.1.1.3. Fases fenológicas

Maroto (1989) indica que la lechuga tiene las siguientes fases en las que se desarrolla la planta:

Fase fenológica	Característica
<ul style="list-style-type: none">• Formación de rosetas	<ul style="list-style-type: none">• Las hojas iniciales forman una roseta
<ul style="list-style-type: none">• Formación de cogollo	<ul style="list-style-type: none">• Las hojas desarrolladas forman un conjunto compacto que emergen desde el nudo o cuello.
<ul style="list-style-type: none">• Reproducción	<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla tallo floral, flores y maduración del fruto

2.1.1.4. Variedades

Según Novara (1980), las variedades de lechuga se clasifican en las siguientes:

Romanas: *Lactuca sativa* var. *Longifolia*. No forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho.

Acogolladas: *Lactuca sativa* var. *Capitata*. Estas lechugas forman un cogollo apretado de hojas.

De hojas sueltas: *Lactuca sativa* var. *Inybacea*. Son lechugas que poseen las hojas sueltas y dispersas.

Lechuga espárrago: *Lactuca sativa* var. *Augustaza*. Son aquellas que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas.

2.1.1.5. Importancia económica y distribución geográfica

La FAO (2004), citado por www.html:/saber.ula.ve, informa que la producción mundial de lechuga alcanza a 16.6 millones Tm/año, siendo en Sudamérica el mayor productor Chile con una producción de 85000 Tm/año. Estos datos a su vez, se indica, están en ascenso.

En Bolivia, los departamentos productores de esta hortaliza, a campo abierto, son: por excelencia los valles de Cochabamba, Tarija, Chuquisaca, Santa Cruz, Potosí; también se encuentra zonas, algo menores en áreas de cultivo, en departamentos como La Paz, donde el promedio de rendimiento es de 6795 kg/ha. Con una extensión cultivada de 200 ha se alcanzó una producción de 1359 Tm (Ministerio de Desarrollo Rural, Agricultura y Medio Ambiente, 2008).

2.1.2. Cultivo

2.1.2.1. Características edafoclimáticas

2.1.2.1.1. Suelo

Salas (2000), indica que la lechuga se desenvuelve muy bien en suelos sueltos. Según www://saber.ula.ve (2007), los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6.7 y 7.4 .

En cultivos de verano es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido (Socorro, 2006).

2.1.2.1.2. Temperatura, humedad relativa y foto periodo

La temperatura óptima de germinación (Salas, 2000), oscila entre 18°C y 20°C. La fase de crecimiento requiere de 14°C a 18°C por el día y 5°C a 8°C por la noche. Durante la fase de acogollado será 12°C por el día y 3.5°C por la noche. La temperatura máxima que soporta el cultivo es de 30°C y la mínima de – 6°C. Los mismos rangos de temperatura propone Ibar (1989).

Maroto (1989), citando a Wien (1977), señala que para la formación de la cabeza es necesario un equilibrio entre luz y temperatura, el acogollamiento responde favorablemente ante el incremento del estímulo lumínico acompañado por una temperatura superior a 20° C.

Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia (Salas, 2000).

La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60% (www.html:/saber.ula.ve).

2.1.2.1.3. Siembra

La época de siembra varía según la zona y la variedad escogida o adaptada a la zona en cuestión. La siembra será en almácigo para luego pasar a trasplantar, después de tres meses se procederá a la cosecha. CIPCA (2003), recomienda la realización de la siembra, en lechugas acogolladas, a partir del mes de mayo.

Salas (2000), recomienda realizar el amacigado en las mismas condiciones edafoclimáticas en que se procederá al trasplante. El requerimiento de semilla es de 0,5 a 1 kg/ha.

2.1.2.1.4 Trasplante

Consiste en pasar los plantines de la cama del almácigo a campo definitivo (Salas, 2000). Se debe evitar cualquier daño físico o stress hídrico.

Trasplantar la lechuga cuando tengan cinco a seis hojas y una altura de 8 cm., desde el cuello del tallo hasta la punta de las hojas. Al poner la planta fijar la tierra con la mano o pie, inmediatamente regar con mucha agua.

Mallar (1978), recomienda en especies de hoja, una densidad de siembra entre plantas 17 cm. Esta densidad de siembra es la que utilizan los productores en la zona.

2.1.2.1.5. Riego

Para el riego, Salas (2000), recomienda las siguientes prácticas:

- Controlar el nivel de humedad del suelo introduciendo el dedo en la tierra a una profundidad de 5 cm. Si ésta se encuentra húmeda, y sigue más abajo húmeda, se estará proporcionando adecuadamente el agua.
- Es mejor realizarlo en las tardes porque el agua tendrá toda la noche para llegar hasta las raíces sin que el sol la evapore.
- Cuando las plantas son pequeñas o recién sembradas, usar una regadera, para que éstas no sean dañadas y la cama no se compacte.
- El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un período de sequía, aunque éste sea muy breve.
- En ningún caso admite la sequía y la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar la podredumbre del cuello.

2.1.2.2. Labores culturales

2.1.2.2.1. Deshierbe

El mejor tiempo de deshierbe es cuando la maleza tiene poco tamaño y luego de un riego (Fossati, 1986 y Marulanda 1992).

2.1.2.2.2. Abonamiento

Rodríguez (2006) señala que en sistema organopónicos y en cultivo hortícola de hoja hubo un consumo de 6.48 g/m² de nitrógeno. Por otra parte el Proyecto educativo de Chiapas (2006), sugiere 90 g/m² de nitrógeno/año. Ocsa (1995) recomienda fertilizar con humus de lombriz los cultivos hidropónicos en una proporción de 1–5 gr/l en tres meses.

El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 3 kg/m², cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No

obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura, si ya se aportó estiércol en los cultivos anteriores (www.htm:/saber.ula.ve).

2.1.2.2.3. Cosecha

El momento de recolección se realiza una vez que cada hortaliza ha cumplido su ciclo vegetativo. La madurez está basada en la compactación de la cabeza (www.html:/saber.ula.ve). Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, si así, es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobre maduras y también tienen menos problemas en pos cosecha.

Las hortalizas de hoja como la lechuga se cosechan cortando el cuello de la planta con un cuchillo de manera que salgan solamente las hojas. Mientras más tierna sea la hortaliza su sabor será más agradable.

2.1.3. Plagas y enfermedades

www.html:/saber.ula.ve , señala que las principales plagas en el cultivo de la lechuga son:

- Trips (*Frankliniella occidentalis*)
- Minadores (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*)
- Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).
- Pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*)

Según www.html:/saber.ula.ve , las enfermedades más comunes son:

- Tip burn: quemadura de las puntas de las hojas más jóvenes; se debe a la falta de calcio en los órganos en los que aparece y además por un excesivo calor,

salinidad, exceso de nitrógeno y defecto de potasio, desequilibrio de riegos y escasa humedad relativa.

- Espigado o subida de la flor: diversos factores influyen en el desarrollo del espigado: foto períodos largos, elevadas temperaturas, sequía en el suelo y exceso de nitrógeno. Esta fisiopatía afecta negativamente al acogollado de la lechuga.
- Antocianos en las hojas: enrojecimiento de sus hojas, debido a bajas temperaturas durante el cultivo.
- Escarchas en primavera: pueden dar lugar a diversas alteraciones como descamaciones epidérmicas y desecaciones.
- Granizo: afecta negativamente tanto por el daño directo como por el indirecto, ya que sobre las heridas pueden desarrollarse patógenos.
- Costilla rosada (pink rib): La nervadura de la hoja adquiere una coloración rojiza. La sobre madurez de los cogollos incrementa este desorden.
- Podredumbre del cuello: Para evitarlo los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial; las hojas no tomarán contacto con el suelo (www.html:/saber.ula.ve , 2007).

2.1.4. Valor nutricional

La lechuga es pobre en calorías aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores. La lechuga limpia la sangre y ayuda a dormir tranquilo (CIPCA, 2003).

Cuadro 1 Características nutricionales de la lechuga en 100 g.

Componente	Cultivo de lechuga 2007 *		Ministerio de Salud Bolivia	
Carbohidratos	g	20.1	g	6.36
Proteínas	g	8.4	g	1.16
Grasas	g	1.3	g	0.29
Calcio	g	0.4	mg	4.70
Fósforo	mg	138.9	mg	36.00
Vitamina C	mg	125.7		
Hierro	mg	7.5	mg	1.70
Niacina	mg	1.3	mg	0.48
Riboflavina	mg	0.6	mg	0.05
Tiamina	mg	0.3	mg	0.06
Vitamina A	u.i.	1155.0	mg	203.00
Calorías	cal	18.0	Cal/g	27.00
Humedad			%	91.23

Fuente: Ministerio de Previsión Social y salud publica (1984).

* www.html:/saber.ula.ve (2007)

2.2. Organoponía

La palabra viene de una adaptación del término hidropónico (sistema de cultivo sin suelo en el que, sobre sustratos de diverso tipo como soporte, se le da a la planta una solución líquida con todos los nutrientes requeridos).

Socorro (2006) define al cultivo organopónico como: el cultivo de vegetales en sustratos mixtos (suelo + materia orgánica), depositados en canteros sobre el suelo, generalmente aislados por contenes, a través de prácticas agrícolas orgánicas y bajo manejos fitotécnicos intensivos y sostenibles.

El cultivo organopónico es una modalidad de agricultura útil para las condiciones en que no se dispone de un suelo cultivable fértil y se quiere utilizar este espacio para la producción vegetal de forma intensiva y bajo principios de producción orgánica.

2.2.1 Principios técnicos a aplicar en el cultivo organopónico

Socorro (2006), señala que los principios bajo los cuales se rige este tipo de cultivo se resumen en el concepto de la sostenibilidad del medio (sustrato y medio

biótico), es decir bajo el criterio del manejo sostenible del cultivo. Estos pueden expresarse como sigue:

- La relación especialización - diversificación de la producción debe responder a un equilibrio armónico en correspondencia con el equilibrio recursos locales - insumos externos. La mejor experiencia es la local.
- Uso de variedades de plantas resistentes a plagas, enfermedades y condiciones adversas del medio.
- Uso de alternativas biológicas y productos naturales para el control de plagas y enfermedades; estimuladores del crecimiento y restauración de la fertilidad y estado físico del sustrato, aprovechando los recursos naturales localmente disponibles.
- Uso de la estacionalidad, rotación y densidad de los cultivos, trazándose calendarios óptimos de siembra y sucesión, de forma que sea escalonada la cosecha o acorde a las necesidades o exigencias de los mercados.

2.2.1.1. Canteros

2.2.1.1.1. El área

La decisión para elegir el área debe responder a los siguientes requisitos (Socorro, 2006):

- La construcción se realizará en áreas de suelos áridos.
- Superficie llana, libre de obstáculos y árboles, buen drenaje superficial (pendiente ligera y suelo permeable).
- Las características climáticas de la zona deben responder a las exigencias mínimas de los cultivos de hortalizas.
- Disponibilidad de agua, fuerza de trabajo, acceso al lugar y materiales.
- Sino existen todas las condiciones mínimas se procederá a analizar bajo qué condiciones y de qué forma es posible atenuar o invalidar su efecto.

2.2.1.1.2. El diseño constructivo. Canteros

Se deberán considerar los siguientes elementos (Socorro, 2006).

- Orientación. Los canteros se orientarán con relación a su longitud siempre que sea posible, en sentido de norte - sur.
- Drenaje. El nivel óptimo es el que corresponde a una diferencia entre ambos extremos del cantero del 1 al 2%. El drenaje puede favorecerse con el uso de gravas en el fondo de los canteros y en los pasillos. El uso de materiales de grava en los pasillos es también útil como medida para controlar las malezas.
- Dimensiones. Largo: menos de 30 m. Ancho: 1,20 m máximo. Profundidad efectiva: 0,30 m mínima. Ancho de pasillos entre canteros: 0,50 m.
- Si existiera sistema de riego la disposición se adecuará al sistema disponible.

Socorro (2006), señala que, los contenedores pueden ser de distintos tipos y materiales. Construir sobre el suelo empleando sólo los contenes laterales (barreras o paredes laterales como madera, concreto u otra), que encierra el sustrato impidiendo su desplazamiento y facilitando su manejo y conservación.

2.2.1.1.3. El uso de plástico

El uso de plástico como aislante del suelo es recomendado para la evitación de plagas transmitidas vía subsuelo, ese es el caso de los nemátodos (Magán), además el plástico evita un derroche de agua y nutrientes contenidos en el sustrato ya que son aportados de forma ajustada al cultivo. Este contagio también puede evitarse a través de la desinfección con el uso de formaldehído o hipoclorito de sodio.

Noguera (1993. citado por Magán, 2007), dice que sustratos como la arena o grava requieren de un aporte muy frecuente con solución nutritiva a nivel superficial para asegurar un suministro adecuado de agua y nutrientes al cultivo.

2.2.2.2. El sustrato

El término sustrato, aplicado a la horticultura, ha sido definido por Abad (1993), citado por Socorro (2006), como todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema de raíces, desempeñando, un papel de soporte

2.2.2.2.1. Sustrato para Organoponía

Los componentes del sustrato para el cultivo organopónico pueden ser varios (Socorro, 2006), pero en lo fundamental son el suelo y la materia orgánica procedente de distintas fuentes. Las características del suelo para el cultivo organopónico serán las mismas que las de un suelo fértil apropiado para el. Las condiciones de cultivo óptimas para la mayoría de las especies de hortalizas cultivadas en organopónicos corresponderán a las siguientes características del sustrato.

Propiedades físicas:

- Elevada capacidad de retención de humedad (Disponibilidad de agua 20 – 30 % volumen) y aireación (Capacidad de aireación 4-10% volumen).
- Elevada porosidad. Espacio poroso total mayor a 85 % vol.

Propiedades químicas:

- Baja salinidad (0.75 – 3.49 dS/m).
- pH óptimo para el cultivo de hortalizas (6.0 – 7.0).
- Adecuada capacidad de intercambio catiónico (mayor a 20 meq/100g).

En cuanto a sus propiedades biológicas:

- Constituir un sustrato rico en microorganismos benéficos.
- Libre de semillas de vegetación indeseable en los canteros.

- Libre de nemátodos y otros patógenos (desinfectar haciendo uso formaldehído al 10%).

Compatibilidad con la tecnología en uso:

- Fácil de mezclar.
- Fácil de manejar en los contenedores en cuanto a movimientos y virajes.
- Disponibilidad y facilidad de reposición.
- Bajo costo.

2.2.2.2.1.1. Arena

Socorro (2006), señala que tradicionalmente en el sistema de canteros se ha empleado la arena como sustrato. Alarcón (2006), señala que la arena se considera como un buen sustrato a condición de estar libre de elementos calcáreos. Hay que evitar que la arena sea muy fina ya que produce barro y no drena bien. Debe lavarse muy bien para librarla de limo y arena fina y tamizar la arena para tener un diámetro entre 0,6 y 20 mm.

La arena se caracteriza por tener un bajo nivel de fertilidad, muy ligeramente estructurado, altamente aireado pero bajo nivel de retención de agua. Para su mejoramiento se aconseja añadir regularmente altos niveles de materia orgánica (Los suelos en agricultura orgánica 2006). Resulta factible emplear otros materiales, como por ejemplo perlita, turba, fibra de coco, etc, (Magán, 2007).

La arena se puede trabajar (Alarcón, 2006), en una bandeja de cultivo o bancada, un depósito de nutrientes y un sistema de riego. Las ventajas de la arena en el cultivo en bandeja son:

- Evita enfermedades al ser un sistema abierto.
- Al ser más densa las raíces van lateralmente evitando la obstrucción del drenaje.
- Al ser la arena más fina se distribuye mejor la solución
- El sistema es más fácil y simple de mantener

- En suelos arenosos, el agua, por acción capilar alcanza hasta 20 cm del sustrato, por encima de la base del cantero.
- Entre las mezclas que mejor se han adaptado a los cultivos semihidropónicos está la turba y arena en las siguientes proporciones: 1:1, 3:1 y 1:3
- La arena de río, que es la mejor, debe estar limpia para ser utilizada en sustratos.

2.2.2.2.1.2. Turba

Sustancia fósil formada de residuos vegetales de color pardo oscuro, aspecto terroso y poco peso.

En www.incap.org.gt/Doctos_web_intranet_03/CASI/pdfs/ftecnicos/f3.pdf (2006), se señala como ventajas del uso de la turba a:

- Absorbe y retiene los nutrientes en forma asimilable para las plantas.
- Tiene buena capacidad amortiguadora para compensar cualquier exceso o déficit de nutrientes
- Regula la alcalinidad, además de tener una buena capacidad acidificante.

2.2.2.3. Materia orgánica

Las fuentes de materia orgánica pueden ser diversas empleándose desde los distintos tipos de estiércol, humus de lombriz y otros. El principio básico es el de que la materia orgánica permite el manejo sostenible del cultivo.

Según Altieri (1997, citado por Socorro, 2006), la adición de materia orgánica permite:

- Aumento de la biodiversidad tanto del suelo como de la superficie.
- Aumento del contenido de materia orgánica en el suelo.
- Disminución de los niveles de residuos de pesticidas y pérdida de nutrientes.

2.2.2.3.1. Humus de lombriz

El humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva en forma de excretas que ejerce este anélido sobre la materia orgánica que consume.

El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora. Los productos finales de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco. La composición química del humus varía porque depende del origen del estiércol y la acción de organismos vivos del suelo, como bacterias, protozoos, hongos y ciertos tipos de escarabajos (www.manualdelombricultura.com/lombricultores/peru.html).

Las características más importantes del humus de lombriz son:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo.
- Mejora la estructura del suelo, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bio orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.

Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.

2.2.2.3.2. Té de humus

Es una solución a base del humus de lombriz, preparado por destilación del humus de lombriz (Humusina. 2007), contiene los mismos componentes que el sólido, en forma que se puedan asimilar inmediatamente.

La preparación del té de humus se indica como sigue, en un bidón de 1 litro y medio, lleno de agua poner 2 o 3 puñados de humus (un puñado=50 grs), batir bien y dejar a la sombra 2 días. Batir de vez en cuando para que se disuelva bien. Se puede regar con este abono cada 10 días, más o menos (www.cannabiscave.net/foros/archive/index.php/t-49827.html-8k).

Contiene los mismos componentes que el humus sólido, al ser líquido (Humusina, 2007), se consigue un aprovechamiento inmediato y una superior rapidez de acción frente a otras enmiendas sólidas. Estimula el crecimiento radicular.

Aplicado al suelo el humus actúa estimulante de la fertilización, ya que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micronutrientes, evitando la concentración de sales. Adiciona bacterias, hongos, etc. que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo del desarrollo de enfermedades. Tiene un efecto directo y selectivo sobre el metabolismo de las plantas y como consecuencia su crecimiento. Disminuye la contaminación de químicos en los suelos (Humusina, 2007).

2.2.2.3.3. Preparación del sustrato.

Todos los componentes del sustrato deben ser mezclados uniformemente, lo cual solo se consigue efectivamente cuando esta operación se hace antes del llenado del cantero (Socorro, 2006).

Alarcón (2006), indica que la mezcla de turba y arena tiene como ventajas a:

- Son sistemas abiertos con pocas enfermedades.
- No se atasca el drenaje por culpa de las raíces.

- Buena aireación de las raíces.
- Alta capacidad de absorción de agua.
- El inconveniente mayor es que si se compacta las raíces no airean bien y produce una cosecha pobre, por lo que habrá que evitar ese extremo.
- Las turbas rubias o poco descompuestas, debido a su estructura, posee una excelente porosidad y es buena receptora de soluciones nutritivas, proporcionando gran aireación a las raíces. Además está libre de gérmenes y semillas de malas hierbas y es bastante ligera. Después de su humedecimiento y abonado puede ser utilizada inmediatamente.

2.2.2.4. Riego

2.2.2.4.1. Calidad del agua de riego

2.2.2.4.1.1. Salinidad

Cantidades excesivas de las sales en la tierra impiden la absorción de agua por la planta, también a veces, tiene el resultado de una toxicidad de unos elementos de sales individuales en el suelo (Villafañe. 2000). Muchas veces la tierra salina tiene adecuada disponibilidad de fósforo y potasio, la planta no lo asimila

La tolerancia de la lechuga a la salinidad se define como bajo, es decir que puede tolerar niveles de salinidad, pero no en concentraciones elevadas, de los niveles de sales en el suelo depende su rendimiento (Calidad de agua para Agricultura, No. 29, FAO, citado por, Villafañe. 2000).

Un pH de 8,2 se define como valor de separación entre los alcalinos y los no alcalinos, por ser éste el valor a partir del cual precipita el carbonato de calcio y se inicia el proceso de sodificación (Chhabra, 1996. citado por Villafañe. 2000).

2.2.2.4.1.2. Frecuencia de riego

Villafañe (2000), indica que un problema frecuente junto a los problemas de salinidad es la demasía de agua en el suelo. Si así, las raíces no tienen adecuada

aireación, necesaria para un buen desarrollo; el suelo mojado continuamente puede traducirse en una serie de enfermedades del tallo y raíces, además se hace dificultoso para ser trabajado. Cultivando un suelo muy mojado puede destruir la estructura del sustrato, causar zonas compactadas y contribuye a problemas de sanidad si el drenaje no es oportuno.

Al tratarse de sustratos inertes carecen de capacidad tampón, equivocaciones o fallas en el control de la nutrición mineral o el ajuste del pH pueden ocasionar graves perjuicios a la plantación (Alarcón, 2006).

La frecuencia y volumen de riego debe adaptarse a los sistemas de cultivo y de riego disponibles (Alarcón, 2006), al tipo de sustrato usado, al cultivo (especie y estado fenológico) y a las condiciones climáticas existentes en cada momento. No se puede permitir que las plantas sufran de estrés hídrico que afecte su rendimiento final o despilfarros de solución nutritiva (agua y fertilizantes). El sistema más extendido y que ofrece excelentes resultados es la instalación de una bandeja soporte sobre la que se sitúa el sustrato (generalmente dos unidades) con sus plantas correspondientes, el agua de drenaje se acumula en la parte más baja de la bandeja (que lleva un orificio para desalojar parte del excedente drenado).

Añez et al. (1997), informa del aporte de agua para el cultivo de la lechuga puede ser hasta de 430 mm anual y Defilipis (2007), recomienda que el cultivo de lechuga debe disponer de 125 mm por ciclo de cultivo. Por otra parte CIPCA (2003) al igual que la Universidad de Los Andes (2006, citado por Añez et al. 1997), señalan que el riego debe ser frecuente sin cuantificar el mismo.

2.3. Factibilidad del cultivo organopónico como fuente de ingresos

La factibilidad del cultivo organopónico se explica en primer lugar (Socorro, 2006), porque si bien aproximadamente 1 m² de superficie de cultivo (superficie del cantero), que requiere 0,3 m³ de la mezcla suelo + materia orgánica, es capaz de producir entre 20 y 30 kg/año de vegetales frescos de excelente calidad biológica. Además del cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Acceso al mercado y con especial referencia al mercado orgánico.
- Disponibilidad de recursos para los gastos, materiales iniciales y de construcción de los canteros.
- Disponibilidad de materia orgánica y suelo en fuentes cercanas y apropiadas.
- Disponibilidad de agua con calidad adecuada para la agricultura.
- Experiencia de los agricultores en las prácticas de cultivo orgánico.
- Capacidad para enfrentar los riesgos (clima, plagas y enfermedades).
- Esta técnica se utiliza intensivamente, en cultivos hortícolas, como parte de la denominada agricultura urbana en los países como Venezuela y Cuba (donde se estima una producción de 750 000 tm en hortalizas).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Zona de ensayo

La localidad de Palca es capital de la provincia Murillo del departamento de La Paz, a 21 km. de distancia de la capital departamental con un acceso relativamente permanente por tierra (Anexo 1). La ubicación geográfica es 16°34'22 latitud sur y 67° 57'28 longitud oeste, con una altura promedio de 3100 msnm.

3.1.1. Características de la zona.

La zona tiene una topografía bastante accidentada, se halla surcada profundamente por dos ríos, el río Palca y el Ch`aquerini, este último corresponde a la formación del cañón de Palca; ambos forman el valle de Palca. Las aguas que vierten son producto del deshielo de la cordillera.

Los suelos que se trabajan están directamente relacionados a la disponibilidad de acceso de riego. Existen áreas no trabajadas debido a la topografía, pendientes muy pronunciadas o susceptibles de deslizamientos del mismo. Cuenta con recursos hídricos que se utilizan por medio de canales.

El suelo es muy permeable debido a la alta presencia de arena producto de la meteorización de la roca madre y la erosión hídrica. Tiene una reacción ligeramente alcalina con un pH de 7.3.

La vegetación nativa es muy escasa como consecuencia de los trabajos agrícolas practicados; además de las condiciones edáficas, suelo muy pobre y arenoso. Entre estas encontramos a la paja (*Stipa ichu*), amaranto silvestre (*Amaranthus hybridus*), herbáceas como el quikuyo (*Pennisetum clandestinum*), k`ento (*Rumex crispus*), compositacea (*Senecio attenuatus*), k`ana pack`o (*sonchus oleraceus*), camotillo (*Ipomoea ssp*), mostaza (*Brassica campestris – nigra*). La más agresiva en los campos de cultivo es el quikuyo.

3.1.2. Características climáticas

El clima se caracteriza por una permanente corriente de aire en dos sentidos, por la mañana de sur a norte y por las tardes de norte a sur. Los vientos son más fuertes por las tardes.

La anterior característica se refleja en los otros dos componentes climáticos, las precipitaciones pluviales y la temperatura ambiental. En el primero, el tiempo de duración de las lluvias son muy cortas así como poco frecuentes; la concentración de las mismas puede ser muy nociva ya que puede provocar deslizamientos de grandes masas de suelo.

En el segundo, las temperaturas, medidas en campo varían entre los 7.7°C y 22.3°C como promedios mínimo y máximo respectivamente, y una media general de 16.2°C . La nubosidad es muy escasa, por los vientos constantes así como la estrechez del valle.

3.1.5. Características agrícolas

La práctica agrícola data de muchísimo tiempo atrás, se caracteriza por especializarse en productos hortícolas; los más importantes son: lechuga, arveja, seguido de haba, rabanito, cebolla y otros de poca importancia, papa, maíz y alfalfa.

Aprovechando las condiciones climáticas, el ciclo agrícola se inicia en el mes de mayo con el preparado del suelo y los almacigados así como la siembra de los cultivos de ciclo largo como el choclo y la papa. Las siembras de hortalizas la inician en el mes de agosto, llegando a obtenerse hasta tres cosechas de lechuga por año.

3.2. Materiales

4.2.1. Material biológico

La semilla utilizada es lechuga de la variedad Salinas de procedencia norteamericana, que normalmente es utilizada en la zona.

4.2.2. Material de campo

4.2.2.1. Canteros

Disposición de las bandejas (Socorro (1997)).

- Plástico (96 micrones de espesor) de color oscuro (azul).
- Pértigas de eucalipto (1m y 4 m), y piedras planas.
- Arena tamizada 0.5 – 10 mm (de la misma zona)

4.2.2.2. Equipos e insumos

Insumos:

- El humus se elaboró sobre la base de estiércol de camélidos por un lapso de 10 meses.
- La turba (con característica de rubia), corresponde a la misma zona.

Equipo:

- pHmetro y Conductímetro de marca OAKTON.

Herramientas:

- Herramientas para trabajo hortícola
- Bolsa y baldes de plástico

3.2.2.3. Material de gabinete

- Equipo de computación

- Software estadístico
- Material de escritorio
- Cuaderno de anotaciones

4.3. Análisis estadístico

3.3.1. Diseño Experimental

El diseño para el estudio estadístico del presente trabajo es un Diseño de bloques completos al azar con distribuidas en parcelas subdivididas (Calzada, 1982).

3.3.2. Factores de estudio

Factor A. La parcela principal donde se incluye la disposición del sustrato:

Arena

Arena y turba

Factor B. Constituido por la sub parcela y se considera a la forma en que se incorpora el abono orgánico:

- Té de humus
- Humus sólido

Factor C. Son las sub sub parcelas e incluye a los niveles de abonamiento a partir del aporte de nutrientes que realiza sobre la base del nitrógeno.

Nivel 1	1.26 kg humus/m ²	(12.63 Tm humus/ha)
Nivel 2	2.65 kg humus/m ²	(26.51 Tm humus/ha)
Nivel 3	3.95 kg humus/m ²	(39.47 Tm humus/ha)

Se instalaron tres bloques, cada uno con dos parcelas (Factor A), caracterizados por la disposición del sustrato, uno de arena y el segundo de arena y turba rubia.

El Factor B, la parcela dividida, está considerada por la forma de incorporación del abono, en forma sólida una y la otra preparado como Té de humus. El Factor C, la parcela subdividida, es el nivel de abonamiento, tres.

3.3.3. Modelo lineal

Considerando los tratamientos que se aplicaron, el modelo estadístico, en el que se expresan las interacciones, es el siguiente:

$$Y_{ijklm} = U + P_i + G_{ij} + A_j + T_{ik} + H_m + L_{jk} + B_k$$

Donde:

- Y_{ijklm} = Cualquier observación de rendimiento
- U = Media poblacional
- P_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (sustrato)
- G_{ij} = Error de muestreo
- A_j = Efecto del j-ésimo tratamiento (incorporación)
- T_{ik} = Error sub muestreo
- H_m = Efecto del m-ésimo tratamiento (nivel)
- L_{jk} = Error sub sub muestreo
- B_k = Efecto k-ésimo bloque

El ensayo constó de 36 unidades experimentales distribuidas en tres bloques. Cada bloque tiene 12 tratamientos, dispuestos con las claves que se detallan a continuación:

Cuadro 2. Disposición de los tratamientos

N	Tratamiento	Factor A	Factor B	Factor C
1	AH1	Arena	Humus	Nivel 1
2	AH2	Arena	Humus	Nivel 2
3	AH3	Arena	Humus	Nivel 3
4	AS1	Arena	Solución	Nivel 1
5	AS2	Arena	Solución	Nivel 2
6	AS3	Arena	Solución	Nivel 3
7	ATH1	Arena Turba	Humus	Nivel 1
8	ATH2	Arena Turba	Humus	Nivel 2
9	ATH3	Arena Turba	Humus	Nivel 3
10	ATS1	Arena Turba	Solución	Nivel 1
11	ATS2	Arena Turba	Solución	Nivel 2
12	ATS3	Arena Turba	Solución	Nivel 3

3.3.4. Características de las parcelas experimentales

Campo experimental:

Largo del campo experimental:	14.00 m
Ancho del campo experimental:	7.50 m
Área total:	105.00 m ²
Área útil:	36.00 m ²

Repetición:

Número de bloques:	3
Largo de bloque:	12.00 m
Ancho de bloque:	1.00 m
Ancho de calle entre bloques:	0.75 m

Parcela:

Número de parcela/bloque:	2
Largo de parcela:	6.00 m
Ancho de parcela:	1.00 m

Sub parcela:

Número de sub parcela/parcela:	2
Largo de parcela:	3.00 m
Ancho de parcela:	1.00 m

Sub sub parcela:

Número de sub sub parcela/sub parcela:	3
Largo de parcela:	3.00 m
Ancho de parcela:	1.00 m

3.3.4.1. Croquis de ensayo

DISPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS (BANDEJAS)

2 parcelas (sustrato)
 2 sub parcelas (forma de incorporación)
 3 sub sub parcelas (nivel de fertilización))

ATS1	ATS3	ATS2	ATH3	ATH2	ATH1	AS2	AS2	AS3	AH1	AH2	AH3
ATH1	ATH2	ATH3	ATS3	ATS1	ATS2	AH3	AH1	AH2	AS3	AS1	AS2
AS1	AS3	AS2	AH2	AH1	AH3	ATS1	ATS2	ATS3	ATH2	ATH1	ATH3

Clave:

PARCELA
 A Arena
 AT Arena + Turba

SUB PARCELA
 S Solución
 H Humus

SUB SUB PARCELA
 a nivel 1 (7.20 gN/m²)
 b nivel 2 (15.00 gN/m²)
 c nivel 3 (22.80 gN/m²)

4.4. Método

4.4.1. Procedimiento de campo

4.4.1.1. Habilitación de las bandejas de cultivo

Se preparó tres canales longitudinales de 9 m por 0.9 m (una por bloque), con una profundidad de 0.20 m, instalando en los laterales piedras planas que emergieran del nivel del suelo hasta una altura de 0.10 m. Se apisonó para allanarlo y no produzca rasgaduras al plástico.

El plástico se dispuso, separando las unidades experimentales con los bolillos de eucalipto, dándoles la forma y medidas que correspondían. Se echó arena gruesa en la base que sirve para el drenaje y encima el resto de la arena hasta una altura de 0.3 m; se formó un volumen total del sustrato de 0.225 m^3 (1 x 0.75 x 0.3 m) (Anexo 2a).

Los bloques están separados por pasillos con un ancho de 0.7 m. El sistema quedó como se muestra en el Anexo 2a.

4.4.1.2. Preparación del sustrato

La arena se extrajo de la orilla del río y antes del traslado se tamizó. Se dispuso en dos conos en los que se hizo el tratamiento de desinfección con formol al 10 % por un lapso de 15 días, incluido el ventilado del mismo. En la base del cono se dispuso de plástico para evitar se escurra la solución de formol, con la que se mojó la totalidad de la arena, se hizo un removido de la misma, para posteriormente cubrirlo con plástico.

La turba se recogió de una parcela aledaña, después de completar el secado se procedió a desmenuzarlo. Esta turba se añadió a uno de los conos de arena con la que se mezcló en una relación de 1:3 (Alarcón, 2006).

4.4.1.3. Abonado

El humus de lombriz se dispuso en dos porciones, una para el tratamiento como humus sólido y el otro para preparar el té de humus.

En base a la riqueza de nitrógeno contenido en el humus a emplearse (0.57% LCA. UMSA. 2006), los niveles a utilizarse quedaron como sigue:

Nivel 1	7.20 g N/m ²	1.26 kg humus/m ²	(12.63 Tm/ha)
Nivel 2	15.00 g N/m ²	2.65 kg humus/m ²	(26.51 Tm/ha)
Nivel 3	22.80 g N/m ²	3.95 kg humus/m ²	(39.47 Tm/ha)

4.4.1.4. Preparación de la solución e incorporación del abono

El humus dispuesto en los niveles correspondientes se preparó en dos condiciones (sub parcelas):

a: Solución. El humus dispuesto en bolsas permeables se depositó en los baldes sobre los que se echó agua para dejarlo remojar por un lapso de 4 días, teniendo cuidado de agitarlos cotidianamente. Se prepararon tres baldes, una para cada nivel de fertilización.

Balde 1. Agua 18 lts + 3.78 kg humus

Balde 2. Agua 18 lts + 7.95 kg humus

Balde 3. Agua 18 lts + 11.85 kg humus

Se añadió a las unidades experimentales a razón de 6 l por cada una, luego de agitar el contenido en el balde y haciendo uso de una regadera.

b: Humus sólido. El humus preparado se dejó madurar por un lapso de 4 meses. Este se incorporó a las bandejas, superficialmente, una vez que se dispusieron las mismas, incorporándolos a través de un removido del sustrato, en dos oportunidades, al inicio de cada fase fenológica.

La cantidades aportadas están en relación a los niveles de abonamiento: 1.26 kg/m²; 2.65 kg/m² y 3.95 kg/m².

4.4.1.5. Almacigado y transplante

Para el almacigado se preparó una plataforma de dos metros cuadrados a partir de una mezcla de humus y arena en una proporción de 1:3. La siembra se realizó el 18 de octubre de 2006. El transplante se hizo cuando las plantas tenían entre 4 y 5 hojas verdaderas, a los 31 días de siembra (19 de noviembre 2006).

La densidad del transplante es de 34 plantas/m², a una distancia entre plantas de 0.17 m, contando cuatro hileras con seis plantas por cada una, haciendo un total de 24 plantas de lechuga por unidad experimental.

4.4.1.6. Reposición

Debido a la temprana caída de granizo, en la etapa de formación de rosetas, se procedió a la reposición de las plantas necrosadas con otras del mismo almacigo.

4.4.2. Riego

La comunidad donde se hizo el trabajo cuenta con dos canales de provisión de agua para el riego. La captación se hace del río Palca. La toma se encuentra aguas, está aguas abajo del pueblo. El canal de riego tiene un recorrido de 1.8 km. aproximadamente desde la toma hasta el lugar de trabajo.

La capacidad de campo para el sustrato de trabajo es de 15 %. La adición diaria, de agua, debido a la evapotranspiración, es una lámina de 3mm/día.

4.4.3. Calidad del agua

Para realizar el seguimiento de la calidad de agua se tomó muestras del agua del canal de riego, en envases de un litro de volumen donde se hizo la determinación del pH y el contenido de sales.

4.4.4. Análisis químico.

Las muestras para los respectivos análisis se tomaron de la siguiente manera:

- Humus: Se procedió a seleccionar la muestra por cuarteos hasta disponer de 1kg, embolsado se envió al laboratorio.
- Té de humus: Se remojó 200 gr de humus en 1 l de agua destilada por 45 días, posteriormente se llevó a laboratorio.
- Agua de riego: Se obtuvo la muestra del canal de riego al ingreso a la parcela.

4.5. Labores culturales

3.5.1. Efectos climáticos

El problema mayor que se tuvo que enfrentar está referido a la caída de granizo en tres oportunidades. En la fase de formación de roseta, en dos oportunidades y la tercera en la fase de acogollamiento.

A la primera se procedió a la reposición de las plantas hasta un 25 %. Con la finalidad de evitar efectos negativos a las plantas se procedió a limpiar el granizo, evacuar el agua sobrante en los canteros y recoger las hojas necrosadas y caídas.

El segundo granizo se produjo en la fase de formación de rosetas, el efecto fue la caída y perforación de las hojas basales, en esta se procedió a limpiar el granizo y el retiro de las hojas necrosadas o dañadas. La tercera se produjo en la fase de acogollamiento, su incidencia no fue significativa, sólo afectó a las hojas basales y no así a las “cabezas”. Se cuidó que las hojas basales no estén en reposo sobre el sustrato a fin de evitar su pudrición (del diálogo con los comunarios, este comportamiento climático es raro, normalmente no afecta el granizo).

Según el Ministerio de Agricultura (2003), la incidencia de granizo en los “valles cerrados” corresponde a un 2 %.

3.5.2. Plagas

Ante la eventualidad de la presencia de plagas como los pulgones (*Apphis persicae*) se hará uso de controladores orgánicos (solución de tabaco). Las unidades experimentales no tuvieron presencia de plagas.

3.5.3. Control de maleza

A la presencia de maleza se las extraerá de raíz de forma manual. Las malezas frecuentes son el quikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y el k"ento (*Rumex crispus*). Además se observó el camotillo (*Ipomoea ssp*).

3.5.4. Cosecha

Para definir el momento de la cosecha de presiona suavemente la "cabeza", está madura cuando se siente compactada. Se utiliza un cuchillo para realizar un corte a nivel del cuello de la planta. La cosecha se realizó en fecha 15 de febrero.

3.6. Medición de las variables de respuesta

3.6.1. Fases fenológicas

A través de una observación directa, en cada parcela experimental, se determinó la entrada a cada una de las fases fenológicas. Se consideró la presencia de al menos el 50 % de las plantas en la nueva fase fenológica para definir la fecha y días correspondientes (Maroto, 1989). Para la determinación de la madurez en las plantas se siguió la recomendación de Añez (2007).

3.6.2. Peso a la cosecha

Inmediatamente de realizada la cosecha, de forma individual, las "cabezas" fueron pesadas con el apoyo de la balanza de precisión (OHAUS, de origen norteamericano).

3.6.3. Altura de la planta

Se posó la planta sobre una tabla y con la ayuda de una regla se procedió a medir la altura de la misma.

3.6.4. Perímetro de la planta

Con un cinta métrica de rodeó la parte más abultada de la “cabeza”.

3.6.5. Longitud radicular

Inmediatamente después de proceder a la cosecha de las “cabezas”, se procedió a extraer la raíz. Se midió la longitud del cono de la raíz principal.

3.6.6. Análisis económico.

La intención del análisis económico es el de determinar una alternativa rentable en base de los beneficios netos y costos variables de producción. El análisis económico se realiza en base de la propuesta del CIMMYT (1989).

El costo total de producción, se define por la densidad de siembra, plantas /m².

El rendimiento, a nivel agricultor, en kg por m², se define como el rendimiento experimental ajustado en un 15%, para emular un futuro rendimiento obtenido por el agricultor aplicando la técnica probada en el presente informe.

El cálculo de ingresos bruto se estima sobre la producción, multiplicando el rendimiento a nivel agricultor por el precio unitario de 50 Bs/chipa en la ciudad de La Paz; este está sujeto al tamaño y la época.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Condiciones agroecológicas en la zona de trabajo

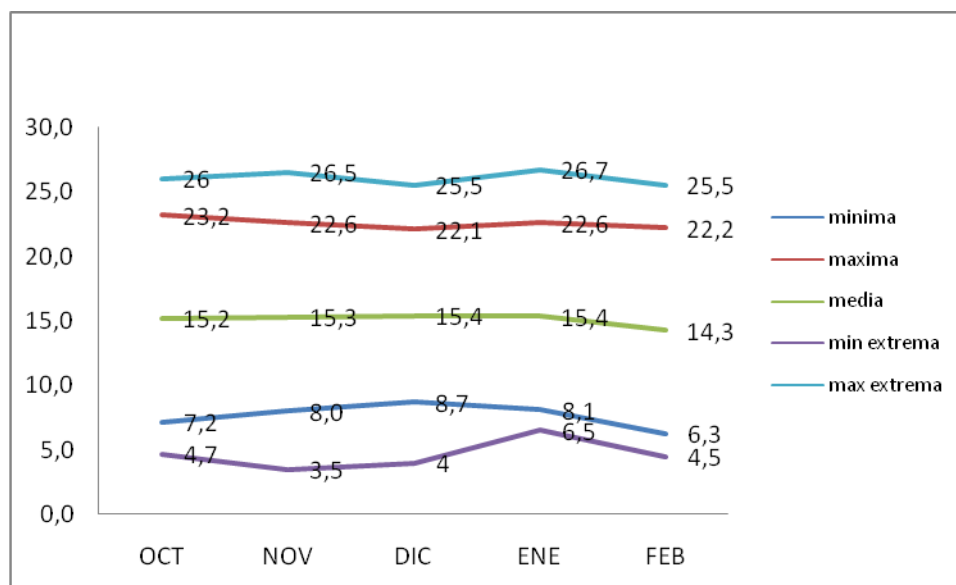
4.1.1. Temperatura

La función vital de un vegetal requiere de rangos de temperaturas dentro de cuyos parámetros la planta se desarrolla con normalidad, porque a menor o mayor grado presentarán dificultades o inclusive pueden llegar a detener su desarrollo.

Las mediciones de temperatura en campo arroja una media general de 15.7° C (Anexo 6). Las extremas son

La figura 1 muestra el comportamiento de las temperaturas en el área del trabajo, promedio de las temperaturas semanales medido en campo.

Figura 1. Promedio de temperaturas (en °C)



El comportamiento de la misma tiene las siguientes lecturas: La temperatura mínima media para la etapa de crecimiento fue de 9.2° C, siendo 3.5° C como mínima extrema (30-11-2006); la máxima media de 21.7° C con una extrema de 26.5° C (14-11-2006). En la fase de acogollamiento, 6.2° C y 23.1° C media mínima

y máxima respectivamente, la extrema de 4.5° C en los primeros días de febrero y de 25.5° C como máxima extrema (10-02-2007).

De la comparación que se realiza las diferencias, en la fase de crecimiento no son significativas; para la fase de acogollamiento la temperatura mínima se puede considerar como influyente en el resultado final pero si las temperatura diurnas; diferencias que explicaría el poco tiempo que requirió el cultivo para alcanzar a completar esta fase.

La anterior conclusión se ve respaldada por el informe de Añez et al. (2001), que habiendo concordado con Neeteson (1999, citado por Añez) indican que una baja en la temperatura significa una baja en la tasa de mineralización del abono y por lo mismo la poca disponibilidad de nutrientes que reflejan en un bajo crecimiento de las plantas de lechuga.

El comportamiento de la temperatura ambiental en el día está marcado por la máxima que regularmente se presenta pasado el medio día (15.00 h) y la mínima por las mañanas (6.00 h).

4.1.2. Precipitación pluvial

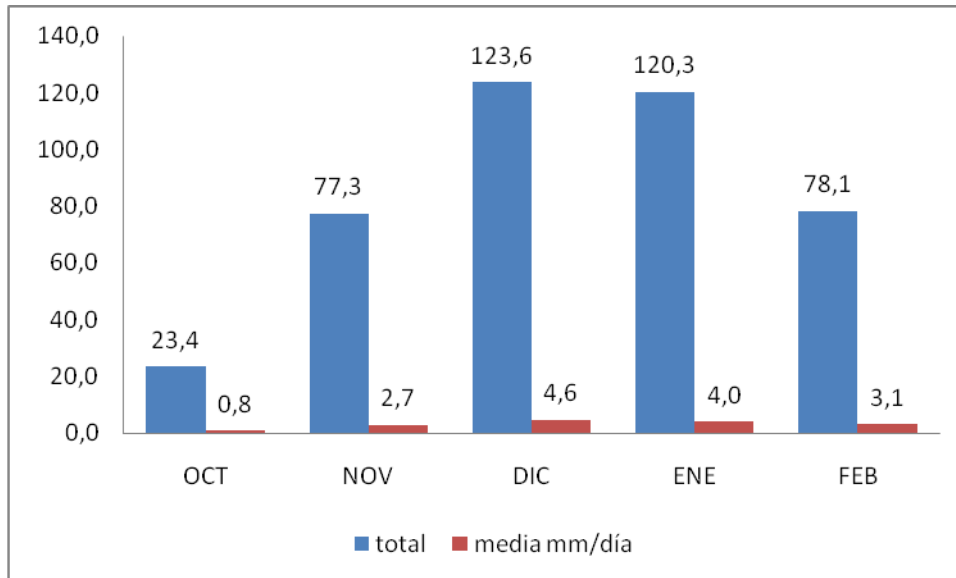
La disponibilidad de humedad en el sustrato, para la planta, se refleja en el estado de salud de la misma. El exceso o la deficiencia repercutirá en daños fisiológicos sobre la planta.

Defilipis (2007), recomienda que en el cultivo de la lechuga se debe disponer de un total de 125 mm/ciclo, distribuidos a razón de 2.5 mm/día.

La disponibilidad de agua de lluvia alcanzó en el ciclo a 422.7 mm (Anexo5) con un promedio de 3.0 mm/día. Los días sin lluvia suman 37, días con lluvia por encima de lo esperado 32 y 17 días próximos a 2.5 mm.

En la Figura 2 se puede apreciar el comportamiento de las precipitaciones pluviales en mm acumulados por mes.

Figura 2. Precipitación pluvial (mm)



Fuente: SENAMHI

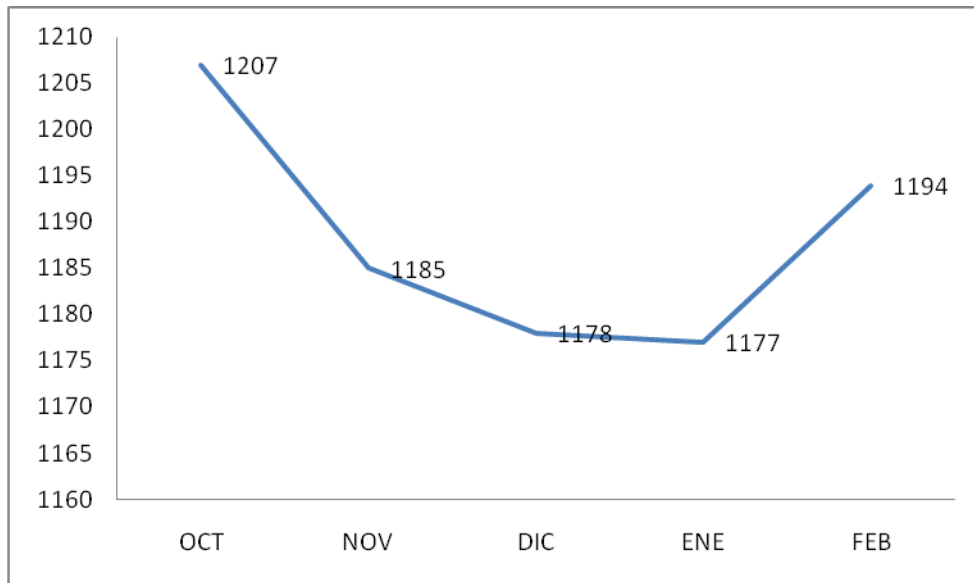
Adrover (2001), Ortega et al. (1999) y Gallardo et al. (1986) (citados por Defilipis et al. 2007), coinciden en que el variar el volumen de agua suministrada no modifica significativamente la eficiencia de la misma. El exceso de agua en los canteros puede representar un perjuicio para la aireación de las raíces y por lo mismo afectar el crecimiento de la planta. Se deberá eliminar las aguas que estén por encima de la lámina de riego requerido.

4.1.3. Calidad del agua

De las mediciones de conductividad eléctrica en el agua se encuentra una media de 1199.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo la máxima de 1207.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una mínima de 1177.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estas lecturas están en concordancia con la información de Apaza (2006), quien señala que las aguas de los deshielos de la cordillera normalmente, debido a la distancia de recorrido, tienen un bajo nivel de sales.

En la Figura 3 se puede apreciar el comportamiento del agua expresados en $\mu\text{S}/\text{cm}$ como indicador del contenido de sales existente en las aguas de riego

Figura 3. Comportamiento de la Conductividad Eléctrica del agua de riego. (en $\mu\text{S}/\text{cm}$)



El seguimiento que se hizo del pH (Anexo 4), indica una media de 6.8 y una máxima de 7.2, el mismo que permite concluir, que el agua utilizada no representó limitación para un desarrollo adecuado del cultivo. La lectura del pH indica que no existieron problemas de salinidad ya que, en correspondencia con Chhabra (1996), citado por Villafañe (2000), dice que si se excede un pH de 8,2 existirá salinidad en el agua y en correspondencia para el cultivo.

Los canteros, en el proceso del cultivo, las aguas almacenadas en los mismos tuvieron una media de 1390.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Anexo 4), este valor coincide con la adición del abono, razón para asumir que no existe problema para el cultivo ya que el mismo disminuyó en la medida que la planta asimiló los nutrientes.. La CE en los canteros tuvo un comportamiento decreciente, es decir de mayor a menor.

Al iniciar la fase de crecimiento, medido inmediatamente después de la siembra, se tiene una media de 2548.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$; al finalizar la misma fase de crecimiento se tiene una media de 603.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y al finalizar la fase formación de cogollo se tiene 539.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, este comportamiento indica que las plantas asimilaron con regularidad los

nutrientes disponibles en el sustrato. El rango del pH, a momento de las mediciones de la conductividad eléctrica, es de 6.5 – 7.1.

Por su contenido de sales, en ambos casos, el agua se clasifica como C2S3, esta se califica como agua apta para el riego, en la mayoría de los casos, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles (Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego. U.S. Soil Salinity Laboratory. Fuente: www.infoagro.com/riegos/diagnostico_aguas.asp - 38k). Por otra parte la FAO (citado por Villafañe, 2000), la califica como “no existe problema”.

El contenido de sales presente se encuentra en el rango permitido para el cultivo de la lechuga que tiene una tolerancia media a la salinidad (tolerancia de sales de entre 1.3 a 2.0. FAO, Calidad de agua para Agricultura, N° 29), y que por la misma fuente se señala que este cultivo puede llegar a alcanzar su máximo potencial de rendimiento, es decir del 100 %.

De las mediciones realizadas (Anexo 4), la conductividad eléctrica tuvo el siguiente comportamiento, subió con el aporte del abono proporcionalmente a los niveles empleados. La solución formada en el sustrato después del abonamiento alcanza 1907.5 μ S/cm; 2575,0 μ S/cm y 3162.5 μ S/cm en los niveles 1; 2 y 3 respectivamente. Al finalizar la fase de formación de roseta se tiene una media de 603.2 μ S/cm y al finalizar el trabajo se alcanzó una media de 539.6 μ S/cm.

La CE medidas en los canteros nos permiten afirmar que: estos valores, se asumen, no llegaron a valores que nos permitan afirmar la existencia de problemas por salinidad (FAO, Calidad de agua para Agricultura, N° 29, citado por Villafañe, 2000).

Se puede observar que el sustrato de arena en general tiene los niveles más altos de CE; por el contrario son bajos los niveles de salinidad en el sustrato formado por arena-turba. Esto último se puede atribuir a la presencia de la turba y la cualidad de retener los nutrientes así como la de regular la alcalinidad.

4.1.4 El humus de lombriz

Del informe de laboratorio se tiene que la riqueza del humus de lombriz es de 700 ppm de P₂O₃, 4000 ppm de K₂O y 0.57 % de nitrógeno: La información con que se cuenta es de que el contenido de nitrógeno en el humus es variable y se encuentra entre 0.5 y 2% (<http://www.biologia.edu.ar>). El cálculo que se hace para el abonamiento en el presente trabajo, se realiza a partir del contenido de nitrógeno.

4.2.. Fases fenológicas

El comportamiento del cultivo en cuanto a las fases propias de la lechuga se muestra en el Cuadro 5.

Los tiempos por fases son: germinación 30 días, formación de rosetas 50 días y formación de cogollo 35 días. Haciendo un total de 117 días, incluyendo días de transplante y cosecha, desde la siembra en almácigo hasta la madurez comercial, cosecha. El tiempo en lugar definitivo es de 85 días.

Cuadro 3. Fechas y número de días por fases fenológicas

Fase		Fecha inicio	Fecha final	Total días
Germinación	Almacigado	21 octubre	20 noviembre	30
Crecimiento	Transplante	21 noviembre	21 noviembre	1
	Formación roseta	22 noviembre	20 enero	60
	Formación cogollo	21 enero	14 febrero	25
	Cosecha	15 febrero	15 febrero	1
Total			117	

Maroto (1989), indica un tiempo de 120 días para el cultivo; CIPCA (2003), y Jackson et al. (1999, citado por Añez et al. 2001), indican de un requerimiento mayor en días para la llegada a la madurez de las plantas de lechuga.

CIPCA La Paz (2003), sugiere la siembra de hortalizas en general y lechuga en particular, pueda realizarse en un periodo comprendido entre los meses de agosto

a abril. La fechas de realización del presente trabajo (octubre 2006 – febrero 2007) coinciden con esta recomendación.

Existen diferencias a favor del presente trabajo (Cuadro 6), en la fase de germinación - almacigado y la formación del cogollo, comparados con el informe de CIPCA (2003). En la fase de formación de rosetas los días necesarios para completar la fase es mayor al informado por el Centro de Investigación.

Cuadro 4. Comparación de días por ciclo

	Medición en campo	CIPCA (2000)	Jackson et.al. (1999)	Maroto (2000)
Germinación	30	35		
Formación roseta	60	50		
Formación cogollo	25	45		
Total en campo	85	95	97	
Total	115	135	70 - 130	120

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo que requirió para su desarrollo las plantas de lechuga, menor a los informados por CIPCA, se deben a la disponibilidad inmediata de los nutrientes en el humus incorporado al sustrato.

Podemos estimar que el informe de CIPCA corresponde a trabajos desarrollados en el altiplano donde las temperaturas nocturnas son menores a los que se presentan en los valles. En la fase de formación de la roseta coinciden con dos eventualidades, la caída de granizo en dos oportunidades (25-12-2006 y 04-12-2006), estos días también coinciden con las precipitaciones pluviales con un volumen por encima de la capacidad de campo de los canteros (25 días con promedio de 9.9 mm/día), lo que podría haber significado una pérdida de nutrientes por lixiviación.

Debido a que el 70 % del crecimiento normalmente, en la lechuga, se produce en los últimos 20 días, en promedio, (www.biologia.edu.ar/plantas/ciclogeo.htm), se puede asumir que este comportamiento está reflejando en el trabajo de campo.

Además, en la fase de formación del cogollo, las temperaturas estuvieron dentro el rango de lo esperado. Así mismo las precipitaciones disminuyeron sustancialmente ya que alcanzaron un promedio de 2.4 mm/día (0.6 mm/día, por debajo del requerimiento por ETP), y los nutrientes están más disponibles.

4.3. Variables agronómicas.

A continuación se presenta los resultados de cuatro variables agronómicas.

4.3.1. Peso a la cosecha.

Añez et al. (2001) sostiene que el mercado requiere de lechugas con un peso comprendido entre 9.9 y 1.1 kg/planta.

CIPCA (2003), informa de rendimientos comprendidos entre 0.8 a 1.2 kg/m², en ambientes controlados. Defilipis et al. (2007), en un trabajo sobre eficiencia de uso de agua y abonado con humus, en lechuga de hojas sueltas, obtuvo rendimientos entre 249.6 y 255.0 g/planta.

Añez (2001), obtuvo de 540 a 680 g/pta con hasta 10 tm/ha de humus, equivalentes a 18.9 kg/m² 23.8 kg/ m².

De las mediciones realizadas se tiene extremos de 229.5 g/pta y 504.4 g/pta. La media general es de 351.0 gr/planta equivalentes a 11.9 kg/m² y 119 tm/ha. Se puede advertir un comportamiento diferenciado en cuanto a las parcelas, sub parcelas y sub sub parcelas.

Cuadro 5. Análisis de varianza de peso fresco

FV	GL	SC	CM	Fc	PROB>F	SIG.
Bloque	2	4818.527	2409.264	0.3606	0.735	NS
Tipo de sustrato (A)	1	1651.067	1651.067	0.2472	0.666	NS
Error A	2	13360.843	6680.422			
Forma de incorporación (B)	1	21540.458	21540.458	4.6908	0.0963	NS
A x B	1	4669.445	4669.445	1.0168	0.3703	NS
Error B	4	18368.440	4592.110			
Niveles de abonamiento (C)	2	264465.638	132232.819	64.7362	0.0000	**
A x C	2	6035.855	3017.928	1.4775	0.2577	NS
B x C	2	842.108	421.054	0.2061	0.817	NS
A x B x C	2	1204.927	602.464	0.2949	0.752	NS
Error exp.	16	32682.233	2042.640			
Total	35	369639.542				

- Significativo
- ** Altamente significativo
- NS. No significativo
- CV (parcela principal) = 23.28 %
- CV (subparcela) = 19.31 %
- CV (general) = 12.88 %
- Media general = 351.00 gr

En el cuadro 5 se tiene el análisis de varianza correspondiente a los tres factores. Los Factores A y B no manifiestan significancia estadística y sí, altamente significativo para el Factor C.

Los rendimientos promedios que se obtuvo en el presente trabajo, comparados con el informe de Añez (2001), puede decirse que están en el rango de lo esperado, debido a lo informado por Jakse y Mihelic (1999, citado por Añez, 2003), que indican la disminución del rendimiento hasta 56 % del esperado cuando se cultiva en sustrato de arena.

4.3.1.1. Factores

Observando los rendimientos presentados en función de los factores, el comportamiento de las plantas no fue homogéneo, condición que se puede observar en el cuadro 6.

Cuadro 6. Medias del peso de la planta, según factor estudiado.

Factor A		Factor B		Factor C		
Arena	Arena turba	Humus	Té de humus	Nivel1	Nivel 2	Nivel 3
357.7	344.2	326.5	375.5	251.4	340.9	460.6

Para los Factores A y B (tipo de sustrato y forma de abonamiento, respectivamente) no se presentan diferencias significativas en ninguna de las formas propuestas para cada uno de los factores (Cuadro 6). En el Factor C (nivel de abonamiento), se presenta diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación se encuentra en el rango de lo aceptable incluida la sub parcela (Calzada, 1982).

Considerando los resultados obtenidos así como la bibliografía, puede afirmarse primero, que los factores climáticos (granizo) y la adición de humus sólido al sustrato inmediatamente antes al transplante tuvo su repercusión en el rendimiento final. Siendo los canteros impermeables los mismos se vieron anegados por acción de la lluvia y el granizo lo que provocó lixiviación de los ácidos húmicos, entre cuyos compuestos se encuentran los nutrientes para las plantas.

En el Factor A, el de mejor comportamiento fue el de arena (A), con una media de 357.8 g/pta. y 344.2 g/pta para la combinación de arena y turba (AT), esto va en concordancia con lo que se aprecia en el Cuadro 7.

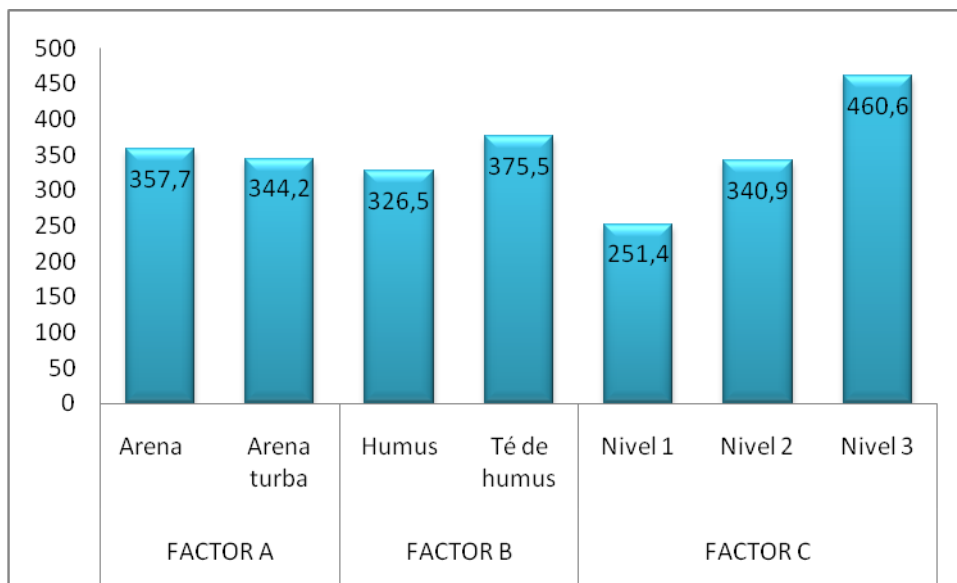
En el Factor B, forma de incorporar los nutrientes, resulto no ser significativa. El resultado obtenido va de acuerdo con la conclusión de Añez et al. (2001), quienes

no encuentran diferencias significativas en la forma de incorporación de abono así como la época en que se aplica.

La aplicación del té de humus (S) tuvo mejores condiciones con una media de 375.5 g/pta seguida del humus sólido (H) con 326.5 g/pta. El té de humus al contener concentrados y libres los elementos solubles del humus sólido, son asimilados con mayor rapidez por las plantas.

Romera (2000), indica que se ha establecido el ingreso de sustancias húmicas y de algunos compuestos orgánicos, de naturaleza individual, presentes en el té de humus, en la planta, donde se incorporan a los procesos de respiración y metabolismo, elevando el tonus vital. Esto último contribuye a intensificar el consumo de elementos nutritivos aportados al suelo y asegura un mejor desarrollo de la planta.

Figura 4. Relación entre medias por cada uno de los factores.



Neeteson et al. (1999, citado por Añez et al., 2001), afirma que no todo el N absorbido por los cultivos, termina en el producto cosechado, además que el N liberado de la materia orgánica puede ser percolado. Debido al alto porcentaje de

días de anegamiento por lluvia (39.3 %) puede asumirse que esta situación ha contribuido a la percolación del nitrógeno en los canteros.

Maroto, 1989 y Wiem, 1977 (este último citado por Defilipis, 2007), indican que una temperatura superior a 20° C acompañada de un incremento en el estímulo lumínico es altamente deseable para el acogollamiento de la lechuga. La fase de acogollamiento tuvo una temperatura media de 15.3°C con una media superior de 23.7°C

Añez et al. (2001) indica que no existen diferencias significativas entre las cantidades de humus de lombriz utilizados (0 a 20 tm ha⁻¹) para el cultivo de lechuga y se nota una tendencia favorable al tratamiento de 10 tm ha⁻¹ de humus de lombriz.

En la comparación de las medias en el Factor C, debido a su alta significancia, para peso fresco se observa que el nivel 1 está diferenciado del 3, pero no así del nivel 2 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias, peso fresco del nivel de abonamiento con humus de lombriz.

Orden inicial gr/pta		Orden resultante gr/pta		Duncan 0,05 %
1	251,408	3	460,633	a
2	340,958	2	340,958	a b
3	460,633	1	251,408	b

Letras iguales no difieren estadísticamente al 5%

El de mejor rendimiento, nivel 3, alcanzó 460.6 gr/pta, con un aporte de 5.3 kg de humus/m². Añez et al. (2001, cita a Vogt, 1999), indica que para obtener buenas cosechas el aporte de abono debe estar por encima de 50 tm/ha, esto permite reponer la materia orgánica del suelo.

4.3.1.2. Interacciones

En el Cuadro 8 puede observarse las medias obtenidas en cuanto a rendimiento, según los tratamientos propuestos:

Cuadro 8. Medias de peso de la planta, según tratamiento. (gr/pta)

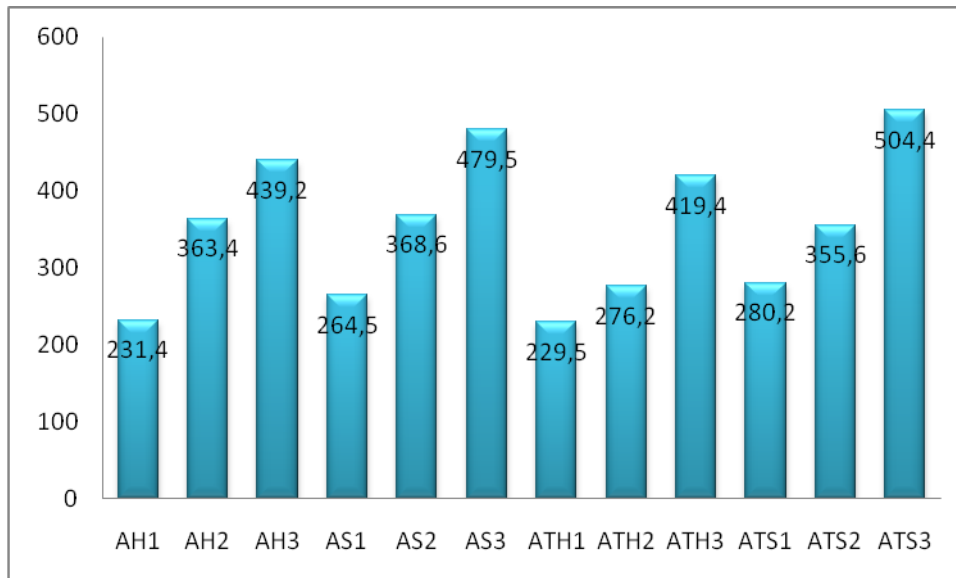
Trat	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Med	231.4	363.4	439.2	264.5	368.6	479.5	229.5	276.2	419.4	280.2	355.6	504.4

De las interacciones, para los Factores AxB, el mejor promedio es el de ATS con 380.1 gr/pta y en última posición AH (344.7 gr/pta). Para la interacción AxC, el mejor rendimiento fue para AT3 con una media de 461.9 gr/pta, y en último lugar A1 (247.9 gr/pta). En la interacción BxC se tiene el mejor rendimiento para S3 con una media de 491.9 gr/pta y la de bajo rendimiento H1 con 230.5 gr/pta. La interacción de los tres factores tiene el mejor rendimiento a ATS3 con una media de 504.4 gr/pta y el de bajo rendimiento a ATH1 con una media de 229.5 gr/pta.

CIPCA (2003) indica que el rendimiento está comprendido entre 8 y 12 TM/ha, lo que representa un 0.8 a 1.2 kg/m². En el trabajo realizado, con una densidad de 34 ptas/m² se obtuvo una media de 11.9 kg/m², siendo la de mejor rendimiento el tratamiento ATS3 con 17.1 kg/m², superando lo obtenido por CIPCA.

Del análisis general de rendimiento en masa obtenido en el cultivo de la lechuga con los diferentes tratamientos se observan algunas constantes: los factores A y B, referidos al sustrato y la forma de incorporación del abono no se encuentra diferencias y por lo mismo se asume que estos no inciden en el comportamiento general de las plantas. Del mismo modo se concluye que las diferencias de peso obtenidas están en correspondencia a los niveles de abonamiento.

Figura 5. Relación de medias de las interacciones entre los factores. (gr/pta)

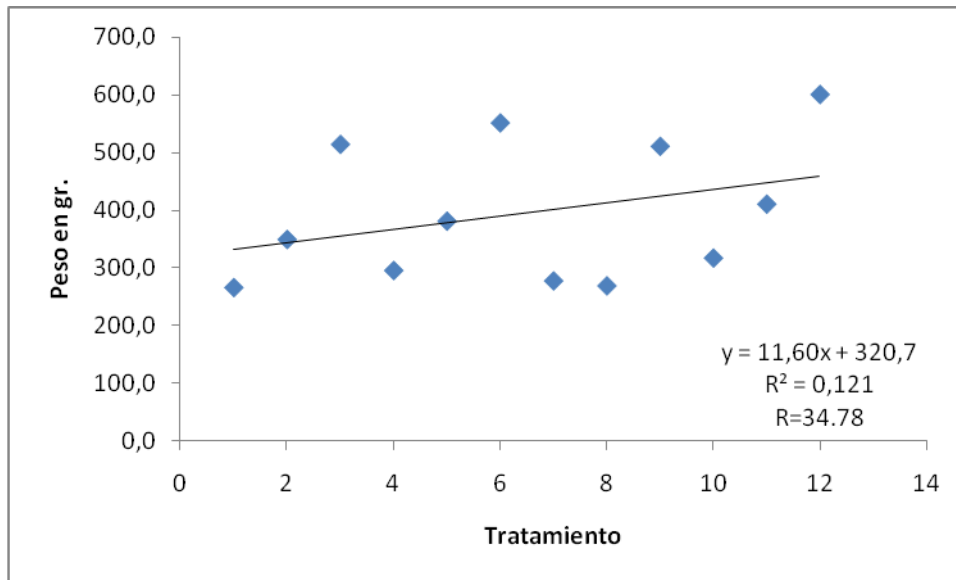


En cuanto al factor C, se advierte una diferencia entre los tres niveles de abonamiento, al igual que Añez et.al. (1997). El de mejor comportamiento es el nivel 3, el de mayor aporte de humus de lombriz; esto último también se advierte en las interacciones ya que las diferencias están marcadas por el nivel de abonamiento.

4.3.1.3. Regresión lineal y correlación entre rendimiento de la planta y tratamientos

La regresión lineal y correlación que se muestran en la figura 6, indican que la relación existente entre el peso de la planta y los tratamientos estudiados es de 34.78 %. Así mismo el valor de R^2 indica apenas una dependencia del 12.1 % del peso respecto de los tratamientos.

Figura 6. Regresión lineal entre rendimiento del peso de la planta y los tratamientos.



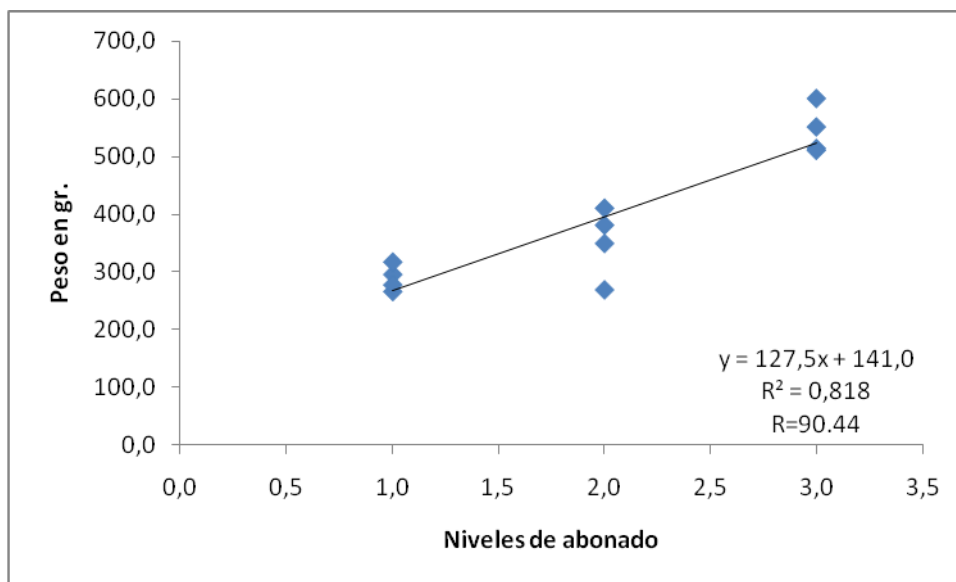
Siendo la correlación no significativa, se concluye que no existe una relación directa entre el rendimiento de las plantas y los tratamientos estudiados.

4.3.1.4. Regresión lineal y correlación entre rendimiento de la planta y niveles de abonado

En la figura 7, se muestra la regresión lineal y correlación del peso a la cosecha de las plantas de lechuga, este señala un valor de 90.44 de relación entre el peso de la planta y los niveles de abonado. A partir del coeficiente de determinación, R^2 , se puede indicar que el 81.8 % de las variaciones en peso de la planta están asociadas a los niveles de humus de lombriz lo que se ve reflejada en la ganancia de 142.5 kg/ha por TM de humus.

La correlación positiva y altamente significativa indica un alto grado de asociación entre el incremento del abonado y el peso de la planta; a mayores incrementos de humus de lombriz mayor el peso que alcanzan las plantas.

Figura 7. Regresión lineal entre peso de la planta y niveles de abonado



Rodríguez (1982), señala que la existencia de una suficiente cantidad de nitrógeno produce una mayor cantidad de clorofila y mayor asimilación de productos orgánicos, esto genera un aumento en el volumen y el peso de la planta, así como Añez (2003), que señala que el rendimiento máximo de 0.68 kg/pta, se alcanzó con 158 kg de nitrógeno/ha, se puede concluir que el abonado que se realizó es aun insuficiente para obtener los máximos rendimientos en la planta de lechuga.

Del análisis de los rendimientos alcanzados por el cultivo de la lechuga, en las condiciones observadas se tienen dos situaciones particulares. La primera el crecimiento, particularmente en la fase de acogollamiento, es rápido debido al aporte de los ácidos orgánicos, húmicos y fúlvicos además de las fitohormonas. Los primeros permiten el aprovechamiento de los nutrientes aportados por el humus y los segundos el crecimiento de la planta (Romera, 2000).

En la segunda situación se puede advertir que el crecimiento y desarrollo de las plantas de lechuga no han alcanzado lo que se esperaba (0.75 – 1.1 kg/pta) mencionado por Añez (2001). En cuanto al contenido de sales en el agua de riego y la solución que se forma en los canteros puede concluirse que este no represento problema alguno para que puedan alcanzar el 100 % de su desarrollo (Villafañe,

2000); por otra parte el análisis de regresión lineal nos permite observar la dependencia existente entre el rendimiento y los niveles de abonado, de donde se puede concluir que los aportes de humus de lombriz, y en este los nutrientes necesarios para el desarrollo de la lechuga, fueron insuficientes. Lo anterior se ve respaldada por la afirmación de De Sanzo (1999), que indica la necesidad de abonado con humus de lombriz en las hortalizas es de 120 gr/pta.

4.3.2. Altura de la planta

La altura de la planta es determinante en su aceptación en el mercado y está definido por la disponibilidad del nitrógeno en el sustrato. En el análisis de varianza siguiente se manifiesta la relación de los factores en incidencia sobre la altura de la planta.

Cuadro 9. Análisis de varianza de altura de la planta

FV	GL	SC	CM	Fc	PROB>F	SIG.
Bloque	2	5.3422	2.6711	0.26	0.7905	NS
Tipo de sustrato (A)	1	3.0625	3.0625	0.30	0.6369	NS
Error A	2	20.1600	10.0800			
Forma de incorporación (B)	1	1.4803	1.4803	0.86	0.4058	NS
A x B	1	0.0336	0.0336	0.02	0.8955	NS
Error B	4	6.8711	1.7177			
Niveles de abonamiento (C)	2	15.0005	7.5002	17.26	0.0001	**
A x C	2	0.3150	0.1575	0.36	0.7016	NS
B x C	2	0.7605	0.3803	0.88	0.4359	NS
A x B x C	2	0.4707	0.2353	0.54	0.5922	NS
Error exp.	16	6.9533	0.4346			
Total	35	60.4497				

* Significativo

** Altamente significativo

NS. No significativo

CV (Parcela principal) = 28.86%

CV (subparcela) = 11.9 %

CV general = 5.99%

Media general = 11.00 cm.

El coeficiente de variación general obtenido, 5.99 %, señala que este se encuentra en el rango de aceptable considerando que el presente trabajo se realizó a cielo abierto. Para el Factor A el CV, es de 28.86 % y el Factor B 11.9%, todos ellos se encuentran en el rango de aceptable (Calzada, 1982).

Del análisis de varianza (Cuadro 9) se encuentra que no existe significancia en los factores A y B, siendo altamente significativo para el factor C.

4.3.3.2. Factores

Las medias agrupadas por factores, en cuanto a altura de las plantas, puede observarse en el cuadro 10.

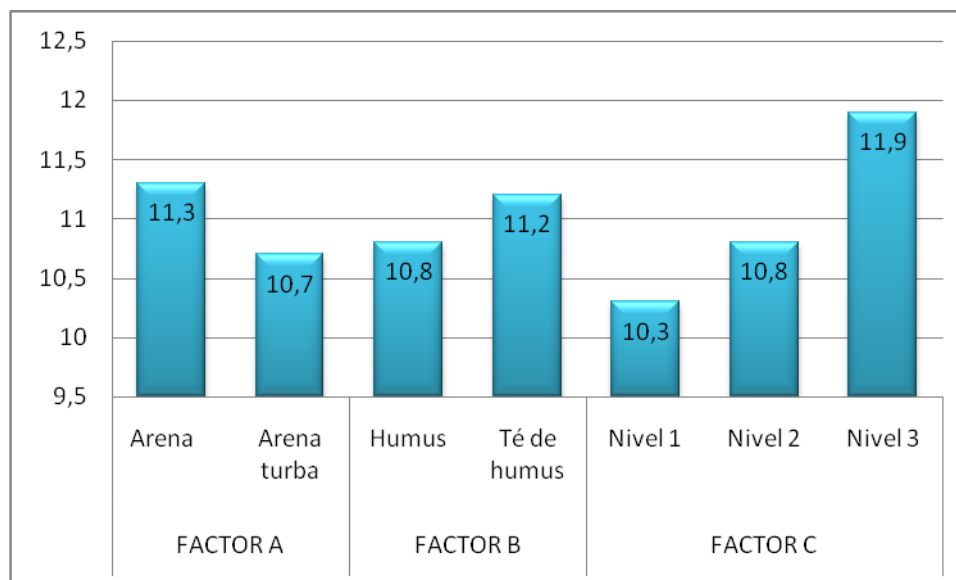
Cuadro 10. Medias de altura de las plantas de lechuga. Según Factor. Cm

Factor A		Factor B		Factor C		
Arena	Arena turba	Humus	Té de humus	Nivel1	Nivel 2	Nivel 3
11.3	10.7	10.8	11.2	10.3	10.8	11.9

En las mediciones de la altura alcanzada por las plantas cosechadas se tiene una media general de 11.00 cm. De las medias por factores se tiene que para el Factor A, la mayor altura se alcanzó en arena (A) con 11.3 cm y arena-turba (AT) con 10.7 cm. Para el Factor B, el té de humus (S) tiene una media de 11.2 cm y humus sólido (H) 10.8 cm. En el factor C, se tiene 11.9 m para nivel 3, con 10.8 cm para nivel 2 y 10.3 cm para nivel 1. Estas medias están en correspondencia al peso de las plantas y por los mismo son un reflejo de la disponibilidad de nutrientes, particularmente el nitrógeno.

En la Figura 8, se observa la existencia de una preeminencia del Nivel 3 de abonado, en el Factor C, sobre los demás factores.

Figura 8. Relación entre medias de altura por cada uno de los factores. cm.



El factor A, clase de sustrato, no presenta diferencia significativa debido a que el control sobre la humedad fue constante. En el factor B, no existe diferencia significativa y va en correspondencia a la afirmación de Añez et al. (2001), quienes no encuentran diferencias significativas en la forma de incorporar el abono.

Siendo que existe una diferencia altamente significativa para el factor C se presenta a continuación una relación comparativa de las medias:

Cuadro 11. Comparación de medias de los niveles de abonamiento

	Orden inicial cm.	Orden resultante cm.	Duncan 0,05 %	
1	10,33	3	11,88	a
2	10,80	2	10,80	a b
3	11,88	1	10,33	b

Letras iguales no difieren estadísticamente al 5%.

Las respuestas a los niveles de abonamiento, Factor C, no fueron parejos. Existe una diferencia a favor del nivel 3 de abonamiento con solución de humus de lombriz, así como se advierte en el cuadro 11, donde la significancia es favorable al

nivel 3 y no así en los niveles 1 y 2. El abonamiento de Nivel 3, a diferencia de los otros dos niveles, aportó una mayor cantidad de nutrientes disponibles inmediatamente por encontrarse en solución, esto le permitió alcanzar las mejores alturas.

4.3.3.3. Interacción

En el Cuadro 12 se puede apreciar la altura ganada por las plantas en los diferentes tratamientos con los que se trabajó.

Cuadro 12. Medias de altura de las plantas de lechuga. Por cada tratamiento.

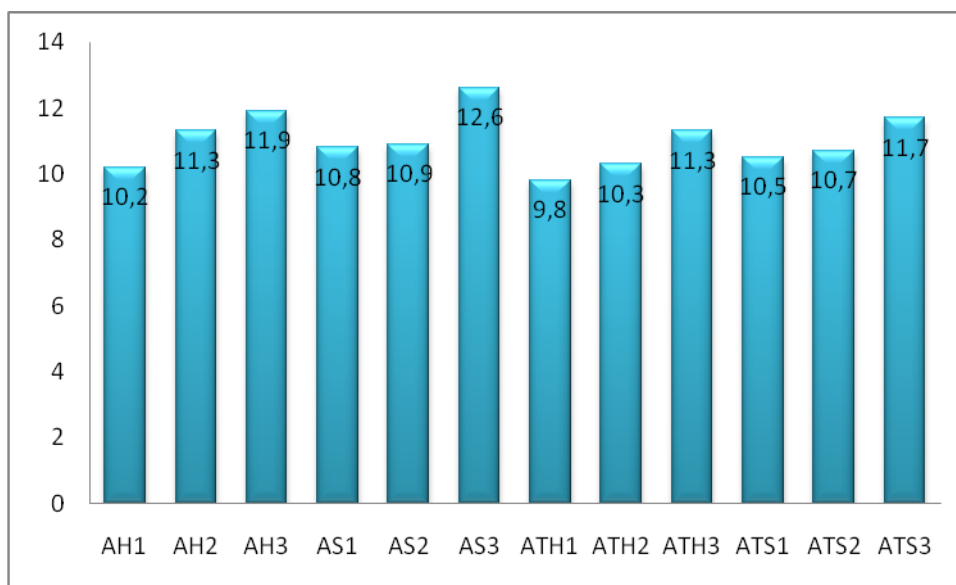
Cm

Trat	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Med	10.2	11.3	11.9	10.8	10.9	12.6	9.8	10.3	11.3	10.5	10.7	11.7

En la interacciones se tiene las siguientes medias: Para AxB, Arena y solución alcanzó el mejor promedio con 11.5 cm y 10.5 cm para arena turba y humus. En la interacción AxC, el mejor promedio es para Arena y nivel 3, con 12.3 cm y el menor Arena turba y nivel 1, con 10.2 cm. Para BxC el mejor es té de humus y nivel 3, con 12.2 cm y Arena y nivel 1, con 10.0 cm como la más baja. En AxBxC se tiene para Arena solución a nivel 3, con 12.6 cm como la mejor y Arena turba, humus y nivel 1, para la menor con 9.8 cm. Puede apreciarse que los niveles de abonamiento se reflejan con claridad en las altura alcanzadas por las plantas.

En la Figura 9, se observa el crecimiento mayor en los niveles 3 de abonamiento, del mismo modo que el aporte de nutrientes en la forma de té de humus alcanza las mejores alturas.

Figura 9. Relación entre medias de altura por cada uno de los tratamientos. cm.

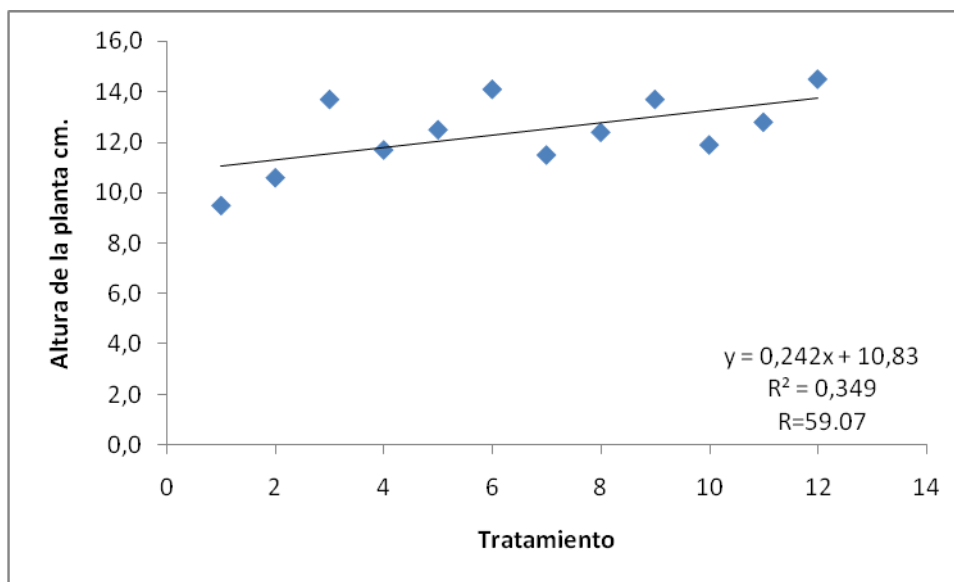


Asumiendo que no existió perjuicio en el crecimiento de las plantas de lechuga por efecto de salinidad, ya que este se halla en niveles en que el cultivo se puede desenvolver con regularidad y alcanzar el máximo de su potencial (Villafañe, 2000), aún puede esperarse un mayor crecimiento en talla de las plantas de lechuga a condición de un aumento en el aporte de materia orgánica.

4.3.3.4. Regresión lineal y correlación entre altura de la planta y tratamientos

De la Figura 10, se puede asumir que únicamente un 34.9 % de la altura de la plantas dependen de los tratamientos. La relación entre altura de la planta y tratamiento alcanza al 59.07 %.

Figura 10. Regresión lineal entre altura de la planta y tratamientos



Del anterior análisis podemos concluir que los tratamientos estudiados no repercuten el crecimiento en altura de la planta.

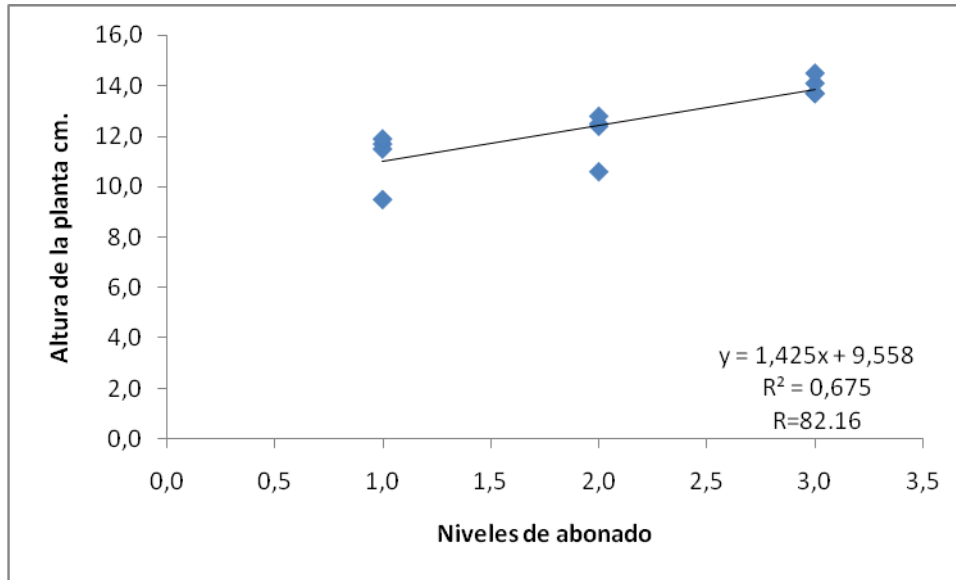
4.3.3.5. Regresión lineal y correlación entre altura de la planta y niveles de abonado

La Figura 11, señala un valor de 82.16, en la regresión lineal y correlación a la cosecha de las plantas de lechuga, de relación entre la altura de la planta y los niveles de abonado. A partir del coeficiente de determinación, R^2 , se puede indicar que el 67.5 % de las variaciones en la altura de la planta están asociadas a los niveles de humus de lombriz lo que se ve reflejada en la ganancia de 0.11 cm/pta por TM de humus.

Puede observarse una correlación positiva y significativa, lo que indica un grado de asociación entre el incremento del abonado y la altura de la planta; a mayores incrementos de humus de lombriz mayor la altura que alcanzan las plantas. Rodríguez (1982), señala que la existencia de una suficiente cantidad de nitrógeno se refleja en un mejor y mayor crecimiento de la planta de donde se puede concluir que el abonado realizado es insuficiente y que se pueden alcanzar mejores resultados. Villafañe (2000), indica que a mayores contenidos de sales expresados

en la conductividad eléctrica (mayores a 2dS/m, los cultivos sensibles reducen su rendimiento hasta un 50 %.

Figura 11. Regresión lineal entre altura de la planta y niveles de abonado



Del análisis de regresión lineal, donde observamos la dependencia del crecimiento de las plantas respecto los niveles de abonado se puede afirmar que los aportes de humus de lombriz, y en este los nutrientes necesarios para el desarrollo de la lechuga, fueron insuficientes. De Sanzo (1999), indica la necesidad de abonado con humus de lombriz en las hortalizas a razón de 120 gr/pta.

4.3.4. Perímetro de la planta

El perímetro de la planta, al igual que la altura de la lechuga definen su aceptación en el mercado.

El Coeficiente de Variación general de 11.18 %, para el Factor A, 8.9 %, para el Factor B, 10.04 %, indica que estos resultados están en el rango de la confiabilidad (Calzada, 1982).

Cuadro 13. Análisis de varianza de perímetro de la planta

FV	GL	SC	CM	Fc	PROB>F	SIG.
Bloque	2	102.1622	51.0811	4.83	0.1715	NS
Tipo de sustrato (A)	1	7.8400	7.8400	0.74	0.4799	NS
Error a	2	21.1467	10.5733			
Forma de incorporación (B)	1	20.2500	20.2500	1.50	0.2884	NS
A x B	1	43.1211	43.1211	3.19	0.1489	NS
Error b	4	54.1489	13.5372			
Niveles de abonamiento (C)	2	144.6706	72.3353	4.31	0.0317	*
A x C	2	35.7717	17.8858	1.07	0.3674	NS
B x C	2	53.8550	26.9275	1.61	0.2315	NS
A x B x C	2	2.5872	1.2936	0.08	0.9261	NS
Error exp.	16	268.3222	16.7701			
Total	35	753.8755				

*

Significativo
 ** Altamente significativo
 NS. No significativo
 CV (parcela principal) = 8.88%
 CV (subparcela) = 10.04 %
 CV (general) = 11.18%
 Media general = 36.61 cm.

En el cuadro 13, Análisis de varianza, se puede observar que no existe significancia en los Factores A y B. En el Factor C se encontró significancia, lo que representa que los niveles de abonamiento se reflejaron en el perímetro alcanzado por la planta.

4.3.4.1. Factores

El perímetro alcanzado por las plantas tiene una media general de 36.6 cm. De los Factores, se tiene para el Factor A, arena con 37.1 cm y arena-turba con 36.1 cm. El Factor B tiene al té de Humus con 37.1 cm como la mejor y Humus con 35.9 cm. El factor C, alcanzó el nivel 3 con 39.4 cm, el nivel 2 tiene 35.3 cm y por último el nivel 1 con una altura de 35.1 cm.

Estos resultados están en correspondencia a los rendimientos en peso, así como la altura de las plantas de lechuga, donde también encontramos significancia en el Factor C.

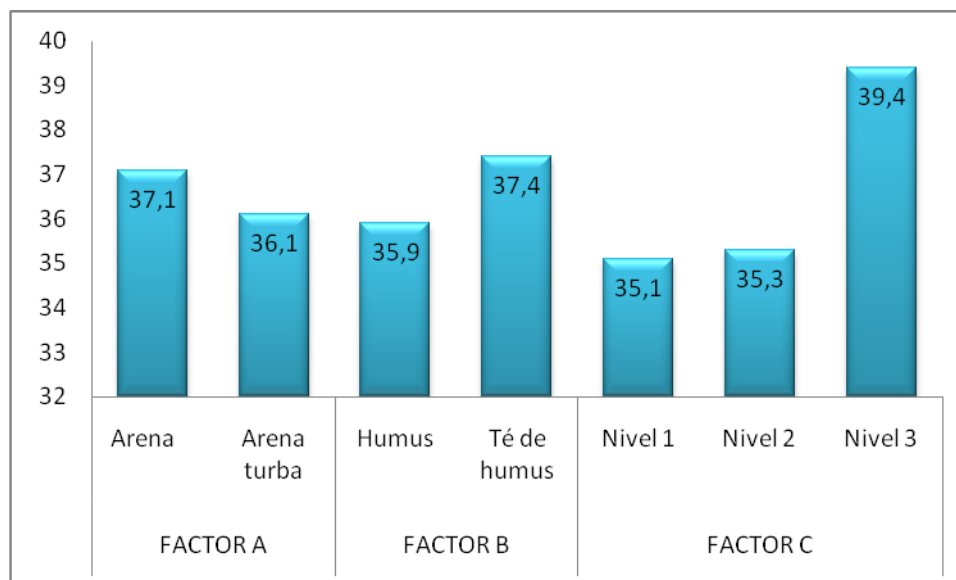
En el Cuadro 14 se puede apreciar que en el Factor C destaca el perímetro logrado por el nivel 3 de abonado sobre los otros factores estudiados.

Cuadro 14. Medias del perímetro de las plantas de lechuga. Por Factor Cm.

Factor A		Factor B		Factor C		
Arena	Arena turba	Humus	Té de humus	Nivel1	Nivel 2	Nivel 3
37.1	36.1	35.9	37.4	35.1	35.3	39.4

El perímetro de la planta al estar en relación directa con el peso de la misma también es un reflejo de las condiciones de disponibilidad del nitrógeno.

Figura 12. Relación entre medias de altura por cada uno de los tratamientos. cm.



En la Figura 12, se aprecia como destaca el perímetro de las plantas de lechuga a nivel 3 de abonado sobre los otros Factores.

De la comparación de medias (Duncan 0.05 %) se asume que existe una diferencia entre el nivel 3 y los niveles 1 y 2, a favor del primero.

Cuadro 15. Cuadro de comparación de medias de niveles de abonamiento

Orden inicial cm.		Orden resultante cm.		Duncan 0,05 %
1	35,05	3	39,44	a
2	35,33	2	35,33	b
3	39,44	1	35,05	b

Las letras iguales no difieren estadísticamente al 5 %

De la interacciones tenemos para AxB, 38.0 cm para ATS y 34.3 cm para ATH. La interacción AxC, 40.3 cm para AT3, AT1 con 33.4 cm. En la interacción BxC tiene 41.9 cm para S3 y S1 con 34.7 cm. En la interacción AxBxC el mejor perímetro es 44.1 cm para ATS3 y la menor con 32.7 cm ATH1.

Quinteros et.al. (2000), informa de la obtención de lechuga repolladas hasta 3.98 kg/0.9m² con un perímetro de 39.0 cm a 64.7 cm y una media de 48.4 cm. La reducción del rendimiento, por el sustrato de arena hasta un 56 % (Jakse y Mihelic, 1999), se ven reflejados en esta variable. El Factor C, nivel de abonamiento define el nivel de nutrientes incorporados al sustrato para que sean asimilados por las plantas, de donde se desprende que la cantidad de humus de lombriz, nuevamente fue insuficiente para lograr su máximo desarrollo y crecimiento.

4.3.3.2. Interacciones

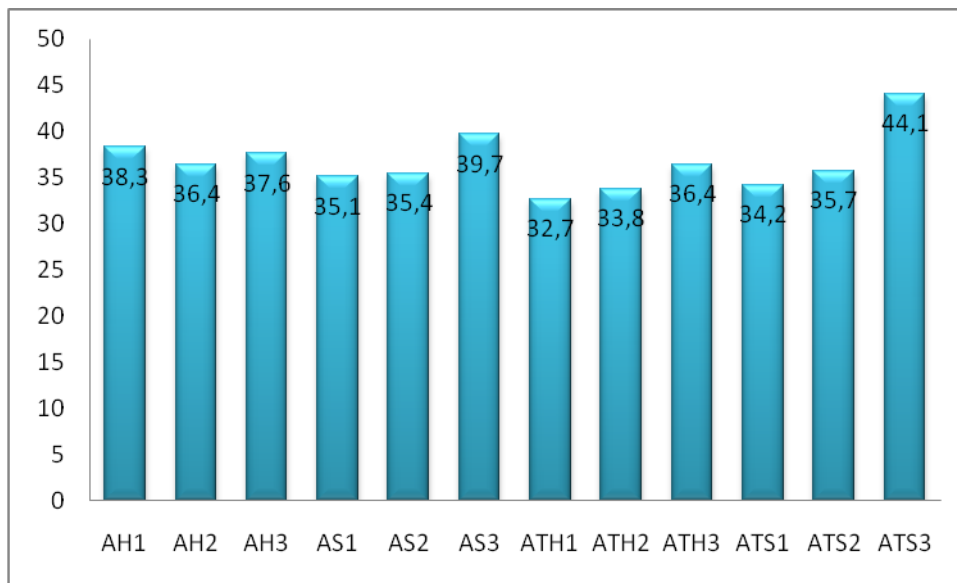
En el cuadro 16, se aprecia el perímetro alcanzado por las plantas de lechuga según los tratamientos propuestos. Se observa como destaca el tratamiento ATS3, arena turba y solución a nivel 3 de abonamiento, sobre los otros tratamientos.

Cuadro 16. Medias del perímetro de las plantas de lechuga. Por cada tratamiento. Cm

Trat	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Med	38.3	36.4	37.6	35.1	35.4	39.7	32.7	33.8	36.4	34.2	35.7	44.1

En la Figura 13, se destaca como el incorporado de té de humus a nivel tres, independientemente del uso de turba en el sustrato se encuentran por encima de los otros tratamientos.

Figura 13. Relación de medias del perímetro alcanzado por las plantas en cada uno de los tratamientos. cm.

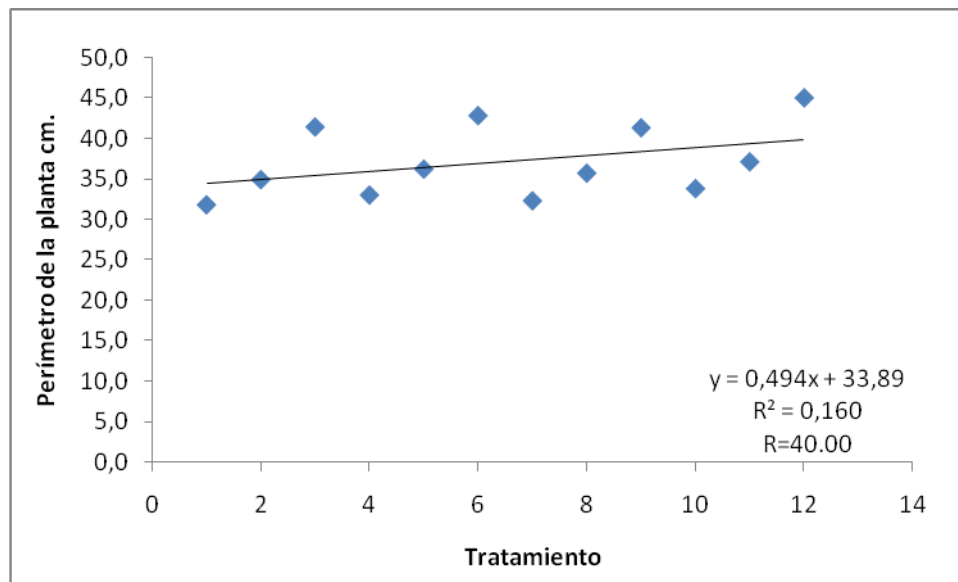


Del Cuadro 17 y la Figura 13, se puede concluir que el uso de humus en la forma de destilado, al tener en solución los componentes del humus de lombriz son asimilados con mayor efectividad por las plantas.

4.3.4.3. Regresión lineal y correlación entre perímetro de la planta y tratamientos

La regresión lineal y correlación que se muestran en la figura 14, indican que la relación existente entre el peso de la planta y los tratamientos estudiados es de 40.00 %. Así mismo el valor de R^2 indica una dependencia del 16.0 % del perímetro respecto de los tratamientos.

Figura 14. Regresión lineal entre perímetro de la planta y tratamiento



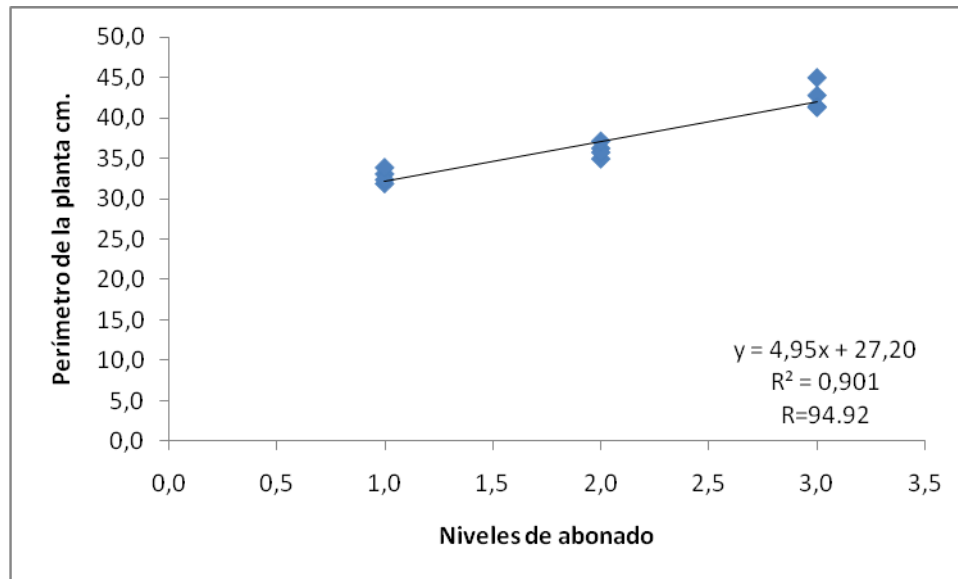
Siendo la correlación muy poco significativa se concluye que no existe una relación directa entre el perímetro alcanzado por las plantas y los tratamientos estudiados. El perímetro de las cabezas de lechuga no está en función del tratamiento estudiado.

4.3.4.4. Regresión lineal y correlación entre perímetro de la planta y niveles de abonado

En la figura 15, se muestra la regresión lineal y correlación a la cosecha de las plantas de lechuga, este señala un valor de 94.92 de relación entre el perímetro de la planta y los niveles de abonado. A partir del coeficiente de determinación, R^2 , se

puede indicar que el 90.1 % de las variaciones en el perímetro de la planta están asociadas a los niveles de humus de lombriz lo que se ve reflejada en la ganancia de 0.37 cm/pta por TM de humus.

Figura 15. Regresión lineal entre perímetro de la planta y niveles de abonado



Puede observarse una correlación positiva y altamente significativa, lo que indica un alto grado de asociación entre el incremento del abonado y el perímetro de la planta, a mayores incrementos de humus de lombriz mayor el perímetro que alcanzan las plantas. Rodríguez (1982), señala que la existencia de una suficiente cantidad de nitrógeno se refleja en un mejor y mayor crecimiento de la planta. Lo anterior nos hace pensar que el abonado realizado es insuficiente y que se pueden alcanzar mejores resultados.

El estudio llevado a cabo por Quinteros et al. (2000), señala que los perímetros que obtuvo en los cultivos de lechuga se encuentran por encima de los que se logra en el presente trabajo (39 – 64.7 cm), esto se debe a que la disponibilidad de los nutrientes, por el nivel estudiado, no fue suficiente para que las plantas alcancen los rendimientos esperados. Estos resultados van en relación de los logrados en peso y altura de la planta, y del mismo modo los análisis de regresión nos indican una alta dependencia de los mismos respecto los niveles de abonado.

Aun cuando Añez (2001), concluye que los niveles de materia orgánica aportados al sustrato no son significativos en los rendimientos, también es cierto que el mismo autor indica que 50 tm/ha de materia orgánica sólo representa una reposición de materia orgánica en el suelo, y si se pretende obtener mejores rendimientos se deberá adicionar un mayor volumen de materia orgánica.

4.3.5. Raíz

El largo de la raíz es un indicador de las condiciones edáficas y de humedad más adecuadas para la planta. Maroto (1989) señala que una temperatura próxima a 10°C en el suelo favorece el crecimiento de la raíz. Alcalá, citando a Añez, Rovirol y Tavira (1981) indica que el aprovechamiento de Nitrógeno por la planta se ve favorecido por el crecimiento del sistema radicular.

Cuadro 17. Análisis de varianza. Largo de raíz (cm).

FV	GL	SC	CM	Fc	PROB>F	SIG.
Bloque	2	0.1439	0.0719	0.25	0.7977	NS
Tipo de sustrato (A)	1	0.0711	0.0711	0.25	0.6662	NS
Error a	2	0.5672	0.2836			
Forma de incorporación (B)	1	0.0400	0.0400	0.99	0.3769	NS
A x B	1	0.0044	0.0044	0.11	0.7572	NS
Error b	4	0.1622	0.0406			
Niveles de abonamiento (C)	2	0.4172	0.2086	12.52	0.0005	**
A x C	2	0.0072	0.0036	0.22	0.8075	NS
B x C	2	0.0317	0.0158	0.95	0.4075	NS
A x B x C	2	0.0172	0.0086	0.52	0.6061	NS
Error exp.	16	0.2667	0.0167			
Total	35	1.7289				

* Significativo
 ** Altamente significativo
 NS. No significativo
 CV (parcela principal) = 7.88 %
 CV (subparcela) = 2.98 %
 CV (general) = 1.91 %
 Media general = 6.75 cm.

Del cuadro Análisis de varianza (Cuadro 17), se tiene una alta significancia para el Factor C, mientras que no significativo para los Factores A y B. Los coeficientes de variación se encuentran en el rango de lo permisible (Calzada, 1982) para un trabajo a cielo abierto.

De las mediciones del largo de la raíz se tiene una media general de 6.8 cm/pta. De los Factores se tiene al Factor A con 6.8 cm para arena y 6.7 para arena-turba; el Factor B se tiene 6.8 cm para té de humus y 6.7 cm para humus; por último en el Factor C, 6.9 cm para el nivel 3, el nivel 2 con 6.7 cm y para 6.6 cm para el nivel 1. La no existencia de diferencias significativas indica que la disponibilidad de humedad fue el adecuado. A su vez se puede, Romera (2000 ?), señala que los componentes orgánicos del humus de lombriz, ácidos húmicos y fulviácidos, son estimulantes del crecimiento radicular debido a que llevan consigo fitohormonas como las auxinas y citocinas que son las que estimulan la elongación celular.

En el Cuadro 18, se puede apreciar una ligera diferencia a favor del Nivel 3 de abonamiento.

Cuadro 18. Medias de longitud radicular de las plantas de lechuga. Por Factor . Cm

Factor A		Factor B		Factor C		
Arena	Arena turba	Humus	Té de humus	Nivel1	Nivel 2	Nivel 3
6.8	6.7	6.7	6.8	6.6	6.7	6.9

En la comparación de medias para el Factor C (Duncan 0.05 %), se encuentra una situación favorable de crecimiento longitudinal de la raíz para el nivel 3 y agrupados en uno están los niveles 2 y 1 con un crecimiento menor al del nivel 3.

Cuadro 19. Comparación de medias

Orden inicial		Orden resultante		Duncan 0,05 %
1	6,64	3	6,90	a
2	6,72	2	6,72	b
3	6,90	1	6,64	b

Letras iguales no difieren estadísticamente al 5%

El Cuadro 19 muestra las diferencias existentes entre los tres niveles de abonamiento reflejados en el largo de la raíz de la planta de lechuga.

Para las interacciones, en el Cuadro 20, se observa que para el tratamiento ATS3 existe una diferencia a favor leve.

Las interacciones tiene en AxB 6.8 cm para arena humus, arena solución y arena turba y solución. En AxC se tiene 6.9 cm para arena nivel3 y arena turba nivel 3. y 6.1 cm para arena turba nivel 1. En BxC alcanzó 7.0 cm en arena turba nivel 3 y arena nivel 1 con 6.6 cm. En la interacción AxBxC se encontró 7.0 cm para arena solución nivel 3 y arena turba solución nivel 3 y, 6.6 cm para arena humus nivel 1, arena turba humus nivel 1.

Cuadro 20. Medias de altura de las plantas de lechuga. Por cada tratamiento. Cm

Trat	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Med	6.6	6.8	6.9	6.7	6.7	7.0	6.6	6.6	6.8	6.7	6.7	6.9

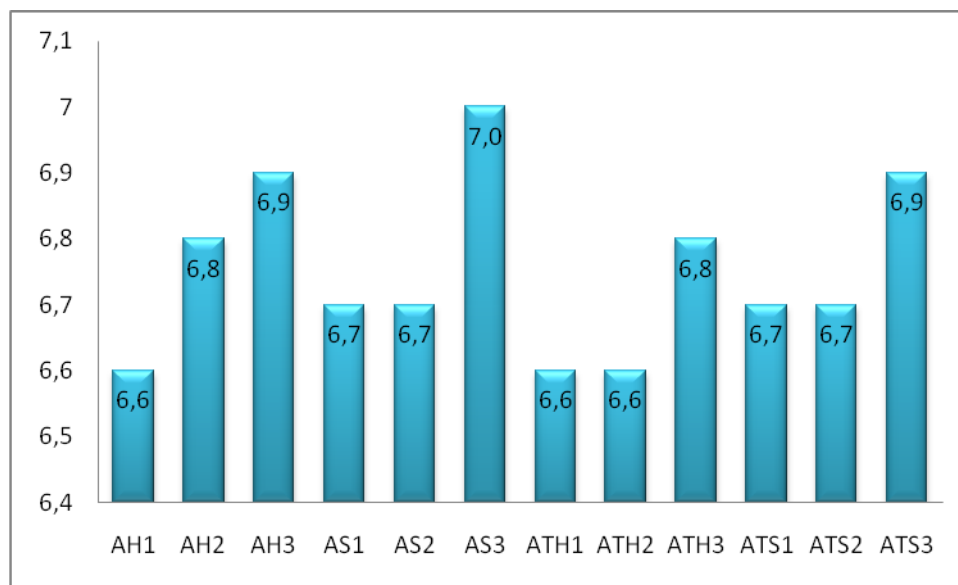
El tipo de sustrato utilizado y abonado con materia orgánica permitió un crecimiento regular del sistema radicular que alcanzó a longitud de 6.8 cm, coincidiendo con lo informado por Arellano et al. (2005), que señala haber alcanzado una longitud

radicular entre 5.2 y 7.4 cm. En condiciones de cultivos normales, la longitud radicular total, alcanza un máximo de 25 cm.

La longitud radicular (en promedio 6.8 cm.) no pudo significar problema para el crecimiento de la planta porque, su crecimiento, refleja la disponibilidad de nutrientes.

En la figura 16, se puede observar como destaca el tratamiento AS3 en el crecimiento longitudinal de las raíces.

Figura 16. Relación de medias de longitud radicular cada uno de los tratamientos. cm.

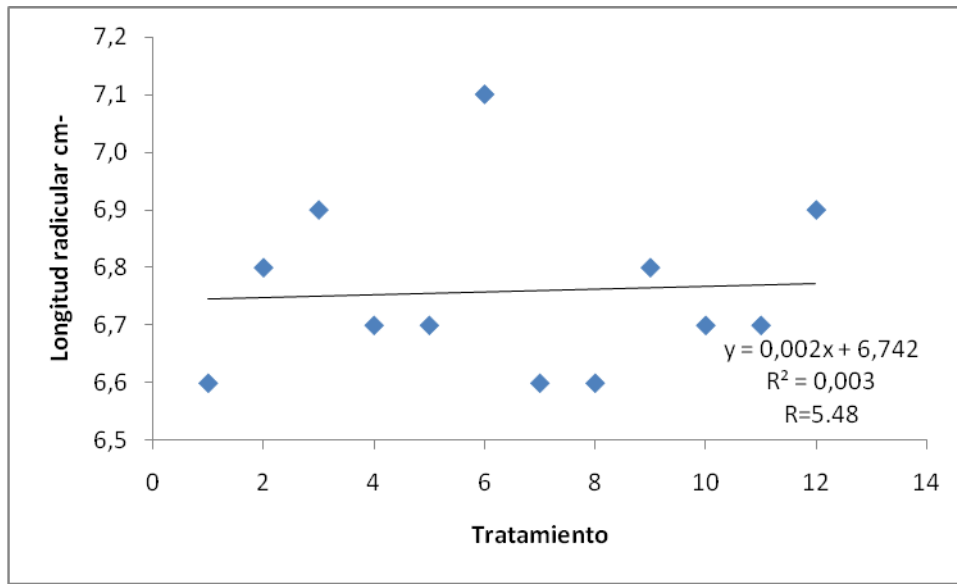


Puede apreciarse también que la incorporación de humus sólido tiene las medias de longitud radicular con menor crecimiento.

4.3.4.2 Regresión lineal y correlación entre la longitud radicular de la planta y tratamientos

De la Figura 17, se puede asumir que únicamente un 5.48 % de la longitud radicular de la plantas dependen de los tratamientos. La relación entre la longitud radicular y los tratamientos alcanza al 0.003 %.

Figura 17. Regresión lineal entre longitud radicular y tratamiento

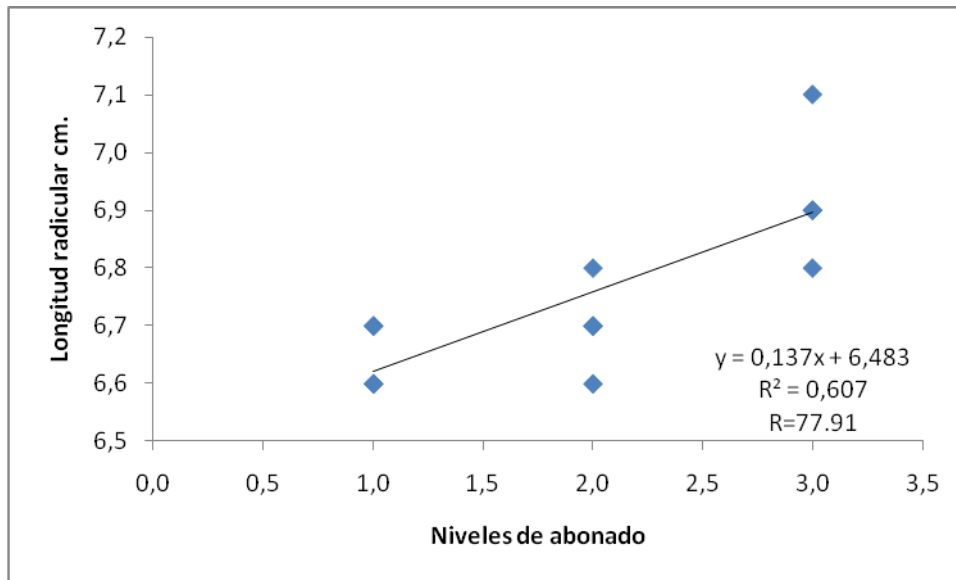


Del anterior análisis podemos concluir que los tratamientos estudiados no repercuten el crecimiento de la longitud radicular de la planta.

4.3.4.3. Regresión lineal y correlación entre la longitud radicular de la planta y niveles de abonado

La figura 18, señala un valor de 77.91, en la regresión lineal y correlación a la cosecha de las plantas de lechuga, de relación entre la longitud radicular de la planta y los niveles de abonado. A partir del coeficiente de determinación, R^2 , se puede indicar que el 60.7 % de las variaciones en la longitud radicular de la planta están asociadas a los niveles de humus de lombriz lo que se ve reflejada en la ganancia de 0.01 cm/pta por TM de humus.

Figura 18. Regresión lineal entre longitud radicular y niveles de abonado



Puede observarse una correlación positiva, lo que indica un grado de asociación entre el incremento del abonado y el largo de raíz; a mayores incrementos de humus de lombriz mayor la longitud radicular que alcanzan las plantas. La longitud radicular alcanzada en el trabajo coincide con el informado por Arellano et al. (2005), que señala haber alcanzado una longitud radicular entre 5.2 y 7.4 cm., además al encontrarse el sustrato con la provisión de humedad respectiva y nutrientes suficientes no requirió alongarse más el sistema radicular.

8.3. Análisis económico

La intención del análisis económico es el de determinar un alternativa rentable en base de los beneficios netos y costos variables de producción. Los datos estadísticos se sometió a análisis económicos en base de la propuesta de CIMMYT (1989).

Cuadro 21. Análisis económico de los rendimientos según tratamientos. Cultivo organopónico de la lechuga a una densidad de 34 ptas/m². (en 2000 m²)

Tratamiento		Rendimiento nivel agricultor	Costos totales Bs	Ingreso bruto Bs	Ingreso neto Bs	Relación B/C
AH1	Arena humus nivel 1	123	4430	6150	1720	1,40
AH2	Arena humus nivel 2	129	4467	6450	1983	1,44
AH3	Arena humus nivel 3	140	4508	7000	2492	1,55
AS1	Arena té de humus nivel 1	119	4459	5950	1491	1,33
AS2	Arena té de humus nivel 2	122	4496	6100	1604	1,36
AS3	Arena té de humus nivel 3	157	4537	7850	3313	1,73
ATH1	Arena turba humus nivel 1	101	7208	5050	-2158	0,70
ATH2	Arena turba humus nivel 2	110	7245	5500	-1745	0,76
ATH3	Arena turba humus nivel 3	129	7286	6450	-836	0,88
ATS1	Arena turba té de humus nivel 1	113	7237	5650	-1587	0,78
ATS2	Arena turba té de humus nivel 2	120	7274	6000	-1274	0,82
ATS3	Arena turba té de humus nivel 3	161	7315	8050	735	0,10

Aun cuando la proyección del rendimiento que pueda obtener un agricultor con el tratamiento ATS-, arena turba, té de humus a nivel 3 de abonamiento, tiene las mejores perspectivas, también se observa en el Cuadro 21 que en general los tratamientos que llevan en el sustrato la adición de turba tienen Ingresos netos negativos, de donde se puede concluir que estos tratamientos no son rentables para los agricultores.

Todos los tratamientos que incluyen a la turba en el sustrato registran la relación B/C por debajo de la unidad. Se tienen beneficios netos negativos en todos aquellos tratamientos que incluye la turba, esto representa, que este componente del sustrato, encarece los costos y hace inviable esta técnica en la producción de lechugas. El tratamiento que tiene los mayores beneficios, arena té de humus a nivel 3, nos indica un beneficio neto de 3313 Bs/ parcela de 2000 m² por cosecha.

9. CONCLUSIONES

Si bien representa una ventaja el ahorro de agua, también puede plantear el problema de anegamiento, como en el presente caso, debido a las lluvias no previstas.

El control de malezas es mucho más completo, se puede eliminar con más facilidad los brotes de las plantas no deseadas.

Por la distribución interna del agua existe un crecimiento más uniforme, condición no existente en campo abierto ya que existe una distribución de hasta el 23 % de aquellas plantas con mayor diámetro y mejor peso

Las respuestas de la lechuga al tipo de sustrato así como la forma en que se incorpora el abono, no fueron significativas, si a los diferentes niveles de humus de lombriz.

Para las condiciones de cultivo, valle de Palca, el nivel tres de abonamiento tiene los mejores rendimientos, aún así no son los que corresponden a la valoración por el mercado.

Las fases fenológicas tuvieron un buen comportamiento.

En el trabajo realizado no se contó la presencia de enfermedad alguna, del mismo modo la presencia de plagas, insectos y maleza de forma significativa situación que está de acuerdo con Alarcón (2006) y Humusina (2007), que indica la ventaja del uso de la arena el evitar la presencia de patologías e insectos plaga en los cultivos.

En situaciones normales el uso del plástico habría tenido mejor efecto sobre la técnica debido a que permite evitar la percolación de los nutrientes sino la reutilización del mismo.

10. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio y para las condiciones en las que se a propuesto el mismo, se tienen las siguientes recomendaciones:

Incorporar en la práctica del cultivo de lechuga, como abonamiento fundamental y adicional, el uso de te de humus para mejorar los rendimientos.

Debe proponerse realizar trabajos adicionales, en base de la técnica, variaciones referidas a la densidad de siembra así como niveles de abonamiento por encima de los utilizados en el presente trabajo.

Reducir los costos a partir de la elaboración en el lugar del humus de lombriz.

Utilizar humus de lombriz con alto grado de descomposición, más seis meses de envejecimiento, para obtener mejor resultados.

Utilizar como contenedores piedras planas niveladas así se evita el desgaste que se produce en el plástico.

Fomentar el uso de materia orgánica por las características de mejorador del suelo y fundamentalmente, por el comportamiento del mercado (propiedades organolépticas).

El uso de esta técnica permite la recuperación de suelos que hayan sufrido erosión o ténganla condición de arenosos.

Se puede recuperar los suelos con alta concentración de sales producto del uso de fertilizantes químicos.

11. LITERATURA CITADA

1. **ALARCÓN V. Antonio. (2006). LOS CULTIVOS HIDROPÓNICOS DE HORTALIZAS EXTRA TEMPRANAS.** En: www.horticom.com/fitech/aalarcon.html - 26k -
2. **ALCALÁ, Arturo, Fernández, Nilda N., Aguirre, Cyntia M. RESPUESTA DEL CULTIVO DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA L.) A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA.** Facultad de Cs. Agrarias – UNNE. Resistencia - Chaco – Argentina En : <mailto:nnfer@arnet.com.ar> . E-mail: nnfer@arnet.com.ar
3. **AÑEZ, Bruno y Espinoza, Wilmer. (2001). RESPUESTAS DE LA LECHUGA Y DEL REPOLLO A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA.** En Revista Forest. Venez. 47(2) 2003 (pp 73 – 82). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.) Universidad de Los Andes, Apdo. 77 (La Hechicera) Mérida, Código Postal 5101, Venezuela. 2001. En: saber.ula.ve/revistaforestal/informe/index

ecotropicos.saber.ula.ve/cgi-win/be_alex.exe?Documento=T016300002779/9&term_termino_2=e:/alexandr/db/...
4. **AÑEZ, B. Pino H. (1997). FORMA Y TIEMPO DE APLICACION DE NITROGENO EN LA PRODUCCION DE LECHUGA.** Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Mérida – Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 41(1). pp 87-88 En: [www:info@saber.ula.ve](http://www.info@saber.ula.ve)

ecotropicos.saber.ula.ve/cgi-win/be_alex.exe?Documento=T016300000167/10&term_termino_2=e:/alexandr
5. **APAZA, Roberto. (2006) Comunicación personal. Docente-investigador Limnología Carrera Biología. FCPN. UMSA.**

6. ARELLANO Rodríguez, Luis Javier. Bojorquez Martinez, Blanca Alicia Sanchez Martinez, Jose. Sepeda Guzman, Ma Guadalupe. Medina Lorena, Mariana. Henandez Gallardo, Ramon. (2005). **EVALUACION DE SUSTRATOS. EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN EN EL SUELO DE COMPOST DE RESIDUOS DE COSECHA, COMO ENMIENDA ORGÁNICA, EN CULTIVOS HORTÍCOLAS.** En Avances de la investigación científica en el CUCBA.. pp 5-9 Guadalajara Mexico.

www.cucba.udg.mx/new/publicaciones/avances/avances_2005/.../ArellanoRodriguezLuisJavier/ArellanoRodriguezLuisJavier...

www.cori.unicamp.br/jornadas/completos/UNC/CA7012%20-%20Camara%20Trabajo%

7. AYERS, R. y D. WESTCOT. (1987). **LA CALIDAD DEL AGUA EN LA AGRICULTURA.** Estudio FAO Riego y Drenaje 29. Roma, Italia. 174 p.
8. BERNARD. M. (1967). **LA LECHUGA: CULTIVO Y COMERCIALIZACION.** Trad. A. García. Kos – Tau. Barcelona. España. Pp77 – 107
9. CALDEYRO, M. (2006). **LA HIDROPONIA SIMPLIFICADA.** En www.rlc.fao.org/prio/seglim/aup/tecno.htm
10. CALZADA, B. (1982) **METODOS ESTADISTICOS PARA LA INVESTIGACION.** Universidad La Molina. Lima. Perú. Pp 320.
11. CIPCA. (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado), (2003). **PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS ORGÁNICAS.** La Paz.

www.cipca.org.bo/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=69&Itemid=33 -

cipca.org.bo/dmdocuments/memoria-cipca-2005.pdf -

12. CORONADO, Myriam. (2007). **AGRICULTURA ORGANICA VERSUS AGRICULTURA CONVENCIONAL. PRIMER ENCUENTRO: ABONOS ORGANICOS VS. FERTILIZANTES QUIMICOS.** Cendo, CIED. Lima Perú. En: www.biblioteca.uct.cl/tesis/tesis-conuepan-pasmino.pdf -

13. COSTANTINI, A. Segat, A. Lopes de Almeida, D. De polli, H. (1997) **EFFECTO DE DIFERENTES FERTILIZANTES SOBRE EL CARBONO DE BIOMASA MICROBIANA, RESPIRACIÓN Y RENDIMIENTO BAJO CULTIVO DE LECHUGA.** Fac.Agronomía. Univ. Buenos Aires Cátedra de edafología. En: costanti@mail.retina.ar

14. DEFILIPIS, C. Parían, S. Jiménez, A. Bouzo, C. (2007). **RESPUESTA AL RIEGO DE LECHUGA (lactuca sativa L.) CULTIVADA EN INVERNADERO.** Universidad Nacional de Luján. Argentina. En: riego@mail.unlu.edu.ar

15. De SANZO, Carlos. Ravera, Anibal Rubén. (1999). **COMO CRIAR LOMBRICES ROJAS CALIFORNIANAS?.** Programa de autosuficiencia regional. Buenos Aires. Argentina.

16. **EL SUSTRATO,** En: <http://www.manualdelombricultura.com/lombricultores/peru.html>

17. FERNANDEZ, N. Aguirre, C. (2007) **PRODUCCION ORGANICA DE LECHUGA (lactuca sativa L.).** Instituto agrotecnico "Pedro M. Fuentes Godo" Cátedra de horticultura y floricultura. Facultad de ciencias agrarias. Universidad nacional del Noreste. En www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/05-Agrarias/A-083.pdf

www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-035.pdf

18. [hht://www.incap.org.gt/Doctos_web_intranet_03/CASI/pdfs/ftecnicos/f3.pdf](http://www.incap.org.gt/Doctos_web_intranet_03/CASI/pdfs/ftecnicos/f3.pdf). FICHAS TECNOLOGICAS N. 3. **GUIA PARA DESARROLLAR PROCESOS AGRICOLAS EN AREAS URBANO Y PERIURBANO.**

19. IBAR, L. (1989). **EL CULTIVO MODERNO Y RENTABLE DE LAS ENSALADAS**. Ed. Vechi. Barcelona, España. Pp126
20. Ley N° 3525 de 21 de 2006. Gaceta Oficial. La Paz. Bolivia
21. MAGÁN Cañadas, JJ. (2007). **SISTEMAS DE CULTIVO EN SUSTRATO: A SOLUCION PERDIDA Y CON RECIRCULACIÓN DEL LIXIVIADO**. (5ª parte) Cultivo En Grava Con Subirrigación, ... En: infoagro.com

www.infoagro.com/abonos/cultivo_sustrato5.htm - 44k -
22. MALLAR, A. (1978). **LA LECHUGA**. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. pp 55
23. MAROTO, J.V. (1989). **HORTICULTURA HERBACEA ESPECIAL**. Ed. Mundi Prensa, 3ra ed. Madrid España. pp 200 – 219
24. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE. (2008). Departamento de Estadísticas agropecuarias. La Paz. Bolivia.
25. MINISTERIO DE PREVISIÓN SOCIAL Y SALUD PUBLICA. (1984). **TABLA DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS BOLIVIANOS**. División de nutrición del MPSSP. La Paz. Bolivia pp 20-21
26. NOVARA, L. (1980). **PLANTAS VASCULARES**. Universidad nacional de Salta. Salta, Argentina. pp 280 – 292.
27. OCSA, W. (1995). **LOMBRICULTURA Y SUELOS BIOTICOS. CENTRO DE FOMENTO PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO**. La Paz, Bolivia. pp 36
28. PROYECTO EDUCATIVO EN EL ESTADO DE CHIAPAS. (2006). **TÉCNICAS SECUNDARIAS**. En:<http://www.mx.geocities.com/rvburgos/htm/lombri.htm> 2006.

www.academia.unach.mx/extension/images/pdf/uvds/2aparte/organica_ponica.pdf -

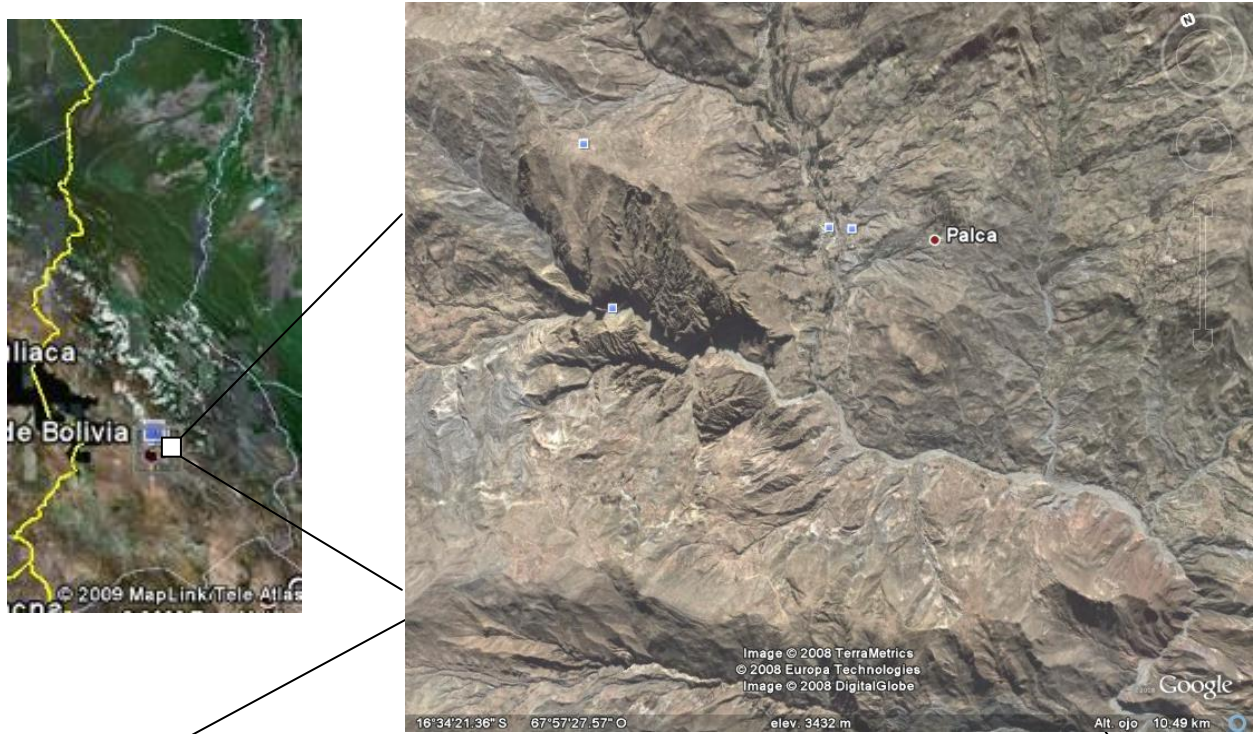
29. QUINTEROS I. Zambrano, J. Cabrita, M. Gil, R (2000) **EVALUACION EN CAMPO Y POST COSECHA DE NUEVE CULTIVARES DE LECHUGA *Lactuca sativa* L.** Revista de la Facultad de agronomía, Universidad de Los Andes. Trujillo Venezuela pp 482 - 491
30. RODRIGUEZ, F. (1991). **FISIOLOGÍA VEGETAL.** Ed. "Amigos del libro". Cochabamba-La Paz. Bolivia. Pp161-163.
31. RODRIGUEZ, A. (2006). **MANUAL DE AGRICULTURA SOSTENIBLE. LA HUERTA ORGANOPONICA CUBANA.** En www.rlc.fao.org/prio/seglim/aup/tecno.htm
32. ROMERA PEREZ, María del Pilar. (2000 ¿?). **AGRICULTURA ECOLÓGICA.** colabora Luis Guerrero.
33. ROMERO, Romeo.(2003). **ESTUDIO COMPARATIVO DE SEIS DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRÍZ Y SU INCIDENCIA PRODUCTIVA EN HORTALIZAS (RÁBANO, CEBOLLA BLANCA, COL, ACELGA).**Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), (R.A.A.A. Manejo ecológico de los suelos/ abono orgánico, 2003)
34. SALAS, Andrés. (2000). **CULTIVOS DE HORTALIZAS.** Centro de Investigación, Educación y Desarrollo, CIED, Lima Perú. En: www.ciedperu.org/manuales/hortali.htm - 15k -
35. SARAY Siura, Roberto Ugás y Hugo Carazas. **PROGRAMA DE HORTICULTURA.** Universidad Nacional Agraria La Molina Lima. Correo-e: huerto@lamolina.edu.pe
36. SENAMHI. (2006). **BOLETIN AGROMETEOROLÓGICO.** En: <http://www.senamhi.bo>

37. SOCORRO, Alejandro. (1997). **EL SUSTRATO IDEAL.** En. <http://www.manualdelombricultura.com/lombricultores/peru.html>
38. SOCORRO, A. (2006). **SISTEMAS DE HORTICULTURA ORGÁNICA INTENSIVA.** EN <http://www.manualdelombricultura.com/lombricultores/peru.html>
39. Universidad Nacional del Nordeste. 1998. **HIPERTEXTOS DEL AREA DE BIOLOGIA.** Fac. Ciencias Agrarias, Corrientes, República Argentina. En <http://www.biologia.edu.ar>
40. VILLAFAÑE, Roberto. (2000). **CALIFICACION DE LOS SUELOS POR SALES Y DISPERSION POR SODIO Y SU APLICACIÓN EN LA EVALUACION DE TIERRA.** En Agronomía Tropical. Maracay, Venezuela
ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5004/arti/villafane_r.htm - 74k -
41. www.biofix.con/index.htm. (2003). **LOS MICROORGANISMOS.**
42. www.cannabiscafe.net/foros/archive/index.php/t-49827.html-8k).
43. www.comporenses@vermilix.com. (2007). **HUMUSINA.** España.
44. www.hispavista.com. (2006). **LOS SUELOS EN AGRICULTURA ORGÁNICA .**
45. www.manualdelombricultura.com/lombricultores/peru.html. **MANUAL DE LOMBRICULTURA** En: www.redhidro@lamolina.edu.pe. (2006). LA MOLINA.

46. [www:// saber.ula.ve](http://saber.ula.ve). **EL CULTIVO DE LA LECHUGA**. (2007). CURSO A DISTANCIA. ESPECIALIDAD EN OLIVICULTURA. En.
www.infoagro.com/riegos/diagnostico_aguas.asp - 38k
47. **AGUA DE SALINIDAD MEDIA, APTA PARA EL RIEGO** (1986).

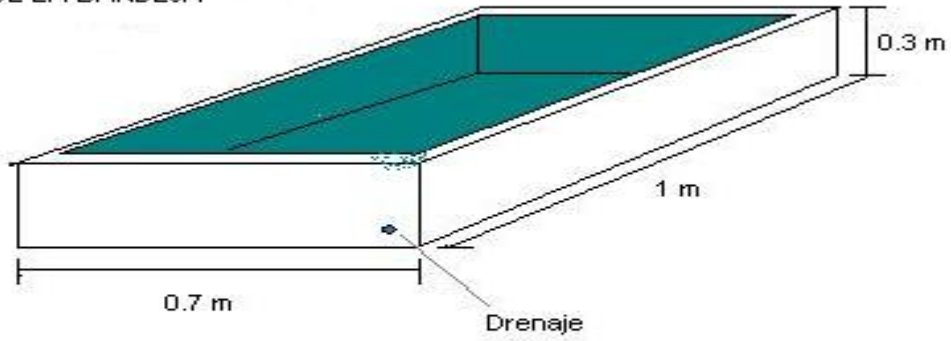
ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la zona de trabajo. Departamento La Paz. Provincia Murillo. Comunidad Palca.

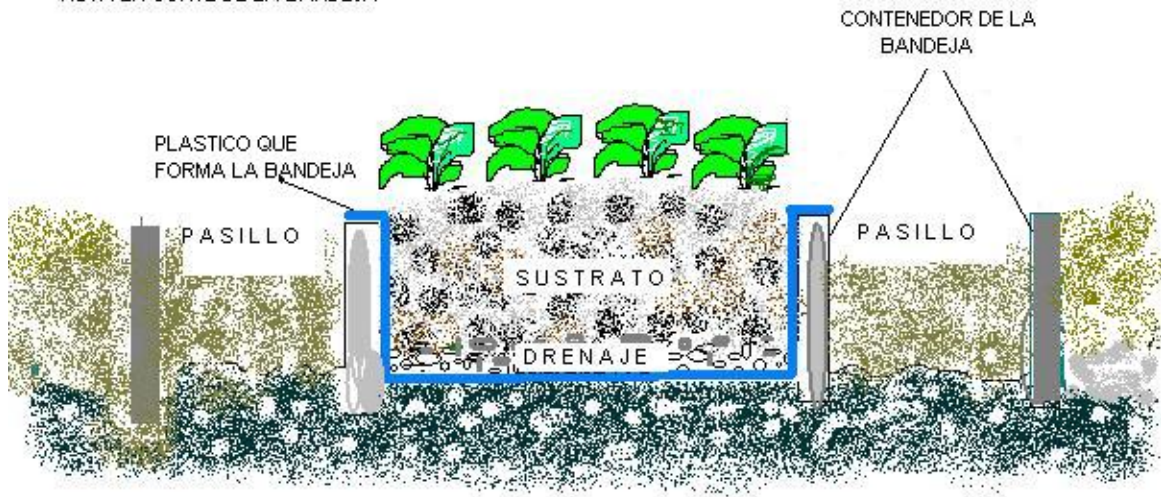


Anexo 2. Disposición de los canteros en el campo.

ESQUEMA DE DISPOSICION DE LA BANDEJA



VISTA EN CORTE DE LA BANDEJA



Anexo 2 . Preparado del terreno y acopio de arena en el lugar de instalación de las unidades experimentales



Proceso de instalación de los canteros



Fase de formación de la roseta



Lechuga en fase de acogollamiento



Anexo 3. Análisis del laboratorio de materia orgánica y te de humus

Materia orgánica	Método	N total	P2O5 ppm	K2O ppm	Humedad
Turba	ISRIC	0.34 %			30.0
Humus	ISRIC	0.57 %	700	4000	2.7
Agua de reigo	EPA 350.1	Menor a 0.3 mg/l			

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental. Instituto de Ecología. UMSA.

Anexo 4. Lectura de pH y Conductividad eléctrica

Del agua de riego

Fecha	CE uS/cm	pH
18-11-2006	1207.0	7.0
02-12-2006	1189.0	7.0
16-12-2006	1175.3	6.6
30-12-2006	1175.4	6.5
08-01-2007	1881.3	6.9
22-01-2007	1895.4	6.9
05-01-2007	1208.0	7.1

Fuente: Lectura en campo y elaboración propia.

Lectura de conductividad eléctrica en las unidades experimentales, en tres momentos del desarrollo de las plantas

Tratamiento	A la siembra		Fase de formación de roseta		Fase de acogollamiento	
	C.E. uS/cm	pH	C.E. uS/cm	pH	C.E. uS/cm	pH
AS1	1900.0	6.7	800.0	6.3	523.3	6.8
AS2	2505.1	6.6	525.0	6.7	633.5	6.9
AS3	3150.0	6.7	1042.0	6.7	544.1	6.6
AH1	1910.3	6.8	356.4	6.9	342.8	6.8
AH2	2600.3	6.9	532.2	7.0	530.4	7.0
AH3	3160.0	7.0	657.5	7.0	740.5	7.0
ATS1	1910.1	7.1	443.8	6.8	301.8	7.2
ATS2	2595.3	7.1	532.8	7.1	487.6	7.0
ATS3	3160.1	7.0	627.8	6.8	780.8	6.9
ATH1	1910.3	6.9	500.0	6.6	501.8	6.7
ATH2	2599.4	7.1	530.3	6.7	501.9	6.6
ATH3	3180.4	7.0	690.4	6.6	586.4	6.9

Fuente: Lectura en campo y elaboración propia.

Anexo 5. Relación de lectura de precipitación pluvial

Día	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
1	0.0	*	12.5	10.5	0.0
2	1.5	0.0	*	1.3	0.0
3	0.0	0.0	19.0	10.3	*
4	0.0	6.0	11.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	1.1	7.5	2.8
6	0.0	28.5	7.5	0.0	2.5
7	*	9.5	6.1	1.0	5.5
8	0.0	3.5	6.1	4.3	0.0
9	0.0	0.0	3.0	2.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0
11	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	18.5	5.5
13	0.0	0.0	0.0	*	9.5
14	0.0	0.0	*	10.8	7.6
15	0.0	0.0	5.1	18.3	3.2
16	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
18	0.0	0.0	3.0	0.0	*
19	0.0	0.0	2.3	0.0	*
20	0.0	0.0	1.3	0.0	26.5
21	0.0	0.0	2.0	0.0	3.8
22	2.5	0.0	0.6	0.0	0.0
23	10.5	8.5	0.0	3.7	0.0
24	0.0	0.0	1.5	9.3	3.0
25	0.9	0.0	19.7	0.0	1.5
26	0.0	1.5	5.0	0.0	0.0
27	*	3.5	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	12.0	0.0	1.3
29	1.5	4.4	4.8	0.0	
30	0.0	11.9	*	0.0	
31	0.0		*	11.3	
Total	23.4	77.3	123.6	120.3	78.1

Fuente: SENAMHI
 • No se cuentan con datos.

Anexo 6. Relación de Temperatura ambientales

día	Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
1	5.0	25.0	5.5	23.5	4.0	23.5	*	*	5	19.5
2	5.7	20.5	*	*	8.5	23.0	6.5	23.5	5.5	25.5
3	6.0	21.0	9.5	24.5	*	*	7.0	22.7	4.5	23.5
4	6.3	23.5	9.5	22.0	8.5	22.5	10.0	*	6.5	22.5
5	6.5	22.0	8.5	20.5	7.5	24.0	9.0	20.0	5.5	25.5
6	5.8	23.8	9.7	21.5	10.5	15.5	7.5	22.0	6.5	22.5
7	*	*	5.5	17.0	9.0	21.5	8.0	21.5	5.5	21.5
8	*	*	6.2	21.5	8.0	18.5	9.5	21.0	5.0	22.0
9	5.2	23.3	5.8	19.0	8.5	23.5	9.5	18.5	5.5	25.0
10	6.3	22.8	9.0	22.5	8.0	22.0	8.5	16.5	6.0	25.5
11	7.3	23.5	8.8	23.0	8.3	22.0	8.0	19.5	6.5	22.5
12	6.4	24.0	7.7	*	8.5	25.0	7.5	21.5	5.0	21.5
13	5.0	26.0	7.8	25.0	9.8	25.5	7.5	20.0	5.5	20.0
14	4.7	25.5	7.2	26.5	10.0	25.0	*	*	5.0	17.5
15	5.5	24.0	7.0	25.5	10.0	23.0	7.5	22.7	5.5	21.5
16	5.2	18.5	9.6	24.5	9.5	21.5	10.0	22.0	5.0	21.0
17	7.8	23.0	9.5	25.0	8.0	22.5	8.5	24.0	6.5	22.5
18	6.5	25.5	9.0	22.0	7.8	20.8	10.5	23.8	5.5	22.0
19	8.5	24.5	10.0	21.5	10.5	18.2	10.0	23.5	*	*
20	8.0	23.7	9.5	24.0	10.0	20.0	7.5	26.7	*	*
21	7.8	22.5	7.6	23.5	10.5	19.5	10.5	22.5	9.5	21.5
22	8.0	21.5	7.8	22.0	9.8	23.5	10.5	23.0	8.2	22.5
23	7.5	24.0	8.5	22.0	9.5	24.5	9.5	21.0	8.5	25.0
24	8.6	26.0	7.5	22.5	9.0	21.5	9.5	22.0	8.0	23.5
25	10.5	21.0	7.2	22.0	10.0	*	6.0	24.5	7.5	19.0
26	10.3	22.5	7.5	21.5	8.5	21.5	6.5	24.0	8.5	22.5
27	9.3	24.5	10.5	*	8.5	24.0	6.0	24.5	7.5	21.5
28	*	*	7.0	24.0	7.0	23.0	*	26.0	7.0	22.0
29	8.0	22.0	10.5	22.2	6.8	22.5	5.5	25.0		
30	8.3	23.0	3.5	21.7	6.5	22.0	6.0	25.5		
31	10.2	22.5			*	*	5.5	24.5		

Fuente: SENAMHI

- No se cuentan con datos.

Anexo 7. Estructura de costos variables. En la parcela experimental y en parcela productiva de 2000 m²

Parcela experimental

Detalle	Unidad	Costo unitario Bs	Cantidad	Total
Semilla	kg	20	0,04	0,8
Almácigo	jornal	35	2	70,0
Turba	jornal	35	4	140,0
Preparación de humus	Nivel 1	jornal	1	35,0
	Nivel 2	jornal	2	70,0
	Nivel 3	jornal	3	105,0
Preparado de te de humus	jornal	35	1	35,0
Labores culturales	jornal	35	6	210,0
TOTAL				665,8

Parcela productiva de 2000 m²

Cantidad	Total	Número cosecha	costo dividido x n° de cosechas	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
				1,12	22,4	1	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
2	70,0	1	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
15	525,0	4	2100							2100	2100	2100	2100	2100	2100
3	105,0	1	105	105			105			105			105		
6	210,0	1	210		210			210			210			210	
10	350,0	1	350			350			350			350			350
2	70,0	1	70				70	70	70					70	70
15	525,0	1	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525	525
	1877,4			722,4	827,4	967,4	792,4	897,4	1037	2822	2927	3067	2892	2997	3137

Anexo 8. Ingresos por venta de plantas de lechuga.

Detalle	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
N chipas	145	152	165	140	144	185	119	130	152	133	142	190
15%	123	129	140	119	122	157	101	110	129	113	120	161
Precio La Paz	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Ingreso total	6150	6450	7000	5950	6100	7850	5050	5500	6450	5650	6000	8050

Anexo 9. Datos de lectura de campo. Peso de la lechuga a la cosecha

	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Bloque 1												
1	252,3	362,8	448,0	278,8	295,0	462,9	239,8	263,4	394,9	236,2	314,7	460,0
2	231,1	389,4	450,9	280,1	301,7	459,5	241,7	262,3	389,3	237,1	315,5	463,1
3	226,6	401,5	444,2	279,0	302,6	462,5	250,0	267,5	390,1	247,1	314,2	470,6
4	244,2	411,6	446,9	278,3	281,8	467,3	262,5	261,2	388,8	230,5	311,8	458,6
5	228,4	422,5	439,0	280,9	290,8	455,3	262,5	262,0	390,1	232,2	314,5	466,3
6	252,7	380,4	440,3	277,2	281,5	453,6	262,5	267,8	388,3	246,7	317,0	468,3
7	239,4	411,7	451,0	281,8	280,9	450,0	253,2	265,6	390,5	236,9	312,2	458,8
8	230,6	413,5	449,2	289,8	292,8	449,7	240,0	265,9	394,6	247,1	314,7	464,2
9	235,7	389,6	460,0	282,8	281,7	448,7	235,0	260,8	390,6	246,1	317,7	467,4
10	263,5	389,7	451,0	281,5	280,7	447,5	235,0	265,9	389,9	247,0	316,8	459,4
11	235,7	381,9	444,3	280,4	283,5	441,0	233,6	265,2	390,6	247,1	319,2	465,0
12	261,4	390,2	438,0	279,0	280,8	464,4	247,0	261,6	391,9	233,2	303,1	466,3
Med B1	241,8	395,4	446,9	280,8	287,8	455,2	246,9	264,1	390,8	240,6	314,3	464,0
Bloque 2												
1	201,3	419,5	488,7	247,4	277,3	498,5	249,6	277,8	454,4	249,6	289,9	518,6
2	202,8	422,6	490,7	247,3	266,3	502,1	240,4	279,4	454,8	254,3	287,7	518,0
3	193,9	413,8	490,1	248,9	280,4	493,1	243,2	276,9	453,6	254,5	290,9	518,7
4	208,0	411,0	490,1	247,3	276,9	497,1	237,9	277,2	457,0	253,6	290,0	517,0
5	198,2	432,7	489,7	249,8	267,2	491,5	235,6	279,6	454,9	253,4	293,1	518,9
6	215,3	423,6	487,9	250,0	266,3	498,9	237,1	277,9	456,2	252,6	283,5	518,1
7	193,6	401,4	492,9	249,0	281,1	496,9	237,1	281,3	454,4	254,2	289,6	518,4
8	216,0	419,9	490,4	248,5	266,1	491,6	233,0	279,8	454,3	254,0	288,2	517,0
9	208,0	424,4	490,0	248,1	266,9	501,7	249,6	281,7	452,6	253,1	287,6	520,0
10	207,1	422,6	492,4	248,2	267,1	501,4	242,6	275,1	454,0	250,9	287,2	517,0
11	193,5	422,5	488,7	247,5	278,2	492,8	238,4	279,8	458,9	253,5	290,1	517,9
12	198,3	426,0	492,0	247,6	269,0	494,8	235,5	279,1	454,9	253,5	291,4	517,8
Med B2	203,0	420,0	490,3	248,3	271,9	496,7	240,0	278,8	455,0	253,1	289,1	518,1
Bloque 3												
1	248,8	277,1	280,3	264,5	340,4	481,6	196,2	286,3	409,2	347,8	466,2	527,5
2	255,8	272,8	280,9	263,6	341,0	491,7	203,7	286,5	410,1	349,5	462,3	531,6
3	222,8	275,5	281,4	265,1	351,4	490,6	202,7	283,1	409,2	346,1	463,3	530,8
4	251,8	274,8	280,3	263,3	344,3	489,1	203,8	286,3	411,3	345,1	462,3	531,0
5	254,0	274,8	280,3	264,1	349,4	489,0	202,1	284,1	411,4	345,8	463,5	528,0
6	247,3	275,5	282,3	265,3	343,0	485,0	204,2	285,1	410,1	347,6	465,4	531,0
7	252,1	275,4	279,6	264,3	351,5	486,0	203,7	284,8	409,2	346,1	464,0	533,1
8	252,3	275,0	281,6	265,8	352,3	483,5	201,5	285,6	410,5	347,3	464,0	532,8
9	252,3	275,0	279,7	264,4	340,4	484,1	199,5	287,6	409,2	345,8	462,6	527,5
10	251,9	276,5	280,6	263,8	341,2	483,4	201,3	284,4	410,8	347,6	464,7	533,8
11	252,5	267,6	278,6	264,1	340,9	486,9	198,2	286,2	409,5	345,4	461,2	534,1
12	252,4	278,8	280,4	264,0	355,0	485,1	202,3	288,4	439,5	348,7	463,7	530,8
Med B3	249,5	274,9	280,5	264,4	345,9	486,3	201,6	285,7	412,5	346,9	463,6	531,0
Med gen												
	231,4	363,4	405,9	264,5	301,9	479,4	229,5	276,2	419,4	280,2	355,7	504,4

Anexo 10. Lectura de datos en campo. Perímetro de la planta

	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Bloque 1												
1	34,0	36,4	37,7	31,3	33,1	37,9	33,5	33,1	33,0	32,1	30,9	30,9
2	35,2	37,0	37,3	31,7	33,9	38,9	32,5	32,6	33,3	33,0	31,2	32,9
3	34,0	36,4	39,5	31,6	33,1	37,3	32,7	32,2	34,4	31,5	34,8	34,4
4	34,7	36,4	37,9	32,9	33,2	38,0	32,6	32,5	33,2	31,6	33,9	33,9
5	34,3	36,3	38,5	33,8	31,9	39,3	32,2	32,8	33,3	31,7	34,4	34,4
6	34,8	37,0	37,7	32,6	33,1	38,3	31,7	32,0	33,5	31,7	34,7	34,2
7	34,8	36,6	37,8	32,9	32,9	38,4	31,8	33,7	33,0	30,8	34,2	34,5
8	34,6	36,3	37,7	32,8	33,1	38,3	32,8	32,8	33,3	31,6	34,5	34,1
9	34,6	36,6	39,0	34,0	33,0	38,3	32,6	33,2	34,1	31,5	35,1	34,4
10	34,9	36,5	36,5	33,4	33,2	38,0	32,6	31,6	33,3	31,3	33,7	34,3
11	35,6	36,7	37,2	33,9	33,9	37,0	33,6	31,5	32,2	32,9	34,3	34,5
12	34,9	37,0	36,8	33,9	34,0	36,3	32,6	32,0	33,0	31,9	35,1	34,3
Med B1	34,7	36,6	37,8	32,9	33,2	38,0	32,6	32,5	33,3	31,8	33,9	33,9
Bloque 2												
1	33,1	41,2	39,0	39,8	38,5	41,2	31,5	32,4	39,0	32,5	34,9	53,4
2	33,8	40,1	39,2	40,1	38,6	41,9	31,5	32,3	38,6	32,9	35,0	53,9
3	33,9	39,9	39,2	40,1	39,1	42,3	31,6	33,5	38,7	32,9	35,4	54,2
4	33,7	39,9	38,3	40,0	38,5	42,2	31,5	32,6	37,9	32,7	34,6	53,5
5	33,7	39,9	39,0	40,0	38,5	42,2	32,5	32,6	37,9	32,7	34,6	53,1
6	33,9	40,0	38,8	39,1	39,2	40,9	31,6	33,6	39,2	32,4	35,5	54,2
7	33,4	40,3	39,6	41,0	38,2	43,3	31,8	32,6	37,9	32,7	34,6	54,1
8	33,5	38,7	38,7	40,5	38,3	43,3	31,8	32,6	37,9	33,7	34,6	53,9
9	33,7	39,9	39,0	39,8	38,4	42,2	31,5	32,4	38,1	32,8	34,7	53,3
10	33,5	39,3	39,0	39,6	37,4	42,4	32,3	33,5	37,9	34,1	34,9	54,3
11	33,3	39,7	39,2	40,0	38,1	42,3	31,5	33,5	38,6	32,9	35,4	54,1
12	33,7	39,9	39,0	40,0	38,0	42,2	32,5	33,2	37,9	33,7	34,6	53,6
Med B2	33,6	39,9	39,0	40,0	38,4	42,2	31,8	32,9	38,3	33,0	34,9	53,8
Bloque 3												
1	46,5	32,9	35,9	32,4	34,7	38,8	33,0	36,0	37,6	37,3	38,3	44,7
2	46,3	33,1	35,6	32,2	33,6	39,4	33,9	36,0	37,4	39,6	38,3	44,9
3	46,7	32,7	35,2	31,7	34,3	38,9	33,1	36,1	37,3	37,2	38,8	44,7
4	46,5	32,9	34,9	32,6	34,7	38,8	34,4	35,8	37,4	38,0	38,0	44,4
5	45,9	32,7	36,0	32,7	34,4	39,9	33,4	35,8	38,3	37,9	38,8	44,5
6	45,9	33,1	36,1	32,7	34,8	38,5	34,1	36,0	37,4	37,5	38,4	44,0
7	46,6	32,3	36,1	32,5	35,0	38,8	33,4	35,8	37,4	37,2	38,0	45,0
8	46,8	32,6	37,0	32,6	34,2	39,0	33,4	35,8	38,4	37,6	38,0	45,0
9	46,5	32,9	36,2	32,4	34,7	38,8	34,1	36,0	37,6	37,9	38,3	44,1
10	46,5	32,9	36,0	32,6	34,7	38,8	34,1	35,8	37,6	37,7	38,4	44,0
11	46,7	33,0	35,7	31,7	35,0	38,2	33,1	36,8	38,5	37,9	38,4	44,2
12	47,1	32,5	36,1	32,7	35,1	38,9	33,2	36,1	37,5	37,8	37,9	44,5
Med. B3	46,5	32,8	35,9	32,4	34,6	38,9	33,6	36,0	37,7	37,8	38,3	44,5
Med Gen	38,6	35,3	37,2	32,7	33,7	38,3	32,9	33,7	34,8	33,8	35,4	37,4

Anexo 11. Lectura de datos en campo. Altura de la planta

	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Bloque 1												
1	10,4	11,2	12,0	10,9	11,0	12,5	9,7	10,2	11,3	10,5	10,3	11,6
2	10,1	11,0	11,8	10,4	11,0	12,6	9,9	10,3	11,3	10,6	10,8	11,4
3	10,2	10,6	11,9	10,9	11,1	12,6	10,0	10,2	11,2	10,4	10,4	11,7
4	10,1	10,8	11,9	10,8	11,0	12,6	9,9	10,3	11,3	10,5	10,9	11,7
5	10,1	10,6	11,9	10,5	11,0	12,7	9,9	10,3	11,4	10,4	10,7	11,7
6	10,2	10,4	11,8	10,9	11,0	12,2	9,2	10,4	11,2	10,6	10,7	11,5
7	10,2	10,3	12,0	10,7	11,0	12,6	9,9	10,1	11,0	10,5	10,4	11,7
8	10,1	11,0	11,7	11,0	10,8	12,7	9,9	10,2	11,4	10,4	10,9	12,1
9	10,2	11,2	11,9	10,9	11,0	12,6	10,1	10,2	11,3	10,5	11,0	11,7
10	10,1	11,0	11,9	10,2	11,0	12,9	9,6	10,3	11,1	10,4	10,5	11,6
11	10,3	10,6	12,0	10,8	11,0	11,6	10,1	10,2	11,5	10,4	10,4	11,4
12	10,1	11,2	12,0	10,6	10,4	12,8	9,2	10,5	11,1	10,5	11,1	11,7
Med B1	10,2	10,8	11,9	10,7	10,9	12,5	9,8	10,3	11,3	10,5	10,7	11,7
Bloque 2												
1	10,2	11,6	11,9	11,0	11,1	12,9	9,6	10,1	11,1	10,4	10,5	11,6
2	10,1	12,1	11,6	10,9	11,0	12,6	9,8	10,2	11,3	10,5	10,7	11,6
3	10	11,2	11,9	10,8	11,3	12,9	10,1	10,2	11,4	10,4	10,4	11,7
4	10,1	11,9	12,0	10,6	10,4	12,8	9,2	10,4	11,5	10,6	11,1	11,7
5	10,2	12,1	11,9	10,9	10,9	12,8	9,6	10,2	11,2	10,5	10,9	11,7
6	10,1	11,8	11,9	11,0	11,0	12,7	9,9	10,1	11,3	10,5	10,6	11,6
7	10,4	12,2	11,7	10,9	11,0	12,5	10,1	10,5	11,2	10,4	10,7	11,4
8	10,1	11,8	11,9	10,8	11,0	12,6	9,9	10,1	11,4	10,5	10,7	11,7
9	10,1	11,0	11,9	11,1	11,0	12,7	10,1	10,2	11,3	10,4	10,0	11,7
10	10,3	12,4	12,0	10,5	11,0	12,2	9,6	10,3	11,1	10,6	10,5	11,6
11	10,2	12,3	11,4	11,0	11,0	12,7	9,9	10,4	11,0	10,4	10,4	11,7
12	10,1	11,8	11,9	10,8	11,0	12,7	9,9	10,3	11,2	10,5	10,9	11,7
Med B2	10,158	11,85	11,833	10,9	11,0	12,7	9,8	10,3	11,3	10,5	10,6	11,6
Bloque 3												
1	10,2	11,3	12,0	10,7	10,5	12,7	9,9	10,4	11,4	10,5	10,4	11,7
2	10,1	11,8	12,0	11,0	10,4	12,8	9,5	10,6	11,4	10,4	11,1	11,6
3	10,4	10,7	12,0	10,9	11,0	12,5	9,5	10,6	11,2	10,7	10,7	11,6
4	10,1	11,8	11,9	10,6	11,0	12,6	9,9	10,3	11,4	10,5	10,7	11,7
5	10,1	11,6	11,9	11,1	10,5	12,7	10,1	10,2	11,4	10,5	11,0	11,6
6	10,3	12,4	12,0	10,9	11,0	12,2	9,6	10,3	11,1	10,4	10,5	12,1
7	10,1	11,6	11,9	11,1	11,1	13,0	10,1	10,5	11,4	10,5	10,6	11,6
8	10,1	10,6	12,0	10,9	11,0	12,6	9,8	10,5	11,3	10,5	10,7	11,7
9	10,1	10,8	11,9	11,0	11,0	12,7	9,9	10,3	11,4	10,4	10,9	11,7
10	10	10,0	11,9	11,0	11,1	12,9	10,1	10,3	11,4	10,6	10,5	11,5
11	10,1	11,8	11,9	10,5	11,0	12,7	9,9	10,3	11,3	10,5	10,6	11,7
12	10	10,0	11,9	10,8	11,1	12,9	10,3	10,2	11,4	10,5	11,0	11,7
Med B3	10,1	11,2	11,9	10,9	10,9	12,7	9,9	10,4	11,3	10,5	10,7	11,7
Med Gen	10,2	11,3	11,9	10,8	10,9	12,6	9,8	10,3	11,3	10,5	10,7	11,7

Anexo 12. Lectura de datos en campo. Diámetro del cuello de la planta

	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Bloque 1												
1	2,3	2,5	2,6	2,0	2,3	2,5	2,1	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2
2	2,4	2,5	2,8	2,2	2,2	2,6	2,0	2,3	2,2	2,2	2,3	2,3
3	2,3	2,5	2,6	2,0	2,1	2,5	2,1	2,1	2,2	1,9	2,2	2,2
4	2,4	2,6	2,8	2,2	2,3	2,6	2,1	2,0	2,3	2,2	2,4	2,3
5	2,3	2,5	2,6	2,0	2,3	2,5	2,1	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2
6	2,3	2,6	2,6	2,4	2,1	2,7	2,1	2,0	1,9	2,1	2,0	2,3
7	2,3	2,5	2,4	2,3	2,3	2,7	2,2	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2
8	2,3	2,5	2,6	2,2	2,3	2,5	2,1	2,0	2,3	1,9	2,2	2,2
9	2,3	2,4	2,4	2,2	2,1	2,7	2,1	2,1	2,2	2,0	2,2	2,2
10	2,2	2,5	2,6	2,4	2,2	2,5	2,1	2,1	2,2	2,2	2,1	2,0
11	2,2	2,4	2,6	2,3	2,1	2,5	2,1	2,2	2,3	2,1	2,2	2,1
12	2,3	2,5	2,6	2,2	2,1	2,5	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2
Med B1	2,3	2,5	2,6	2,2	2,2	2,6	2,1	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2
Bloque 2												
1	2,2	2,8	2,7	2,8	2,7	2,9	2,0	2,2	2,5	2,3	2,3	2,0
2	2,1	2,8	2,8	2,9	2,4	3,0	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	1,7
3	2,2	2,9	2,8	2,8	2,6	3,1	2,0	2,1	2,8	2,2	2,1	2,2
4	2,2	2,7	2,8	2,7	2,7	3,1	2,0	2,1	2,5	2,2	1,9	2,5
5	2,2	2,8	2,8	2,8	2,6	2,9	2,0	2,1	2,8	2,2	2,1	2,2
6	2,2	2,6	2,8	2,8	2,6	2,9	2,0	2,1	2,8	2,2	2,1	2,2
7	2,1	2,8	2,7	2,7	2,5	2,7	2,0	2,1	2,5	2,2	2,2	2,4
8	2,2	2,7	2,8	2,8	2,6	2,9	2,0	2,1	2,8	2,3	2,1	2,2
9	2,3	2,9	3,0	3,0	2,7	3,0	2,2	2,0	2,4	2,1	2,3	2,3
10	2,2	3,0	2,8	2,8	2,6	2,9	1,9	2,1	2,8	2,2	2,1	2,2
11	2,2	2,8	2,8	2,7	2,6	2,9	2,0	2,2	2,8	2,2	2,1	2,3
12	2,3	2,8	2,6	2,8	2,6	2,5	2,0	2,1	2,5	2,2	1,8	2,2
Med B2	2,2	2,8	2,8	2,8	2,6	2,9	2,0	2,1	2,6	2,2	2,1	2,2
Bloque 3												
1	2,0	2,1	2,3	2,3	2,3	2,7	2,4	2,6	2,5	2,7	2,9	2,3
2	2,0	2,1	2,2	2,1	2,3	2,6	2,2	2,3	2,7	2,5	2,5	2,4
3	2,1	2,2	2,4	2,1	2,3	2,6	2,1	2,5	2,6	2,6	2,6	2,1
4	2,0	2,1	2,3	2,1	2,3	2,2	2,2	2,4	2,8	2,6	2,4	2,1
5	2,2	2,0	2,4	2,1	2,3	2,6	2,2	2,4	2,6	2,6	2,3	1,9
6	2,2	2,2	2,4	2,1	2,4	2,6	2,2	2,0	2,3	2,7	2,8	1,9
7	2,1	2,1	2,5	2,1	2,3	2,7	2,1	2,4	2,8	2,5	2,6	1,6
8	2,2	2,2	2,5	2,0	2,3	2,7	2,2	2,4	2,6	2,6	2,6	2,1
9	1,8	2,0	2,4	2,1	2,3	2,7	2,2	2,4	2,4	2,6	2,4	2,3
10	2,2	2,0	2,5	2,1	2,3	2,6	2,2	2,4	2,6	2,6	2,6	2,1
11	2,2	2,0	2,4	2,0	2,2	2,6	2,2	2,6	2,7	2,5	2,9	2,3
12	2,2	2,2	2,5	2,1	2,3	2,6	2,2	2,4	2,6	2,7	2,6	2,1
Med B3	2,1	2,1	2,4	2,1	2,3	2,6	2,2	2,4	2,6	2,6	2,6	2,1
Med total	2,2	2,5	2,6	2,4	2,4	2,7	2,1	2,2	2,5	2,3	2,3	2,2

Anexo 13. Lectura de datos de campo. Largo de la raíz.

	AH1	AH2	AH3	AS1	AS2	AS3	ATH1	ATH2	ATH3	ATS1	ATS2	ATS3
Bloque 1												
1	6,6	6,8	6,9	6,9	6,7	7,5	6,3	6,8	6,7	6,4	6,3	6,5
2	6,5	6,8	7,0	6,6	6,6	7,1	6,8	6,7	6,8	6,6	6,1	7,2
3	6,5	6,8	6,4	7,0	6,4	7,6	6,7	6,4	6,7	6,8	6,6	7,1
4	7,0	6,8	7,2	7,1	7,2	7,5	6,6	7,0	6,9	6,4	6,8	6,5
5	6,6	6,8	7,1	7,0	7,1	6,8	6,5	6,4	6,6	6,7	6,6	6,9
6	6,6	6,8	6,5	6,6	7,2	6,6	6,2	6,7	6,4	6,4	6,3	6,9
7	6,0	6,8	6,9	6,8	6,6	7,1	7,0	6,0	6,9	6,7	6,3	7,1
8	6,7	6,8	6,5	6,8	6,8	6,5	6,9	6,4	6,7	6,9	6,4	7,3
9	6,6	6,8	6,9	6,9	6,4	6,4	6,7	6,4	6,7	6,6	6,6	6,4
10	6,4	6,8	6,5	6,6	6,3	6,9	6,6	6,5	6,8	6,7	7,0	6,8
11	6,6	6,8	7,2	6,8	6,5	7,0	6,4	6,3	6,9	6,9	7,1	7,3
12	6,5	6,8	7,1	6,7	6,7	6,8	6,5	6,6	6,7	6,8	6,7	7,1
Med B1	6,5	6,8	6,9	6,8	6,7	7,0	6,6	6,5	6,7	6,7	6,6	6,9
Bloque 2												
1	6,8	6,9	7,0	6,8	6,9	7,4	6,8	6,7	6,8	6,8	6,9	7,0
2	6,6	6,9	7,0	6,8	6,5	6,7	6,1	6,5	6,7	6,6	6,7	6,7
3	7,0	7,1	6,7	6,5	6,6	6,8	6,5	6,4	6,7	6,6	6,6	6,8
4	6,4	7,3	6,4	6,7	6,7	7,0	6,9	6,6	6,8	6,7	6,8	6,9
5	6,0	6,9	6,9	6,4	6,9	7,0	6,6	6,2	7,0	6,4	6,5	7,2
6	6,4	6,9	7,1	6,5	6,7	7,4	6,8	6,6	6,8	6,7	6,6	7,1
7	6,8	6,5	7,3	6,7	6,0	7,3	6,7	6,9	6,6	6,4	6,9	6,5
8	6,9	7,2	6,9	6,7	6,7	7,1	6,5	7,2	6,9	6,6	6,7	6,9
9	6,7	7,1	6,9	6,4	6,6	6,8	6,1	7,1	6,9	6,7	6,7	7,3
10	6,4	6,5	6,5	6,6	7,0	7,1	6,3	6,9	6,8	6,9	6,8	6,9
11	7,0	6,9	7,2	6,4	7,0	7,2	6,7	6,2	7,0	6,8	6,3	6,9
12	6,4	6,9	7,1	6,6	6,8	7,0	6,6	6,7	7,2	6,6	6,8	6,6
Med B2	6,6	6,9	6,9	6,6	6,7	7,1	6,5	6,7	6,9	6,6	6,7	6,9
Bloque 3												
1	6,5	6,8	7,3	6,9	6,0	7,4	6,9	7,0	6,8	6,8	6,8	6,9
2	6,8	6,8	6,9	6,8	6,7	6,8	6,6	6,8	6,6	6,4	6,5	6,9
3	6,4	6,4	7,1	6,8	6,6	6,9	6,8	6,6	6,9	6,6	6,8	6,5
4	7,0	6,4	7,2	6,6	6,8	7,4	6,7	6,2	6,8	6,8	6,4	7,2
5	6,4	6,9	6,4	6,8	7,0	7,3	6,5	6,5	7,0	6,9	6,6	7,1
6	6,0	6,8	7,2	6,6	6,8	7,1	6,0	6,9	6,9	6,8	6,9	6,5
7	6,8	6,7	7,1	6,9	7,0	6,8	6,3	7,0	7,0	6,6	7,1	6,9
8	6,8	6,5	6,5	6,8	6,9	6,9	6,7	7,1	6,8	6,4	7,2	6,9
9	6,9	6,4	6,9	7,0	6,6	7,3	6,4	6,9	6,6	6,9	7,1	7,1
10	6,7	7,3	6,5	6,6	6,4	7,1	6,8	6,2	6,4	6,6	7,0	7,3
11	6,8	6,9	7,2	6,9	6,8	7,1	6,6	6,8	6,5	6,7	7,0	6,4
12	6,6	7,0	7,1	6,8	6,5	7,0	6,5	6,5	6,9	6,9	6,8	6,8
Med B3	6,6	6,7	7,0	6,8	6,7	7,1	6,6	6,7	6,8	6,7	6,9	6,9
Med total	6,6	6,8	6,9	6,7	6,7	7	6,6	6,6	6,8	6,7	6,7	6,9

