

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(CREADO POR LEY N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) C.V Whithe Boston improved. Y LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN CONDICIONES DE TAPO - HUARIBAMBA”

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
FERTILIDAD DE SUELOS Y NUTRICIÓN DE CULTIVO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LAS BACHILLERES:
ANALI GABRIELA REYES SALVADOR**

LILIANA SOLLER RUIZ

ACOBAMBA - HUANCABELICA

2013

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la ciudad Universitaria "Común Era"; auditorium de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 18 días del mes de Diciembre del año 2012, a horas 8:30.am, se reunieron; los miembros del Jurado Calificador, que está conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE: Mg. Sc. Ing. Agustín PERALES ANGOMA

SECRETARIO: Ing. Leónidas LAURA QUISPETUPA

VOCAL: Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA

ACCESITARIO: Mg. Sc. Ing. Julián Leonardo MANTARI MALLQUI

Designados con la Resolución N° 164-2011-CF-FCA-COG-UNH, como miembros del jurado calificador para optar el Título Profesional por la modalidad de Investigación, titulado: **"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) cv. Whithe Boston improved. Y LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN CONDICIONES DE TAPO - HUARIBAMBA"**

Siendo autores las Bachilleres:

REYES SALVADOR, Anali Gabriela

SOLLER RUIZ, Liliana

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invito al público presente y los sustentantes abandonar el recinto; y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llevo al siguiente resultado:

APROBADO

POR..... MAYORIA

DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

ACCESITARIO

ASESOR:

Ing. ESTEBAN NOLBERTO, Efrain David

CO-ASESOR:

Ing. ALIAGA BARRERA, Isaac Nolberto

Dedicatoria

A mis adorados padres, Valentín y Raída de todo corazón y hermanos Aldo y Abelardo, docentes y amigos; con cariño quienes me brindaron su apoyo incondicional en cada momento de mi vida como persona y estudiante universitario.

Gaby Reyes Salvador

Dedicatoria

A mis padres, Jorge y Margarita, y hermanos, amigos, docentes y familiares quienes me prestaron su apoyo incondicional en los momentos mas difíciles de mi vida de estudiante y como persona.

Liliana Soller Ruiz

AGRADECIMIENTO

- A nuestra Casa Superior de Estudios la Universidad Nacional de Huancavelica, en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela Académico Profesional de Agronomía
- A mis adorados padres y hermanos, por el apoyo económico y moral que me brindaron para realizar el trabajo de investigación.
- A los catedráticos de la Escuela Académico Profesional de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad nacional de Huancavelica
- A mi asesor **Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO** y Coasesor **Ing. Isaac Nolberto, ALIAGA BARRERA**, por el asesoramiento brindado durante el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: PROBLEMA

Pag.

1.1. Planteamiento del Problema 16

1.2. Formulación del problema 17

1.3. Objetivos: General y Específicos 18

1.4. Justificación 18

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes 20

2.2. Bases Teóricas 22

2.2.1. La materia orgánica del suelo 22

2.2.2. Las enmiendas orgánicas 23

2.2. 2.1. Ventajas de las enmiendas orgánicas 24

2.2.2.2. Estiércol 25

2.2.2.3. Compost 27

2.2.2.3.1. Preparación del compost 28

2.2.3. El cultivo de lechuga 29

2.2.3.1. Características de la lechuga 30

2.2.3.2. Requerimientos climáticos y edafológicas 31

2.2.3.2.1. Temperatura 31

2.2.3.2.2. Humedad relativa 31

2.2.3.2.3. Suelo 32

2.2.3.2.4. Riego 34

2.2.3.2.5 Cosecha 35

2.2.3.2.6 Valor nutricional 35

2.2.4. Fertilización en el cultivo de lechuga 36

2.3. Hipótesis 38

2.4. Variables de estudio	38
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	
3.1. Ámbito de estudio	39
3.2. Tipo de investigación	39
3.3. Nivel de investigación	39
3.4. Método de investigación	40
3.4.1. Cultivo de lechuga	40
3.4.2. Fuentes de materia orgánica a utilizar	40
3.4.3. Fertilizante sintético	41
3.4.4. Preparación del suelo	41
3.4.5. Almacigo	41
3.4.6. Trasplante	41
3.4.7 Fertilización orgánica	41
3.4.8 Fertilización Químico	41
3.5. Diseño de investigación	42
3.5.1. Croquis experimental	43
3.5.2. Características del campo experimental	44
3.5.3. Tratamiento	45
3.6. Población, muestra y muestreo	45
3.6.1. Población	45
3.6.2. Muestra	46
3.6.3. Muestreo	46
3.7. Técnica e instrumentos de recolección de datos	46
3.8. Procedimiento de recolección de datos	49
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	50
CAPITULO IV: RESULTADOS	
4.1. Parámetros biométricos	51
4.1.4. Altura de planta	51
4.1.2. Diámetro de cabeza	53
4.1.3. Peso fresco	56
4.1.4. Peso seco	58

138

4.1.5. Rendimiento	60
4.1.6. Contenido de nitrógeno de la materia seca	62
4.1.7. Densidad aparente del suelo	66
4.1.8. Retención de humedad	68
4.1.9. pH del suelo	70
4.1.10. Contenido de materia orgánica en el suelo	72
CAPITULO V: CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	77
ARTICULO CIENTIFICO	80
ANEXO	110

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Valor nutricional de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).	36
Cuadro N° 2: Descripción simbólica de los tratamientos aplicados en el experimento.	45
Cuadro N° 3: Resultados de parámetros biométricos en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) bajo cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante.	65
Cuadro N° 4: Resultados de propiedades físico – químicas del suelo, bajo cuatro fuentes de materia orgánica, con y sin nitrógeno fertilizante.	75
Cuadro N° 5: Análisis físico – químico, del suelo del área experimental	112
Cuadro N° 6: Análisis químico de las fuentes de materia orgánica utilizadas en el experimento.	113

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Distribución espacial de los tratamientos en el campo.	43
Figura N° 2: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en la altura de plantas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).	53
Figura N° 3: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en el diámetro de cabeza en plantas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).	55
Figura N° 4: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en el peso fresco de la parte aérea en plantas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).	58
Figura N° 5: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en el peso seco de la parte aérea en plantas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).	60
Figura N° 6: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en el rendimiento total de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	62
Figura N° 7: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en la cantidad de nitrógeno en la materia seca de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).	64
Figura N° 8: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en la densidad aparente del suelo.	68
Figura N° 9: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en la retención de humedad en el suelo.	70
Figura N° 10: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en el pH del suelo.	72
Figura N° 11: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin urea, en el contenido de materia orgánica del suelo.	74

125

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Obtención de la dosis de fertilización orgánica.	114
Anexo N° 2: Obtención de la dosis de fertilización química.	115
Anexo N° 3: Cuadro de ANVA de la altura de lechuga.	51
Anexo N° 4: Tabla de comparaciones de Duncan para la altura de lechuga.	51
Anexo N° 5: Cuadro de ANVA del diámetro de cabeza de lechuga.	52
Anexo N° 6: Tabla de comparaciones de Duncan para el diámetro de cabeza.	53
Anexo N° 7: Cuadro de ANVA para el peso fresco de lechuga.	56
Anexo N° 8: Tabla de comparaciones de Duncan para el peso fresco de lechuga.	56
Anexo N° 9: Cuadro de ANVA para el peso seco de la parte aérea en lechuga.	58
Anexo N° 10: Tabla de comparaciones de Duncan para peso seco de la parte aérea en lechuga.	58
Anexo N° 11: Cuadro de ANVA del rendimiento de lechuga.	60
Anexo N° 12: Tabla de comparaciones de Duncan para el rendimiento de lechuga.	61
Anexo N° 13: Cuadro de ANVA del contenido de nitrógeno en la materia seca del follaje de lechuga.	62
Anexo N° 14: Tabla de comparaciones de Duncan para contenido de nitrógeno en la materia seca del follaje de lechuga.	63
Anexo N° 15: Cuadro de ANVA para la densidad aparente del suelo.	66
Anexo N° 16: Tabla de comparaciones de Duncan para densidad aparente del suelo.	66
Anexo N° 17: Cuadro de ANVA de la retención de agua del suelo.	68
Anexo N° 18: Tabla de comparaciones de Duncan para la retención de agua del suelo.	69

Anexo N° 19: Cuadro de ANVA para el pH del suelo.	70
Anexo N° 20: Tabla de comparaciones de Duncan para el pH del suelo.	70
Anexo N° 21: Cuadro de ANVA para el contenido de materia orgánica en el suelo.	72
Anexo N° 22: Tabla de comparaciones de Duncan para el contenido de materia orgánica en el suelo.	72
Anexo N° 23: Tabla de promedios de todos los tratamientos utilizados.	116
Anexo N° 24: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en la altura de plantas de lechuga (cm).	117
Anexo N° 25: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el diámetro de cabeza de lechuga (cm).	117
Anexo N° 26: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el peso fresco total (g) por planta de lechuga.	118
Anexo N° 27: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el peso seco total (g) por planta de lechuga.	118
Anexo N° 28: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el rendimiento del cultivo de lechuga (kg/ha).	119
Anexo N° 29: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en la densidad aparente del suelo (g.cm ³).	119
Anexo N° 30: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el pH del suelo.	120
Anexo N° 31: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante para la retención de humedad (m ³ .m ⁻³ suelo).	120
Anexo N° 32: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el contenido de materia orgánica del suelo (g.kg ⁻¹).	121

Anexo N° 33: Muestreo en campo de la altura de planta.	122
Anexo N° 34: Muestreo en campo del diámetro de lechuga.	124
Anexo N° 35: Muestreo en campo del peso fresco de lechuga.	126
Anexo N° 36: Cronograma de actividades realizadas en el manejo del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).	128

INDICE DE FOTOS

Foto N° 1: Instalación de rafia y de carteles indicadores de tratamiento.

Foto N° 2: Preparación del terreno para el trabajo de investigación.

Foto N° 3: Apariencia del terreno después de la preparación.

Foto N° 4: Apertura de surco para la incorporación de materia orgánica a línea corrida.

Foto N° 5: Incorporación de la materia orgánica en el suelo a línea corrida.

Foto N° 6: Apariencia del terreno después del trasplante.

Foto N° 7: Primera aplicación de la urea.

Foto N° 8: Segunda aplicación de la urea.

Foto N° 9: Apariencia de campo antes del inicio de cosecha.

Foto N° 10: Apariencia del campo al inicio de la cosecha.

Foto N° 11: Realización de la cosecha.

Foto N° 12: Toma de datos para la altura de planta.

Foto N° 13: Toma de datos para el diámetro de cabeza.

Foto N° 14: Toma de datos para el peso fresco.

Foto N° 15: Etiquetado de las cabezas de lechuga para el peso seco y nitrógeno por planta.

Foto N° 16: Toma de muestra para el análisis físico químico del suelo.

RESUMEN

El presente trabajo experimental a nivel de campo fue instalado en la comunidad de Tapo del distrito de Huaribamba – Huancavelica, con la finalidad de evaluar el efecto de la materia orgánica y del nitrógeno fertilizante en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) C.V. Whithe Boston improved y las propiedades del suelo.

Cuatro enmiendas orgánicas: estiércol de cuy, estiércol de ovino, compost preparado con estiércol de cuy y compost preparado con estiércol de ovino, aplicados a una dosis de 40 TM/ha⁻¹, con y sin la aplicación de 200 kg.ha⁻¹ de nitrógeno en forma de urea, fueron comparadas,

Un diseño estadístico en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 4 fuentes de materia orgánica, por dos niveles de aplicación de nitrógeno mas 2 tratamientos (testigo absoluto y fertilizado sin M.O.), con 4 repeticiones y la prueba de comparaciones de medias de DUNCAN, fueron empleadas para el análisis de resultados. Las evaluaciones en el cultivar indicador incluyeron: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco de la parte aérea, peso seco de la parte aérea, contenido de nitrógeno en la materia seca. Las evaluaciones en el suelo incluyeron: densidad aparente, capacidad de retención de humedad, pH y contenido de materia orgánica. No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros biométricos: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga, ni entre las fuentes de materia orgánica ensayadas, aplicadas a una dosis de 40 TM/ha⁻¹, ni para la aplicación de nitrógeno fertilizante. La aplicación de las materias orgánicas mostró diferencias estadísticas para las variables peso seco por planta y contenido de nitrógeno, siendo el estiércol de ovino, la fuente mas destacada. La aplicación de nitrógeno fertilizante en forma de urea también incrementó significativamente el peso seco por planta y los contenidos de nitrógeno total de plantas de lechuga.

Ni las fuentes de materia orgánica, ni la aplicación de urea a una dosis de 200kg.ha⁻¹ de nitrógeno fertilizante, modificaron significativamente las propiedades físicas y químicas: densidad aparente, retención de humedad. pH y contenido de materia orgánica, en el suelo del presente ensayo.

INTRODUCCION

Durante las últimas décadas en el Perú, la agricultura ha experimentado un progreso significativo, en cuanto al aumento de los rendimientos unitarios y la calidad de las cosechas. Consecuentemente, la fertilización del suelo ha adquirido mayor importancia en la obtención de mayores rendimientos, mejor calidad de los productos cosechados y la aplicación práctica de los principios edafológicos, en relación con su naturaleza y sus propiedades (Brady, 1 990).

Todos los sectores productivos en nuestro país, se encuentran pasando una crisis económica. La agricultura no es ajena a esta situación, los insumos empleados dentro de los procesos agrícolas tienen costos elevados; es por esta razón, la búsqueda de alternativas factibles utilizando recursos propios de la zona, con el empleo de abonos orgánicos, bien descompuestos y secos, para mantener una agricultura sostenible. La fertilidad física y química del suelo, pueden ser conservadas y restablecidas incrementando la fertilidad del suelo, la baja concentración de nutrientes, tienen un menor efecto físico en el suelo (Díaz, 1 983).

La información sobre cantidades adecuadas de materia orgánica para suelos del Distrito de Huaribamba aún no existe, debido a la falta de investigación y al costo que presentan los análisis químicos, tanto del suelo como de tejidos vegetales de los cultivos. Es esta necesidad de aportar con mayor información de fertilización orgánica orientada a aumentar los rendimientos de los cultivos, específicamente en el caso de hortalizas de hoja, la que motiva a la ejecución del presente trabajo experimental, en el que se compara el uso de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin fertilización química nitrogenada, utilizando como planta indicadora a la lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Whithe Boston improved.

El efecto de las enmiendas orgánicas en las propiedades del suelo, aumentan la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura, porosidad y la densidad aparente, formación de complejos orgánicos con los nutrientes, reducción de la susceptibilidad a la erosión de los suelos y mejora las condiciones para el crecimiento de las raíces.

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En condiciones de Tapo - Huaribamba - Tayacaja, los suelos agrícolas son considerados como un recurso muy importante, aptos para todos los cultivos, pero el cultivo de la lechuga tiene poca acogida por la falta de costumbre alimenticia y del conocimiento de su nutrición, la lechuga es una hortaliza que presenta contenidos elevados de vitaminas, minerales, proteínas y calorías, así las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores, es un cultivo de alternativa y puede remplazar a los cultivos tradicionales.

El cultivo orgánico de la lechuga no es complicado y su manejo se enmarca dentro de lo que constituye la agricultura sostenible, cuya propuesta se orienta a proteger los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, conservar el medio ambiente, proporcionar a la sociedad alimentos de alta calidad; al mismo tiempo que, su cultivo es rentable y competitivo en los mercados. El manejo racional de los recursos naturales, en especial del suelo, asegura más y mejores rendimientos de los cultivos, pues es conocido que la restitución de nutrientes al suelo, mediante la adecuada fertilización con materiales orgánicos, permite que este recurso natural renovable, se mejore desde el punto de vista físico, se reactive biológicamente y se provea así mismo de los elementos nutritivos que ayudarán al normal crecimiento de las plantas, a diferencia de los fertilizantes químicos sintéticos que en el tiempo mineralizan los suelos, disminuyen su actividad microbiológica, provocando bajas sensibles en la producción y la productividad y una gran desmotivación en los agricultores.

El nitrógeno es la base del abonado, la importancia de abonado nitrogenado es la obtención de altos rendimientos, ha sido señalado por todos los autores, que consideran a este elemento como la base del abonado.

Desde el punto de vista de la absorción de los nutrientes, el ciclo de la lechuga puede dividirse en dos fases fenológicas: la primera que comienza con la emergencia de la planta y se prolonga hasta la formación de las primeras hojas internas. La otra fase, se extiende desde la aparición de las primeras hojas internas hasta el final del ciclo. Esta última etapa abarca los últimos 30 días del ciclo de cultivo. Si bien no existen recomendaciones uniformes para el abonado de este cultivo, hay que tener en cuenta ciertas variables y una de la más importante es la extracción de nutrientes a lo largo del ciclo.

De las dos etapas mencionadas, en la segunda fase del cultivo (últimos 30 días antes de la cosecha), la lechuga absorbe el 50% de los nutrientes totales requeridos, y es en ese mismo momento en que tiene lugar la mayor producción de materia seca.

Las necesidades de nitrógeno (N) aproximadas durante todo el ciclo son de 90-100 kg/ha. Estas cantidades se deben suministrar durante todo el ciclo del cultivo y nunca en una sola oportunidad en dosis superiores a los 60 kg/ha de N. Para el diseño del plan de fertilización nitrogenado, se debe tener en cuenta el aporte de $N-NO_3$ del suelo, determinado a través de un muestreo y posterior análisis de laboratorio. La estrategia de fertilización debe cubrir aquella cantidad de N que la oferta edáfica no es capaz de proveer.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo influye la fertilización nitrogenada y orgánica en el cultivo de lechuga en las propiedades del suelo?

1.3 Objetivos: General y Específicos

General:

Determinar la importancia de la fertilización nitrogenada y orgánica como componente de la fertilización de (*Lactuca Sativa L.*) c.v *Whithe Boston improved* y las propiedades del suelo, en condiciones de Tapo - Huaribamba.

Específico

- Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y de cuatro fuentes de materia orgánica en suelo de la comunidad de Tapo con respecto al rendimiento y parámetros biométricos del cultivo de (*Lactuca sativaL.*) c.v.*Whithe Boston improved*.
- Evaluar la eficiencia del uso del nitrógeno en el cultivo.
- Evaluar el efecto de la aplicación de la materia orgánica y del nitrógeno fertilizante en algunas propiedades físicas y químicas del suelo, luego del cultivo.

1.4. Justificación

Científico

El trabajo proporcionará información básica de las fuentes de materia orgánica como el estiércol de cuy, ovino y compost de cuy y ovino y de la fertilización nitrogenada, que serán aplicados al cultivo de lechuga, donde observaremos la diferencia entre las fuentes de aplicación y distinguir el rendimiento del cultivo. Con la aplicación de materia orgánica podríamos remplazar la fertilización química, ya que este contamina al medio ambiente.

Social

La aplicación de fuentes de materia orgánica, beneficiará a la Comunidad Campesina de Tapo, quienes contarán con mayor sustento para aumentar la producción de sus cultivos, que ayudará en la disponibilidad de alimentos, mejora de su calidad de vida, salud y educación. Los recursos para la elaboración de los abonos orgánicos son suficientes y están a su alcance.

Económico

La Comunidad de Tapo - Huaribamba, con la información de abonos orgánicos, tendrán mayores oportunidades para establecer programas de cultivos orgánicos, donde obtendrán mayores ingresos. Por esta razón, es conveniente la búsqueda de alternativas factibles utilizando recursos propios del campo como es el empleo de estiércoles adecuadamente aplicados bien descompuestos y secos, la preparación de abonos orgánicos como el compost, para mantener una agricultura sostenible

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

“Evaluar la aplicación de estiércol de vacuno, estiércol de caprino y compost la dosis de 20, 30, 40 TM/ha⁻¹, así como gallinaza a dosis de 4.8 y 12 TM/ha⁻¹ junto a un testigo con fertilización inorgánica (120-40-0) utilizando maíz cv. San Lorenzo” Dimas et, al, (2 001), Su experimento con abonos orgánicos. Las variables que se evaluaron fueron: contenido de humedad, pH, N, P y rendimiento del grano. Los resultados indican cambios en las características químicas del suelo (materia orgánica, N y P) antes y después de la siembra. En el caso de las características físicas no existieron diferencias significativas. El rendimiento del grano con el tratamiento de fertilización inorgánica 120 – 40 – 0 de NPK fue el mejor (6.05 TM/ha⁻¹), el abono orgánico de compost (5.66 TM/ha⁻¹) mostro similares resultados. Los autores concluyeron que los abonos orgánicos, y principalmente el compost a dosis de 20 a 30 TM/ha⁻¹ son una alternativa para sustituir a la fertilización inorgánica.

“Fertilización orgánica y química de lechuga variedad Capitata”. Zamorano (1 982). Su ensayo consistió en evaluar tratamientos con distintas dosis de fertilizantes químicos y orgánicos, sobre un suelo arenoso típico de Corrientes. Concluye que los mayores rendimientos, se dieron con altas dosis de abono orgánico (60 kg ha⁻¹), y en lo referente a la fertilización química, la dosis con mejor resultado consistió en: 50 - 12 - 105 - 32 kg de N - P₂O₅ - K₂O - CaO ha⁻¹.

“Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad de siembra en lechuga (*Lactuca sativa*L.), en suelos arenosos de Corrientes”.Rapacioli (2 000).
 Analizó la respuesta del cultivo a 4 dosis de fertilizantes: T0= testigo, T1= 50 kg de N ha-1, T2= 75 kg de N ha-1, T3= 100 kg de N ha-1 y a 2 densidades de trasplante: D1 equivalente a 125000 plantas ha-1 y D2 equivalente a 333333 plantas ha-1. Los resultados mostraron que, el tratamiento T1 tuvo los mejores rendimientos para las 2 densidades de trasplante ensayadas; si bien estadísticamente sólo hubo diferencias significativas de los tratamientos (T1, T2, y T3) con respecto al testigo para la densidad equivalente a 125000 plantas ha. En la zona donde se realizó la experiencia (NE del Chaco), no se encontraron registros sobre ensayos de fertilización en el cultivo de lechuga. En estos suelos, generalmente, la deficiencia de nitrógeno constituye una de las principales limitantes para la obtención de buenos rendimientos.

“Respuesta del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la fertilización nitrogenada”. Alcalá, (1 998).

Las aplicaciones de nitrógeno aumentaron considerablemente los rendimientos del cultivo de lechuga. Existieron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y los demás tratamientos (T1, T2, T3) que sí recibieron fertilizantes. Mientras que, entre los tratamientos T1, T2 y T3, y por ende, entre las distintas dosis de fertilizantes, no se presentaron tales diferencias.

Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas. Rotondo (2 009).

En este trabajo evaluó el efecto de diferentes enmiendas orgánicas y fertilizante sobre propiedades edáficas y productividad en brócoli y lechuga. Se incorporó lombricompuesto de residuos domiciliarios; lombricompuesto de estiércol de conejo y caballo; cama de pollo en dosis de 1 y 2 kg·m⁻² base seca; durante 2003-2005, en dosis de 2 kg·m⁻² en combinación con urea (46 % N) y un testigo. En suelo se evaluó carbono orgánico, conductividad hidráulica a flujo saturado, pH,

conductividad eléctrica, estabilidad estructural; en brócoli rendimiento, peso medio de pella y diámetro de pella; en lechuga rendimiento y peso medio de planta. Con la incorporación de enmiendas a la dosis mayor se incrementó el carbono orgánico, la estabilidad de agregados y la conductividad hidráulica, hubo diferencias para rendimiento y peso medio en brócoli. En lechuga, hubo diferencias para la mayor dosis en la primera etapa. La cama de pollo en la segunda etapa, mostró diferencias en rendimiento y peso medio en los dos primeros ciclos de lechuga y en los dos de brócoli. Las parcelas fertilizadas presentaron diferencias para rendimiento y peso medio en ambos cultivos.

El efecto de las enmiendas sobre la productividad, fue mayor durante los primeros años mientras que la fertilización influyó en los últimos. Las enmiendas orgánicas mejoraron significativamente las condiciones del suelo. La fertilización nitrogenada incrementó la productividad en lechuga y brócoli.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. La materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos vegetales y animales de todas las clases más o menos descompuestas y transformadas por la acción de los microorganismos y constituye uno de los componentes fundamentales del suelo **(Diaconía, 1 990)**

La incorporación de la materia orgánica del suelo, influye favorablemente sobre las propiedades físicas, químicas, bioquímicas y biológicas del suelo en beneficio del cultivo. Así por ejemplo, en el color del suelo, retención de humedad, porosidad, aumento en la disponibilidad de fósforo, entre otras **(Camasca, 1 994)**.

En la materia orgánica viva del suelo, se encuentra compuesto por un variado grupo de organismos. Estos incluyen virus, bacterias, hongos, lombrices, etc. Por lo general, a medida que aumenta el tamaño de los organismos, disminuye la densidad de la población **(Gros, 1 992)**.

La fertilidad natural de todos los suelos depende, no sólo de sus minerales, sino también de los humos: un complejo estabilizado de materia orgánica descompuesta, los humos y sus minerales son los responsables de la mantención y conservación de la fertilidad del suelo **(Defune, 1 991)**

La materia orgánica del suelo, que en su análisis contiene una fuerte proporción de micro elementos asimilables, juega un papel importante en al nutrición de los cultivos. Los suelos pobres en materia orgánica, tienen tendencia a ser igualmente pobres en micro elementos **(Loué, 1 988)**.

La parte orgánica del suelo, representa en si un sistema complejo de diversas sustancias, su dinamismo se determina por la incorporación al suelo de restos de origen vegetal y animal, y la transformación de estos bajo la acción de distintos grupos de microorganismos, así como de diversos representantes de fauna. Algunas transformaciones de los restos orgánicos y de sus componentes (oxidación, hidrólisis, desintegración mecánica) pueden operarse bajo la acción directa de las precipitaciones atmosféricas, de la reacción ácida o básica del suelo del viento, cambio de temperatura, **(Kononova, 1 982)**.

En la actualidad, no existe un sistema aceptable para estimar la calidad del suelo y en el futuro cercano hay pocas posibilidades de desarrollar un índice cuantitativo. Sin embargo, la materia orgánica influye en casi todas las propiedades importantes que contribuyen a mejorar la calidad del suelo. De esta forma, resulta decisivo comprender y acentuar la importancia clave del manejo de los cultivos y los suelos, para mantener e incrementar los contenidos de materia orgánica, con el propósito de desarrollar suelos de buena calidad **(Altieri, 1 997)**.

2.2.2. Las enmiendas orgánicas

Son aquellas que actúan como mejoradores de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Entre ellas se puede mencionar estiércol, compost, humus de lombriz, abonos verdes **(Gros, 1 986)**.

La materia orgánica favorece la movilidad de algunos elementos hasta las raíces mas profundas, pudiendo formar complejos con algunos iones

metálicos, lo cual permite mantener a estos bajo formas más asimilables (quelación), fenómeno que favorece sobre todo, la absorción de los nutrientes. Las enmiendas orgánicas, son fuente de nutrientes para el desarrollo de plantas y de los organismos que dan vida al suelo (Diaz, 1 983). El punto óptimo para su incorporación podría estar determinado por la acción microbiana de la misma, mientras menor sea la actividad microbiana, mayor será la cantidad que puede aplicarse al suelo (Pacheco, 1 992).

En suelos arenosos los residuos parcialmente descompuestos llenan los poros no capilares y lo hacen capilares incrementando la retentividad para el agua (Zavaleta, 1 992).

2.2.2.1. Ventajas de las enmiendas orgánicas

Las enmiendas orgánicas, entre las funciones que desempeña tenemos a las siguientes (National Plant Food Institute, 1 992, García, 1 982):

- Aumentó en la capacidad de retención de humedad del suelo, a través de su efecto sobre la estructura, porosidad y la densidad aparente.
- Formación de complejos orgánicos con los nutrientes, manteniendo a esos en forma aprovechable, pues lo va liberando lentamente para que los utilicen las plantas en desarrollo, especialmente en tiempo cálido.
- Reducción de la susceptibilidad a la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir escurrimiento superficial.
- Elevación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de lixiviación.
- Liberación del CO₂, que propicia la solubilización de nutrientes.
- Abastecimiento de carbono orgánico, como fuente de energía de la flora microbiana heterótrofo.

- Crea condiciones favorables para la germinación de las semillas.
- Mejora las condiciones para el desarrollo y crecimiento de la raíz.

Pérdida de materia orgánica

- Por repetidas labores de labranza, que airean el terreno ya activan la mineralización de los compuestos orgánicos.
- Por la acción continúa de las lluvias que erosionan el suelo arrastrando el humus. Lo que resulta en suelos lateríticos, donde la sustancia húmica se encuentra en cantidades muy pequeñas.
- En climas de temperaturas estacionales, con medias diurnas mayores de 25°C, que son más favorables a la destrucción de materia orgánica que a su producción.

La materia orgánica origina una ligera cohesión en suelos arenosos por la acción de los coloides húmicos coagulados en estado de hidrogeles, los que actúan como un aglutinante en ausencia de coloides arcillosos, dando al suelo una capacidad de buena agregación (**Gros, 1 986**).

Una forma de mejorar la fertilidad del suelo, es aplicando abonos orgánicos, debido a que estos aparte de intervenir en la formación de la estructura del suelo, son fuentes de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y de los organismos que dan vida al suelo, en contraste con los fertilizantes químicos que sólo tienen algunos nutrientes y su efecto físico es nulo (**Chuquiruna, 1 989**).

2.2.2.2. El estiércol

El estiércol, es todo residuo de la alimentación y digestión animal. La aplicación de estiércoles puede favorecer a la planta, cuando esta absorbe las sales minerales que resultan de su descomposición después de disolverse en la solución suelo (**Gros, 1 986**).

111

Entre los efectos positivos del estiércol se puede mencionar; la liberación de CO₂, incremento de la actividad biológica, e incremento de la retención de humedad **(Daza, 1 990)**.

El estiércol bien descompuesto es una de las fuentes de materia orgánica mas valiosas que puede añadirse al suelo, su contenido de carbono y nitrógeno varia en relación con la naturaleza del estiércol y de las condiciones de almacenamiento **(Selke, 1 968)**.

Los estiércoles suelen contener una gran cantidad de agua. Los purines incluso más de un 95% y los estiércoles de granja alrededor de un 75%. De aquí que, la concentración de nutrientes existentes en los mismos sea baja. En consecuencia, para aportar una parte apreciable de los nutrientes que necesitan las plantas hace falta grandes cantidades de las mismas dosis de 25 TM.Ha⁻¹ o más, son frecuentes usadas **(Simpson, 1 986)**.

Se ha observado que, el estiércol aplicado al voleo sobre superficie del terreno en dosis de 34 TM/ha⁻¹, perdió el 85% de su nitrógeno por volatilización del amoniaco en seis días. La velocidad media de esta pérdida de nitrógeno es de 1.86 días **(Loué, 1 988)**.

El estiércol, así como toda fuente orgánica al transformarse en humus, aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo y con la arcilla, constituye la parte activa del complejo absorbente regulador de la nutrición de la planta, incrementando la fertilidad potencial del suelo, donde suelos con alto contenido de materia orgánica tienen mayor capacidad de absorción catiónica que aquellos con bajo contenido de la misma , además actúa protegiendo a los macro y micro nutrientes de la lixiviación en la capa arable **(Núñez, 1965)**. Una fórmula práctica y rápida para estimar la cantidad de estiércol producido por un animal en un año es la siguiente **(Guerrero, 1 993)**.

Peso promedio del animal x 20 = cantidad de estiércol / Año

El uso de estiércol o guano de animales, es una práctica muy arraigada. Su aplicación muestra efectos positivos en los cultivos, especialmente los intensivos. En el país existen, yacimientos de turba, especialmente en la Sierra, cuyo uso se está difundiendo para fines de jardinería y cultivos en invernaderos. Las turberas son acumulaciones de materia vegetal en zona pantanosas y que pueden llegar a varios metros de profundidad (**ONG Perú ecológico, 2 006**).

2.2.2.3. Compost

El compost, es un abono orgánico producto de la transformación aeróbica de los residuos vegetales de la chacra: malezas, raíces, tallos, estiércol, guano de corral, etc. La composición de sustancias nutritivas del compost depende de los materiales empleados. Aproximadamente tiene: 0.3% de N; 0.2% de P_2O_5 y 0.2% de K_2O (**Felipe – Morales, 1 978**).

La elaboración del compost, fue ideado por Sir Albert Howard en 1933, hace más de 60 años. En nuestro país, la primera referencia que se ha podido encontrar del compost es del año 1940, en un informe representado por Luis de Armero de la Estación Experimental Agrícola de la Molina, en donde indica la forma de preparar el compost y su utilización.

Un compost de buena calidad contiene los siguientes valores de N-P-K, respectivamente: 1.0% - 0.6% - 0.8%. Los desperdicios de la agricultura, los de la industria y ciudades son también útiles para la preparación de compost. La elaboración de humus de compost se efectúa mediante una estrecha colaboración entre el suelo y el montón de fermentación (**Camasca, 1 964**).

El compost, así como todo abono orgánico se deposita en el suelo en cantidades adecuadas produce el siguiente efecto (**Marshall, 1 992**):

- Producen una mayor agregación del suelo, disminuyendo la densidad aparente.
- Mejora la respuesta de las plantas a la alta conductividad eléctrica en el suelo.
- Contribuye a una mejor estructura del suelo, debido al efecto de la materia orgánica humificada, junto con los minerales de arcilla.
- Mejora la aireación y drenaje interno del suelo al mejorar la agregación y la estructuración del mismo, corrigiendo consecuentemente la falta o exceso de aireación y drenaje en suelos arcillosos y arenosos.
- Aumenta directa o indirectamente la capacidad del suelo para almacenar agua. Directamente mejorando las propiedades físicas del suelo como la granulación, estructuración y protegiendo a la superficie contra la formación de costras impermeables. Indirectamente por su inherente capacidad de retención, la materia orgánica cruda tiene una capacidad de retención del agua del orden del 80%; a medida que va siendo humificada, esta capacidad de retener agua se incrementa alcanzando un promedio de 160%.
- Reduce la tenacidad, la plasticidad y la adherencia del suelo mejorando la friabilidad.

2.2.2.3.1. Preparación del compost.

Existen dos procedimientos para preparar el compost: en pozas y en rumas aéreas. En ambos casos se siguen los principios del método de Indore.

La preparación es la siguiente: se colocan estacas gruesas de aireación a cierta distancia otra en la poza o sobre la superficie del suelo. Enseguida, se esparce una capa de restos orgánicos, vegetales y estiércoles cuidando de proporcionalidades la humedad adecuada. Finalmente se agrega una ligera capa de cal

o ceniza con el propósito de corregir la acidez y la fermentación. Esta operación se repite varias veces, formando así la pila de fermentado.

Al cabo de 3 – 4 meses y luego de haberse efectuado 2 o más volteos a la pila, el compost estará listo (Morales, 1 978)

2.2.3. El cultivo de lechuga

La lechuga, es una planta considerada de hoja, perteneciente a la familia Asteraceae y cuyo nombre botánico es (*Lactuca sativa* L.). El origen de la lechuga no es muy claro. Algunos autores afirman que procede de la India, aunque hoy día los botánicos no se ponen de acuerdo, por existir un seguro antecesor de la lechuga, *Lactuca scariola* L., que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas, siendo una planta anual y autógamas, las variedades cultivadas actualmente en el Perú son una hibridación entre especies distintas (Maroto, 2 002).

Entre las características morfológicas de la (*Lactuca sativa* L.). Tenemos que su raíz no sobrepasa los 25 cm. de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones. Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio, en unos casos siguen así durante todo su desarrollo variedades romanas, en otros se acogollan mas tarde. El borde de los limbos puede ser lisos, ondulado o aserrado. Su tallo es de forma cilíndrico y ramificado. La inflorescencia es en capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos. Las semillas están provistas de un vilano plumoso.

• Taxonomía de la lechuga

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Asterales

Familia	:	Astereaceae
Sub familia	:	Cichorioideae
Tribu	:	Lactuceae
Genero	:	Lactuca
Especie	:	<i>Lactuca sativa</i> L.

2.2.3.1 Características de la lechuga

- ✓ **Altura de planta:** La cabeza de lechuga llega aproximadamente a medir de 18 a 25 cm de altura.
- ✓ **Diámetro de la cabeza:** la cabeza de lechuga llega a medir de 19.8 – 28 cm de diámetro
- ✓ **Peso fresco (g.planta):**

Repollada Mantecosa (butterhead)

Cabezas medianas de 300 a 600gr

Cabezas grandes de 500 a 900gr.

Repollada Crespa (crisphead)

Cabezas grande 1kg.

Cabezas medianas 482.1 -500.0gr.

- ✓ **Peso seco (g.planta)**

El peso seco y el número de hojas por planta de acuerdo a la edad.

Edad de la planta (días)	Peso seco (g)	Nº de hojas/planta
20	0,85	6
30	1,15	9
40	3,90	20
50	8,10	35
65	10,20	48

Adequado: Mallar. 1978.

✓ **Rendimiento (kg. Ha⁻¹)**

A continuación se muestra un cuadro con la producción nacional de lechuga en miles de toneladas métricas, se observa claramente que en Enero de este año ha sido el mes de mayor producción de lechuga desde hace 5 años.

Año	Volumen TM/ha
2004	2.750
2005	2.579
2006	2.794
2007	2.841
2008	4.060

2.2.3.2. Requerimientos climáticos y edafológicos del cultivo de la lechuga

2.2.3.2.1. Temperatura

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requiere temperaturas entre 14-18°C por día y 5-8°C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencias de temperatura entre el día y la noche. Durante la formación de cabezas se requieren temperaturas en torno a los 12°C por el día 3-5°C por la noche (Infoagro, 2 002).

2.2.3.2.2. Humedad relativa

La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60% al 80%, aunque en determinados momentos puede tolerar menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero, es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Infoagro, 2 002).

2.2.3.2.3. Suelo

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenosos o limosos con buen drenaje, El pH óptimo se sitúa entre 6,7 y 7,4. La lechuga presenta un buen desarrollo en suelos con alto contenido de materia orgánica, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que este seca, para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello (**Maroto, 2 002**).

✓ **Propiedades Físicas del Suelo:**

Densidad del suelo

La Densidad Real (Dr)

Se define como la Masa o Peso de una unidad de volumen de sólidos del suelo. Es decir, es la relación de la masa de las partículas del suelo y su volumen, excluyendo el espacio poroso. Estas masas también se pueden representar en términos de peso (el producto de masa por la aceleración de la gravedad).

La Densidad Aparente (Da)

Llamado también densidad de volumen del suelo y se define como la masa o peso de una unidad de volumen de suelo seco, es decir incluye el volumen de sólidos y de poros; es la relación entre la masa del suelo seco y sus volúmenes totales (**Perales, 2 010**).

Capacidad de retención de humedad

La capacidad de campo marca el límite entre el agua capilar y gravitacional, indica la máxima cantidad de agua que puede retener el suelo después de tres días de aporte de agua, humedad disponible que se define como el agua del suelo que puede ser absorbida a un ritmo adecuado para permitir el crecimiento normal de las plantas.

En la capacidad de campo de un suelo franco o arcilloso, este retiene agua a 0,3 atm. Mientras que los suelos arenosos lo hacen a 0,1 atm.

✓ **Propiedades Químicas del Suelo:**

Contenido de nutrientes

Perales, 2 010. manifiestan que, la disponibilidad de nutrientes es fundamental para el desarrollo de los cultivos. El contenido de nutrientes del suelo depende del material y el proceso de formación del suelo, el contenido original del suelo, del abastecimiento y naturaleza de los fertilizantes, de la intensidad de la lixiviación y la erosión, de la absorción de los nutrientes por parte de los cultivos y de la CIC del suelo. Aunque la deficiencia de nutrientes en muchos casos puede ser fácilmente corregida, los suelos con mejor disponibilidad natural de nutrientes requerirán menores inversiones y, por lo tanto, muestran una aptitud natural para dar mejores rendimientos. El conocimiento de la necesidad de aplicar o no grandes cantidades de nutrientes en forma de fertilizantes, comparado con la disponibilidad

de recursos, es un factor determinante para la recomendación de uso de la tierra.

pH del suelo:

La acidez del suelo mide la concentración en hidrogeniones (H^+), en el suelo los hidrogeniones están en la solución, pero también existen en el complejo de cambio.

El valor del pH, se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pHmetro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión de hidrógeno.

El pH del suelo, aporta una información de suma importancia en diversos ámbitos de la edafología. Uno de lo más importante deriva del hecho de que las plantas tan sólo pueden absorber los minerales disueltos en el agua, mientras que la variación del pH modifica el grado de solubilidad de los minerales (Perales, 2 010).

2.2.3.2.4 Riego

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 más un periodo de sequía, aunque este sea muy breve (Ugas et, al, 2 000). Los mejores sistemas de riego que actualmente se están utilizando para el cultivo de la lechuga, es el riego por goteo (cuando se cultiva en invernadero), y las cintas de exudación (cuando el cultivo

se realiza al aire libre), como en el caso del sudeste de España. Existen otras maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad y el riego por aspersión, pero cada vez están más en desuso, aunque se le atribuye al riego por surcos como una forma que permite incrementar el nitrógeno en un 20%. Los riegos deben ser de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que forma contacto con el suelo. Se recomienda el riego por aspersión en los primeros días post-trasplante, para conseguir que las plantas puedan enraizar con facilidad (Ugas et al, 2 000).

2.2.3.2.5. Cosecha

La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta (es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida), 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 post cosecha. Lo más frecuente es el empleo de sistemas de recolección mixtos que racionalizan la cosecha a través de los cuales solamente se cortan y acarrear las lechugas en campo (Infoagro, 2 002).

2.2.3.2.6. Valor nutricional

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, pero presenta contenidos elevados de vitaminas y minerales. La composición química de los tejidos varía con la ubicación en la planta. Así,

101

las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores. Lo mismo se aprecia para el contenido de nitratos.

Cuadro N° 1: Valor nutricional de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Componente	contenido (100 gr de materia seca)
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (g)	138.9
Vitamina C(g)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Rivoflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.)	1155.0
Calorias (cal)	18

Fuente: Infoagro, 2002

2.2.4 Fertilización en el cultivo de lechuga

Entre un 60 a 65 % de todo los nutrientes requeridos por la lechuga son absorbidos en el periodo de formación del cogollo. La fertilización se debe de suspender al menos una semana antes de la cosecha para evitar la acumulación de nitratos en la hoja. Las formas minerales del Nitrógeno en suelo, provienen generalmente de la descomposición del los residuos orgánicos de Nitrógeno, materiales frescos orgánicos, abonos orgánicos, humus etc. Estas formas por lo general son Nitrógeno

Amoniacal $N-NH^4$ y Nitrógeno Nitrato $N-NO_3^-$. Estos procesos biológicos y minerales ocurren debido a la influencia de los macro y microorganismos existentes en el suelo. La determinación de Nitrógeno total en el suelo se realiza mediante el método Kjeldhal clásico o Kjeldhal modificado en algunas ocasiones. La diferencia que existe entre los fertilizantes químicos-sintéticos y los abonos orgánicos es que los primeros son altamente solubles y son aprovechados por las plantas en menor tiempo, pero generan un desequilibrio del suelo (acidificación, destrucción del sustrato, etc.); mientras que los orgánicos actúan de forma indirecta y lenta. Pero con la ventaja que mejoran la textura y estructura del suelo y se incrementa su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente en la medida que la planta los demande. Desde el punto de vista de la absorción de los nutrientes, el ciclo de la lechuga puede dividirse en dos fases fenológicas: la primera que comienza con la emergencia de la planta y se prolonga hasta la formación de las primeras hojas internas. La otra fase, se extiende desde la aparición de las primeras hojas internas hasta el final del ciclo. Esta última etapa abarca los últimos 30 días del ciclo de cultivo. Si bien no existen recomendaciones uniformes para el abonado de este cultivo, hay que tener en cuenta ciertas variables y una de la más importante es la extracción de nutrientes a lo largo del ciclo. De las dos etapas mencionadas, en la segunda fase del cultivo (últimos 30 días antes de la cosecha), la lechuga absorbe el 50% de los nutrientes totales requeridos, y es en ese mismo momento en que tiene lugar la mayor producción de materia seca. Las necesidades de nitrógeno (N) aproximadas durante todo el ciclo son de 90-100 kg./ha. Estas cantidades se deben suministrar durante todo el ciclo del cultivo y nunca en una sola oportunidad en dosis superiores a los 60 kg/ha de N. Para el diseño del plan de fertilización nitrogenado, se debe tener en cuenta el aporte de $N-NO_3$ del suelo, determinado a través de un muestreo y posterior análisis de laboratorio. La estrategia de fertilización debe cubrir aquella cantidad de N que la oferta edáfica no es capaz de proveer (Infoagro, 2 002)

2.3. Hipótesis

Hp. La fertilización nitrogenada y orgánica incrementan los rendimientos del cultivo de la lechuga y mejoran las propiedades físico – químico del suelo.

Ha. La fertilización nitrogenada y orgánica no incrementan los rendimientos del cultivo de la lechuga y no mejoran las propiedades físico – químico del suelo.

2.4. Variables de estudio

- **Variable dependiente**

- **Cultivo de lechuga**

- Altura de planta
- Diámetro de cabeza
- Peso fresco de la parte aérea
- Peso seco de la parte aérea
- Contenido de nitrógeno en la materia seca.
- Rendimiento del cultivo de lechuga

- **Suelo**

- Densidad aparente
- Capacidad de retención de humedad
- pH del suelo
- Contenido de materia orgánica del suelo.

- **Variable independiente**

- Fertilización nitrogenada
- Materia orgánica

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Ámbito de estudio

3.1.1. Ubicación política

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Departamento de Huancavelica, Provincia de Tayacaja, Distrito de Huaribamba, en la Comunidad Campesina de Tapo.

Departamento	: Huancavelica
Provincia	: Tayacaja
Distrito	: Huaribamba
Lugar	: Comunidad Campesina de Tapo

3.1.2. Ubicación geográfica:

Altitud	: 3 270 msnm.
Latitud sur	: 12° 16' 32"
Longitud oeste	: 74° 56' 15" del Meridiano de Greenwich

3.1.3 Factores climáticos

Precipitación pluvial	: Promedio anual 550 mm. /año
Temperatura	: Promedio anual 15°C.
Humedad relativa	: Promedio anual 60%

3.2 Tipo de investigación

Es de tipo experimental, se trató de buscar y evaluar experimentalmente los efectos de la fertilización nitrogenada y orgánica.

3.3 Nivel de investigación

Es aplicada por la utilización de cuatro enmiendas de abonos orgánicos y efecto en el rendimiento del cultivo de lechuga y las propiedades del suelo.

3.4. Método de investigación

Se aplicó el Método experimental, cuyo procedimiento permitió conocer el efecto de la materia orgánica y fertilizante sintético en el cultivo de lechuga.

3.4.1. Cultivo de lechuga

Para el presente experimento, se emplearon plantas de lechuga cv. White Boston Improved. El tipo de madurez de este cultivar es semi precoz con cabeza del tipo de hoja lisa, de consistencia suave, tamaño mediano forma globosa, achatada y color verde claro. El periodo vegetativo es de 85 a 90 días. Es tolerante a bajas y altas temperaturas, por lo que es posible sembrarlo durante todo el año (Ugás et, al, 2 000).

El distanciamiento de siembra fue de 0.65m entre surco y 0.2m entre plantas. La densidad de siembra fue de 2400 plantas para los 390m², dándonos 60 plantas por parcela (20 plantas por surco).

3.4.2. Fuentes de materia orgánica a utilizar

Las siguientes fuentes de materia orgánica fueron empleadas para el presente experimento.

- **Estiércol de cuy**, proveniente de las granjas familiares de la zona.
- **Estiércol de ovino**, proveniente de las crías menores de las familias de las zonas.
- **Compost con estiércol de cuy**, se utilizaron diferentes insumos, materiales para la elaboración se obtuvo apoyo de algunos agricultores de la zona. Este abono sin embargo, no ha sido ensayado por los agricultores.
- **Compost con estiércol de ovino**, se elaboró de la misma manera.

3.4.3. Fertilizante sintético

Para los tratamientos se requirieron fertilización nitrogenada, en el desarrollo del experimento se empleó úrea (46% N).

3.4.4. Preparación del suelo.

La preparación del suelo comenzó después de la cosecha del cultivo anterior el cual fue haba, se realizó manualmente y con la ayuda de una yunta; luego se procedió al desterronado y surcado. Este proceso se culminó con el planteo del diseño experimental.

3.4.5. Almacigo

Se realizó antes del trasplante en un campo y con un tratamiento adecuado para obtener buenos resultados.

3.4.6. Trasplante

Se realizó cuando el terreno estuvo bien preparado y con la obtención de buenas plantas del almacigo.

3.4.7. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica (estiércol y compost) para el desarrollo del trabajo experimental se realizó antes del trasplante siendo la incorporación de la materia orgánica a línea corrida por surco, un aspecto importante dentro del experimento es esta dosis de aplicación.

3.4.8. Fertilización Química

La fertilización química en el desarrollo experimental se planteó como una forma de comparar con el trabajo tradicional de los agricultores y por esta razón se planificó que fueran dos los momentos de aplicación de urea (46% N). El primer aporte de urea se realizó a los 20 días después del trasplante y la última aplicación se realizó a los 15 días después de la primera, esta se

desarrollo por planta en forma localizada, en aquellas parcelas que le corresponde a la dosis de aplicación.

3.5. Diseño de Investigación

El presente estudio se realizó con un diseño estadístico experimental, donde se condujo con un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial con 2 factores (factor A: fertilización nitrogenada y factor B: materia orgánica), Cuyo modelo aditivo lineal es:

Donde:

$$Y_{ij} = U + \beta_j + T_i + E_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots, t = n^\circ$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r = n^\circ$ bloques

Y_{ij} = Variable respuesta del i -ésimo tratamiento en la j -ésima bloques

U = Media general

β_j = Efecto de la j -ésima bloques

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Efecto del error experimental.

3.5.1. Croquis experimental



T3N1 	T4N1 	T2N1 	T1N0 	T4N0 	T0N1 	T3N0 	T2N0 	T0N0 	T1N1
T0N1 	T1N0 	T3N1 	T0N0 	T1N1 	T2N0 	T2N1 	T4N1 	T3N0 	T4N0
T2N0 	T4N0 	T3N0 	T4N1 	T1N0 	T0N0 	T1N1 	T3N1 	T0N1 	T2N1
T1N0 	T1N1 	T2N0 	T4N0 	T3N1 	T4N1 	T0N1 	T2N1 	T0N0 	T3N0

3.5.2. Características del campo experimental.

	Medida	Unidad
Unidad Experimental		
Largo de parcela	4.0	m
Ancho de parcela	$0.65 \times 3 = 1.95$	m
Área	$1.95 \times 4.0 = 7.8$	m ²
Número de surcos	3	Unid
Distancia entre surcos	0.65	m
Distancia entre plantas	0.20	m
b. BLOQUES		
Largo	10	m
Ancho	7.8	m
Área	$78 \times 10 = 78$	m ²
Número de Unidades experimentales	40	Unid
c. CAMPO EXPERIMENTAL		
Número de bloques	4	m ²
Área neta del experimento	312	m ²
Área de calles y bordes	78	m ²
Área total	390	m ²
Densidad de plantas aproximado	2400	Unid

3.5.3. Tratamientos

Cuadro N° 4: Descripción simbólica de los tratamientos aplicados en el experimento.

Tratamiento	Código	Definición
T1	T0N0	Testigo sin fertilización
T2	T1N0	40TM.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T3	T2N0	40TM.ha ⁻¹ estiércol de ovino
T4	T3N0	40TM.ha ⁻¹ compost de cuy
T5	T4N0	40TM.ha ⁻¹ compost de ovino
T6	T0N1	Testigo, más 200 kg de urea
T7	T1N1	40TM.ha ⁻¹ estiércol cuy más 200 kg de urea
T8	T2N1	40TM.ha ⁻¹ estiércol ovino más 200 kg de urea
T9	T3N1	40TM.ha ⁻¹ compost de cuy más 200 kg de urea
T10	T4N1	40TM.ha ⁻¹ compost de ovino más 200 kg de urea

En base a la revisión bibliográfica.

3.5. Población, Muestra y Muestreo

3.6.1. Población

Cultivo de lechuga: Constituido por el cultivo con una densidad de siembra de 0.20 m entre planta y 0.65 m entre surcos, haciendo un total de 60 plantas por unidad experimental, con 2400 plantas en el área total de la investigación.

Enmiendas orgánicas:

- ✓ **Estiércol de cuy:** La cantidad total utilizada fue de 40TM/ha⁻¹ en el área total
- ✓ **Estiércol de ovino:** La cantidad total utilizada fue de 40TM/ha⁻¹ en el área total.
- ✓ **Compost de cuy:** La cantidad total utilizada fue de 40TM/ha⁻¹ en el área total.
- ✓ **Compost de ovino:** La cantidad total utilizada fue de 40TM/ha⁻¹ en el área total.
- ✓ **Fertilizante (urea):** La cantidad total utilizada fue de 200kg/ha⁻¹ en el área total.
- ✓ **Suelo:** Conformado por el área total del experimento: 390.0 m².

3.6.1. Muestra

La unidad estudiada fue tomada 10 muestras de cabeza de lechuga de cada unidad experimental de la superficie, así mismo, se obtuvo una muestra de 1 kg de suelo de cada tratamiento para evaluar las distintas variables.

3.6.2. Muestreo

Se evaluó en forma simple al azar, ya que todas las plantas tuvieron la misma probabilidad de formar parte de la evaluación en cada unidad experimental.

3.7. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Se realizó a través de la observación directa y análisis en el laboratorio.

Se utilizaron los requeridos para cada variable en estudio.

3.7.1. Cultivo de lechuga

3.7.1.1. Altura de planta: Al alcanzar su madurez de cosecha, las plantas de lechuga (cabeza), fueron medidas con una escuadra métrica de 60° por 30 centímetros desde la base de la superficie plana hasta el ápice de la planta, tomando diez plantas al azar por cada parcela.

3.7.1.2. Diámetro de cabeza: Al alcanzar su madurez de cosecha, las plantas de lechuga (cabeza), fueron medidas con vernier en la parte más ancha de la planta cosechada, tomando diez cortes de lechuga al azar por cada parcela.

3.7.1.3. Peso fresco de la parte aérea: Las plantas de lechuga fueron cortadas al nivel del suelo, e inmediatamente fueron pesadas en una balanza de precisión para obtener la materia fresca o biomasa por planta. Para ello se tomaron diez plantas al azar por parcela.

3.7.1.4. Peso seco de la parte aérea: Las plantas extraídas de cada parcela llegaron al laboratorio, se procedió a tomar de cada una de ellas, una porción de cien gramos de su materia fresca, posteriormente se depositaron en bolsas de papel y fueron secadas a estufa a una temperatura de 70°C, hasta alcanzar su peso constante.

3.7.1.5. Contenido de nitrógeno en la materia seca

La materia seca fue homogenizada mediante una molienda, posteriormente se llevó al laboratorio, donde se realizaron tres pasos para calcular el porcentaje de nitrógeno, el cual fue analizado mediante el método de micro Kjeldahl.

El primer paso es la digestión, de la materia seca pulverizada se pesó 0.1 g en papel manteca, luego este peso se introduce en el balón de digestión y se le añade 3 ml de H_2SO_4 y 0.1 g de mezcla de selenio. Se llevó a la cocina de digestión, procediendo a calentarlo suavemente al principio, luego se aumentó la temperatura para digerir hasta que la solución se tornó clara.

El segundo paso es la destilación, en un erlenmeyer conteniendo 20 ml de ácido bórico al 2%, se procedió a añadirle la solución digerida con 5 ml de agua destilada, luego se procedió a la aplicación de NaOH al 50% ocasionando una reacción rosada, después de 5 minutos se obtuvo el destilado de la mezcla.

El último paso es la **titulación**, la mezcla destilada se titulo con H_2SO_4 al 0.025N hasta el viraje de color verde a gris (pH neutro).

El cálculo para la obtención del nitrógeno es el siguiente:

$$\%N = \frac{G \cdot C \cdot 14}{W} \cdot 100$$

DONDE:

G= Gasto de ácido sulfúrico (litro)

C= Normalidad exacta del ácido sulfúrico.

W= Peso de la muestra.

14= Peso equivalente del nitrógeno

Luego de que se obtuvo el porcentaje de nitrógeno a través del método de micro Kjedadahl, se multiplicó este valor por el peso de la materia seca (obtenido anteriormente), así obtuvimos el contenido de nitrógeno en la materia seca.

3.7.2. En el suelo

3.7.2.1. Densidad aparente: La determinación de la densidad aparente, fue realizada mediante el método del cilindro, esto quiere decir que, se tomaron muestras de suelo húmedo a capacidad de campo y fueron tomadas de cada parcela con un cilindro metálico de $98.2cm^3$ de volumen luego de la cosecha de lechuga. El suelo extraído con el cilindro fue pesado en húmedo, secado a estufa a $105^\circ C$, por 48 horas hasta alcanzar peso. La muestra fue pasada nuevamente obteniéndose el peso seco del suelo. La densidad aparente ($g.cm^{-3}$) fue determinada dividiendo la masa del suelo seco a estufa sobre el volumen del cilindro (**Alegre, 1 997**)

3.7.2.2. Capacidad de retención de humedad: El contenido de humedad de cada muestra de suelo obtenida del procedimiento anterior, fue determinada por la diferencia de peso húmedo y seco del suelo, y expresada en porcentaje para determinar la capacidad de retención de humedad(**Alegre, 1 997**)

3.7.2.3. pH del suelo: Las muestras de suelo obtenidas de cada parcela, fueron secadas al aire libre por 48 horas, molidas y tamizadas en una malla de 2mm de diámetro para obtener la TFSA. El pH del suelo, fue determinado pesando 20 gramos de cada muestra del suelo y luego diluidas en 20ml de agua destilada siendo agitada por un periodo de 10 minutos (en proporción 1:1), y medido por un peachimetro.

3.7.2.4. Contenido de materia orgánica del suelo: Las muestras separadas de TFSA, fueron llevadas al laboratorio de análisis de suelo, plantas, aguas y fertilizantes de la INIA Huancayo y analizadas en su contenido de materia orgánica por el método de digestión húmeda (Walkey y Black). Los extractos obtenidos de la digestión fueron posteriormente analizados por fotometría.

3.8. Procedimiento de recolección de datos

Se seguirán las establecidas en el protocolo para determinar cada característica física y química y propiedad biométrica de cada variable.

- **Cultivo de lechuga**

Altura de planta: Se tomó 10 muestras de cada unidad experimental al azar y se procedió a medir desde la base hasta el ápice, donde se determinó la altura de planta al alcanzar su madurez a los 90 días después del trasplante.

Diámetro de cabeza: Esta actividad se realizó con 10 muestras tomadas de cada tratamiento y se sacó el promedio.

Peso fresco de la parte aérea: Se tomó muestras de 10 plantas en campo al alcanzar su madurez fisiológica a los 90 días y se tomaron los promedios.

Peso seco de la parte aérea: Esta labor se realizó en el laboratorio después de obtener resultados del peso fresco (gr).

Contenido de nitrógeno en la materia seca: Se utilizó tres pasos; digestión, destilación y titulación (mg.planta^{-1}).

Rendimiento del cultivo de lechuga: Se obtuvo con los resultados del peso fresco kg/ha^{-1} .

Suelo

Densidad aparente: este proceso se determinó mediante el método del cilindro, las muestras de suelo fueron tomadas de cada parcela, después de la cosecha (gr. cm^{-3}).

Capacidad de retención de humedad: Se efectuó en el laboratorio de cada muestra tomada, esto se obtuvo de la diferencia del peso húmedo y seco del suelo. ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{suelo}$).

pH del suelo: El análisis se realizó en el laboratorio de cada muestra tomada, para esto pesamos 20 gramos de suelo que fueron diluidas en 20 ml de agua destilada y se midió con un peachímetro.

Contenido de materia orgánica del suelo: Se realizó el análisis de suelo, de cada muestra tomada en el laboratorio de suelos de la INIA- Huancayo.

3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Se realizó el análisis estadístico ANVA con arreglo factorial con 2 factores en un (DBCA) con los datos obtenidos de cada evaluación y análisis de los parámetros evaluados; donde se realizó la interpretación según la prueba de comparaciones de medias de Duncan con un nivel de significación de ($\alpha=0.05$).

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Parámetros biométricos

Los resultados obtenidos para los parámetros biométricos evaluados en el cultivo de lechuga se resumen en el **Cuadro N° 3**.

4.1.1. Altura de planta

Anexo N° 3: Cuadro de ANVA de la altura de lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	5.924	1.9747	0.243	0.8655	NS
N	1	17.424	17.424	2.145	0.1546	NS
Tr	4	76.126	19.0315	2.343	0.0802	NS
N*Tr	4	31.646	7.9115	0.974	0.4380	NS
ERROR	27	219.296	8.1221			
TOTAL	39	350.416				

Anexo N° 4: Tabla de comparaciones de Duncan para la altura de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	18.4000	0
A	19.7200	200

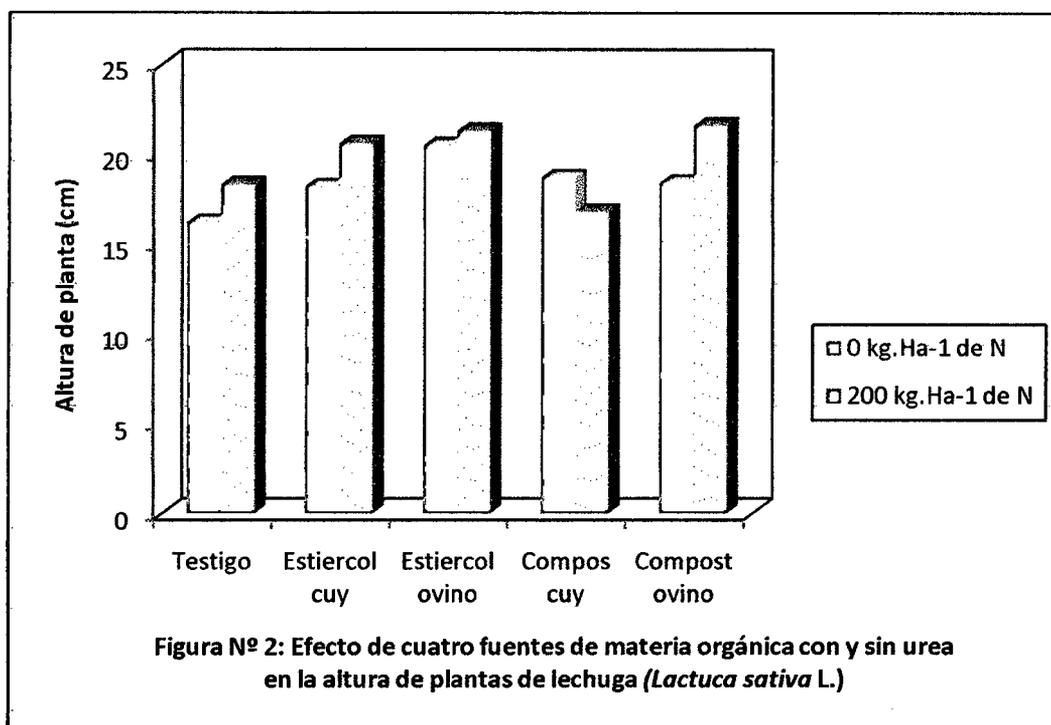
O.M	Tratamiento	Atura de planta	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	20.900	A
2	Compost de ovino	20.025	A B
3	Estiércol de cuy	19.400	A B
4	Compost de cuy	17.750	A B
5	Testigo	17.225	B

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados (con $\alpha=0.05$) para la altura de planta en el cultivo de lechuga (**Cuadro N° 3, Anexo N° 3**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexos N°23**) indica que, los tratamientos con mayor altura de planta fueron, el compost del ovino y el estiércol del ovino ambos con 200 kg.Ha^{-1} de nitrógeno (21.6 y 21.3 cm respectivamente). Estos tratamientos sólo superaron al compost de cuy con 200 kg.Ha^{-1} de Nitrógeno y al testigo absoluto (16.8 y 16.2 cm respectivamente). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al del estiércol y compost de ovino con urea.

La prueba e comparaciones de Duncan (**Anexos N° 4**) no arrojó diferencias estadísticamente significativa para los promedios de las fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante, aun cuando se apreció un ligero incremento numérico en aquellos tratamientos que recibieron aplicación de nitrógeno en forma de urea (19.7 cm). Cabe señalar que la aplicación de la urea fue realizada en forma localizada sobre la superficie de suelo, lo cual pudo originar una volatilización parcial del fertilizante, reduciendo su eficiencia.

En la prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N°4**) para los promedios de niveles de aplicación de nitrógeno, solo se encontraron diferencias estadísticas para el tratamiento con aplicación de estiércol de ovino, el cual supero al testigo sin materia orgánica (20.9 y 17.2 cm respectivamente).

El mejor comportamiento del estiércol de ovino que se presentó con respecto a la altura de la planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), puede deberse a su mayor contenido de nitrógeno, el cual puede hacerse disponible e incrementar el desarrollo de la planta.



4.1.2. Diámetro de cabeza

Anexo Nº 5: Cuadro de ANVA del diámetro de cabeza de lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	8.723	2.9077	0.24	0.8687	NS
N	1	26.244	26.244	2.15	0.1539	NS
Tr	4	112.811	28.2027	2.31	0.0832	NS
N*Tr	4	47.111	11.777	0.97	0.4422	NS
ERROR	27	329.222	12.1934			
TOTAL	39	524.111				

Anexo N° 6: Tabla de comparaciones de Duncan para el diámetro de cabeza de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	22.475	0
A	24.095	200

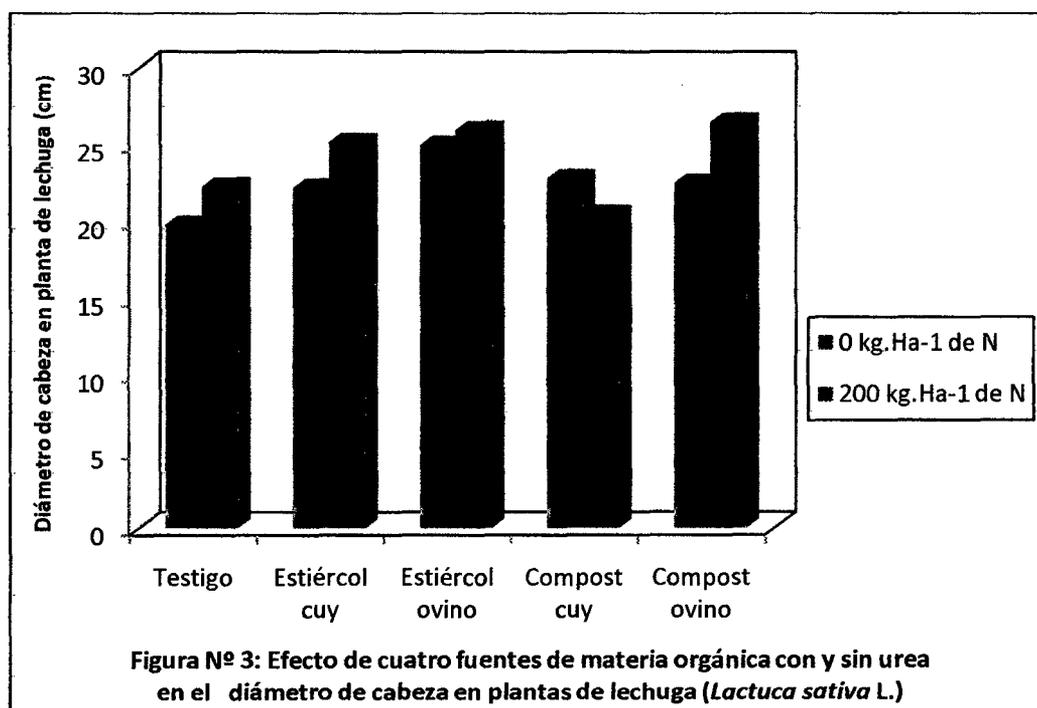
O.M	Tratamiento	Diámetro de cabeza	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	25.513	A
2	Compost de ovino	24.488	A B
3	Estiércol de cuy	23.688	A B
4	Compost de cuy	21.675	A B
5	Testigo	21.063	B

La prueba de ANVA ($\alpha = 0.05$.) no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos para el diámetro de cabeza en plantas de lechuga (**Cuadro N° 3, Anexo N° 5**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indico así mismo que los tratamientos con mayor diámetro de cabeza en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos a una dosis de 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (26.5 y 26.0cm, respectivamente). Estos tratamientos fueron superiores al compost de cuy con 200Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno y al testigo absoluto (20.5 y 19.8cm respectivamente). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al de estiércol y compost de ovino con urea.

El comportamiento del diámetro de cabeza en plantas de lechuga fue semejante al de la altura de planta (**Anexo N° 6**). No se hallaron diferencias estadísticas ($\alpha = 0.05$.) entre los promedios de fuentes de materia orgánica para la aplicación de nitrógeno fertilizante en la prueba de Duncan, aún cuando se observó un ligero incremento cuantitativo en los tratamientos que tuvieron aplicación de urea (24.1cm).

Al igual que el caso de la altura de la parte aérea, la aplicación de urea en forma localizada pudo reducir la eficiencia de uso del fertilizante, disminuyendo su efecto en la variable.

En la comparación de medias de dosis de nitrógeno fertilizante, la prueba de Duncan (Anexo N° 6) nos mostró que la aplicación de estiércol de ovino superó estadísticamente al tratamiento testigo (25.5 y 21.1cm respectivamente).



4.1.3. Peso fresco de la parte aérea

Anexo N° 7: Cuadro de ANVA para el peso fresco de lechuga

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	4124.485	1374.8282	0.24	0.8663	NS
N	1	12288.53	12288.53	2.16	0.1530	NS
Tr	4	52668.52	13167.13	2.32	0.0828	NS
N*Tr	4	219123.011	5480.7527	0.96	0.4429	NS
ERROR	27	153426.43	5682.4605			
TOTAL	39	244430.97				

Anexo N° 8: Tabla de comparaciones de Duncan para el peso fresco de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	485.22	0
A	520.28	200

O.M	Tratamiento	Peso fresco	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	550.98	A
2	Compost de ovino	528.43	A B
3	Estiércol de cuy	511.64	A B
4	Compost de cuy	468.73	A B
5	Testigo	454.58	B

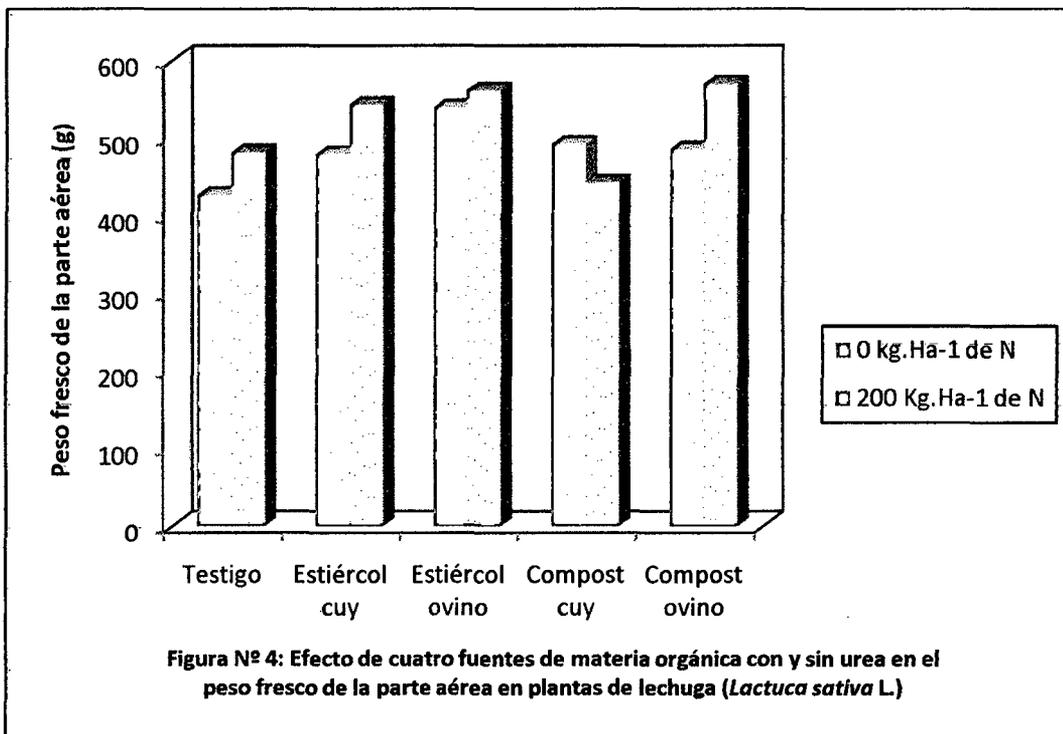
Los tratamientos aplicados no mostraron diferencias estadísticas significativas (con $\alpha=0.05$) para el peso fresco de la planta de lechuga (**Cuadro N°3, Anexo N° 7**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indicó que, los tratamientos con mayor peso fresco por planta fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (570.43 y 562.05 g respectivamente). Estos tratamientos sólo superaron al compost de cuy con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (443.30g) y al testigo absoluto (427.13g). La menor respuesta al peso fresco de la

planta a la aplicación de compost de cuy. El tratamiento testigo asimismo, tuvo un bajo aporte de nutrientes, lo que pudo originar un menor peso fresco.

Al promediar las fuentes de materia orgánica, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$ (**Anexo N° 8**) entre los niveles de fertilización nitrogenada para el peso fresco de plantas de lechuga. Los tratamientos con aplicación de urea (520.08g) fueron muy ligeramente superiores a los que no recibieron aplicación de urea.

Al comparar los promedios de niveles de nitrógeno mediante la prueba de Duncan (**Anexo N° 8**) se aprecian nuevamente diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre el tratamiento con estiércol de ovino y el testigo sin aplicación de materia orgánica (550.9 y 454.6 g respectivamente). Las otras fuentes de materia orgánica tuvieron un comportamiento similar al del estiércol de ovino.

Al igual que en los parámetros anteriores, el estiércol de ovino presentó un mejor comportamiento para el peso fresco total de la parte aérea en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L). Esto puede relacionarse con el mayor aporte de nitrógeno por parte de la fuente.



4.1.4. Peso seco de la parte aérea

Anexo Nº 9: Cuadro de ANVA para el peso seco de la parte aérea en lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	30.064340	10.02145	0.24	0.08650	NS
N	1	198.20304	198.20304	4.82	0.0369	*
Tr	4	1158.86437	289.7161	7.05	0.0005	**
N*Tr	4	342.45724	85.6143	2.08	0.1109	NS
ERROR	27	1109.81986	41.10444			
TOTAL	39	2839.40884				

Anexo Nº 10: Tabla de comparaciones de Duncan para peso seco de la parte aérea en lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
B	25.166	0
A	29.618	200

O.M	Tratamiento	Peso seco	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	34.344	A
2	Estiércol de cuy	32.790	A B
3	Compost de ovino	26.530	B
4	Testigo	22.225	B
5	Compost de cuy	21.071	C

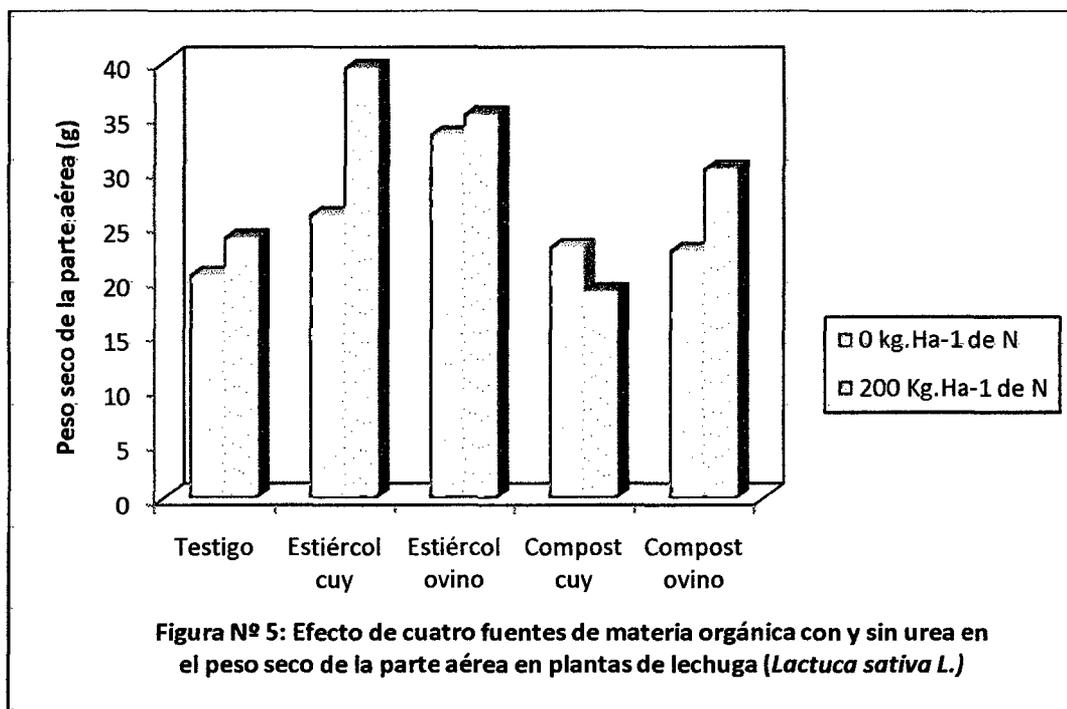
El efecto de la aplicación de fuentes de materia orgánica con y sin fertilización nitrogenada puede apreciarse en la (Fig N° 5). El análisis de varianza arrojó diferencias estadísticas altamente significativas (con $\alpha = 0.01$) entre los tratamientos para el peso en plantas de lechuga (Cuadro N° 3) estas diferencias fueron así mismo altamente significativas (con $\alpha = 0.05$.) para la aplicación de nitrógeno fertilizante (Anexo N° 9).

La prueba de comparaciones de Duncan para las medias de fuentes de materia orgánica (Anexo N° 10) indicó que los tratamientos con fertilización nitrogenada vía urea (29.62 g), superaron en forma estadísticamente significativa ($\alpha = 0.05$.) a los que no recibieron urea (25.16 g) en el peso seco de la parte aérea de plantas de lechuga. Esto parece indicar una mayor producción de materia seca por las hojas de lechuga cuando la dosis de aplicación de nitrógeno se incrementa. Los resultados de la presente investigación coinciden con los datos obtenidos por (Gamarra, 1 990). Los incrementos observados en el peso seco de la parte aérea de plantas de lechuga como resultado de la fertilización química nitrogenada pueden relacionarse a un incremento del contenido de proteína en los tejidos.

En la prueba de comparación de Duncan (Anexo N° 10) para las medias de dosis de urea, se encontró que la aplicación de estiércol de ovino incremento significativamente la producción de materia seca con respecto al compost de ovino, al testigo y al compost de cuy. El estiércol de cuy asimismo supero estadísticamente al tratamiento testigo y al fertilizado con compost de cuy. (34.34, 22.22, 21.07 g respectivamente).

Este comportamiento nos indica que los estiércoles de ovino y cuy pudieron aportar mayor cantidad de nutrientes asimilables e incrementar el peso seco de la parte

aérea de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Entre los que podemos mencionar al fósforo y nitrógeno. Los contenidos de estos elementos fueron menores en los compost, lo cual puede explicar el menor peso obtenido con estos tratamientos.



4.1.5. Rendimiento total

Anexo Nº 11: Cuadro de ANVA del rendimiento de lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	412448.5	137482.82	0.24	0.8652	NS
N	1	1228853	1228853	2.16	0.1535	NS
Tr	4	5266852	1316713	2.32	0.0833	NS
N*Tr	4	2192301.1	548075.27	0.96	0.4428	NS
ERROR	27	15342643	568246.05			
TOTAL	39	24443097				

Anexo N° 12: Tabla de comparaciones de Duncan para el rendimiento de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	48522	0
A	52028	200

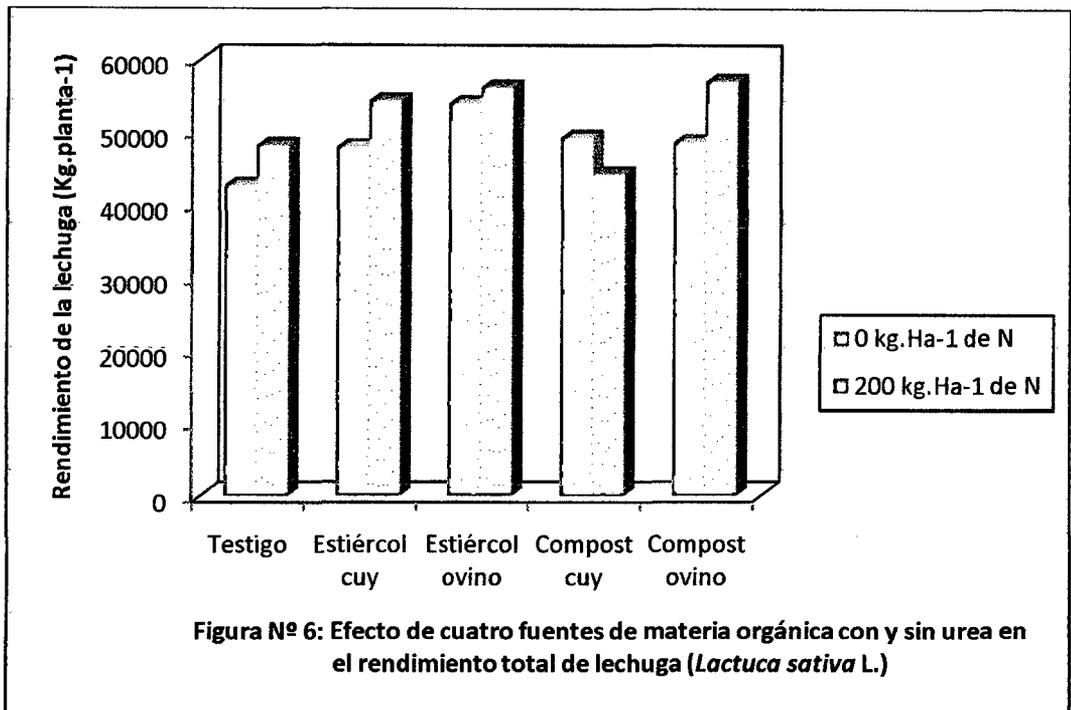
O.M	Tratamiento	Rendimiento	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	55098	A
2	Compost de ovino	52843	A B
3	Estiércol de cuy	51164	A B
4	Compost de cuy	46813	A B
5	Testigo	45458	B

Al igual que para el caso del peso fresco por planta, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (con $\alpha = 0.05$.) en la prueba de ANVA para el rendimiento total en el cultivo de lechuga (**Cuadro N° 3, Anexo N° 11**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**), indicó que los tratamientos con mayor rendimiento fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (57043 y 56205 kg respectivamente). Estos tratamientos solo superaron al compost de cuy con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (44330 kg) y al testigo absoluto (42713 kg). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al del estiércol y compost de ovino con urea.

Al promediar las fuentes de materia orgánica, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$ (**Anexo N° 12**) entre los niveles de fertilización nitrogenada para el peso fresco de plantas de lechuga. Los tratamientos con aplicación de urea (52028 kg) fueron muy ligeramente superiores a los que no recibieron aplicación de urea.

Al comparar los promedios de niveles de nitrógeno mediante la prueba de Duncan (**Anexo N° 12**), se aprecian nuevamente diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre el tratamiento con estiércol de ovino y el testigo sin aplicación de materia orgánica.

(55098 y 45458 kg). Las otras fuentes de materia orgánica tuvieron un comportamiento similar al del estiércol de ovino.



4.1.6. Contenido de nitrógeno en la materia seca

Anexo Nº 13: Cuadro de ANVA del contenido de nitrógeno en la materia seca del follaje de lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	244.9672	81.65573	0.24	0.8691	NS
N	1	4588.164	4588.164	13.37	0.0011	**
Tr	4	31671.44122	7917.8603	23.08	<.0001	**
N*Tr	4	7989.6171	1997.4042	5.82	0.0016	**
ERROR	27	9263.9333	343.10864			
TOTAL	39	53758.123				

Anexo N° 14: Tabla de comparaciones de Duncan para contenido de nitrógeno en la materia seca del follaje de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
B	87.637	0
A	109.057	200

O.M	Tratamiento	Nitrógeno en la materia seca	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	135.540	A
2	Compost de ovino	125.811	A
3	Estiércol de cuy	92.820	B
4	Compost de cuy	73.396	C
5	Testigo	64.168	C

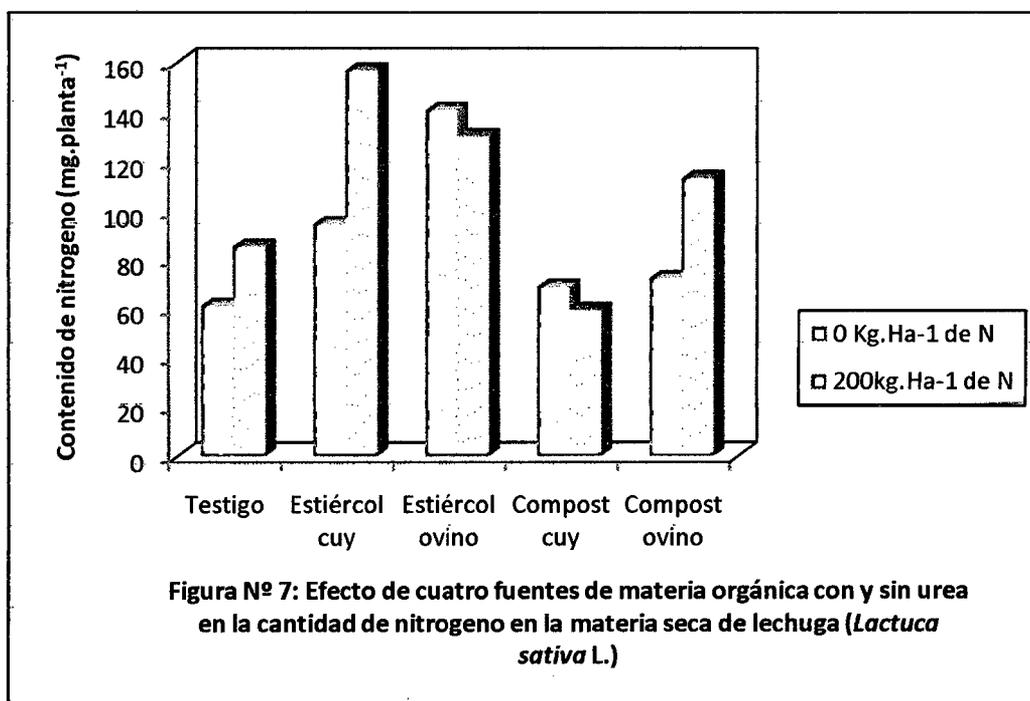
Los tratamientos aplicados mostraron diferencias significativas en el análisis de variancia (con $\alpha=0.05$) para el contenido de nitrógeno en la materia seca de la planta de lechuga (**Cuadro N° 3**). Estas diferencias altamente significativas fueron observadas para las fuentes de materia orgánica, para los niveles de aplicación de nitrógeno, así como para la interacción entre ambos factores.

La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indicó que, los tratamientos con mayor contenido de nitrógeno fueron el estiércol de cuy (157 mg.planta⁻¹) con 200 kg. Ha⁻¹ de nitrógeno fertilizante y estiércol de ovino (141 mg.planta⁻¹) sin aplicación de nitrógeno. Estos tratamientos superaron ampliamente al compost de ovino (69 mg.planta⁻¹), sin aplicación de nitrógeno fertilizante y al menor de todos que fue el compost de cuy (59 mg. Planta⁻¹) con 200 kg. Ha⁻¹ de fertilización nitrogenada.

La comparación de las medias de fuentes de materia orgánica mediante la prueba de Duncan (**Anexo N°14**), para los niveles de nitrógeno fertilizante indico que los tratamientos que recibieron fertilización con urea, superaron en forma altamente significativa ($\alpha=0.01$) en contenido de nitrógeno en la parte aérea (109.06mg.planta⁻¹)

a aquellos que no fueron fertilizados ($87.64 \text{ mg.planta}^{-1}$). Esto parece indicar que la extracción de nitrógeno por las plantas de lechuga esta en relación con la dosis total aplicada. La mayor extracción total de nitrógeno por las plantas fertilizadas con urea esta también relacionada con la mayor producción de materia seca por las hojas de lechuga cuando la dosis de aplicación de nitrógeno se incrementa.

Los tratamientos ensayados mostraron diferencias significativas (con $\alpha=0.05$) en la prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 14**) para el contenido de nitrógeno en la parte aérea. La mayor cantidad de nitrógeno extraído por planta se presento en el tratamiento con estiércol de ovino. Este fue semejante al tratamiento con aplicación de estiércol de cuy (135.54 y $125.81 \text{ mg.planta}^{-1}$ respectivamente), pero ambos superaron significativamente al tratamiento con compost de ovino ($92.82 \text{ mg.planta}^{-1}$). Este a su vez, superó a los tratamientos testigo y compost de cuy (73.39 y $64.17 \text{ mg.planta}^{-1}$ respectivamente).



72

Cuadro N° 3: Resultados de parámetros biométricos en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante.

Dosis de nitrógeno (kg.Ha ⁻¹)	Fuentes de materia orgánica	Altura de planta (cm)	Diámetro de planta (cm)	Peso fresco (g.planta ⁻¹)	Peso seco (g.planta ⁻¹)	Rendimiento (kg.Ha ⁻¹)	Nitrógeno en la materia seca (mg.planta ⁻¹)
0	Testigo	16.2	19.8	427.13	20.51	42713	61.15
0	Estiércol de cuy	18.2	22.2	479.70	26.05	47970	94.84
0	Estiércol de ovino	20.5	25.0	539.90	33.42	53990	140.76
0	Compost de cuy	18.7	22.8	492.95	23.09	49295	68.93
0	Compost de ovino	18.4	22.5	486.43	22.75	48643	72.50
200	Testigo	18.3	22.3	482.03	23.94	48203	85.64
200	Estiércol de cuy	20.6	25.2	543.58	39.53	54358	156.8
200	Estiércol de ovino	21.3	26.0	562.05	35.27	56205	130.3
200	Compost de cuy	16.8	20.5	443.30	19.05	44330	59.49
200	Compost de ovino	21.6	26.5	570.43	30.31	57043	113.14
BLOQ		NS	NS	NS	NS	NS	NS
N		NS	NS	NS	*	NS	**
Tr		NS	NS	NS	**	NS	**
N*Tr		NS	NS	NS	NS	NS	**

NS : No significativo

* : Significativo

** : Altamente significativo

Parámetros físico – químicos

4.1.7. Densidad aparente del suelo

Anexo N° 15: Cuadro de ANVA para la densidad aparente del suelo.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	0.03905000	0.01301667	2.43	0.0869	NS
N	1	0.00961000	0.00961000	1.80	0.1915	NS
Tr	4	0.02231500	0.00557875	1.04	0.4039	NS
N*Tr	4	0.00786500	0.00196625	0.37	0.8298	NS
ERROR	27	0.14455000	0.00535370			
TOTAL	39	0.22339000				

Anexo N° 16: Tabla de comparaciones de Duncan para la densidad aparente del suelo.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	1.49900	0
A	1.53000	200

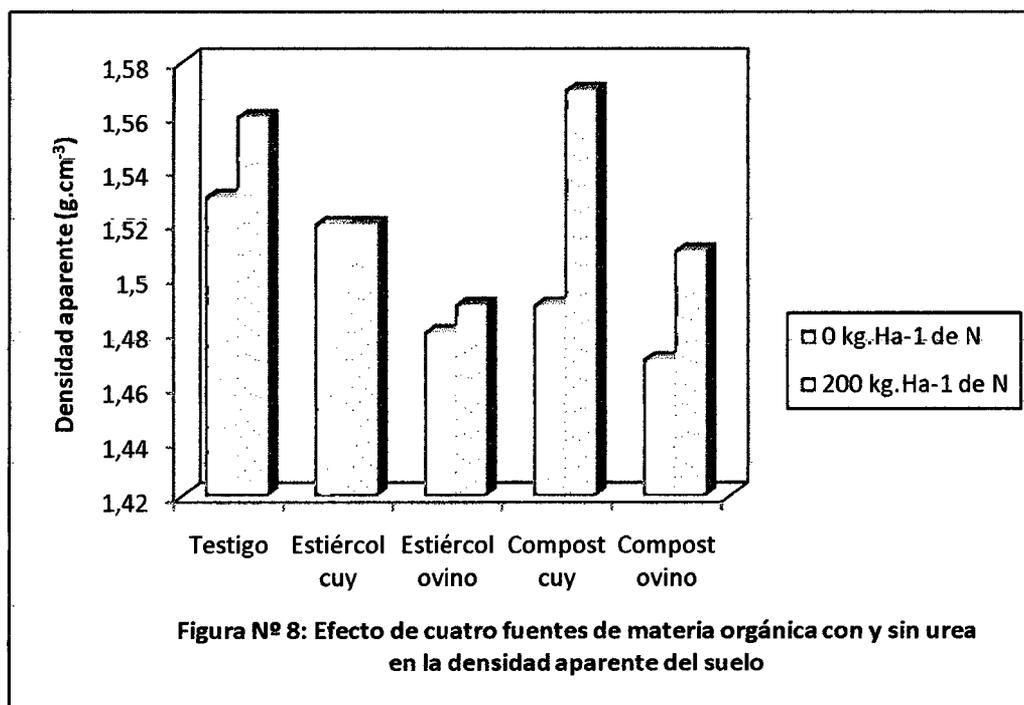
O.M.	Tratamiento	Densidad aparente	Significación
1	Testigo	1.54500	A
2	Compost de cuy	1.53375	A
3	Estiércol de cuy	1.51875	A
4	Compost de ovino	1.49000	A
5	Estiércol de ovino	1.48500	A

No se mostraron diferencias significativas en la prueba de ANVA, entre los tratamientos aplicados con $\alpha=0.05$ para la densidad aparente del suelo (**Cuadro N° 4, anexo N° 15**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**), indicó que las fuentes de materia orgánica no afectaron a la densidad aparente del suelo. Todos los tratamientos mantuvieron valores comprendidos entre 1.57g.cm⁻³ para el

compost de cuy con 200 kg.Ha^{-1} de nitrógeno (como dato mayor) y 1.47 g.cm^{-3} para el compost de ovino sin nitrógeno (como dato menor).

En el comportamiento de la densidad aparente del suelo no se hallaron diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) entre los promedios de fuentes de materia orgánica para la aplicación de nitrógeno fertilizante en la prueba de Duncan (**Anexo N° 16**), aun cuando se observo un ligero aplicación de nitrógeno fertilizante (1.53 g.cm^{-3}).

En la comparación de medias de dosis de nitrógeno fertilizante, la prueba de Duncan (**Anexo N° 16**) nos mostró que el tratamiento testigo supero estadísticamente a la aplicación de estiércol de ovino (1.55 y 1.49 g.cm^{-3} respectivamente). La incorporación de fuentes de materia orgánica al suelo, incrementa la porosidad total del suelo, debido al desarrollo de estructura granular y la aparición de mayor número de macro poros, con el consecuente incremento de la aireación y la permeabilidad del agua (**Baver, 1 973**). Los resultados de la presente investigación, sin nitrógeno, sin embargo no mostraron tal efecto en la densidad aparente ante la aplicación de materia orgánica. Un método de muestreo para la forma en la cual se aplicaron las fuentes de materia orgánica (en chorro continuo). Puede explicar la falta de significación en esta variable.



4.1.8. Retención de humedad

Anexo N° 17: Cuadro de ANVA de la retención de agua del suelo.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	0.00435814	0.00145271	1.13	0.3530	NS
N	1	0.00007590	0.00007590	0.06	0.8095	NS
Tr	4	0.00115138	0.00028785	0.22	0.9222	NS
N*Tr	4	0.00679363	0.00169841	1.33	0.2857	NS
ERROR	27	0.03458952	0.00128109			
TOTAL	39	0.04696858				

Anexo N° 18: Tabla de comparaciones de Duncan para la retención de agua del suelo.

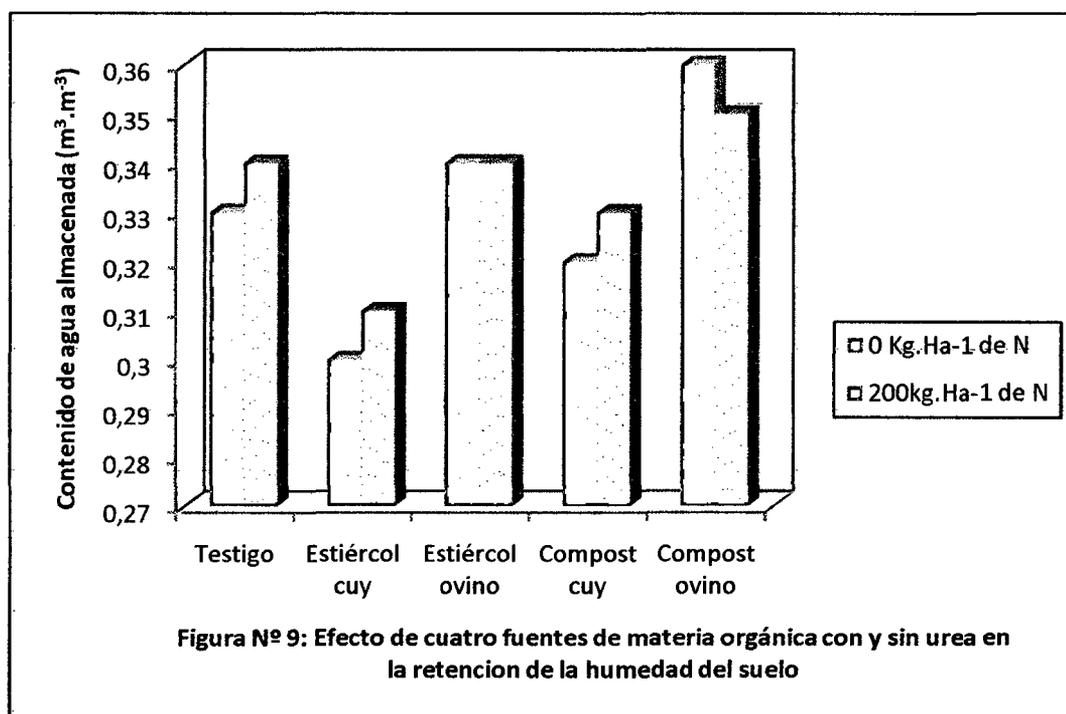
Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	0.32754	0
A	0.33030	200

O.M.	Tratamiento	Densidad aparente	Significación
1	Estiércol de ovino	0.33496	A
2	Compost de ovino	0.33278	A
3	Estiércol de cuy	0.33189	A
4	Compost de cuy	0.32313	A
5	Testigo	0.32184	A

Los tratamientos aplicados no mostraron diferencias estadísticas significativas (con $\alpha=0.05$) para la cantidad de humedad retenida en el suelo (**Cuadro N° 4, Anexo N° 17**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**), indicó que, el tratamiento con mayor capacidad de retención de humedad en el suelo fue el compost de ovino sin aplicación de nitrógeno fertilizante ($0.30 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ suelo). Este tratamiento fue superior levemente al estiércol de cuy ($0.30 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ suelo) sin aplicación de fertilización nitrogenada.

El comportamiento de la retención de humedad del suelo fue semejante al de la densidad aparente. No se hallaron diferencias estadísticas (con $\alpha=0.05$) entre los promedios de fuentes de materia orgánica para la aplicación de nitrógeno fertilizante en la prueba de Duncan (**Anexo N° 18**), aun cuando se observó un ligero incremento cuantitativo en los tratamientos que tuvieron aplicación de urea (0.33 y 0.3 $m^3 \cdot m^{-3}$ suelo).

En la comparación de medias de dosis de nitrógeno fertilizante, la prueba de Duncan (**Anexo N° 18**) nos mostró que, la aplicación de estiércol de ovino superó estadísticamente al tratamiento testigo (0.3 y 0.3 $m^3 \cdot m^{-3}$ suelo respectivamente).



4.1.9. Ph del suelo

Anexo N° 19: Cuadro de ANVA para el pH del suelo.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	3.08475000	1.02825000	18.00	<.0001	NS
N	1	0.03025000	0.03025000	0.53	0.4731	NS
Tr	4	0.05650000	0.01412500	0.25	0.9088	NS
N*Tr	4	0.02350000	0.00587500	0.10	0.9806	NS
ERROR	27	1.54275000	0.05713889			
TOTAL	39	4.73775000				

Anexo N° 20: Tabla de comparaciones de Duncan para el pH del suelo.

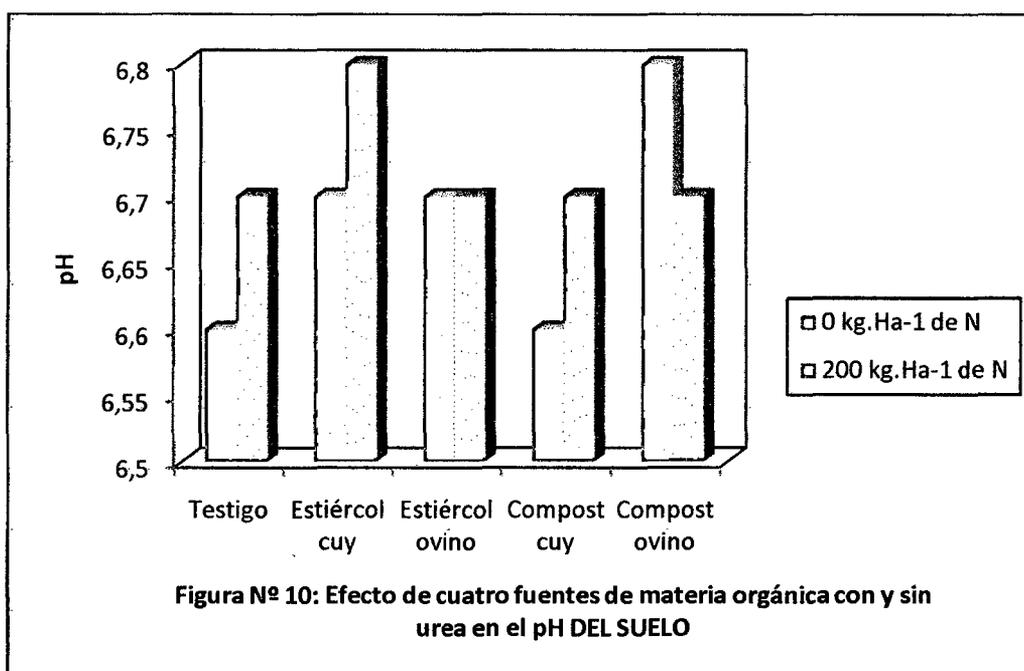
Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	6.69000	0
A	6.74500	200

O.M.	Tratamiento	Densidad aparente	Significación
1	Compost de ovino	6.7750	A
2	Estiércol de cuy	6.7375	A
3	Estiércol de ovino	6.7125	A
4	Compost de cuy	6.7000	A
5	Testigo	6.6625	A

Las fuentes de materia orgánica empleadas no modificaron significativamente el pH del suelo (con $\alpha = 0.05$), después de aplicación (**Cuadro N° 6 Anexo N° 19**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indicó que, todo los tratamientos mantuvieron valores comprendidos entre 6.7 para el compost de ovino sin nitrógeno (como dato mayor) y 6.6 para el testigo absoluto (como dato menor). Estaligera diferencia puede deberse al incremento de la acidez residual generada por la nitrificación del nitrógeno de la urea.

La prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 20**) no arrojó diferencias significativas para los promedios de las fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante, aun cuando se apreció ligero incremento numérico en aquellos tratamientos que recibieron aplicación de nitrógeno en forma de urea 6.8.

En la prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 20**) para los promedios de niveles de aplicación de nitrógeno, sólo se encontraron diferencias estadísticas para el tratamiento con aplicación de compost de ovino, el cual superó al testigo sin materia orgánica (6.78, y 6.66 respectivamente).



4.1.10. Contenido de materia orgánica en el suelo

Anexo N° 21: Cuadro de ANVA para el contenido de materia orgánica en el suelo.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	32.46800000	10.82266667	0.98	0.4158	NS
N	1	2.20900000	2.20900000	0.20	0.6579	NS
Tr	4	69.11150000	17.2778750	1.57	0.2114	NS
N*Tr	4	84.05850000	21.01462500	1.91	0.1382	NS
ERROR	27	297.5370000	11.0198889			
TOTAL	39	485.3840000				

Anexo N° 22: Tabla de comparaciones de Duncan para el contenido de materia orgánica en el suelo.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	18.595	0
A	19.065	200

O.M.	Tratamiento	Densidad aparente	Significación
1	Compost de ovino	21.000	A
2	Estiércol de cuy	19.163	A B
3	Compost de cuy	19.000	A B
4	Estiércol de ovino	17.825	A B
5	Testigo	17.163	B

No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos (con $\alpha=0.05$) para el contenido de materia orgánica en el suelo cuatro meses después de la aplicación de fuentes orgánicas (**Cuadro N°4 Anexo N° 21**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indicó que, el tratamiento compost de ovino sin nitrógeno aumentó el mayor contenido de materia orgánica en el suelo (23.00 mg.kg⁻¹). Este tratamiento superó al estiércol de ovino sin nitrógeno y al testigo absoluto.

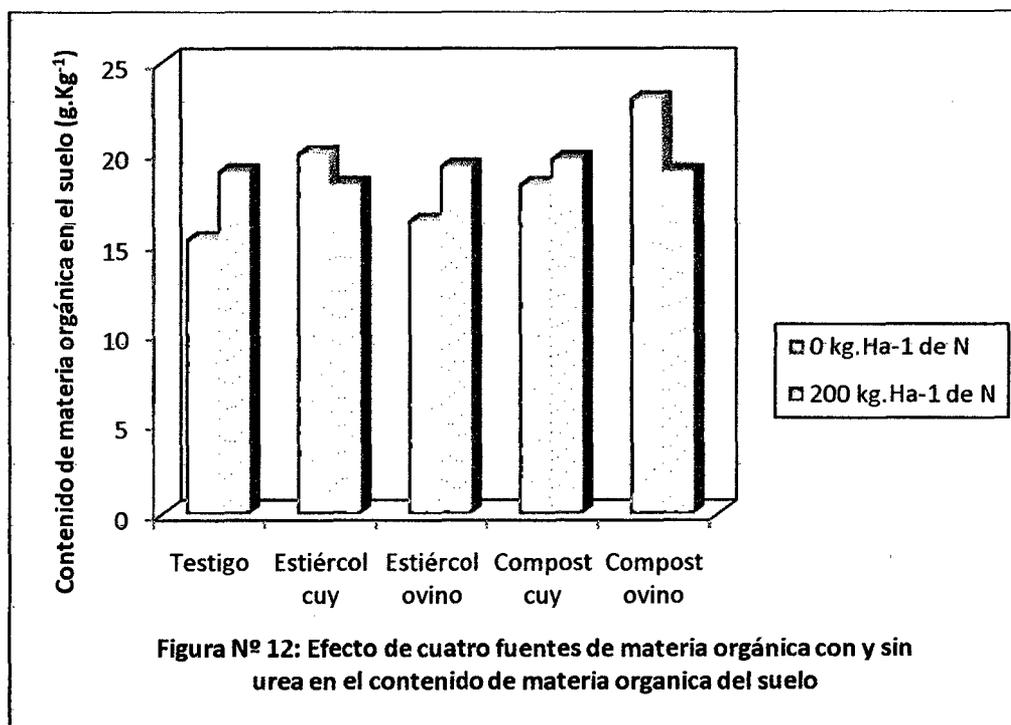
Aunque el contenido final de materia orgánica en el suelo no fue afectado estadísticamente por las fuentes aplicadas, si se apreció un contenido final ligeramente superior en el caso de compost de ovino. Esto puede relacionarse a los menores contenidos de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio de la fuente, los cuales originaría un menor velocidad de descomposición de la tierra orgánica, permitiendo su acumulación en el suelo. Lo contrario, puede apreciarse en el caso del estiércol de ovino, el cual, debido a su mayor riqueza en nutrientes esenciales (la cual origina el mayor peso fresco y seco en plantas de lechuga), se descompone a mayor velocidad, por lo que el contenido orgánico en el suelo no se incrementa con la aplicación de esta fuente.

La prueba de comparación de Duncan (**Anexo N° 22**) no arrojó diferencias estadísticamente significativas para los promedios de la fuente de materia orgánica

con y sin nitrógeno fertilizante, aun cuando se apreció ligero incremento numérico en aquellos tratamientos que recibieron aplicación de nitrógeno en forma de urea (19.0 mg.kg^{-1}).

Este comportamiento nos indica que en los tratamientos que recibieron la fertilización nitrogenada hubo una menor descomposición de las fuentes de materia orgánica, en tanto que en lo que no se aplicó urea, las materias orgánicas tuvieron una mayor descomposición. Estos resultados sin embargo, no concuerdan con lo hallado para el caso de la densidad aparente del suelo, puesto que la aplicación de nitrógeno fertilizante originó un incremento de esta variable.

En la prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 22**) para los promedios de niveles de aplicación de nitrógeno, sólo se encontraron diferencias estadísticas para el tratamiento con aplicación de compost de ovino, el cual superó al testigo sin materia orgánica (21.0 y 17.16 mg.kg^{-1} respectivamente).



Cuadro N° 4. Resultados de propiedades físico – químico del suelo bajo cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante.

Dosis de nitrógeno (kg.Ha ⁻¹)	Fuentes de materia orgánica	Densidad aparente (g.cm ⁻³)	Retención de humedad (m ⁻³ .m ⁻³ . suelo)	pH	Conductividad eléctrica (dS.m ⁻¹)	Contenido de materia orgánica (g.kg ⁻¹)
0	Testigo	1.53	0.33	6.6	1.9	15.3
0	Estiércol de cuy	1.52	0.30	6.7	2.2	20.2
0	Estiércol de ovino	1.48	0.34	6.7	1.8	16.5
0	Compost de cuy	1.49	0.32	6.6	1.8	18.3
0	Compost de ovino	1.47	0.36	6.8	2.6	23.0
200	Testigo	1.56	0.34	6.7	1.4	19.1
200	Estiércol de cuy	1.52	0.31	6.8	1.3	18.3
200	Estiércol de ovino	1.49	0.34	6.7	2.4	19.3
200	Compost de cuy	1.57	0.33	6.7	2.1	19.7
200	Compost de ovino	1.51	0.35	6.7	1.8	19.0
BLOQ		NS	NS	**	NS	NS
N		NS	NS	NS	NS	NS
Tr		NS	NS	NS	NS	NS
N*Tr		NS	NS	NS	NS	NS

NS : No significativo

* : Significativo

** : Altamente significativo

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Las fuentes de materia orgánica ensayadas, aplicadas a una dosis de 40 TM.Ha⁻¹, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros biométricos: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga.
- Para las variables peso seco por planta y contenidos de nitrógeno total, si se apreciaron diferencias estadísticas entre fuentes de materia orgánica, siendo el estiércol de ovino aplicado a una dosis de 40 TM/ha⁻¹, la fuente más destacada.
- La aplicación de nitrógeno fertilizante a una dosis de 200 kg/ha⁻¹ tuvo un comportamiento semejante al de las fuentes de materia orgánica, no mostrando diferencias significativas para la altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga.
- La fertilización química nitrogenada en el presente experimento incrementó significativamente el peso seco por planta y el contenido de nitrógeno total de plantas de lechuga.
- Ni las fuentes de materia orgánica, ni la aplicación de una dosis de 200 kg/ha⁻¹ de nitrógeno fertilizante, modificaron significativamente las propiedades físicas y químicas: densidad aparente, retención de humedad, pH y contenido de materia orgánica, en el suelo del presente ensayo.
- Las fuentes de materia orgánica ensayadas aplicadas a una dosis de 40 TM/ha⁻¹ podrían permitir alcanzar rendimientos comparables al de una alta dosis de fertilización química nitrogenada, aun cuando el abastecimiento de nitrógeno para el cultivo de lechuga sea mayor con nitrógeno fertilizante.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar compost de cuy, ya que este abono a pesar de no haber obtenido diferencias estadísticamente significativas; logró mantener un rendimiento numéricamente adecuado a pesar de que la cantidad en materia seca aplicado fue mucho menor que los demás (10.6 TM/ha⁻¹). De esta manera mantendremos una reserva mayor, constante y estable de nitrógeno en el suelo para las posteriores campañas.
- Repetir el presente ensayo en un suelo de menor fertilidad, con nivel de materia orgánica inferior al 1.74%.
- En pruebas similares, es conveniente realizar análisis de suelo por bloque, al inicio y final de la prueba, para contrastar mejor los resultados en las propiedades del suelo.
- Se recomienda probar una campaña más con otro cultivo (hortaliza) para observar el efecto residual de las materias orgánicas. Por ello, los trabajos en materias orgánicas en campo deben ser planteados en largo periodo.
- Probar dosis más bajas de materia orgánica y de nitrógeno fertilizante a fin de encontrar la idónea para rendimientos aceptables, bajo las mismas condiciones.
- En la evaluación de propiedades físicas y químicas del suelo se recomienda un mejor control de la ubicación de los tratamientos, para que no sean afectados por el riego por surco.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

- ALEGRE, C. 1 997.** Efecto de enmiendas orgánicas sobre la agregación y estabilidad de los agregados, porosidad, humedad equivalente y capacidad de intercambio catiónico de un suelo de costa. Tesis Ing. Agr. UNALM, Lima – Perú.
- ALTIERI, M. 1 997.** Agro ecológica: bases para el desarrollo de sistemas de producción sostenible en los andes. CIED, Lima-Perú.
- ALCALA 1 998.** Respuesta del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. a la fertilización nitrogenada.
- ANAYA ROSALES. 1 999.** Hortalizas plagas y enfermedades. Trillas, México 544p.
- ANDRE Gros. 1 992.** Abonos, Guía practica de la fertilización. Ediciones Mundi prensa, Madrid P 160.p.
- ANSTETTA A. 1 967.** El abono de la lechuga en función de las técnicas de cultivo. Barcelona 147p.
- BRADY. (1 990).** The nature and properties of soils. Edit Montaner y Simon. Barcelona-España.
- CAMASCA. 1 994.** Horticultura .UNCH – Perú.
- CHUQUIRUNA, A 1 989.** Efecto de diversos abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo y el rendimiento del papa. Tesis UNALM, Lima Perú. 131p.
- DAZA R. J 1 990.** Efecto de distintos abonos orgánicos en la fertilidad física y química de un suelo arenoso, y en el rendimiento de un cultivo de vainita. Pachacamac. Lima – Perú.
- DEFUNE G.1 999.** Fundamentos y prácticas de agricultura sustentable. Instituto Biodinámica de desarrollo rural. Boto cato-Brasil.
- DIACONÍA. 1 990.** Manual de abonos orgánicos. Asociación evangélica luterana para el desarrollo comunal. Lima - Perú.

- DIMAS, DIAZ, A. 2 001.** Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Facultad de agricultura y zootecnia. Universidad Juarez del Estado de Durango, Mexico.
- MORALES B. 1 978.** Manual de jardinería peruana, Proyecto de desarrollo de áreas verdes. UNALM. 35p.
- GARCÍA J., GARCÍA R. 1 982.** Edafología y Fertilización Agrícola. Edit. Aedos. Barcelona. 161p.
- GROS, A. 1 986.** Abonos. Guía práctica de la fertilización. Edit. Mundi prensa. Madrid.
- INFOAGRO. 2 002.** El cultivo de la lechuga. Copyrightinfoagro.com.
www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm.
- GUERRERO B. J. 1 993.** Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Red de Acción en alternativas al uso de agroquímicos. Lima – Perú. 89p.
- LOUÉ A. 1 988.** El micro elementos en agricultura. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.
- MAROTO J. 2 002.** Horticultura herbaceae Especial Edición mundi prensa, México 240p.
- MARSHALL F. 1 992.**All New – Encyclopedia of organic gardening. Rodale press.Emmaus.Pennsylvania. USA.
- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE 1 992, GARCIA 1 982.**Enmiendas orgánicas.
- NÚÑEZ E. 1 965.** Memorias del segundo congreso sociedad Mexicana de las ciencias del suelo. 60p.
- ONG PERÚ ECOLÓGICO. 1 996.** La materia orgánica en el suelo. www.Peruecologico.com.pe.
- PACHECO, J 1 961.** Efecto del estiércol. Turba y sulfato de amonio, sobre la producción de materia seca y contenido de elementos mayores en un cultivo de cebada. Tesis de ing. Agr. UNALM. Lima - Perú. 75p.
- PERALES 2 010.** Suelos. UNH. 50p.
- KONONOVA, M 1 982.** Materia orgánica del suelo: Su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Ediciones Oikus, Barcelona España. 365p
- RAPACIOLI. 2 000.** Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad de siembra en lechuga en suelos arenoso de corrientes.
- ROTONDO, 2 009.** Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizantes nitrogenados sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas.

- SELKE, W. 1 968.** Los abonos. Editorial Académica, León. España. 141p.
- SIMPSON K. 1 986.** Abonos y Estiércoles. Editorial Acribia, S.A. España.
- UGAS, ET,AL. 2 000.** Tipos de riegos. Edit. Mundi. España. 35p
- WERNER L. 1 991.** Fertilidad de los suelos y fertilizantes, edición Hispano América. México. 138p.
- ZAVALETA 1 992.** Suelos, edit. mundi. España 120 p.
- ZAMORANO. 1 982.** Fertilización orgánica y química del lechuga variedad capi tata.

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y DE LA MATERIA
ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) C.V
Whithe Boston improved. Y LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN
CONDICIONES DE TAPO - HUARIBAMBA”**

Reyes Salvador Anali Gabriela, Soller Ruiz Liliana
Universidad Nacional de Huancavelica Facultad de ciencias agrarias Escuela
Académico Profesional de Agronomía. Acobamba - Huancavelica

RESUMEN

El presente trabajo experimental a nivel de campo fue instalado en la comunidad de Tapo del distrito de Huaribamba – Huancavelica, con la finalidad de evaluar el efecto de la materia orgánica y del nitrógeno fertilizante en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) c.v.White Boston improved y las propiedades del suelo.

Cuatro enmiendas orgánicas: estiércol de cuy, estiércol de ovino, compost preparado con estiércol de cuy y compost preparado con estiércol de ovino, aplicados a una dosis de 40 TM/ha⁻¹, con y sin la aplicación de 200 Kg.ha⁻¹ de nitrógeno en forma de urea, fueron comparadas,

Un diseño estadístico en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 4 fuentes de materia orgánica, por dos niveles de aplicación de nitrógeno mas 2 tratamientos (testigo absoluto y fertilizado sin M.O.), con 4 repeticiones y la prueba de comparaciones de medias de DUNCAN, fueron empleadas para el análisis de resultados. Las evaluaciones en el cultivar indicador incluyeron: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco de la parte aérea, peso seco de la parte aérea, contenido de nitrógeno en la materia seca. Las evaluaciones en el suelo incluyeron: densidad aparente, capacidad de retención de humedad, pH y contenido de materia orgánica. No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros biométricos: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga, ni entre las fuentes de materia orgánica ensayadas, aplicadas a una dosis de 40 TM/ha⁻¹, ni para la aplicación de nitrógeno fertilizante. La aplicación de las materias orgánicas mostró diferencias estadísticas para las variables peso seco por planta y contenido de nitrógeno, siendo el estiércol de ovino, la fuente mas destacada. La aplicación de nitrógeno

fertilizante en forma de urea también incrementó significativamente el peso seco por planta y los contenidos de nitrógeno total de plantas de lechuga.

Ni las fuentes de materia orgánica, ni la aplicación de urea a una dosis de 200kg.ha⁻¹ de nitrógeno fertilizante, modificaron significativamente las propiedades físicas y químicas: densidad aparente, retención de humedad. pH y contenido de materia orgánica, en el suelo del presente ensayo.

Palabras claves: cultivo, lechuga, suelo, abonos orgánicos, fertilidad de suelo, fertilización nitrogenada.

ABSTRACT

The present experimental work at the field level was installed in the community of Tapo Huaribamba district of Huancavelica, with the purpose of evaluating the effect of the organic matter and nitrogen fertilizer in the performance of the crop of lettuce (*Lactuca sativa* L.) C. V. White Boston improved and soil properties.

Four organic amendments: manure of guinea pig, sheep manure, compost prepared with guinea pig manure and compost prepared with manure from sheep, applied to a dose of 40 MT/ha⁻¹, with and without the application of 200 kg/ha⁻¹ of nitrogen in the form of urea, were compared, a statistical design in randomized complete block (DBCA) in a factorial arrangement of 4 Sources of organic matter, by two levels of nitrogen application plus 2 treatments (absolute control and fertilized without M. O.), with 4 repetitions and the test mean comparisons of Duncan, were employed for the analysis of results. The assessments in the cultivate indicator included: plant height, diameter of head, fresh weight of the aerial part, Dry weight of the aerial part, nitrogen content in the dry matter. The assessments were included in the soil: apparent density, moisture retention, pH and organic matter content. No statistically significant differences were found between the biometric parameters: plant height, diameter of head, fresh weight per plant and overall performance of the Lettuce crop, or between the sources of organic matter tested and applied to a dose of 40 MT/ha⁻¹, nor for the application of nitrogen fertilizer. The implementation of the organic materials showed statistical differences for the dry weight per plant and nitrogen content, being the dung of sheep, the most prominent source. The application of nitrogen fertilizer in Form of urea also significantly increased the dry weight

per plant and the total nitrogen content of lettuce plants. Nor the sources of organic matter, or the application of urea at a dose of 200 kg.ha⁻¹ of nitrogen fertilizer, significantly modified the physical and chemical properties: apparent density, moisture retention pH and organic matter content in the soil of this test.

Key Words: crop, lettuce, soil, organic fertilizers, soil fertility, nitrogen fertilization.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas en el Perú, la agricultura ha experimentado un progreso significativo, en cuanto al aumento de los rendimientos unitarios y la calidad de las cosechas. Consecuentemente, la fertilización del suelo ha adquirido mayor importancia en la obtención de mayores rendimientos, mejor calidad de los productos cosechados y la aplicación práctica de los principios edafológicos, en relación con su naturaleza y sus propiedades (Brady, 1 990).

Todos los sectores productivos en nuestro país, se encuentran pasando una crisis económica. La agricultura no es ajena a esta situación, los insumos empleados dentro de los procesos agrícolas tienen costos elevados; es por esta razón, la búsqueda de alternativas factibles utilizando recursos propios de la zona, con el empleo de abonos orgánicos, bien descompuestos y secos, para mantener una agricultura sostenible. La fertilidad física y química del suelo, pueden ser conservadas y restablecidas incrementando la fertilidad del suelo, la baja concentración de nutrientes, tienen un menor efecto físico en el suelo (Díaz, 1 983).

La información sobre cantidades adecuadas de materia orgánica para suelos del Distrito de Huaribamba aún no existe, debido a la falta de investigación y al costo que presentan los análisis químicos, tanto del suelo como de tejidos vegetales de los cultivos. Es esta necesidad de aportar con mayor información de fertilización orgánica orientada a aumentar los rendimientos de los cultivos, específicamente en el caso de hortalizas de hoja, la que motiva a la ejecución del presente trabajo experimental, en el que se compara el uso de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin fertilización química nitrogenada, utilizando como planta indicadora a la lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. White Boston improved.

El efecto de las enmiendas orgánicas en las propiedades del suelo, aumentan la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura, porosidad y la densidad aparente, formación de complejos orgánicos con los nutrientes, reducción de la susceptibilidad a la erosión de los suelos y mejora las condiciones para el crecimiento de las raíces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Departamento de Huancavelica, Provincia de Tayacaja, Distrito de Huaribamba, en la Comunidad Campesina de Tapo. Ubicado a una altitud 3 270 msnm Latitud sur 12° 16' 32", Longitud oeste 74° 56' 15" del Meridiano de Greenwich, Precipitación pluvial Promedio anual 550 mm. /año, Temperatura Promedio anual 15°C y Humedad relativa Promedio anual 60%

Descripción de la investigación

Se seguirán las establecidas en el protocolo para determinar cada característica física y química y propiedad biométrica de cada variable.

- **Cultivo de lechuga**
- **Altura de planta:** Se tomó 10 muestras de cada unidad experimental al azar y se procedió a medir desde la base hasta el ápice, donde se determinó la altura de planta al alcanzar su madurez a los 90 días después del trasplante.

Diámetro de cabeza: Esta actividad se realizó con 10 muestras tomadas de cada tratamiento y se sacó el promedio.

Peso fresco de la parte aérea: Se tomó muestras de 10 plantas en campo al alcanzar su madurez fisiológica a los 90 días y se tomaron los promedios.

Peso seco de la parte aérea: Esta labor se realizó en el laboratorio después de obtener resultados del peso fresco (gr).

Contenido de nitrógeno en la materia seca: Se utilizó tres pasos; digestión, destilación y titulación (mg.planta⁻¹).

Rendimiento del cultivo de lechuga: Se obtuvo con los resultados del peso fresco kg/ha⁻¹.

Suelo

Densidad aparente: este proceso se determinó mediante el método del cilindro, las muestras de suelo fueron tomadas de cada parcela, después de la cosecha (gr.cm)

Capacidad de retención de humedad: Se efectuó en el laboratorio de cada muestra tomada, esto se obtuvo de la diferencia del peso húmedo y seco del suelo. ($m^3.m^{-3}.suelo$).

pH del suelo: El análisis se realizó en el laboratorio de cada muestra tomada, para esto pesamos 20 gramos de suelo que fueron diluidas en 20 ml de agua destilada y se midió con un peachímetro.

Contenido de materia orgánica del suelo: Se realizó el análisis de suelo, de cada muestra tomada en el laboratorio de suelos de la INIA- Huancayo.

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Parámetros biométricos

Los resultados obtenidos para los parámetros biométricos evaluados en el cultivo de lechuga se resumen en el Cuadro N° 3.

4.1.1. Altura de planta

Anexo N° 3: Cuadro de ANVA de la altura de lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	5.924	1.9747	0.243	0.8655	NS
N	1	17.424	17.424	2.145	0.1546	NS
Tr	4	76.126	19.0315	2.343	0.0802	NS
N*Tr	4	31.646	7.9115	0.974	0.4380	NS
ERROR	27	219.296	8.1221			
TOTAL	39	350.416				

Anexo N° 4: Tabla de comparaciones de Duncan para la altura de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	18.4000	0
A	19.7200	200

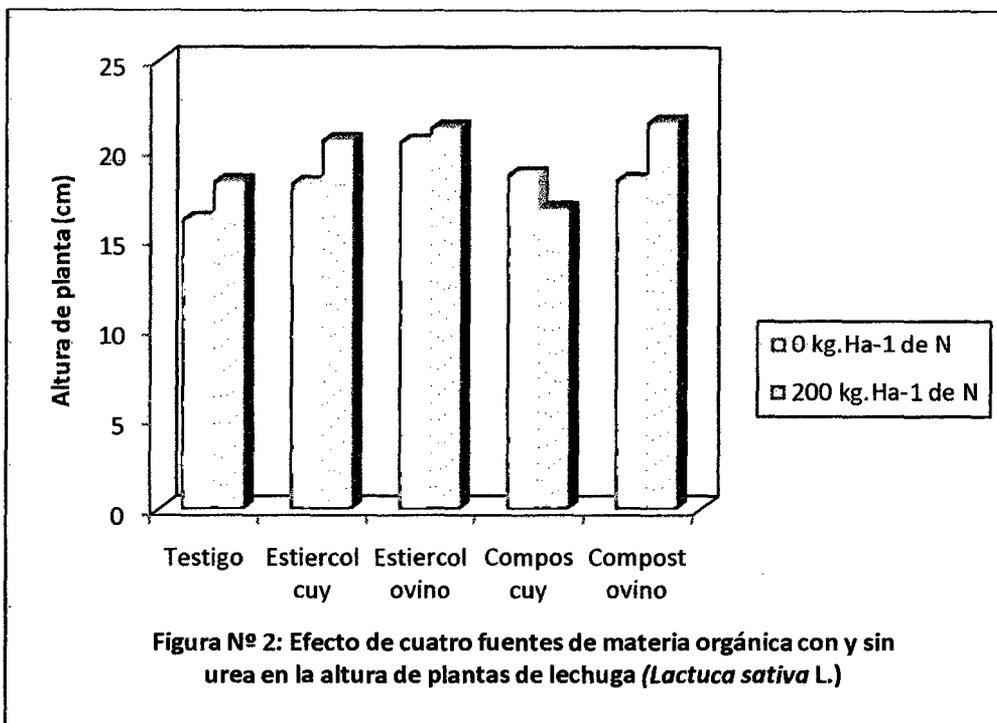
O.M	Tratamiento	Atura de planta	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	20.900	A
2	Compost de ovino	20.025	A B
3	Estiércol de cuy	19.400	A B
4	Compost de cuy	17.750	A B
5	Testigo	17.225	B

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados (con $\alpha=0.05$) para la altura de planta en el cultivo de lechuga (**Cuadro N° 3, Anexo N° 3**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexos N° 23**) indica que, los tratamientos con mayor altura de planta fueron, el compost del ovino y el estiércol del ovino ambos con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (21.6 y 21.3 cm respectivamente). Estos tratamientos sólo superaron al compost de cuy con 200 kg.Ha⁻¹ de Nitrógeno y al testigo absoluto (16.8 y 16.2 cm respectivamente). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al del estiércol y compost de ovino con urea. La prueba e comparaciones de Duncan (**Anexos N° 4**) no arrojó diferencias estadísticamente significativa para los promedios de las fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante, aun cuando se apreció un ligero incremento numérico en aquellos tratamientos que recibieron aplicación de nitrógeno en forma de urea (19.7 cm). Cabe señalar que la aplicación de la urea fue realizada en forma localizada sobre la superficie de suelo, lo cual pudo originar una volatilización parcial del fertilizante, reduciendo su eficiencia.

En la prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 4**) para los promedios de niveles de aplicación de nitrógeno, solo se encontraron diferencias estadísticas para

el tratamiento con aplicación de estiércol de ovino, el cual supero al testigo sin materia orgánica (20.9 y 17.2 cm respectivamente).

El mejor comportamiento del estiércol de ovino que se presentó con respecto a la altura de la planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), puede deberse a su mayor contenido de nitrógeno, el cual puede hacerse disponible e incrementar el desarrollo de la planta.



4.1.2. Diámetro de cabeza

Anexo Nº 5: Cuadro de ANVA del diámetro de cabeza de lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	8.723	2.9077	0.24	0.8687	NS
N	1	26.244	26.244	2.15	0.1539	NS
Tr	4	112.811	28.2027	2.31	0.0832	NS
N*Tr	4	47.111	11.777	0.97	0.4422	NS
ERROR	27	329.222	12.1934			
TOTAL	39	524.111				

Anexo N° 6: Tabla de comparaciones de Duncan para el diámetro de cabeza de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	22.475	0
A	24.095	200

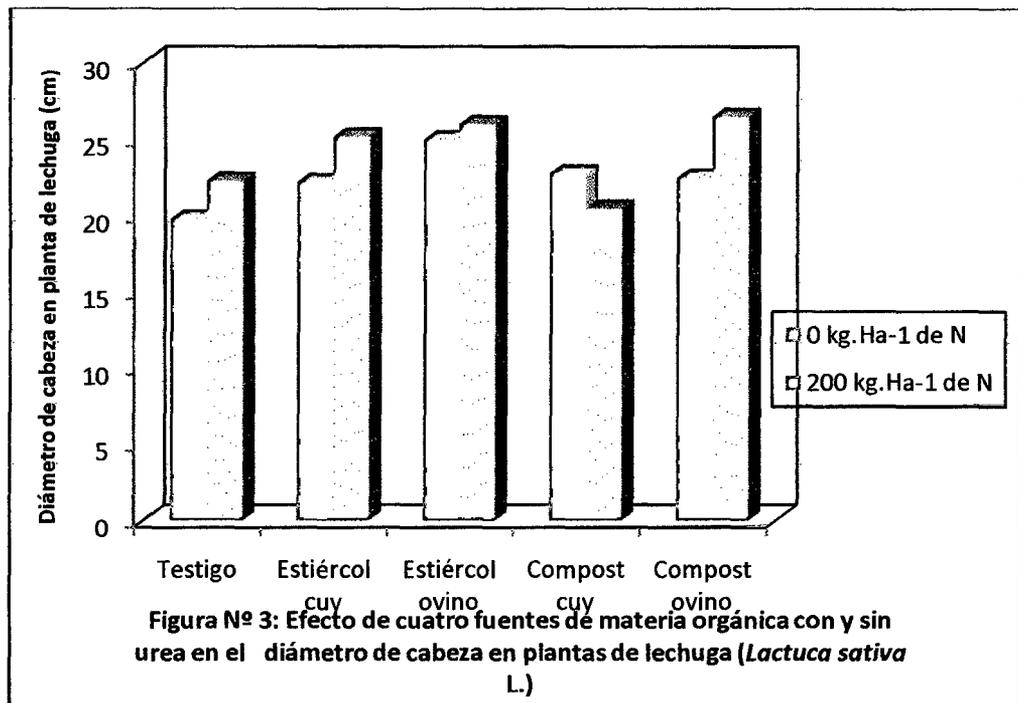
O.M	Tratamiento	Diámetro de cabeza	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	25.513	A
2	Compost de ovino	24.488	A B
3	Estiércol de cuy	23.688	A B
4	Compost de cuy	21.675	A B
5	Testigo	21.063	B

La prueba de ANVA ($\alpha = 0.05$.) no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos para el diámetro de cabeza en plantas de lechuga (**Cuadro N° 3, Anexo N° 5**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indico así mismo que los tratamientos con mayor diámetro de cabeza en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos a una dosis de 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (26.5 y 26.0 cm, respectivamente). Estos tratamientos fueron superiores al compost de cuy con 200 Kg.Ha⁻¹ de nitrógeno y al testigo absoluto (20.5 y 19.8 cm respectivamente). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al de estiércol y compost de ovino con urea.

El comportamiento del diámetro de cabeza en plantas de lechuga fue semejante al de la altura de planta (**Anexo N° 6**). No se hallaron diferencias estadísticas ($\alpha = 0.05$.) entre los promedios de fuentes de materia orgánica para la aplicación de nitrógeno fertilizante en la prueba de Duncan, aun cuando se observó un ligero incremento cuantitativo en los tratamientos que tuvieron aplicación de urea (24.1 cm).

Al igual que el caso de la altura de la parte aérea, la aplicación de urea en forma localizada pudo reducir la eficiencia de uso del fertilizante, disminuyendo su efecto en la variable.

En la comparación de medias de dosis de nitrógeno fertilizante, la prueba de Duncan (Anexo N° 6) nos mostró que la aplicación de estiércol de ovino superó estadísticamente al tratamiento testigo (25.5 y 21.1 cm respectivamente).



4.1.3. Peso fresco de la parte aérea

Anexo N° 7: Cuadro de ANVA para el peso fresco de lechuga

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	4124.485	1374.8282	0.24	0.8663	NS
N	1	12288.53	12288.53	2.16	0.1530	NS
Tr	4	52668.52	13167.13	2.32	0.0828	NS
N*Tr	4	219123.011	5480.7527	0.96	0.4429	NS
ERROR	27	153426.43	5682.4605			
TOTAL	39	244430.97				

Anexo N° 8: Tabla de comparaciones de Duncan para el peso fresco de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	485.22	0
A	520.28	200

O.M	Tratamiento	Peso fresco	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	550.98	A
2	Compost de ovino	528.43	A B
3	Estiércol de cuy	511.64	A B
4	Compost de cuy	468.73	A B
5	Testigo	454.58	B

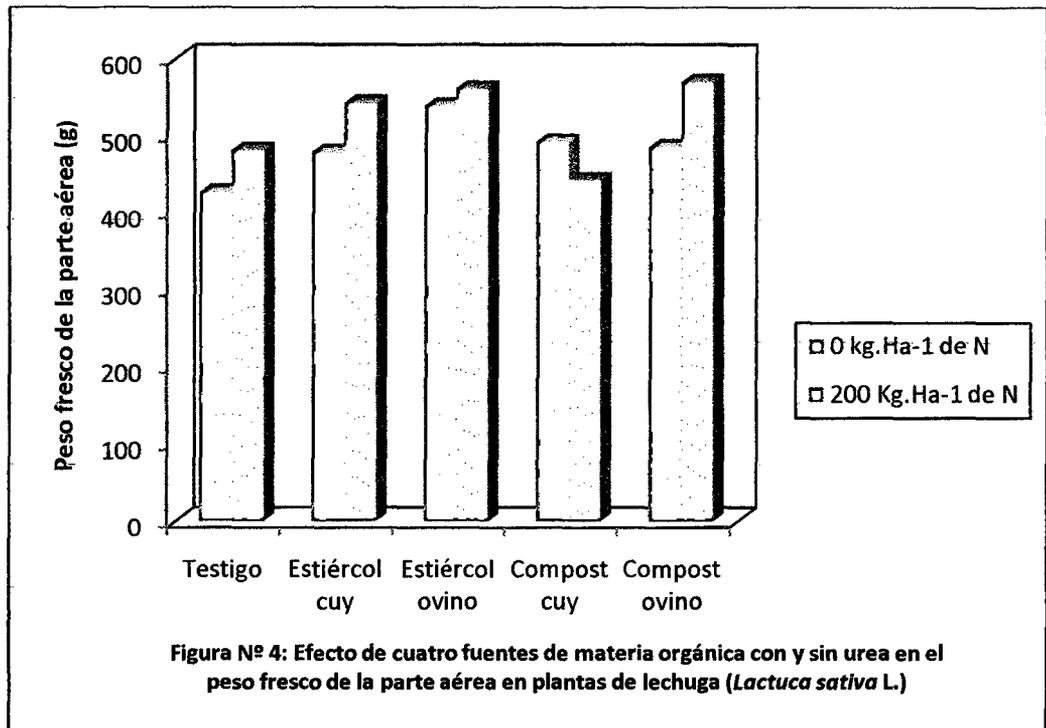
Los tratamientos aplicados no mostraron diferencias estadísticas significativas (con $\alpha=0.05$) para el peso fresco de la planta de lechuga (**Cuadro N° 3, Anexo N° 7**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indicó que, los tratamientos con mayor peso fresco por planta fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (570.43 y 562.05 g respectivamente). Estos tratamientos sólo superaron al compost de cuy con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (443.30 g) y al testigo absoluto (427.13 g). La menor respuesta al peso fresco de la planta a la aplicación de compost de cuy. El tratamiento testigo asimismo, tuvo un bajo aporte de nutrientes, lo que pudo originar un menor peso fresco.

Al promediar las fuentes de materia orgánica, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$ (**Anexo N° 8**) entre los niveles de fertilización nitrogenada para el peso fresco de plantas de lechuga. Los tratamientos con aplicación de urea (520.08 g) fueron muy ligeramente superiores a los que no recibieron aplicación de urea.

Al comparar los promedios de niveles de nitrógeno mediante la prueba de Duncan (**Anexo N° 8**) se aprecian nuevamente diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre el tratamiento con estiércol de ovino y el testigo sin aplicación de materia orgánica

(550.9 y 454.6 g respectivamente). Las otras fuentes de materia orgánica tuvieron un comportamiento similar al del estiércol de ovino.

Al igual que en los parámetros anteriores, el estiércol de ovino presentó un mejor comportamiento para el peso fresco total de la parte aérea en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Esto puede relacionarse con el mayor aporte de nitrógeno por parte de la fuente.



4.1.4. Peso seco de la parte aérea

Anexo Nº 9: Cuadro de ANVA para el peso seco de la parte aérea en lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	30.064340	10.02145	0.24	0.08650	NS
N	1	198.20304	198.20304	4.82	0.0369	*
Tr	4	1158.86437	289.7161	7.05	0.0005	**
N*Tr	4	342.45724	85.6143	2.08	0.1109	NS
ERROR	27	1109.81986	41.10444			
TOTAL	39	2839.40884				

Anexo N° 10: Tabla de comparaciones de Duncan para peso seco de la parte aérea en lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
B	25.166	0
A	29.618	200

O.M	Tratamiento	Peso seco	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	34.344	A
2	Estiércol de cuy	32.790	A B
3	Compost de ovino	26.530	B
4	Testigo	22.225	B
5	Compost de cuy	21.071	C

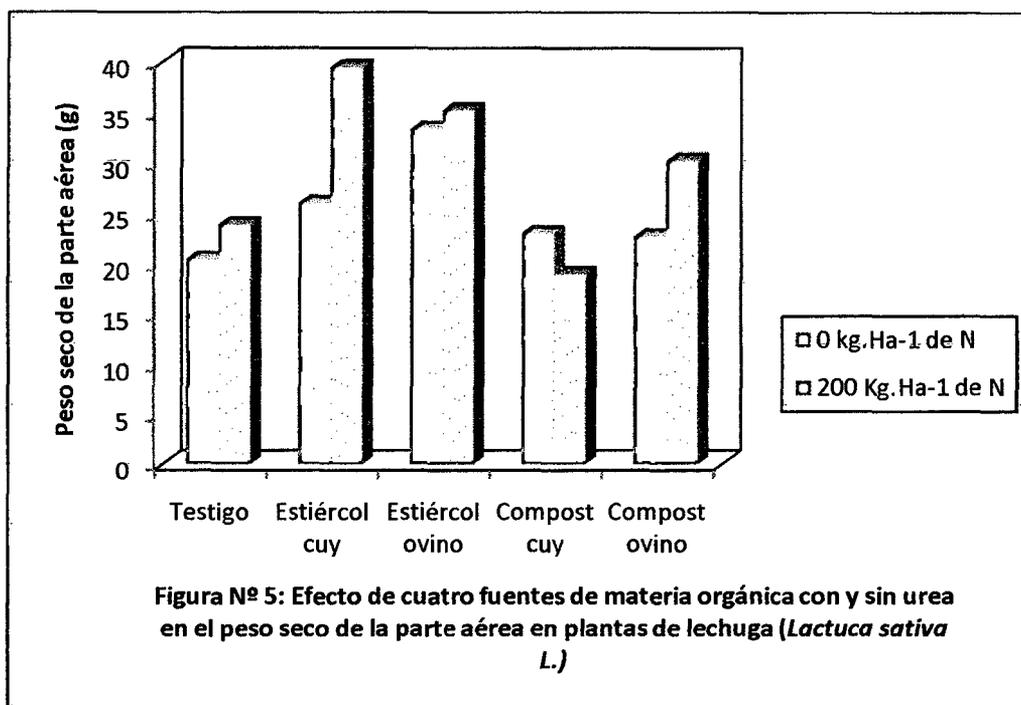
El efecto de la aplicación de fuentes de materia orgánica con y sin fertilización nitrogenada puede apreciarse en la (Fig N° 5). El análisis de varianza arrojó diferencias estadísticas altamente significativas (con $\alpha = 0.01$) entre los tratamientos para el peso en plantas de lechuga (Cuadro N° 3) estas diferencias fueron así mismo altamente significativas (con $\alpha = 0.05$.) para la aplicación de nitrógeno fertilizante (Anexo N° 9).

La prueba de comparaciones de Duncan para las medias de fuentes de materia orgánica (Anexo N° 10) indicó que los tratamientos con fertilización nitrogenada vía urea (29.62 g), superaron en forma estadísticamente significativa ($\alpha = 0.05$.) a los que no recibieron urea (25.16 g) en el peso seco de la parte aérea de plantas de lechuga. Esto parece indicar una mayor producción de materia seca por las hojas de lechuga cuando la dosis de aplicación de nitrógeno se incrementa. Los resultados de la presente investigación coinciden con los datos obtenidos por (Gamarra, 1 990).

Los incrementos observados en el peso seco de la parte aérea de plantas de lechuga como resultado de la fertilización química nitrogenada pueden relacionarse a un incremento del contenido de proteína en los tejidos.

En la prueba de comparación de Duncan (**Anexo N° 10**) para las medias de dosis de urea, se encontró que la aplicación de estiércol de ovino incremento significativamente la producción de materia seca con respecto al compost de ovino, al testigo y al compost de cuy. El estiércol de cuy asimismo supero estadísticamente al tratamiento testigo y al fertilizado con compost de cuy. (34.34, 22.22, 21.07 g respectivamente).

Este comportamiento nos indica que los estiércoles de ovino y cuy pudieron aportar mayor cantidad de nutrientes asimilables e incrementar el peso seco de la parte aérea de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Entre los que podemos mencionar al fosforo y nitrógeno. Los contenidos de estos elementos fueron menores en los compost, lo cual puede explicar el menor peso obtenido con estos tratamientos.



4.1.5. Rendimiento total

Anexo N° 11: Cuadro de ANVA del rendimiento de lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	412448.5	137482.82	0.24	0.8652	NS
N	1	1228853	1228853	2.16	0.1535	NS
Tr	4	5266852	1316713	2.32	0.0833	NS
N*Tr	4	2192301.1	548075.27	0.96	0.4428	NS
ERROR	27	15342643	568246.05			
TOTAL	39	24443097				

Anexo N° 12: Tabla de comparaciones de Duncan para el rendimiento de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	48522	0
A	52028	200

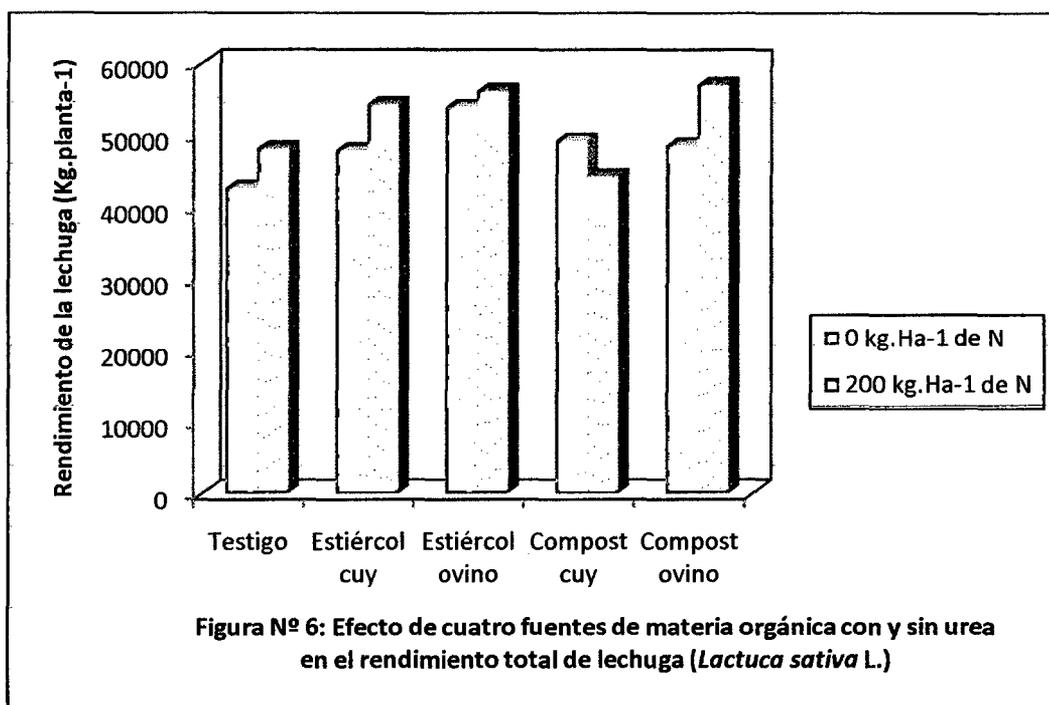
O.M	Tratamiento	Rendimiento	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	55098	A
2	Compost de ovino	52843	A B
3	Estiércol de cuy	51164	A B
4	Compost de cuy	46813	A B
5	Testigo	45458	B

Al igual que para el caso del peso fresco por planta, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (con $\alpha = 0.05$.) en la prueba de ANVA para el rendimiento total en el cultivo de lechuga (**Cuadro N° 3, Anexo N° 11**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**), indicó que los tratamientos con mayor rendimiento fueron el compost de ovino y el estiércol de ovino ambos con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (57043 y 56205 kg respectivamente). Estos tratamientos solo

superaron al compost de cuy con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (44330 kg) y al testigo absoluto (42713 kg). Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar al del estiércol y compost de ovino con urea.

Al promediar las fuentes de materia orgánica, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$ (Anexo N° 12) entre los niveles de fertilización nitrogenada para el peso fresco de plantas de lechuga. Los tratamientos con aplicación de urea (52028 kg) fueron muy ligeramente superiores a los que no recibieron aplicación de urea.

Al comparar los promedios de niveles de nitrógeno mediante la prueba de Duncan (Anexo N° 12), se aprecian nuevamente diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre el tratamiento con estiércol de ovino y el testigo sin aplicación de materia orgánica. (55098 y 45458 kg). Las otras fuentes de materia orgánica tuvieron un comportamiento similar al del estiércol de ovino.



4.1.6. Contenido de nitrógeno en la materia seca

Anexo N° 13: Cuadro de ANVA del contenido de nitrógeno en la materia seca del follaje de lechuga.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	244.9672	81.65573	0.24	0.8691	NS
N	1	4588.164	4588.164	13.37	0.0011	**
Tr	4	31671.44122	7917.8603	23.08	<.0001	**
N*Tr	4	7989.6171	1997.4042	5.82	0.0016	**
ERROR	27	9263.9333	343.10864			
TOTAL	39	53758.123				

Anexo N° 14: Tabla de comparaciones de Duncan para contenido de nitrógeno en la materia seca del follaje de lechuga.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
B	87.637	0
A	109.057	200

O.M	Tratamiento	Nitrógeno en la materia seca	Prueba de Duncan
1	Estiércol de ovino	135.540	A
2	Compost de ovino	125.811	A
3	Estiércol de cuy	92.820	B
4	Compost de cuy	73.396	C
5	Testigo	64.168	C

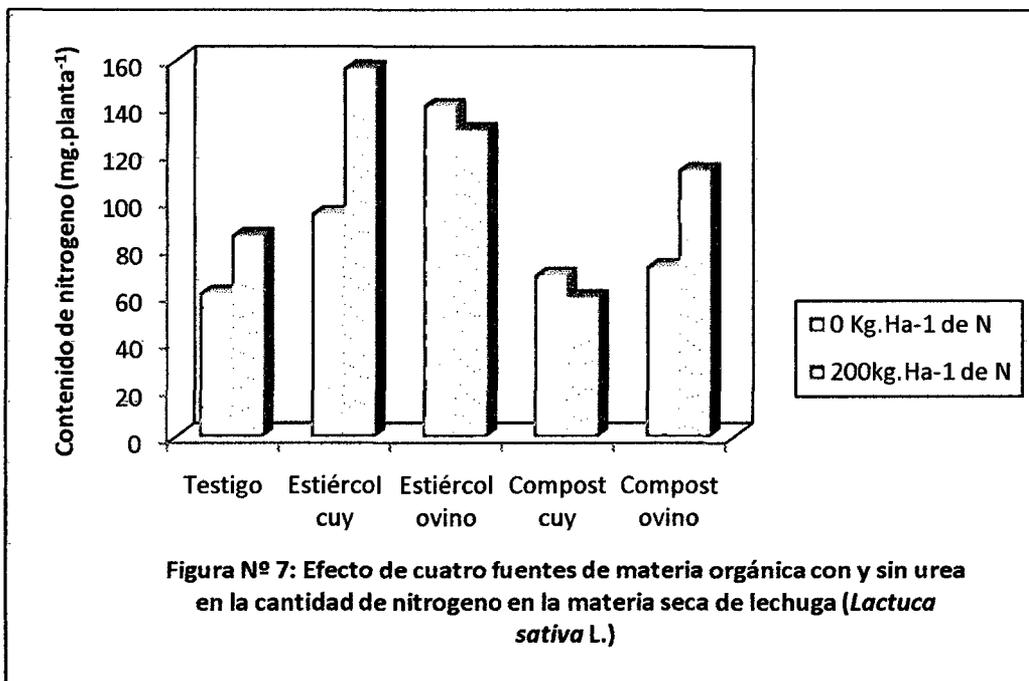
Los tratamientos aplicados mostraron diferencias significativas en el análisis de variancia (con $\alpha=0.05$) para el contenido de nitrógeno en la materia seca de la planta de lechuga (**Cuadro N° 3**). Estas diferencias altamente significativas fueron

observadas para las fuentes de materia orgánica, para los niveles de aplicación de nitrógeno, así como para la interacción entre ambos factores.

La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indicó que, los tratamientos con mayor contenido de nitrógeno fueron el estiércol de cuy ($157 \text{ mg.planta}^{-1}$) con 200 kg. Ha^{-1} de nitrógeno fertilizante y estiércol de ovino ($141 \text{ mg.planta}^{-1}$) sin aplicación de nitrógeno. Estos tratamientos superaron ampliamente al compost de ovino ($69 \text{ mg.planta}^{-1}$), sin aplicación de nitrógeno fertilizante y al menor de todos que fue el compost de cuy ($59 \text{ mg. Planta}^{-1}$) con 200 kg. Ha^{-1} de fertilización nitrogenada.

La comparación de las medias de fuentes de materia orgánica mediante la prueba de Duncan (**Anexo N° 14**), para los niveles de nitrógeno fertilizante indico que los tratamientos que recibieron fertilización con urea, superaron en forma altamente significativa ($\alpha=0.01$) en contenido de nitrógeno en la parte aérea ($109.06 \text{ mg.planta}^{-1}$) a aquellos que no fueron fertilizados ($87.64 \text{ mg.planta}^{-1}$). Esto parece indicar que la extracción de nitrógeno por las plantas de lechuga esta en relación con la dosis total aplicada. La mayor extracción total de nitrógeno por las plantas fertilizadas con urea esta también relacionada con la mayor producción de materia seca por las hojas de lechuga cuando la dosis de aplicación de nitrógeno se incrementa.

Los tratamientos ensayados mostraron diferencias significativas (con $\alpha=0.05$) en la prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 14**) para el contenido de nitrógeno en la parte aérea. La mayor cantidad de nitrógeno extraído por planta se presentó en el tratamiento con estiércol de ovino. Este fue semejante al tratamiento con aplicación de estiércol de cuy (135.54 y $125.81 \text{ mg.planta}^{-1}$ respectivamente), pero ambos superaron significativamente al tratamiento con compost de ovino ($92.82 \text{ mg.planta}^{-1}$). Este a su vez, superó a los tratamientos testigo y compost de cuy (73.39 y $64.17 \text{ mg.planta}^{-1}$ respectivamente).



Parámetros físico – químicos

4.1.7. Densidad aparente del suelo

Anexo N° 15: Cuadro de ANVA para la densidad aparente del suelo.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	0.03905000	0.01301667	2.43	0.0869	NS
N	1	0.00961000	0.00961000	1.80	0.1915	NS
Tr	4	0.02231500	0.00557875	1.04	0.4039	NS
N*Tr	4	0.00786500	0.00196625	0.37	0.8298	NS
ERROR	27	0.14455000	0.00535370			
TOTAL	39	0.22339000				

Anexo N° 16: Tabla de comparaciones de Duncan para la densidad aparente del suelo.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	1.49900	0
A	1.53000	200

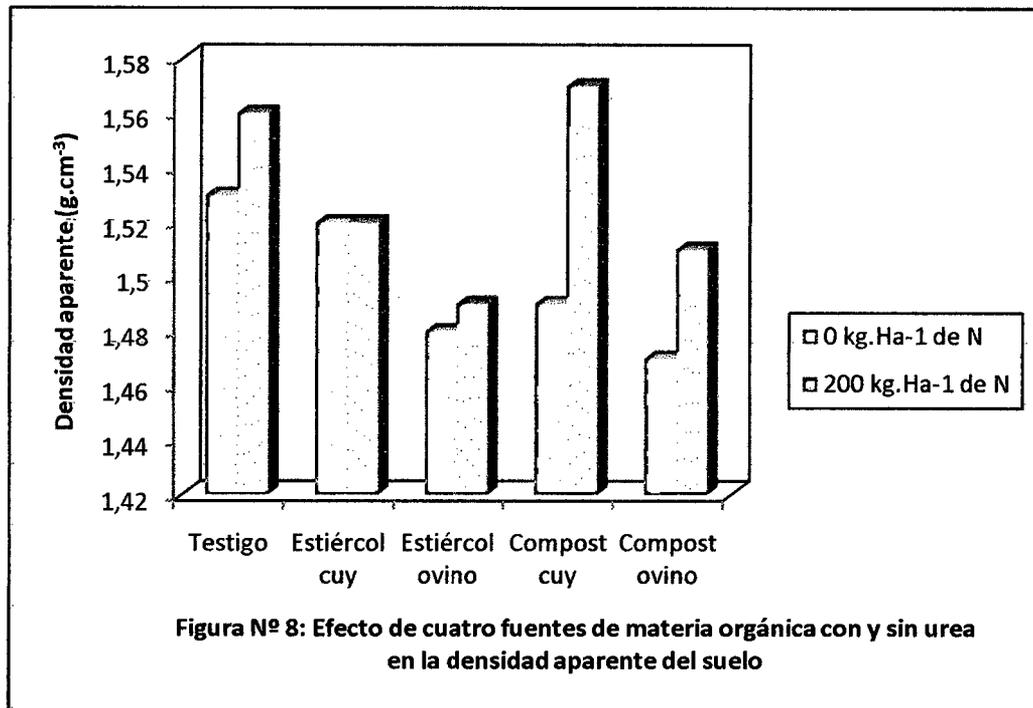
O.M.	Tratamiento	Densidad aparente	Significación
1	Testigo	1.54500	A
2	Compost de cuy	1.53375	A
3	Estiércol de cuy	1.51875	A
4	Compost de ovino	1.49000	A
5	Estiércol de ovino	1.48500	A

No se mostraron diferencias significativas en la prueba de ANVA, entre los tratamientos aplicados con $\alpha=0.05$ para la densidad aparente del suelo (**Cuadro N° 4, anexo N° 15**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**), indicó que las fuentes de materia orgánica no afectaron a la densidad aparente del suelo. Todos los tratamientos mantuvieron valores comprendidos entre 1.57 g.cm⁻³ para el compost de cuy con 200 kg.Ha⁻¹ de nitrógeno (como dato mayor) y 1.47 g.cm⁻³ para el compost de ovino sin nitrógeno (como dato menor).

En el comportamiento de la densidad aparente del suelo no se hallaron diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) entre los promedios de fuentes de materia orgánica para la aplicación de nitrógeno fertilizante en la prueba de Duncan (**Anexo N° 16**), aun cuando se observó un ligero aplicación de nitrógeno fertilizante (1.53 g.cm⁻³).

En la comparación de medias de dosis de nitrógeno fertilizante, la prueba de Duncan (**Anexo N° 16**) nos mostró que el tratamiento testigo superó estadísticamente a la aplicación de estiércol de ovino (1.55 y 1.49 g.cm⁻³ respectivamente). La incorporación de fuentes de materia orgánica al suelo, incrementa la porosidad total del suelo, debido al desarrollo de estructura granular y la aparición de mayor número

de macro poros, con el consecuente incremento de la aireación y la permeabilidad del agua (Baver, 1 973). Los resultados de la presente investigación, sin nitrógeno, sin embargo no mostraron tal efecto en la densidad aparente ante la aplicación de materia orgánica. Un método de muestreo para la forma en la cual se aplicaron las fuentes de materia orgánica (en chorro continuo). Puede explicar la falta de significación en esta variable.



4.1.8. Retención de humedad

Anexo N° 17: Cuadro de ANVA de la retención de agua del suelo.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	0.00435814	0.00145271	1.13	0.3530	NS
N	1	0.00007590	0.00007590	0.06	0.8095	NS
Tr	4	0.00115138	0.00028785	0.22	0.9222	NS
N*Tr	4	0.00679363	0.00169841	1.33	0.2857	NS
ERROR	27	0.03458952	0.00128109			
TOTAL	39	0.04696858				

Anexo N° 18: Tabla de comparaciones de Duncan para la retención de agua del suelo.

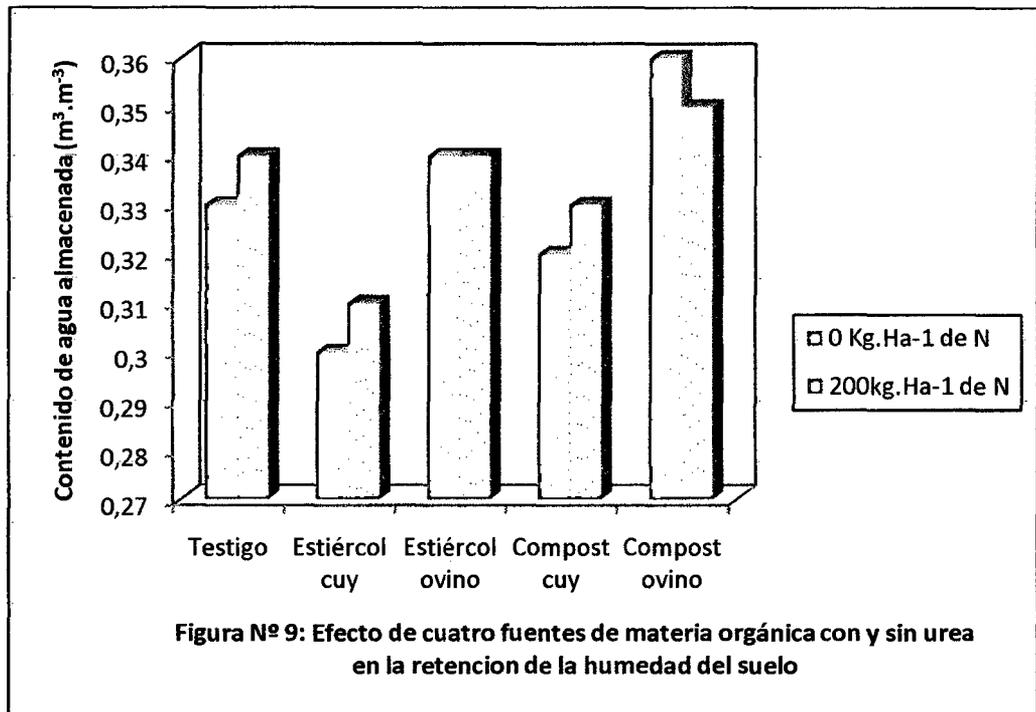
Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	0.32754	0
A	0.33030	200

O.M.	Tratamiento	Densidad aparente	Significación
1	Estiércol de ovino	0.33496	A
2	Compost de ovino	0.33278	A
3	Estiércol de cuy	0.33189	A
4	Compost de cuy	0.32313	A
5	Testigo	0.32184	A

Los tratamientos aplicados no mostraron diferencia estadísticas significativas (con $\alpha=0.05$) para la cantidad de humedad retenida en el suelo (**Cuadro N° 4, Anexo N° 17**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**), indicó que, el tratamiento con mayor contenido capacidad de retención de humedad en el suelo fue el compost de ovino sin aplicación de nitrógeno fertilizante ($0.30 \text{ m}^{-3} \cdot \text{m}^{-3}$ suelo). Este tratamiento fue superior levemente al estiércol de cuy ($0.30 \text{ m}^{-3} \cdot \text{m}^{-3}$ suelo) sin aplicación de fertilización nitrogenada.

El comportamiento de la retención de humedad del suelo fue semejante al de la densidad aparente. No se hallaron diferencias estadísticas (con $\alpha=0.05$) entre los promedios de fuentes de materia orgánica para la aplicación de nitrógeno fertilizante en la prueba de Duncan (**Anexo N° 18**), aun cuando se observó un ligero incremento cuantitativo en los tratamientos que tuvieron aplicación de urea (0.33 y $0.3 \text{ m}^{-3} \cdot \text{m}^{-3}$ suelo).

En la comparación de medias de dosis de nitrógeno fertilizante, la prueba de Duncan (**Anexo N° 18**) nos mostró que, la aplicación de estiércol de ovino superó estadísticamente al tratamiento testigo (0.3 y $0.3 \text{ m}^{-3} \cdot \text{m}^{-3}$ suelo respectivamente).



4.1.9. Ph del suelo

Anexo Nº 19: Cuadro de ANVA para el pH del suelo.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	3.08475000	1.02825000	18.00	<.0001	NS
N	1	0.03025000	0.03025000	0.53	0.4731	NS
Tr	4	0.05650000	0.01412500	0.25	0.9088	NS
N*Tr	4	0.02350000	0.00587500	0.10	0.9806	NS
ERROR	27	1.54275000	0.05713889			
TOTAL	39	4.73775000				

Anexo N° 20: Tabla de comparaciones de Duncan para el pH del suelo.

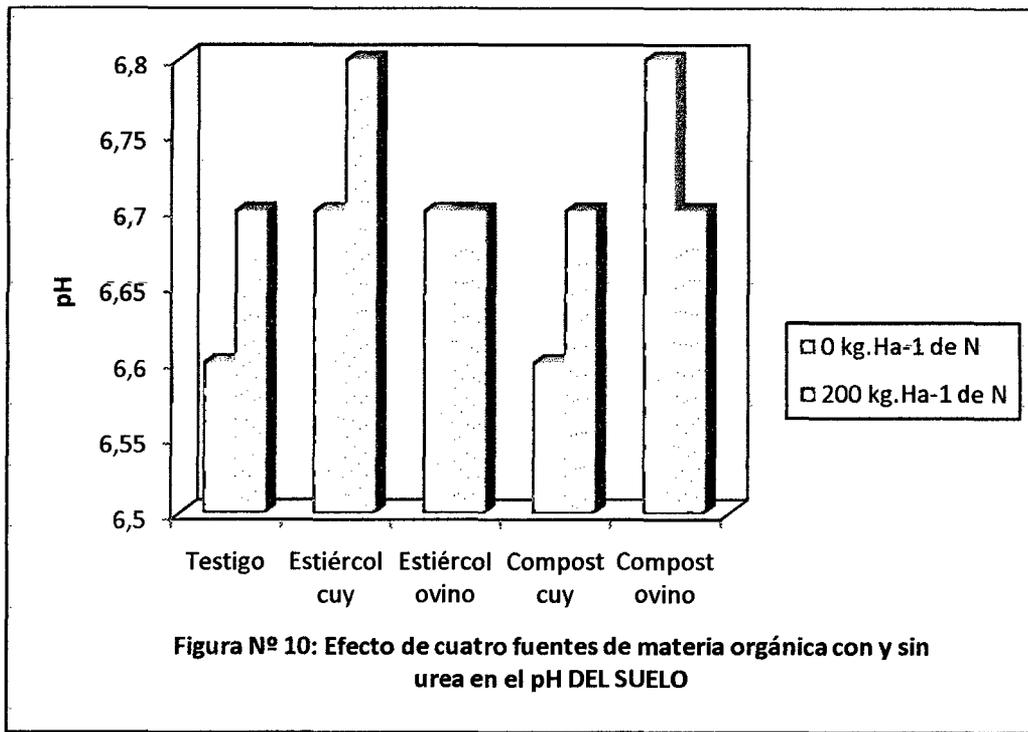
Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	6.69000	0
A	6.74500	200

O.M.	Tratamiento	Densidad aparente	Significación
1	Compost de ovino	6.7750	A
2	Estiércol de cuy	6.7375	A
3	Estiércol de ovino	6.7125	A
4	Compost de cuy	6.7000	A
5	Testigo	6.6625	A

Las fuentes de materia orgánica empleadas no modificaron significativamente el pH del suelo (con $\alpha = 0.05$), después de aplicación (**Cuadro N° 6 Anexo N° 19**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indicó que, todo los tratamientos mantuvieron valores comprendidos entre 6.7 para el compost de ovino sin nitrógeno (como dato mayor) y 6.6 para el testigo absoluto (como dato menor). Esta ligera diferencia puede deberse al incremento de la acidez residual generada por la nitrificación del nitrógeno de la urea.

La prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 20**) no arrojó diferencias significativas para los promedios de las fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante, aun cuando se apreció ligero incremento numérico en aquellos tratamientos que recibieron aplicación de nitrógeno en forma de urea 6.8.

En la prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 20**) para los promedios de niveles de aplicación de nitrógeno, sólo se encontraron diferencias estadísticas para el tratamiento con aplicación de compost de ovino, el cual superó al testigo sin materia orgánica (6.78, y 6.66 respectivamente).



4.1.10. Contenido de materia orgánica en el suelo

Anexo Nº 21: Cuadro de ANVA para el contenido de materia orgánica en el suelo.

FUENTE	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig
Bloque	3	32.46800000	10.82266667	0.98	0.4158	NS
N	1	2.20900000	2.20900000	0.20	0.6579	NS
Tr	4	69.11150000	17.27778750	1.57	0.2114	NS
N*Tr	4	84.05850000	21.01462500	1.91	0.1382	NS
ERROR	27	297.5370000	11.0198889			
TOTAL	39	485.3840000				

Anexo Nº 22: Tabla de comparaciones de Duncan para el contenido de materia orgánica en el suelo.

Prueba de Duncan	Media	Dosis nitrogenada (kg.Ha ⁻¹)
A	18.595	0
A	19.065	200

O.M.	Tratamiento	Densidad aparente	Significación	
1	Compost de ovino	21.000	A	
2	Estiércol de cuy	19.163	A	B
3	Compost de cuy	19.000	A	B
4	Estiércol de ovino	17.825	A	B
5	Testigo	17.163	B	

No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos (con $\alpha=0.05$) para el contenido de materia orgánica en el suelo cuatro meses después de la aplicación de fuentes orgánicas (**Cuadro N° 4 Anexo N° 21**). La tabla de promedios de los tratamientos (**Anexo N° 23**) indicó que, el tratamiento compost de ovino sin nitrógeno aumentó el mayor contenido de materia orgánica en el suelo (23.00 mg.kg^{-1}). Este tratamiento superó al estiércol de ovino sin nitrógeno y al testigo absoluto.

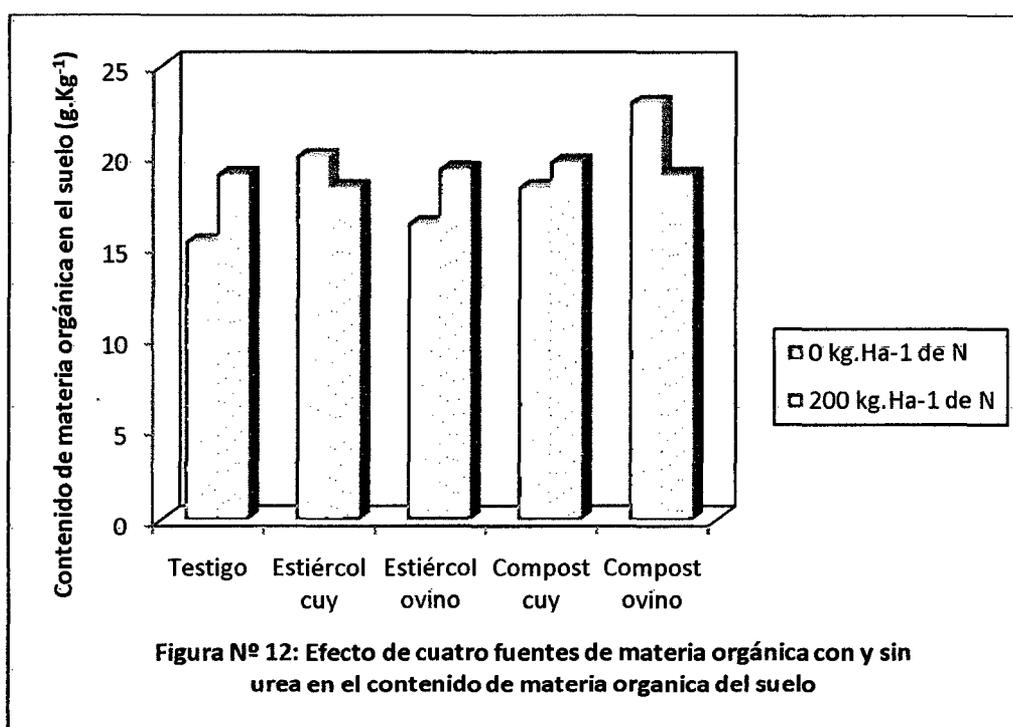
Aunque el contenido final de materia orgánica en el suelo no fue afectado estadísticamente por las fuentes aplicadas, sí se apreció un contenido final ligeramente superior en el caso de compost de ovino. Esto puede relacionarse a los menores contenidos de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio de la fuente, los cuales originaría una menor velocidad de descomposición de la materia orgánica, permitiendo su acumulación en el suelo. Lo contrario, puede apreciarse en el caso del estiércol de ovino, el cual, debido a su mayor riqueza en nutrientes esenciales (la cual originó el mayor peso fresco y seco en plantas de lechuga), se descompone a mayor velocidad, por lo que el contenido orgánico en el suelo no se incrementa con la aplicación de esta fuente.

La prueba de comparación de Duncan (**Anexo N° 22**) no arrojó diferencias estadísticamente significativas para los promedios de la fuente de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante, aun cuando se apreció ligero incremento numérico en aquellos tratamientos que recibieron aplicación de nitrógeno en forma de urea (19.0 mg.kg^{-1}).

Este comportamiento nos indica que en los tratamientos que recibieron la fertilización nitrogenada hubo una menor descomposición de las fuentes de materia orgánica, en

tanto que en lo que no se aplicó urea, las materias orgánicas tuvieron una mayor descomposición. Estos resultados sin embargo, no concuerdan con lo hallado para el caso de la densidad aparente del suelo, puesto que la aplicación de nitrógeno fertilizante originó un incremento de esta variable.

En la prueba de comparaciones de Duncan (**Anexo N° 22**) para los promedios de niveles de aplicación de nitrógeno, sólo se encontraron diferencias estadísticas para el tratamiento con aplicación de compost de ovino, el cual superó al testigo sin materia orgánica (21.0 y 17.16 mg.kg⁻¹ respectivamente).



CONCLUSIONES

- Las fuentes de materia orgánica ensayadas, aplicadas a una dosis de 40 TM.Ha⁻¹, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros biométricos: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga.

- Para las variables peso seco por planta y contenidos de nitrógeno total, si se apreciaron diferencias estadísticas entre fuentes de materia orgánica, siendo el estiércol de ovino aplicado a una dosis de 40 TM/ha⁻¹, la fuente más destacada.
- La aplicación de nitrógeno fertilizante a una dosis de 200 kg/ha⁻¹ tuvo un comportamiento semejante al de las fuentes de materia orgánica, no mostrando diferencias significativas para la altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga.
- La fertilización química nitrogenada en el presente experimento incrementó significativamente el peso seco por planta y el contenido de nitrógeno total de plantas de lechuga.
- Ni las fuentes de materia orgánica, ni la aplicación de una dosis de 200 kg/ha⁻¹ de nitrógeno fertilizante, modificaron significativamente las propiedades físicas y químicas: densidad aparente, retención de humedad, pH y contenido de materia orgánica, en el suelo del presente ensayo.
- Las fuentes de materia orgánica ensayadas aplicadas a una dosis de 40 TM/ha⁻¹ podrían permitir alcanzar rendimientos comparables al de una alta dosis de fertilización química nitrogenada, aun cuando el abastecimiento de nitrógeno para el cultivo de lechuga sea mayor con nitrógeno fertilizante.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar compost de cuy, ya que este abono a pesar de no haber obtenido diferencias estadísticamente significativas; logró mantener un rendimiento numéricamente adecuado a pesar de que la cantidad en materia seca aplicado fue mucho menor que los demás (10.6 TM/ha⁻¹). De esta manera mantendremos una reserva mayor, constante y estable de nitrógeno en el suelo para las posteriores campañas.
- Repetir el presente ensayo en un suelo de menor fertilidad, con nivel de materia orgánica inferior al 1.74%.
- En pruebas similares, es conveniente realizar análisis de suelo por bloque, al inicio y final de la prueba, para contrastar mejor los resultados en las propiedades del suelo.

- Se recomienda probar una campaña más con otro cultivo (hortaliza) para observar el efecto residual de las materias orgánicas. Por ello, los trabajos en materias orgánicas en campo deben ser planteados en largo periodo.
- Probar dosis más bajas de materia orgánica y de nitrógeno fertilizante a fin de encontrar la idónea para rendimientos aceptables, bajo las mismas condiciones.
- En la evaluación de propiedades físicas y químicas del suelo se recomienda un mejor control de la ubicación de los tratamientos, para que no sean afectados por el riego por surco.

BIBLIOGRAFIA

- ALEGRE, C. 1 997.** Efecto de enmiendas orgánicas sobre la agregación y estabilidad de los agregados, porosidad, humedad equivalente y capacidad de intercambio catiónico de un suelo de costa. Tesis Ing. Agr. UNALM, Lima – Perú.
- ALTIERI, M. 1 997.** Agro ecológica: bases para el desarrollo de sistemas de producción sostenible en los andes. CIED, Lima-Perú.
- ALCALA 1 998.** Respuesta del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. a la fertilización nitrogenada.
- ANAYA ROSALES. 1 999.** Hortalizas plagas y enfermedades. Trillas, México 544p.
- ANDRE Gros. 1 992.** Abonos, Guía práctica de la fertilización. Ediciones Mundi prensa, Madrid P 160.p.
- ANSTETTA A. 1 967.** El abono de la lechuga en función de las técnicas de cultivo. Barcelona 147p.
- BRADY. (1 990).**The nature and properties of soils. Edit Montaner y Simon. Barcelona-España.
- CAMASCA. 1 994.** Horticultura .UNCH – Perú.
- CHUQUIRUNA, A 1 989.** Efecto de diversos abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo y el rendimiento del papa. Tesis UNALM, Lima Perú. 131p.
- DAZA R. J 1 990.** Efecto de distintos abonos orgánicos en la fertilidad física y química de un suelo arenoso, y en el rendimiento de un cultivo de vainita. Pachacamac. Lima – Perú.
- DEFUNE G.1 999.** Fundamentos y prácticas de agricultura sustentable. Instituto Biodinámica de desarrollo rural. Boto cato-Brasil.

- DIACONÍA. 1 990.** Manual de abonos orgánicos. Asociación evangélica luterana para el desarrollo comunal. Lima - Perú.
- DIMAS, DIAZ, A. 2 001.** Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Facultad de agricultura y zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango, México.
- MORALES B. 1 978.** Manual de jardinería peruana, Proyecto de desarrollo de áreas verdes. UNALM. 35p.
- GARCÍA J., GARCÍA R. 1 982.** Edafología y Fertilización Agrícola. Edit. Aedos. Barcelona. 161p.
- GROS, A. 1 986.** Abonos. Guía práctica de la fertilización. Edit. Mundi prensa. Madrid.
- INFOAGRO. 2 002.** El cultivo de la lechuga. Copyrightinfoagro.com.
www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm.
- GUERRERO B. J. 1 993.** Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Red de Acción en alternativas al uso de agroquímicos. Lima – Perú. 89p.
- LOUÉ A. 1 988.** El micro elementos en agricultura. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.
- MAROTO J. 2 002.** Horticultura herbaceafespecial Edición mundi prensa, México 240p.
- MARSHALL F. 1 992.**All New – Encyclopedia of organic gardening. Rodale press.Emmaus.Pennsylvania. USA.
- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE 1992, GARCIA 1 982.**Enmiendas organicas.
- NÚÑEZ E. 1 965.** Memorias del segundo congreso sociedad Mexicana de las ciencias del suelo. 60p.
- ONG PERÚ ECOLÓGICO. 1 996.** La materia orgánica en el suelo. www.Peruecologico.com.pe.
- PACHECO, J 1 961.** Efecto del estiércol. Turba y sulfato de amonio, sobre la producción de materia seca y contenido de elementos mayores en un cultivo de cebada. Tesis de ing. Agr. UNALM. Lima - Perú. 75p.
- PERALES 2 010.** Suelos. UNH. 50p.
- KONONOVA, M 1 982.** Materia orgánica del suelo: Su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Ediciones Oikus, Barcelona España. 365p
- RAPACIOLI. 2 000.** Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad de siembra en lechuga en suelos arenoso de corrientes.

ROTONDO, 2 009. Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizantes nitrogenados sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas.

SELKE, W. 1 968. Los abonos. Editorial Académica, León. España. 141p.

SIMPSON K. 1 986. Abonos y Estiércoles. Editorial Acribia, S.A. España.

UGAS, ET, AL. 2 000. Tipos de riegos. Edit. Mundi. España. 35p

WERNER L. 1 991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes, edición Hispano América. México. 138p.

ZAVALETA 1 992. Suelos, Edit. Mundi. España 120 p.

ZAMORANO. 1 982. Fertilización orgánica y química del lechuga variedad capi tata.

ANEXO

Cuadro N° 5: Análisis Físico Químico del Suelo del Área Experimental

Características	Valor	Interpretación	Método de Análisis
Arena	(%)	11.6	Hidrómetro de Boyucos
Limo	(%)	44.4	“
Arcilla	(%)	44.0	“
Clase textural	----	----	Arcillo Limoso
pH	----	6.2	Ligeramente ácido
C.E.	(dS.m⁻¹)	----	...
M.O	(%)	1.74	Bajo
Nitrógeno	(ppm)	0.08	Bajo
P disponible	(ppm)	7.8	Medio
K disponible	(ppm)	183	Medio
Densidad aparente	(gr/cm³)	1.2	...
Humedad	(%)	38	...

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo INIA- Huancayo.

CUADRO N° 6: Análisis Químico de las Fuentes de Materia Orgánica Utilizadas en el Experimento

Fuente de materia orgánica	Ph	C.E. ds/m	M.O %	Humedad %	N %	P₂O₅ %	K₂O %	MgO %	Relación C/N
Estiércol de cuy	8.60	12.80	59.70	Seco	1.96	3.44	1.80	0.78	17.67
Estiércol de ovino	8.20	16.10	59.50	Seco	2.02	2.99	3.43	1.12	17.09
Compost de cuy	7.80	26.80	21.20	35.71	1.40	3.37	3.70	1.56	8.78
compost de ovino	7.90	4.7	30.30	49.02	1.40	0.87	2.35	0.95	12.55

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, planta, agua y fertilizantes UNALM.

Anexo N° 1: Obtención de la dosis de fertilización orgánica.

Considerando que área total del terreno es de 4000 m² así como el área de la instalación de la tesis es de 390 m² se a trabajó con una dosis de 2% de materia orgánica para el área de la tesis:

$$2\% \text{ M.O.} = 40 \text{ Tn /Ha} = 4 \text{ kg de M.O. / m}^2$$

$$= 7.8 \text{ m}^2 \times 4 = 31.2 \text{ kg de M.O. / parcela}$$

$$= 31.2 \text{ entre 3 surcos} = 10.1 \text{ kg. De M.O. / surco}$$

Obteniéndose en total:

48 Bolsas de Estiércol de Cuy con un peso de 5.05 kg.

48 Bolsas de Estiércol de Ovino con un peso de 5.05 kg.

24 Bolsas de Compost provenientes de Estiércol de cuy con peso de 10.1 kg.

24 Bolsas de Compost proveniente de Estiércol de ovino con peso de 10.1 kg.

- ❖ La diferencia en el número de bolsas se debió a que el volumen del estiércol era mayor que el de compost.

Anexo N° 2: Obtención de la dosis de fertilización química.

Considerando que el área total del terreno es de 4000 m² así como el área de la instalación de la tesis es de 390 m² se trabajó con la dosis del agricultor es de 5 sacos para dos aplicaciones en toda el área del terreno y para toda la campaña:

Para la dosis del agricultor de 5 sacos vamos a tener un total de 250 kg. de urea para toda la campaña en el cual las parcelas dentro de la tesis que van a ser aplicadas con urea van a ser dosificadas de la siguiente manera:

Área total del campo: 4000 m²

250 kg de urea _____ 4000 m² área del terreno

X _____ 7.8 m² área de la parcela

X = 0.4875 kg de urea / parcela (* 1000)

= 487.5 gr. De urea / parcela

El peso de urea por parcela es: 487.5 gr de urea / parcela

Si una parcela tiene 03 surcos entonces tenemos:

487.5 gr de urea _____ 03 surcos

X _____ 01 surco

X = 162.5 gr de urea / surco

487.5 gr de urea entre 3 surcos = 162.5 gr de urea por surco

- ❖ La primera aplicación se hizo a una semana después del trasplante y la segunda aplicación 15 días después de la primera aplicación.
- ❖ El cultivo de lechuga, crece por 90 días, se cosecha y se evalúa el cultivo.

ANEXO N° 23: tabla de promedios de todos los tratamientos utilizados.

N	Tr	Altura de planta	Diámetro de planta	Peso fresco	Peso seco	Rendimiento	Nitrógeno por planta	Densidad aparente	Retención de humedad	pH	Conducción eléctrica	Materia orgánica
		cm	cm	g.planta ⁻¹	g.planta ⁻¹	kg.ha ⁻¹	mg.planta ⁻¹	g.cm ⁻³	m ³ .m ³ suelo		dS.m ⁻¹	g.kg ⁻¹
NO	TO	16.200	19.800	427.125	20.510	42713	61.152	1.527	0.325	6.60	1.882	15.325
NO	T1	18.200	22.225	479.700	26.052	47970	94.835	1.522	0.300	6.72	2.195	20.195
NO	T2	20.475	25.000	539.900	33.420	53990	140.767	1.477	0.349	6.70	1.805	16.50
NO	T3	18.700	22.825	492.950	23.94	49295	68.927	1.495	0.339	6.64	1.782	18.30
NO	T4	18.425	22.525	486.425	22.750	48643	72.502	1.472	0.360	6.80	2.617	23.00
N1	TO	18.250	22.325	482.025	23.940	48203	85.640	1.562	0.340	6.70	1.427	19.10
N1	T1	20.600	25.150	543.575	39.527	54358	156.787	1.515	0.310	6.80	1.245	18.30
N1	T2	21.325	26.025	562.050	35.267	56205	130.312	1.492	0.340	6.72	2.380	19.300
N1	T3	16.800	20.525	443.300	19.045	44330	59.407	1.572	0.330	6.75	2.102	19.675
N1	T4	21.625	26.450	570.425	30.310	57043	113.137	1.507	0.350	6.77	1.787	19.00

**ANEXO N° 24: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno
fertilizante en la altura de plantas de lechuga (cm).**

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	14.80	14.90	14.40	20.70
Testigo	200	18.60	15.50	19.30	19.60
Estiércol de cuy	0	20.60	16.40	18.50	17.30
Estiércol de cuy	200	20.00	20.80	23.80	17.80
Estiércol ovino	0	22.50	25.00	16.60	17.90
Estiércol ovino	200	19.80	20.60	23.50	21.40
Compost cuy	0	16.30	17.20	16.20	25.10
Compost cuy	200	12.00	17.30	18.70	19.20
Compost ovino	0	19.50	19.40	17.80	17.00
Compost ovino	200	20.60	23.20	23.40	19.30

**ANEXO N° 25: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno
fertilizante en el diámetro de cabeza de lechuga (cm).**

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	18.10	18.20	17.60	25.30
Testigo	200	22.80	19.00	23.60	23.90
Estiércol de cuy	0	25.20	20.00	22.60	21.10
Estiércol de cuy	200	24.40	25.40	29.10	21.70
Estiércol ovino	0	27.50	30.50	20.10	21.90
Estiércol ovino	200	24.10	25.10	28.80	26.10
Compost cuy	0	19.90	21.00	19.80	30.60
Compost cuy	200	14.60	21.20	22.80	23.50
Compost ovino	0	23.80	23.80	21.80	20.70
Compost ovino	200	25.20	28.40	28.60	23.60

ANEXO N° 26: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el peso fresco total (g) por planta de lechuga.

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	390.10	392.60	380.00	545.80
Testigo	200	491.30	410.20	509.60	517.00
Estiércol de cuy	0	543.70	431.50	487.60	456.00
Estiércol de cuy	200	527.50	549.10	628.50	469.20
Estiércol ovino	0	593.80	658.80	435.00	472.00
Estiércol ovino	200	521.20	542.30	621.00	563.70
Compost cuy	0	429.90	453.00	427.20	661.70
Compost cuy	200	315.50	457.50	492.60	507.60
Compost ovino	0	514.60	513.00	470.10	448.00
Compost ovino	200	543.20	612.90	616.70	508.90

ANEXO N° 27: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el peso seco total (g) por planta de lechuga.

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	17.01	18.57	17.97	28.49
Testigo	200	22.35	21.62	25.53	26.26
Estiércol de cuy	0	29.47	23.43	24.82	26.49
Estiércol de cuy	200	35.82	56.72	34.13	31.44
Estiércol ovino	0	33.31	30.77	45.24	24.36
Estiércol ovino	200	32.94	27.87	42.04	38.22
Compost cuy	0	20.76	20.29	18.92	32.42
Compost cuy	200	16.82	13.45	19.01	26.90
Compost ovino	0	25.73	23.80	17.82	23.65
Compost ovino	200	28.84	32.30	32.62	27.48

Anexo N° 28: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno en el rendimiento del cultivo de lechuga (kg.Ha⁻¹).

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	3901	3926	3800	5458
Testigo	200	4913	4102	5096	5170
Estiércol de cuy	0	5437	4315	4876	4560
Estiércol de cuy	200	5275	5491	6285	4692
Estiércol ovino	0	5938	6588	4350	4720
Estiércol ovino	200	5212	5423	6210	5637
Compost cuy	0	4299	4530	4272	6617
Compost cuy	200	3155	4575	4926	5076
Compost ovino	0	5146	5130	4701	4480
Compost ovino	200	5432	6129	6167	5089

Anexo N° 29: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en la densidad aparente del suelo (g.cm³).

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	1.49	1.56	1.54	1.52
Testigo	200	1.56	1.54	1.56	1.59
Estiércol de cuy	0	1.46	1.53	1.43	1.67
Estiércol de cuy	200	1.49	1.63	1.59	1.35
Estiércol ovino	0	1.43	1.53	1.38	1.57
Estiércol ovino	200	1.50	1.56	1.40	1.51
Compost cuy	0	1.48	1.55	1.47	1.48
Compost cuy	200	1.52	1.56	1.56	1.65
Compost ovino	0	1.44	1.55	1.36	1.54
Compost ovino	200	1.44	1.57	1.60	1.42

Anexo N° 30: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el pH del suelo.

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	6.2	6.6	6.6	7.0
Testigo	200	6.5	6.6	7.1	6.7
Estiércol de cuy	0	6.5	6.6	6.7	7.1
Estiércol de cuy	200	6.4	6.4	7.4	6.8
Estiércol ovino	0	6.5	6.5	6.6	7.2
Estiércol ovino	200	6.1	6.5	7.3	7.0
Compost cuy	0	6.5	6.4	6.7	7.0
Compost cuy	200	6.0	6.7	7.3	7.0
Compost ovino	0	6.4	6.3	7.2	7.2
Compost ovino	200	6.6	6.6	7.1	6.8

Anexo N° 31: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante para la retención de humedad ($m^3 \cdot m^{-3}$ suelo).

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	0.28	0.31	0.36	0.35
Testigo	200	0.29	0.33	0.34	0.30
Estiércol de cuy	0	0.31	0.37	0.37	0.35
Estiércol de cuy	200	0.31	0.28	0.31	0.35
Estiércol ovino	0	0.30	0.36	0.34	0.35
Estiércol ovino	200	0.34	0.35	0.31	0.32
Compost cuy	0	0.28	0.32	0.31	0.31
Compost cuy	200	0.38	0.31	0.30	0.37
Compost ovino	0	0.36	0.30	0.29	0.32
Compost ovino	200	0.37	0.33	0.36	0.32

Anexo N° 32: Efecto de cuatro fuentes de materia orgánica con y sin nitrógeno fertilizante en el contenido de materia orgánica del suelo (g.kg⁻¹).

		B1	B2	B3	B4
Testigo	0	15.0	15.20	16.10	15.3
Testigo	200	19.0	18.10	20.10	19.0
Estiércol de cuy	0	20.0	21.10	20.00	20.0
Estiércol de cuy	200	19.0	16.20	19.80	18.3
Estiércol ovino	0	22.0	15.00	13.10	16.3
Estiércol ovino	200	14.0	15.00	29.00	19.3
Compost cuy	0	16.0	19.80	19.10	18.3
Compost cuy	200	20.0	22.00	18.00	19.7
Compost ovino	0	17.0	20.80	31.00	23.0
Compost ovino	200	20.0	18.0	19.0	19.0

Anexo N° 33: Muestreo en campo de la altura de planta.

		CON UREA					SIN UREA				
		Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino	Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino
B1	Muestra 1	21	19	18	13	21	13	19	22	15	19
	Muestra 2	17	19	19	12	19	15	21	23	18	21
	Muestra 3	18	17	20	13	22	16	19	23	19	18
	Muestra 4	20	22	19	14	21	16	19	22	16	22
	Muestra 5	19	20	20	14	19	15	22	24	13	19
	Muestra 6	18	19	20	13	21	17	23	21	16	18
	Muestra 7	17	21	22	12	20	14	21	23	18	21
	Muestra 8	19	22	19	13	22	13	19	22	17	19
	Muestra 9	18	21	19	13	19	12	19	23	17	20
	Muestra 10	19	19	18	12	22	13	22	22	14	18
B2	Muestra 1	16	19	22	13	23	15	15	28	18	19
	Muestra 2	17	21	22	19	22	15	16	24	18	21
	Muestra 3	16	22	19	18	26	16	15	22	19	18
	Muestra 4	15	21	22	17	21	16	16	26	16	22
	Muestra 5	16	24	18	20	26	15	16	24	13	19
	Muestra 6	14	23	20	18	21	18	18	26	16	18
	Muestra 7	16	22	22	19	23	14	17	25	18	21
	Muestra 8	15	17	19	17	24	13	15	23	17	19
	Muestra 9	16	19	21	16	21	12	18	28	17	19
	Muestra 10	14	20	22	15	23	15	19	24	19	18

Anexo N° 33: Muestreo de campo en la altura de planta (continuación)

		CON UREA					SIN UREA				
		Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino	Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino
B3	Muestra 1	19	22	23	19	25	14	20	18	17	17
	Muestra 2	20	21	22	17	25	15	18	16	17	16
	Muestra 3	19	22	25	19	22	15	19	17	18	18
	Muestra 4	22	22	24	19	21	16	16	16	16	19
	Muestra 5	18	25	25	17	22	16	17	18	13	18
	Muestra 6	19	23	26	20	25	15	19	15	16	19
	Muestra 7	20	24	23	19	23	15	18	17	18	20
	Muestra 8	18	28	21	19	24	13	20	15	18	18
	Muestra 9	19	23	23	18	23	12	19	17	15	16
	Muestra 10	20	25	24	18	25	14	19	17	14	17
B4	Muestra 1	19	19	22	20	20	20	18	15	23	15
	Muestra 2	21	16	21	21	19	18	18	14	25	17
	Muestra 3	19	17	23	18	20	19	19	19	24	17
	Muestra 4	21	18	22	19	17	23	16	19	26	18
	Muestra 5	18	19	21	18	19	22	17	18	26	18
	Muestra 6	19	16	23	18	17	24	17	20	23	16
	Muestra 7	20	18	19	20	18	25	18	16	24	17
	Muestra 8	18	17	20	20	22	19	16	21	27	18
	Muestra 9	19	19	21	19	19	18	15	20	26	15
	Muestra 10	21	17	22	19	22	19	19	17	26	19

Anexo N° 34: Muestreo en campo del diámetro de lechuga

		CON UREA					SIN UREA				
		Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino	Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino
B1	Muestra 1	20	26	28	21	25	25	24	28	18	26
	Muestra 2	19	25	29	17	22	24	25	27	15	27
	Muestra 3	20	24	30	23	26	23	23	27	17	27
	Muestra 4	19	23	26	19	25	23	22	24	16	27
	Muestra 5	18	23	29	22	26	22	26	25	16	29
	Muestra 6	17	27	25	20	24	20	24	26	16	23
	Muestra 7	20	27	27	20	21	22	22	27	19	22
	Muestra 8	20	25	27	23	20	19	20	23	15	24
	Muestra 9	18	25	30	22	25	22	22	24	14	22
	Muestra 10	20	27	33	19	25	23	23	25	18	25
B2	Muestra 1	16	20	30	20	22	20	25	27	23	28
	Muestra 2	18	18	32	19	27	18	24	26	24	29
	Muestra 3	17	21	32	20	26	19	24	24	24	28
	Muestra 4	20	18	31	19	23	21	23	24	21	28
	Muestra 5	20	22	28	18	25	23	24	27	20	32
	Muestra 6	22	19	33	26	24	24	24	29	19	27
	Muestra 7	21	18	32	24	23	19	25	30	18	27
	Muestra 8	17	21	32	22	25	23	27	27	23	28
	Muestra 9	19	20	30	24	26	25	28	26	22	31
	Muestra 10	18	25	28	25	26	20	25	28	23	30

Anexo N° 34: Muestreo en campo del diámetro de lechuga (continuación)

		CON UREA					SIN UREA				
		Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino	Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino
B3	Muestra 1	19	20	19	20	24	21	30	30	24	27
	Muestra 2	19	22	18	20	25	22	29	30	21	26
	Muestra 3	20	25	21	19	21	25	30	27	26	30
	Muestra 4	19	24	20	20	19	27	31	28	20	30
	Muestra 5	19	25	19	18	20	24	29	32	24	29
	Muestra 6	18	23	23	19	23	23	30	31	23	29
	Muestra 7	17	22	22	18	25	21	31	28	24	29
	Muestra 8	20	22	24	19	21	26	29	30	20	29
	Muestra 9	17	25	20	18	20	26	29	29	25	29
	Muestra 10	18	24	23	21	22	23	28	29	25	30
B4	Muestra 1	26	20	24	32	23	26	26	24	25	25
	Muestra 2	27	22	23	31	20	23	22	21	24	21
	Muestra 3	26	23	22	33	19	24	29	20	25	23
	Muestra 4	28	24	22	32	19	22	29	20	25	24
	Muestra 5	27	23	20	32	20	22	28	22	22	24
	Muestra 6	26	20	21	31	18	26	26	23	22	27
	Muestra 7	25	21	23	31	20	22	27	24	20	25
	Muestra 8	25	20	21	30	19	26	26	23	25	24
	Muestra 9	25	20	22	31	25	26	27	20	21	24
	Muestra 10	26	20	20	29	22	22	20	23	23	26

Anexo N° 35: Muestreo en campo del peso fresco de lechuga

		CON UREA					SIN UREA				
		Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino	Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino
B1	Muestra 1	375	430	521.2	270	375	400	380	445	295	450
	Muestra 2	360	375	360	270	543.2	385	350	535	370	505
	Muestra 3	491.3	450	445	255	425	400	290	465	290	420
	Muestra 4	445	410	415	250	465	275	360	375	300	435
	Muestra 5	305	395	374	250	450	290	543.7	410	370	400
	Muestra 6	305	457	517	275	460	360	450	435	325	500
	Muestra 7	310	350	435	280	500	365	380	443	365	514.6
	Muestra 8	325	460	492	260	390	390.1	465	512	430	410
	Muestra 9	395	445	433	325	325	375	425	535	425	395
	Muestra 10	390	527.5	480	275	450	235	475	593.8	380	370
B2	Muestra 1	280	460	375	255	483	392.6	430	450	425	325
	Muestra 2	420	450	350	270	450	290	330	530	300	520
	Muestra 3	370	400	410	425	280	315	423	520	325	455
	Muestra 4	335	500	385	380	580	320	407	450	300	500
	Muestra 5	362	350	395	310	575	327	410	455	453	460
	Muestra 6	360	440	430	390	475	320	405	405	420	380
	Muestra 7	375	360	520	370	560	273	345	500	525	445
	Muestra 8	330	549.1	500	410	435	225	325	530	330	513
	Muestra 9	230	525	500	290	515	300	325	655	420	450
	Muestra 10	175	410	542.3	457.5	612.9	380	415	600	400	320

Anexo N° 35: Muestreo en campo del peso fresco en lechuga (continuación)

		CON UREA					SIN UREA				
		Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino	Testigo	Estiércol cuy	Estiércol ovino	Compost cuy	Compost ovino
B3	Muestra 1	509.6	520	625	300	505	370	400	360	410	380
	Muestra 2	510	635	625	425	385	325	400	300	305	480
	Muestra 3	470	500	515	435	350	380	400	360	350	415
	Muestra 4	345	435	480	425	360	225	495	425	350	375
	Muestra 5	435	440	575	405	445	300	335	325	285	470.1
	Muestra 6	375	500	600	460	375	265	475	405	395	427
	Muestra 7	340	555	700	500	460	317	445	407	300	410
	Muestra 8	475	540	500	450	500	475	265	407	375	405
	Muestra 9	355	445	365	480	615	255	375	400	445	350
	Muestra 10	400	400	440	475	525	355	410	405	355	475
B4	Muestra 1	425	425	410	425	480	555	350	430	425	425
	Muestra 2	400	375	425	455	425	400	375	375	325	382
	Muestra 3	375	360	505	470	480	325	400	395	455	455
	Muestra 4	375	475	460	365	465	350	410	472	380	425
	Muestra 5	420	455	575	510	490	300	325	405	425	418
	Muestra 6	450	470	400	250	515.9	360	380	440	500	373
	Muestra 7	525	425	475	400	445	555	300	460	661.7	450
	Muestra 8	375	449	490	380	375	570	378	400	395	415
	Muestra 9	400	430	545	400	405	465	425	395	425	450
	Muestra 10	350	350	410	395	385	370	456	455	455	400

Anexo N° 36: Cronograma de actividades en el manejo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Fecha	Tareas Realizadas
10/12/2011	Preparación de compost de cuy y ovino
05/02/2012	Se realizó el almácigo del cultivo
25/02/2012	Preparación de terreno
05/03/2012	Instalación de rafia y carteles en el área de investigación
03/03/2012	Apertura de surco, pesado y aplicación de todas las materias orgánicas a línea corrida en el surco de cada tratamiento
07/03/2012	Trasplante de las plantas de lechuga en cada uno de los surcos
08/03/2012	Riego
15/04/2012	Primera aplicación de urea sobre los tratamientos
20/04/2012	Deshierbo manual
21/04/1900	Control fitosanitario
29/04/2012	Segunda aplicación de la urea sobre los tratamientos
30/04/2012	Ultimo riego en el campo de cultivo
05/05/2012	Cosecha y toma de muestra para cada uno de las variables en estudio y pesado de las mismas y llevadas al horno a secar
10/05/2012	Muestreo de suelo de todos los tratamientos del campo (40 muestras)

FOTOS



Foto N° 1: Instalación de rafia y de carteles indicadores de tratamientos.



Foto N° 2: preparación del terreno para el trabajo de investigación.



Foto N° 3: Apariencia del terreno después de la preparación.



Foto N° 4: Apertura de surcos para la incorporación de materia orgánica a línea corrida.



Foto N° 5: Incorporación de la materia orgánica en el surco a línea corrida.

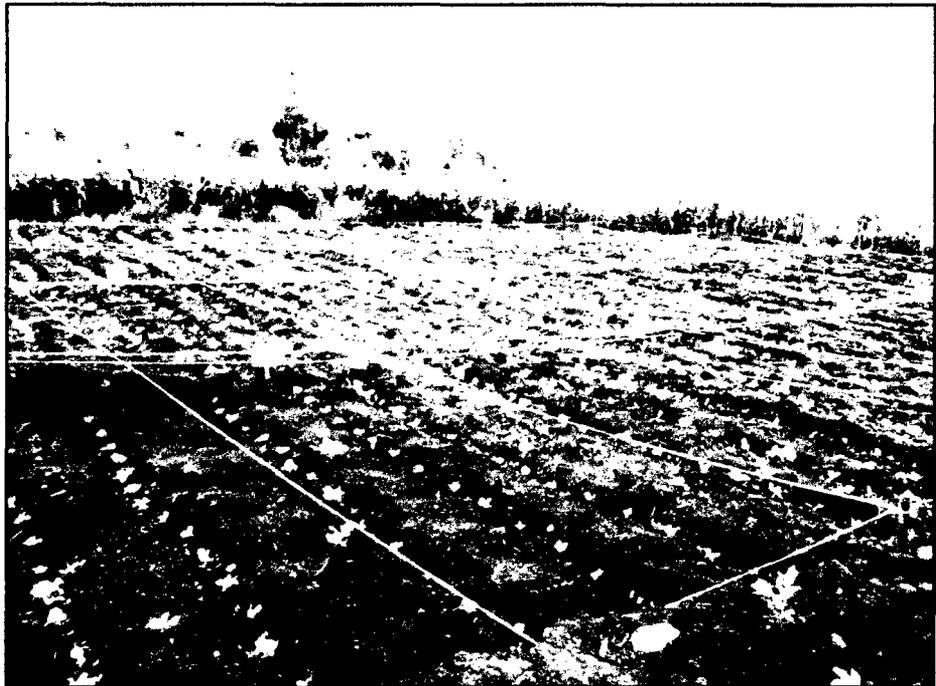


Foto N° 6: Apariencia del terreno después del trasplante.

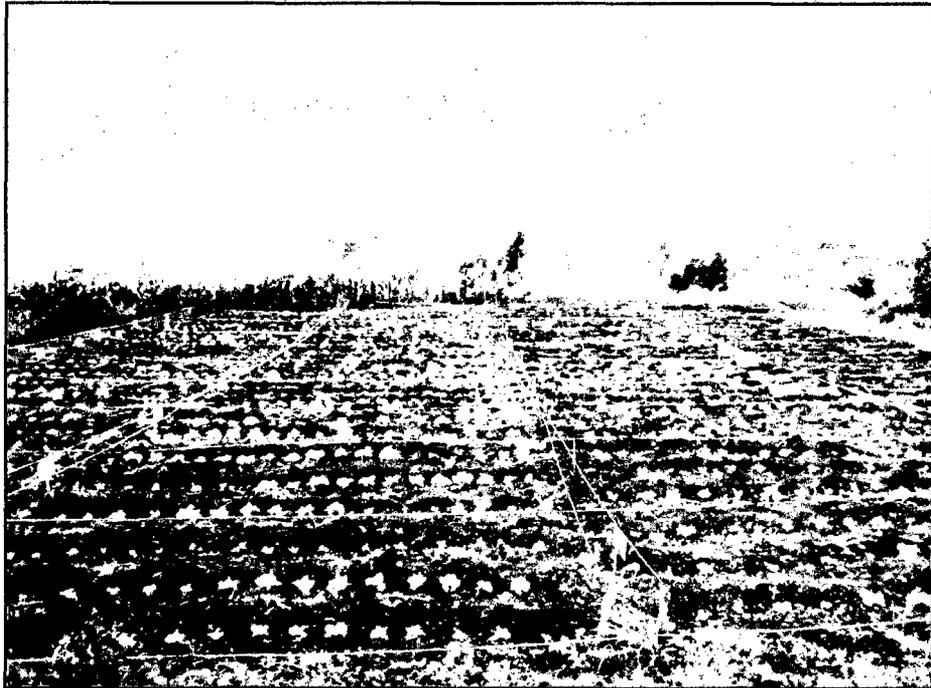


Foto N° 7: Momento de aplicación de la urea



Foto N° 8: Segunda aplicación de la urea.



Foto N° 9: Apariencia de campo antes del inicio de cosecha.

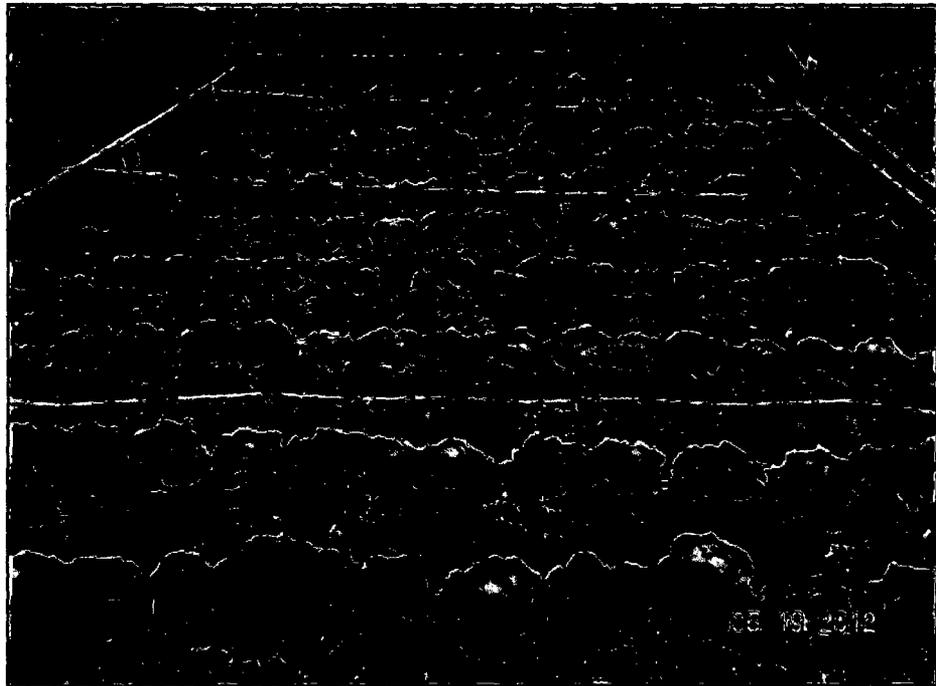


Foto N° 10: Apariencia del campo al inicio de la cosecha.



Foto N° 11: Realización de la cosecha.



Foto N° 12: Toma de datos para la altura de planta.



Foto N° 13: Toma de datos para el diámetro de cabeza.

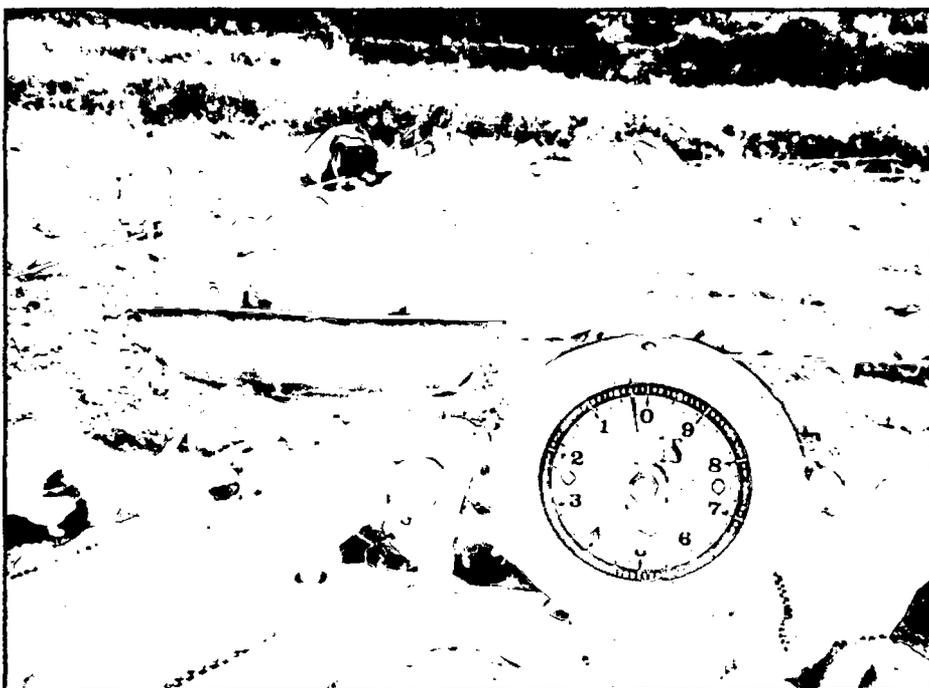


Foto N° 14: Toma de datos para el peso fresco.



Foto N° 15: Etiquetado de las cabezas de lechuga para el peso seco y nitrógeno por planta.

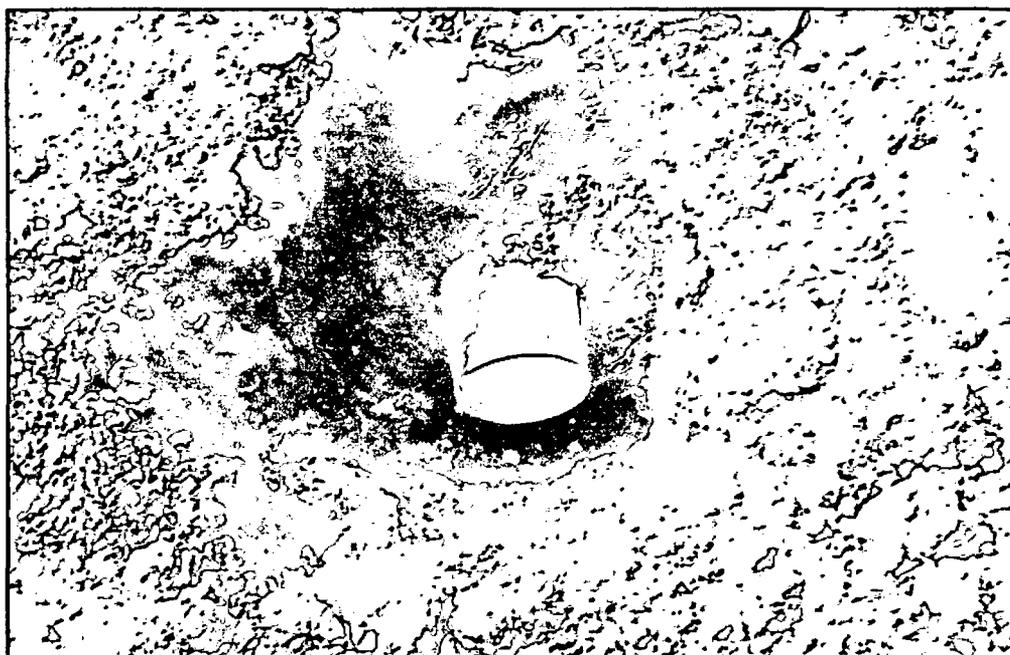


Foto N° 16: Toma de muestra para el análisis físico químico del suelo.