

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ Y DENSIDAD DE PLANTACION
EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE PUERRO (*Allium ampeloprasum*)
EN LA LOCALIDAD DE VIACHA**

MARIO WENCESLAO CACHI YUJRA

LA PAZ - BOLIVIA

2013

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

**EFFECTO DE NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ Y DENSIDAD DE PLANTACION
EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE PUERRO (*Allium ampeloprasum*)
EN LA LOCALIDAD DE VIACHA.**

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

MARIO WENCESLAO CACHI YUJRA

Asesores:

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán

Ing. M. Sc. Wilfredo Peñafiel Rodríguez

Comité Revisor:

Ing. M. Sc. Rubén Jacobo Trigo Riveros

Ing. René Calatayud Valdez

Ing. M. Sc. Brigido Moisés Quiroga Sossa

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:

Dedicatoria

*Con gratitudud y respeto a mi familia,
docentes y compañeros de la
Facultad de Agronomía*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por brindarme conocimiento y valores, también agradezco a personas con las cuales compartí su palabra.

A mis padres Mario Cachi Calle y Estela Yujra Mamani, por su apoyo incondicional, para mi formación como persona y profesional. De la misma forma a mi hermana Sofía Cachi Yujra, por el apoyo moral.

A mi Asesor Ing. Eduardo Oviedo, quien me apoyó todo el tiempo con su experiencia en el área, juntamente con el Ing. M.Sc. Wilfredo Peñafiel, que han contribuido de gran manera en la preparación del documento del presente trabajo. Así también por permitirme realizar esta investigación en los predios de la Carrera técnica de Viacha..

A mis revisores: Ing. M.Sc. Ruben Trigo, Ing. M.Sc. Moises Quiroga e Ing. René Calatayud, a quienes les quedo muy agradecido por la revisión, y correcciones que mejoraron el presente trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica por su apoyo y orientación en mi formación profesional.

A todos los compañeros que me apoyaron para seguir y concluir todo el ciclo académico en la Carrera de Ingeniería Agronómica.

INDICE GENERAL

Pág.

1. INTRODUCCION	1
OBJETIVO GENERAL:	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1 MATERIA ORGÁNICA	4
2.1.2 Humus de Lombriz	5
2.1.3 Composición del Humus de Lombriz.....	6
2.1.4 Características Físico Químicas del Humus de Lombriz	7
2.1.5 Características Biológicas	9
2.1.6 Humus de Lombriz y Nutrición Vegetal	10
2.1.7 Usos del Humus de Lombriz	10
2.2 DENSIDAD DE PLANTACIÓN.....	11
2.3 EL PUERRO.....	12
2.3.1 Origen	12
2.3.2 Taxonomía Botánica	13
2.3.3 Valor Nutricional.....	13
2.3.4 Características Botánicas del Puerro	14
2.3.5 Requerimientos del Cultivo	15
2.3.5.1 Suelo..	15
2.3.5.2 Nutrición del Puerro.....	16
2.3.5.3 Riego..	16
2.3.5.4 Temperatura.	16
2.4 ANÁLISIS DE COSTOS.....	17
2.4.1 Presupuesto Parcial	17
2.4.2 Costos Variables	17
2.4.3 Precio de Campo de un Insumo	17
2.4.4 Tamaño de la Parcela	18
2.4.5 Rendimientos Ajustados.....	18
2.4.6 Precio de Campo del Producto	18
2.4.7 Beneficio Bruto de Campo	18
2.4.8 Beneficio Neto.....	19
2.4.9 Análisis de Dominancia.....	19

2.4.10 Relación Beneficio Costo	19
2.4.11 Costos de Producción	19
3. LOCALIZACION	20
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	20
3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	20
3.2.3 Temperaturas registradas en la localidad de viacha gestión 2012	21
4.1 MATERIALES	26
4.1.1 Material Biológico	26
4.1.2 Humus de Lombriz	26
4.1.3 Equipo de Trabajo	27
4.2 METODOLOGÍA	28
4.2.1 Procedimiento Experimental	28
4.2.1.1 Preparación del Almacigo.....	28
4.2.1.2 Siembra del Puerro.	28
4.2.1.3 Preparación del Suelo del Campo Experimental.	28
4.2.1.4 Muestreo del Suelo.	28
4.2.1.5 Características del Suelo Previo al Experimento..	29
4.2.1.6 Características del suelo posterior al experimento..	30
4.2.1.7 Delimitación de unidades experimentales..	32
4.2.1.8 Trasplante.....	32
4.2.1.9 Labores Culturales.....	33
4.2.1.10 Cosecha..	33
4.2.2 Diseño Experimental	33
4.2.3 Factores de Estudio	34
4.2.4 Tratamientos	35
4.2.5 Croquis del Experimento	35
4.2.5.1 Dimensiones del Campo Experimental.....	36
4.2.6 Datos Experimentales	37
4.2.7 Variables Agronómicas	37
4.2.7.1 Rendimiento en Materia Verde ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$).	37
4.2.7.2 Altura de Planta (cm).	37
4.2.7.3 Diámetro del Tallo Falso (mm).....	37
4.2.7.4 Diámetro de Bulbo Falso (mm).	38
4.2.7.5 Número de Hojas.	38
4.2.7.6 Rendimientos Ajustados	38
4.2.7.7 Beneficio Bruto..	38

4.2.7.8 Beneficio Neto..	38
4.2.7.9 Relación Beneficio / Costo.	38
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
5.1 VARIABLES AGRONÓMICAS	39
5.1.1 Rendimiento de Materia Verde	39
5.1.2 Diámetro de Tallo Falso	44
5.1.3 Diámetro de Bulbo Falso	48
5.1.4 Altura de Planta	53
5.1.5 Número de Hojas	60
5.2 ANÁLISIS DE COSTOS	65
5.2.1 Costos de Producción	65
5.2.2 Beneficios netos	67
5.2.3 Análisis de Dominancia	68
5.2.4 Relación Beneficio Costo	69
6. CONCLUSIONES	71
7. RECOMENDACIONES	73
8. BIBLIOGRAFIA	75

INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. Registro de datos climáticos del periodo 2012	20
CUADRO 2. Análisis de muestra orgánica de humus de lombriz	27
CUADRO 3. Análisis físico químico del suelo previo al experimento	29
CUADRO 4. Análisis físico químico del suelo posterior al experimento	31
CUADRO 5. Niveles de humus de lombriz aplicados.....	34
CUADRO 6. Densidad de plantación del puerro	34
CUADRO 7. Tratamientos experimentales de niveles de humus y densidad de plantación.....	35
CUADRO 8. Análisis de varianza para el rendimiento en materia verde de puerro. .	39
CUADRO 9. Prueba de duncan para el rendimiento en materia verde de puerro...	40
CUADRO 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo falso de puerro.....	44
CUADRO 11. Prueba de duncan para el factor dosis de humus de lombriz en el diámetro de tallo falso de puerro.	45
CUADRO 12. Análisis de varianza para el diámetro de bulbo falso en	49
CUADRO 13. Prueba de duncan para el factor dosis de humus de lombriz en el diámetro de bulbo falso	50
CUADRO 14. Análisis de varianza para altura de planta en cm.....	53
CUADRO 15. Prueba de duncan para dosis de humus de lombriz en la altura de planta	54
CUADRO 16. Prueba de duncan para la altura de planta	58
CUADRO 17. Análisis de varianza para el número de hojas	61
CUADRO 18. Prueba de duncan para el número de hojas	62
CUADRO 19. Análisis del costo de producción y tratamientos	66
del cultivo de puerro.....	66
CUADRO 20. Análisis de beneficios y costos por tratamiento	67
del cultivo de puerro.	67
CUADRO 21. Análisis de dominancia para los diferentes tratamientos	68
CUADRO 22. Relación beneficio / costo de los tratamientos	69

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento del Tallo Falso.....	22
Figura 2. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento de Bulbo.....	23
Figura 3. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento de altura de planta.....	24
Figura 4. Efecto de la temperatura sobre desarrollo de hojas.....	25
Figura 5. Croquis del experimento.....	36
Figura 6. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre el rendimiento en materia verde de puerro.....	41
Figura 7. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre el desarrollo del diámetro de tallo falso.....	46
Figura 8. Efecto de las Dosis de Humus de Lombriz sobre el desarrollo de bulbo falso.....	51
Figura 9. Efecto de las Dosis de Humus de Lombriz sobre el Desarrollo de la Altura de Planta.....	55
Figura 10. Efecto de la Densidad de Plantación sobre el Desarrollo de la Altura de Planta.....	58
Figura 11. Efecto de las Dosis de Humus de Lombriz sobre el Desarrollo de Numero de Hojas.....	63

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en los predios de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, en Viacha ubicada en el departamento de La Paz, provincia Ingavi, a 22 kilómetros del centro de la Ciudad a una altitud de 3830 m.s.n.m. Geográficamente se encuentra a los 16° 38' de latitud Sur y 68° 17' de longitud Oeste con una precipitación promedio de 500 mm anuales y una temperatura promedio de 8 °C.

Para el trabajo de investigación se utilizaron semillas de puerro variedad monstruoso de Carentan, Humus de lombriz obtenido de los residuos orgánicos del botadero de Mallasa. Mediante la combinación de los factores dosis de Humus de lombriz y densidades de plantación se obtuvieron ocho tratamientos. La semilla fue almacigada bajo condiciones de una carpa solar, para luego ser plantadas a campo abierto, previamente se delimitaron las unidades experimentales y se aplicaron las dosis de humus de lombriz.

La aplicación del humus de lombriz fue realizada previa a la plantación a campo abierto, cumpliendo con las labores culturales se realizó la cosecha a los 120 días del trasplante, de acuerdo a los datos obtenidos se rechazó la hipótesis nula, porque existían diferencias entre dosis de humus de lombriz y densidades de plantación, en cuanto al rendimiento se obtuvieron diferencias significativas por las diferentes dosis de humus de lombriz usadas en el experimento.

Mediante el experimento se observó que el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis de humus de lombriz a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) obteniendo 33400 kg \cdot ha $^{-1}$ superando a la dosis 3889 Kg de Humus \cdot ha $^{-1}$ que obtuvo 32100 kg \cdot ha $^{-1}$ a si mismo estos rendimientos fueron superiores en relación a los obtenidos utilizando a_2 (2932 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_1 (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$).

En cuanto a la densidad de plantación se observó su influencia en la altura de planta, obteniéndose 67,54 cm con d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$) por encima de 59,54 cm de altura obtenidos con una densidad de plantación, d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$).

En cuanto al análisis de costos se tiene que el T_5 obtiene los mejores beneficios con 2,29 de relación beneficio costo por encima de los demás tratamientos, sin embargo se destaca que los demás tratamientos expresan beneficios netos mostrando beneficios netos en relación a las unidades invertidas en los distintos tratamientos.

1. INTRODUCCION

Bolivia se divide en diferentes regiones dentro de las cuales el altiplano tiene factores limitantes para la producción de cultivos, principalmente por las bajas temperaturas, y la escasa precipitación que hacen insostenible la producción de ciertos cultivos como las hortalizas que son susceptibles a factores climáticos como las heladas y las sequías; sin embargo, existen cultivos como el puerro (*Allium ampeloprasum*) que pueden ser adaptables a estas condiciones adversas y que son desconocidas por los productores que en su mayoría optan por una producción de cultivos ya conocidos.

Las hortalizas susceptibles a factores adversos en muchos casos no logran desarrollar un ciclo productivo, es por eso que se deben realizar planificaciones para establecer al cultivo en un rango de periodos que sean favorables a su desarrollo, esta planificación a su vez debe ir acompañada de una elección adecuada de cultivo, buscando características que contrasten con factores climáticos presentes en el altiplano.

En el caso del puerro (*Allium ampeloprasum*), no se tienen trabajos de investigación en el altiplano boliviano siendo que este cultivo es resistente a los climas fríos perteneciente a la familia aliacea, este posee una diferenciación celular que sin duda contrarresta factores adversos como las bajas temperaturas y las heladas.

Actualmente la producción de los cultivos requiere de insumos que no causen efectos adversos al suelo por esta razón el uso de humus de lombriz se adecua a métodos enmarcados dentro de la producción orgánica y su aporte al cultivo es fundamental no solo en su desarrollo sino también en la adecuación del cultivo al momento del trasplante, otro aspecto fundamental en una producción a condiciones de campo es el manejo de las densidades de plantación como una técnica de cultivo para lograr incrementos y optimización en la producción, un manejo adecuado de la

técnica genera rendimientos crecientes que beneficiaran sin duda a la producción del cultivo.

Esta visión productiva establece métodos que permitan un aporte al sistema suelo planta sin provocar efectos adversos y retroactivos en el suelo, sino más bien mejorando las características y factores del suelo. En ese sentido la utilización del humus de lombriz como insumo biofertilizante es de gran aporte al suelo y planta, por consiguiente al desarrollo del cultivo, brindando además mejoras significativas e integrales en el suelo. Según estudios actuales debemos destacar que el humus de lombriz no solo influye en la mejora del suelo sino también en el desarrollo del cultivo brindando efectos fitohormonales, que desempeñan un papel importante en el crecimiento.

En cuanto a la densidad de plantación, esta técnica de cultivo nos permite conocer los aspectos básicos para una plantación adecuada que genere rendimientos óptimos, además de caracterizar los efectos y las interacciones causadas en el periodo de desarrollo del cultivo.

Por lo señalado, el presente trabajo pretende alcanzar los siguientes objetivos.

Objetivo General:

- Evaluar el efecto de niveles de humus de lombriz y diferentes densidades de plantación en el comportamiento productivo de puerro (*Allium ampeloprasum*) bajo condiciones de campo.

Objetivos Específicos:

- Determinar el rendimiento productivo del puerro bajo la aplicación de niveles de humus de lombriz y diferentes densidades de plantación en condiciones de campo.
- Determinar el efecto de niveles de humus de lombriz y densidades de plantación en el desarrollo vegetativo de puerro bajo condiciones de campo.
- Evaluar el efecto de factores climáticos en el desarrollo vegetativo de puerro.
- Evaluar la relación beneficio costo en los rendimientos del puerro con la aplicación de humus de lombriz y densidades de plantación.

Hipotesis

Ho: No existe diferencia en el rendimiento del puerro bajo niveles de humus de lombriz y diferentes densidades de plantación.

Ho: No se presentan diferencias en las variables vegetativas bajo la aplicación de niveles de humus de lombriz y diferentes densidades de plantación.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Materia Orgánica

La materia orgánica está constituida por los compuestos de origen biológico que se presentan en el suelo. El edafon consiste en los organismos vivientes del suelo o sea su flora y fauna.

La materia orgánica no es la misma en todos los suelos. El tipo de vegetación, la naturaleza de la población microbiológica del suelo, el tipo de drenaje, la lluvia, la temperatura, y el manejo del suelo desde el punto de vista agrícola, afectan el tipo y la cantidad de materia orgánica que se encuentre. La materia orgánica en resumen, es el producto de su ambiente (Salas, 1979).

Según Pollock (2003), la materia orgánica y la fauna que hay en el suelo le proporcionan su fertilidad y su estructura dos aspectos que están estrechamente relacionados. También es esencial para la fertilidad del suelo la amplia gama de microorganismos vivos que habitan en el incluye bacterias beneficiosas y hongos, así como una gama de gusanos y acaros microscópicos, lombrices y escarabajos, todos ellos dependen de la materia orgánica incorporada de diversos modos o aplicada en los acolchados anuales que se descomponen para formar humus.

La materia orgánica es de vital importancia para la fertilidad del suelo, ya que mejora la agregación de las partículas, la absorción de agua y el contenido de aire disminuyendo el escurrimiento superficial y mejorando el desarrollo radicular (Bellapart, 1996).

2.1.1 Humus

Según Pollock (2003), el humus es una mezcla compleja de componentes que proceden de la descomposición de materia orgánica, estos tienen una crucial influencia en la retención y la liberación de nutrientes, en la formación de una buena estructura del suelo y en su capacidad de retención del agua.

Actualmente el humus se define como la materia orgánica del suelo en un estado más o menos avanzado de estabilización que no se encuentra en una forma definida, sino en una serie de productos intermedios de transformación, hasta que parte de sus componentes llegan a mineralizarse bajo la acción del agua, oxígeno y principalmente de los microorganismos del suelo (Guerrero, 1996).

2.1.2 Humus de Lombriz

Es el resultado de las deyecciones de las lombrices, es un polvo liviano de olor agradable (a bosque húmedo) cuya apariencia y textura es similar a la de la borra del café, suave al tacto. Es el mejor fertilizante orgánico natural que hay en el mundo; contiene un millón de veces más microorganismos por gramo que el mejor estiércol, regenera el suelo y no cristaliza su superficie ni la empobrece, como ocurre con los fertilizantes químicos (Bustamante, 1995).

Quintero (1993), menciona que el humus producido por la lombriz roja californiana pondría a disposición del cultivo una cantidad de nutrimentos que puede llegar a sustituir hasta el 80% de la fertilización química. Por otra parte el humus forma complejos con elementos como Cobre y el Magnesio siendo una fuente preventiva de deficiencia de elementos menores como Hierro, Zinc, Cobre, y el Manganeseo (Borjas, 1994).

Según Guerrero (1996), el humus posee numerosas características físico-químicas que provocan efectos positivos tanto en el suelo como en la planta, algunos de ellos

son: mejorar la estructura del suelo, mejorar la retención de humedad, facilitar la absorción de nutrientes por parte de la planta y estimular el desarrollo de estas.

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

2.1.3 Composición del Humus de Lombriz

Bollo (1999), indica que el humus está compuesto por ácidos húmicos, ácidos fulvicos y huminas.

Según Ferranda (1994), los ácidos húmicos son el conjunto de sustancias que se encuentran en fase de transformación bioenzimática, cuyo proceso se ha originado de polímeros biológicos muy complejos estructuralmente y ricos en energía acumulable. El Ácido húmico es soluble en la solución alcalina, pero precipita cuando se acidifica el extracto. Es de color café oscuro de alto peso molecular, altamente polimerizado, íntimamente ligado a las arcillas y resistente a la degradación. Contiene alrededor de 50-62 % de carbono (Florenza, 1991).

Según Bollo (1999), el ácido fulvico es la fracción húmica que permanece en la solución acuosa acidificada; soluble en ácidos y bases. Es de color pardo-amarillento de menor peso molecular (900-5000 Dalton) y posee cerca de 43-52% de Carbono. Las huminas constituyen la parte no soluble y por tanto no extraíble de las sustancias húmicas.

Se calcula que el lombrihumus tiene una flora bacteriana de veinte mil millones de bacterias por gramo seco contenido alto de ácidos húmicos y fúlvicos, que combinados hacen más disponibles y asimilables los nutrientes.

La carga bacteriana y enzimática que posee el lombrhumus le proporciona bioestabilidad, evitando que se descomponga o fermente (Larco, 2004).

Según Delgado (2002), menciona que existen los siguientes grupos funcionales:

- Aerobios Mesofilos celulolíticos	7×10^4 Celulas/gramo
- Aerobios Termofilos Celulolíticos	$3,3 \times 10^4$ Celulas/gramo
- Anaerobios Mesofilos Celulolíticos	$4,4 \times 10^4$ Celulas/gramo
- Anaerobios Termófilos Celulolíticos	$2,6 \times 10^4$ Celulas/gramo
- Mesofilos Proteolíticos	$1,4 \times 10^7$ Células/gramo
- Termofilos Proteolíticos	$2,6 \times 10^7$ Celulas/gramo
- Mesofilos amonificantes	$1,9 \times 10^5$ Celulas/gramo
- Termofilos amonificantes	$1,2 \times 10^4$ Celulas/gramo
- Mesofilos nitrificantes	$8,0 \times 10^5$ Celulas/gramo
- Mesofilos denitrificantes	$1,4 \times 10^6$ Celulas/gramo
- Termofilos denitrificantes	$9,4 \times 10^4$ Celulas/gramo
- Mesofilos sulfato reductores	$4,9 \times 10^3$ Celulas/gramo
- Mesofilos sulfooxidantes	$1,5 \times 10^5$ Celulas/gramo

La población y distribución microbiana presente en el humus de lombriz presenta un gran dinamismo, variando según las características químicas y físicas del hábitat. De lo anterior se desprende que existe posibilidad de estandarizar este parámetro mediante prácticas a nivel de criadero.

2.1.4 Características Físico Químicas del Humus de Lombriz

Las características Físico – Químicas que se aportan al suelo son sin duda fundamentales en la interacción suelo planta al respecto se menciona que los ácidos húmicos y fulvicos ejercerían una serie de mejoras físicas, químicas y biológicas en

los suelos que conducen finalmente a un incremento en la productividad y fertilidad (Tradecorp, 2001).

Las mejoras físicas son las siguientes:

- Favorecen la formación de agregados estables actuando conjuntamente con la arcilla y humus mejorando la estructura del suelo (Tisdale y Nelson, 1966). De esta manera da cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos (Tan y Nopamombodi, 1979).
- Da un color oscuro al suelo lo que favorece al incremento de temperatura (Landeros, 1993).
- El humus mejora la capacidad de retención de humedad en el suelo (Tisdale y Nelson, 1966).
- El humus mejora y regula la velocidad de infiltración del agua evitando, la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999).
- Es un fertilizante biorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos (Bollo, 1999).

En cuanto a las mejoras químicas estas serían:

- Las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al unirse con las arcillas para formar el complejo arcillo – húmico (Landeros, 1993).
- Forman complejos fosfo–húmicos, manteniendo el fosforo en un estado asimilable por la planta (Tisdale y Nelson, 1966).
- El humus eleva la capacidad tampón de los suelos. Así para producir cambios en el pH del suelo puede ser necesario adicionar mayores cantidades de ácidos o bases (Landeros, 1993).
- Su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes para la planta (Bollo, 1999).

- El humus es una fuente de gas carbónico que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales, con lo que facilita su absorción para la planta (Tisdale y Nelson, 1966).
- El humus aporta elementos minerales en bajas cantidades y es una fuente importante de carbono (Guerrero, 1996).
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.

Por otra parte los contenidos minerales presentes en el humus de lombriz, no pueden ser considerados como único factor responsable del efecto fertilizante asignado a este por los investigadores. Por el contrario, existe un efecto aditivo de sus características químicas, físicas biológicas y energéticas, que en conjunto interactúan favoreciendo el crecimiento, desarrollo y procesos morfogenéticos de diferenciación celular, lo que constituyen en un material orgánico de importancia en producción vegetal (Delgado, 2002).

Realizando una comparación entre un suelo de alta calidad que posee por lo general 150 – 200 millones de microorganismos por gramo, el humus posee por gramo entre 250 – 300 millones de microorganismos diversos y benéficos a la planta (Pineda, 1994).

2.1.5 Características Biológicas

Uno de las características fundamentales del humus de lombriz es la relacionada a la interacción fitohormonal que causa al cultivo al respecto Delgado (2002), menciona que la actividad fitohormonal se da mediante la acción auxínica en el rango de 0,046 y 1,030 mg/L se encontró que 1 mg/L de sustancias húmicas presentan actividad equivalente a 0,009 mg/L de AIA (Acido Indol Acético).

Guerrero (1993), menciona que el humus de lombriz posee un alto contenido de ácidos fulvicos que favorece la asimilación casi inmediata de nutrientes minerales por las plantas. Por otra parte se debe señalar que el humus de lombriz posee una alta carga microbiana del orden de los 20000 millones por gramo seco (AOPEB, 1998).

2.1.6 Humus de Lombriz y Nutrición Vegetal

Según Bollo (2004), a través de la utilización del humus en cultivos se ha podido apreciar algunos aspectos que han predominado sobre otros y que resumiendo podrían ser:

- Aumento del efecto germinativo en semillas.
- Reducción el tiempo de emergencia.
- Mayor desarrollo radicular y vegetativo.
- Tiempo menor hasta la floración.
- Plantas más robustas y resistentes a plagas.
- Mayor fructificación en cantidad y tamaño.
- Mayor vida útil comercial de la planta.

2.1.7 Usos del Humus de Lombriz

Las características que posee el humus de lombriz hacen que este insumo sea utilizado en una gran mayoría de cultivos, al respecto Suquilanda (1995), señala que el humus puede ser usado en: plantas de interior, jardines urbanos, huertos césped de parques, floricultura, horticultura, invernaderos y otros.

En cuanto a las hortalizas para obtener un desarrollo óptimo de las plantas se debe incorporar en el momento del trasplante a la planta 40 – 60 g por cada planta en la zona de la raíz (AOPEB, 1998).

2.2 Densidad de Plantación

Según Vega y Andrade (2000), indica que el rendimiento por unidad de superficie está condicionado por el número de individuos capaces de producir rendimiento. La biomasa producida por cada individuo refleja la disponibilidad de recursos durante todo el ciclo de crecimiento y se asocia con su rendimiento.

El manejo de la densidad de siembra es una de las prácticas agrícolas más recomendables para lograr un incremento en la productividad de los cultivos debido a que con un número apropiado de individuos por unidad de superficie, se logra un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutricionales. Al elevar la densidad se reduce la biomasa y el rendimiento por planta; sin embargo, la producción de biomasa y el rendimiento por unidad de superficie son más altos (Escalante, 1999)

Castilla (2001), menciona que la densidad de siembra será junto con otras técnicas de cultivo, determinante de la intercepción de radiación solar por el cultivo a fin de convertir la energía solar en biomasa.

Optimizar mediante una intercepción de radiación adecuada, la producción de biomasa es clave para maximizar la producción cosechable. La densidad de siembra dependerá del desarrollo del cultivo, el cual estará influenciado principalmente por el cultivar elegido, sus características de crecimiento determinado o indeterminado.

La elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo ya que, junto con la adecuación del espaciamiento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento.

La densidad de siembra óptima de cualquier cultivo es aquella que: I. Maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la

definición del rendimiento y permite alcanzar el índice de cosecha máximo (Vega *et al.*, 2000).

En teoría las dos interacciones ocurren entre el rendimiento y la densidad cuando se incrementa la densidad de siembra del cultivo, dependen de si el rendimiento es el producto final del desarrollo de la planta en la fase reproductiva o en fase vegetativa (Gardner y Mitchell, 1985).

Se han efectuado muchos trabajos de investigación para determinar el espaciamiento óptimo de las hortalizas. Pero con un periodo de crecimiento adecuado el espaciamiento óptimo puede no producir la cosecha que espera un aficionado. Pero descartando los extremos, el rendimiento de cualquier hortaliza por metro cuadrado, en términos de peso, no varía mucho cualquiera que sea el número de plantas que haya en ese metro cuadrado. También hay que tener en cuenta otras consideraciones. Las plantas que están muy juntas maduran antes, y si se siembran excesivamente separadas tardan mucho más de lo normal (Antill, 1986).

2.3 El Puerro

2.3.1 Origen

Halsouet (2002), señala que el puerro procede de *Allium ampeloprasum* (ajo de oriente) una especie silvestre, común y muy diversa expandida por el sur de Europa, Norte de Africa, Turquía e Iran, donde crece en terrenos no cultivados, bosques de pinos, acantilados y costas arenosas. El KURRAT es una antigua variedad de puerro cultivada en Egipto y oriente próximo. Si bien botánicamente es próximo al puerro cultivado, se consume más por sus hojas que por sus tallos.

Se cree que procede del tiempo de los celtas, en las zonas de Mesopotania, Egipto, Turquía, Israel, etc. 3000 y 4000 a.C. Su nombre se asocio como ajo de oriente y era

empleado para guisos de cocina y para medicina. Sobre la edad media se extendió su cultivo en Europa y de ahí al resto del mundo (Macua, 2008).

2.3.2 Taxonomía Botánica

Según Tutin (1990), el puerro corresponde a:

- Clase: Liliopsida
- Subclase: Lilidae
- Orden: Liliales
- Familia: Liliaceae
- Genero: *Allium*
- Nombre científico: *Allium ampeloprasum*
- N. comunes: Puerro, porro, leek.

La especie fue originalmente descrita como *Allium porrum* por Lineo en 1753 pero en la segunda edición de "Species Plantarum", sugirió que el puerro podría ser solo una variedad de *A. ampeloprasum*, lo que llevo a J. Gay a clasificarlo como *Allium ampeloprasum*, denominación que se usa hasta el presente como sinónimo, (Tutin, 1990).

2.3.3 Valor Nutricional

Según Pollock (2003), el valor nutricional del puerro por cada 100 g de parte comestible es la siguiente:

- Agua	85,40 %
- Proteína	2,20 g
- Grasas	0,30 g
- Carbohidratos	11,20 g
- Fibra	1,30 g
- Cenizas	0,90 g
- Calcio	52,00 mg
- Fosforo	50,00 mg
- Hierro	1,10 mg
- Sodio	5,00 mg
- Potasio	347,00 mg
- Tiamina	0,60 mg
- Riboflavina	0,60 mg
- Niacina	0,50 mg
- Acido Ascorbico	17,00 mg
- Valor energético	52,00 cal

2.3.4 Características Botánicas del Puerro

Macua (2008), señala que el puerro consta de tres partes bien diferenciadas, hojas largas y lanceoladas, bulbo alargado blanco y brillante, y numerosas raíces pequeñas que van unidas a la base del bulbo. Las hojas del puerro se diferencian entre la parte superior de la hoja y la parte basal de la misma. La parte superior de la hoja tiene un crecimiento independiente de la parte basal, Tanto las hojas como el bulbo son las partes comestibles de esta hortalizas.

El órgano de consumo está formado por el tallo y la base de las hojas, las que son de color blanco y levemente engrosado. Las semillas son negras, redondas, angulosas. Aunque parecidas a las de cebolla, se distinguen por ser de menor tamaño. Se estiman entre 300 a 400 semillas por gramo. Su longevidad media es

corta de 1 a 3 años; a partir del primer año su capacidad germinativa disminuye rápidamente.

Las hojas son encintadas (largas y estrechas), con la base envainada formando un tallo falso llamado fuste. El diámetro del fuste, durante el periodo de crecimiento, lo determina el número de hojas emitidas y estas a su vez de:

- La duración de la vegetación (factor cultural)
- La rapidez de crecimiento (factor varietal y climático).

La longitud del fuste es una característica varietal más o menos influenciada por las técnicas de cultivo. La proporción de blanco está estrechamente ligada al modo de plantar y a las labores posteriores.

El sistema radicular es fasciculado, denso, constituido por numerosas raíces que pueden alcanzar 15 a 20 cm. Teniendo en cuenta que la profundidad de plantación suele ser de unos 10 cm (Halsouet, 2002).

2.3.5 Requerimientos del Cultivo

2.3.5.1 Suelo. Pollock (2003), menciona que el puerro se da mejor en un suelo rico y profundo con un pH neutro o ligeramente ácido y preferentemente que sea franco, arenoso y ligero. Con un abonado de fondo rico en nitrógeno, los puerros desarrollan un buen sistema radicular que mejora la estructura del suelo y por lo tanto colabora bien con la rotación del cultivo.

Por otra parte Halsouet (2005), menciona que el puerro se adapta a cualquier naturaleza física del suelo a condición de que sea profundo, rico en materia orgánica, aireado y susceptible de mantenerse fresco. En la siembra directa se descartaran los suelos muy pesados.

Según Pinzon (2002), recomienda suelos sueltos, profundos con alto contenido de materia orgánica. Se cultiva además en tierras turbosas con bajo mineralización de materia orgánica.

2.3.5.2 Nutrición del Puerro. Según Halsouet (2005), señala que las necesidades de nitrógeno son altas, y al ser un cultivo de gran duración ha de tenerse en cuenta el nitrógeno mineralizado procedente de las reservas orgánicas. Su exceso al inicio del cultivo puede agravar las manifestaciones de grasa bacteriana de puerro y durante el cultivo exagerar el desarrollo foliar en detrimento de su firmeza después de recolectado y de su resistencia al frío.

Maroto (1994), menciona que el puerro requiere una fertilización entre 50-100 kg de nitrógeno, 80-100 kg de P_2O_5 y 100-150 kg de K_2O por hectárea.

Huerres (1991), menciona que las liliáceas tienen un alto nivel extractivo, por lo que se recomienda una fertilización por hectárea de 90 a 130 kg de nitrógeno, 20 a 40 kg de P_2O_5 y 120 a 180 kg de K_2O .

2.3.5.3 Riego. Tiscornia (1982), menciona que el puerro requiere riego en zonas muy secas, debiéndose trazar surcos o regueras entre una y otra hilera.

Maroto (1994), señala que se debe procurar que el gradiente de humedad del suelo se mantenga a buenos niveles y sin oscilaciones durante el crecimiento activo.

2.3.5.4 Temperatura. Maroto (1994), señala que el puerro es bastante resistente al frío, prefiere climatologías templadas y húmedas. Su temperatura óptima media de crecimiento es de 13 y 24 °C.

El puerro se adapta a todos los climas, aunque de forma general prefiere los templados y secos, también existen variedades que soportan muy bien los climas fríos y las heladas (Tiscornia, 1982).

2.4 Análisis de Costos

2.4.1 Presupuesto Parcial

El presupuesto parcial es un método para organizar los datos experimentales, económicamente importantes. Esto con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos y así poder compararlos entre si logrando realizar los análisis (CIMMYT, 1988).

2.4.2 Costos Variables

Según CIMMYT (1988), los costos que varían son los costos por hectárea relacionados con los insumos comprados, que pueden variar según lo exija una determinada tecnología o tratamiento. Estos pueden ser: mano de obra, insumos agrícolas, la maquinaria, equipos especiales, mismos que varían de un tratamiento a otro.

2.4.3 Precio de Campo de un Insumo

El precio de campo de un insumo variable, es el valor que se paga para usar una unidad adicional del insumo en la parcela experimental. Por lo tanto se debe expresar en términos de unidades monetarias por las unidades físicas de venta (CIMMYT, 1988).

2.4.4 Tamaño de la Parcela

Según CIMMYT (1988), los rendimientos calculados con base en parcelas pequeñas a menudo sobreestiman el rendimiento de un campo entero debido a errores cometidos al medir la superficie cosechada. Esto debido a que, las parcelas pequeñas tienden a ser más uniformes que las grandes.

2.4.5 Rendimientos Ajustados

El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el valor promedio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el dato experimental y el del agricultor que podría lograr con ese tratamiento. Los rendimientos que se obtienen en condiciones experimentales a menudo son mayores a los que el agricultor lograría con los mismos tratamientos (CIMMYT, 1988).

2.4.6 Precio de Campo del Producto

El precio de campo del producto se define como el valor que tiene para el agricultor una unidad adicional de producción en el campo, antes de la cosecha. Para calcularlo se toma el precio que el agricultor recibe (o podría recibir) por el producto cuando lo vende y se le restan todos los costos relacionados con la cosecha y venta, estos son proporcionales al rendimiento. Es decir los costos que se pueden expresar por kilogramo de producto (CIMMYT, 1988).

2.4.7 Beneficio Bruto de Campo

Según CIMMYT (1988), el beneficio bruto de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado y se expresa en unidades monetarias por rendimiento en peso que puede ser expresado en kilogramo.

2.4.8 Beneficio Neto

El beneficio neto se calcula restando el total de los costos que varían, del beneficio bruto de campo. De esta manera se tiene la cantidad monetaria que se obtiene de una determinada actividad económica (CIMMYT, 1988).

2.4.9 Análisis de Dominancia

Según CIMMYT (1988), el análisis de dominancia se efectúa primero ordenando los tratamientos de menor a mayor costo, se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos más bajos.

2.4.10 Relación Beneficio Costo

Por tanto si en la relación Beneficio/Costo es menor a unidad que no existe beneficio económico, por tanto el cultivo no es rentable, cuando la relación B/C es igual a la unidad, nos demuestra que los ingresos logran cubrir solo los costos de producción y el cultivo tampoco es rentable; si la relación B/C es mayor a la unidad, indica que los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción y por tanto el cultivo es rentable.

2.4.11 Costos de Producción

Los costos de Producción, son el gasto o desembolso de dinero que hace en la adquisición de los insumos, para producir bienes o servicios. Sin embargo el término costo es más amplio, ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado (Perrin, 1979).

3. LOCALIZACION

3.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo se realizó en los predios de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria dependiente de la facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés ubicada en la ciudad de Viacha, capital de la provincia Ingavi a 22 km de la ciudad de La Paz, esta es comunicada por la carretera Alto-Viacha. Geográficamente se encuentra a los 16° 38´ de Latitud Sur y 68° 17´ de longitud Oeste a una altitud de 3830 m.s.n.m. con una precipitación promedio de 500 mm anuales, presenta clima frío con una temperatura promedio de 8° C.

3.2 Características Climáticas

Según los datos obtenidos a partir del servicio nacional de meteorología durante el periodo experimental se tuvieron los siguientes datos climáticos.

Cuadro 1. Registro de Datos Climáticos del periodo 2012 para la localidad de Viacha.¹

Mes	Precipitación	Humedad relativa %	Temperaturas		
			Máxima	Mínima	Promedio
Enero	104,4	68,7	18,5	1	9,75
Febrero	94	75,1	17,3	1	9,15
Marzo	88	71,4	18,8	-0,5	9,15
Abril	14,5	67,5	18	-6,5	5,75
Mayo	0	50,1	17,7	-10,2	3,75
Junio	0	50,3	18	-11,2	3,4

¹ Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, 2012.

3.2.1 Precipitaciones registradas en la Localidad de Viacha Gestión 2012

En cuanto a la precipitación pluvial durante el periodo experimental se tuvo un promedio de 49,12 mm, y en los meses de febrero y marzo se tuvieron precipitaciones de 94 y 88 mm, posterior a estos meses las precipitaciones descendieron a 14 mm y durante el mes de abril se tuvo 0 mm de precipitación.

Los datos presentados muestran un descenso drástico de la precipitación a partir del mes marzo llegando a registros de 0 mm para el mes de mayo, para aminorar los efectos de la precipitación en el desarrollo del cultivo se realizó los riegos respectivos atenuando de esta forma el déficit hídrico, estos riegos fueron realizados a capacidad de campo.

3.2.2 Datos de humedad relativa registrados en la Localidad de Viacha Gestión 2012

En cuanto a la humedad relativa los valores presentados indican un porcentaje por encima del 50% en los meses de Enero Hasta Abril, esto implica que las condiciones de humedad en la atmosfera no afectaron al desarrollo del cultivo, ya que al existir mayor humedad relativa la tasa de transpiración del cultivo no sufre incrementos que puedan afectar en gran medida su desarrollo.

3.2.3 Temperaturas registradas en la Localidad de Viacha Gestión 2012

La temperatura fue uno de los factores de mayor relevancia durante la experimentación puesto que esta no podía ser objeto de control, en este sentido su influencia es descrita mediante respuestas de las variables estudiadas. El promedio general fue de 6,95 °C, y durante el día se tuvieron temperaturas de 18 y 17 C, sin embargo por la noche se registraron temperaturas mínimas por debajo de los 0 C.

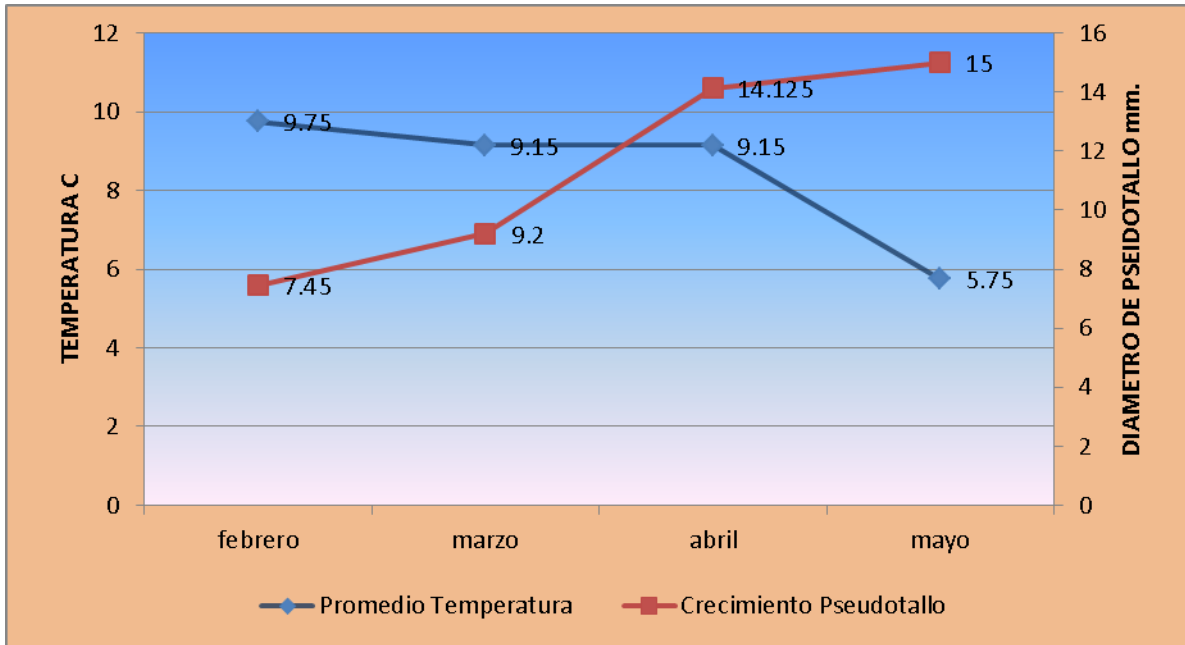


Figura 1. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento del Tallo Falso.

Según la Figura 1, la temperatura mantuvo un rango de aproximadamente 9 grados centígrados en los meses de febrero hasta abril, en este periodo el tallo falso crece de manera constante y proporcional, no obstante este crecimiento es continuo debido a la etapa de crecimiento del bulbo, es decir que las temperaturas homogéneas en los primeros meses retardaron el desarrollo del bulbo por lo cual el tallo falso logro un crecimiento significativo.

Por otra parte debemos señalar que el fotoperiodo mantuvo un rango de 11,9 horas luz durante los meses del estudio experimental, este hecho genero conjuntamente con las bajas temperaturas el retraso en el desarrollo de bulbo, debemos mencionar que los efectos del fotoperiodo se observan al activar etapas de crecimiento en órganos funcionales como el bulbo, y siendo que este periodo es retrasado el crecimiento de los demás órganos vegetativos continúan con su desarrollo como en el caso del tallo falso.

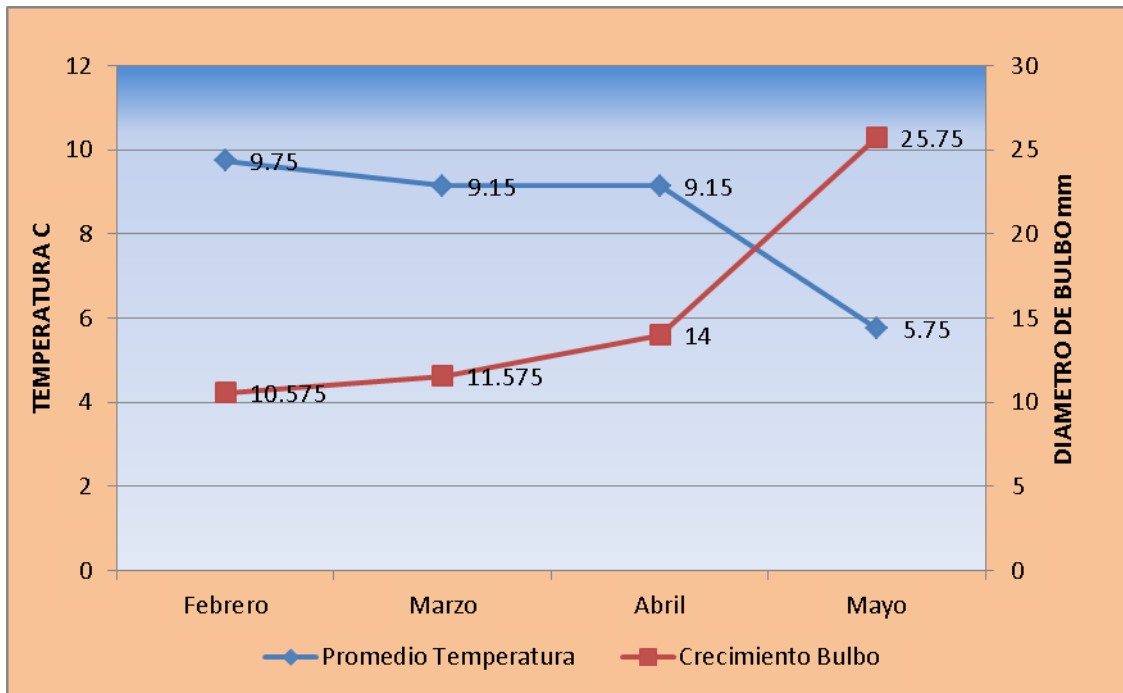


Figura 2. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento de Bulbo.

Según la Figura 2, en los primeros meses se puede observar un crecimiento homogéneo en la variable de bulbo esto debido a las bajas temperaturas que retardan el inicio pleno de su crecimiento, a este respecto debemos añadir que las temperaturas bajas y fotoperiodos menores inhiben la etapa de crecimiento del bulbo por lo cual las demás variables vegetativas mantienen un crecimiento continuo.

Por otra parte la influencia del fotoperiodo con 11,9 horas luz sobre el desarrollo de bulbo indica que este, inicio el crecimiento cuando se tuvo periodos bajos de luz por lo cual podríamos atribuir el desarrollo de bulbo a factores varietales, así también a los demás factores como es el caso del humus de lombriz y la densidad de plantación utilizada.

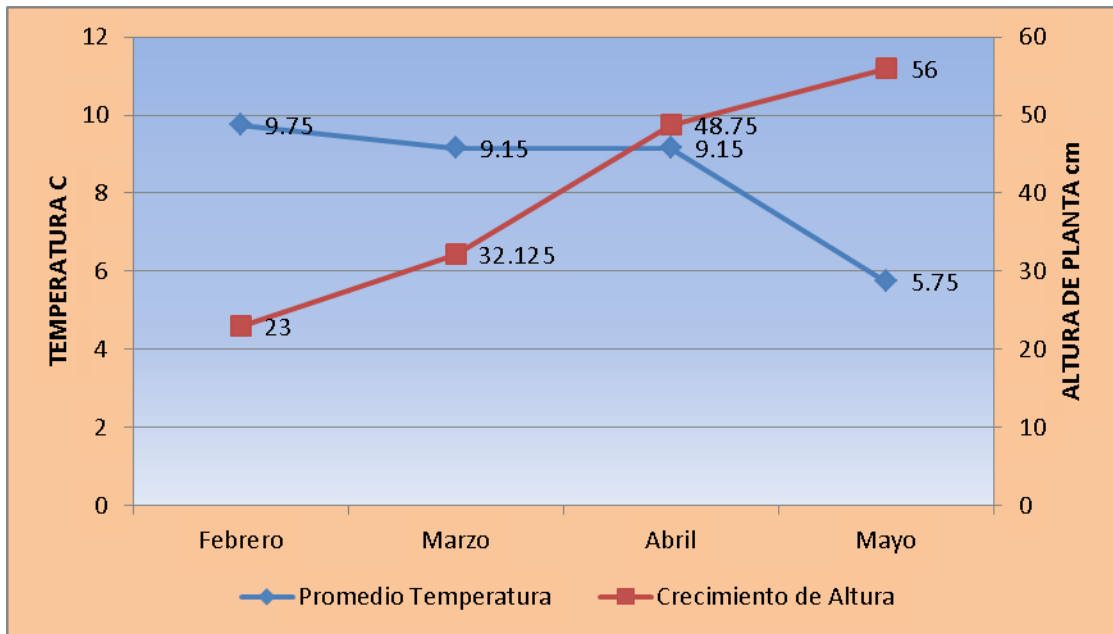


Figura 3. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento de altura de planta.

En la Figura 3, observamos una tendencia creciente en cuanto al crecimiento de altura de planta, esta tendencia de la variable se debe en gran parte al continuo desarrollo de las hojas y el tallo falso, si bien las temperaturas bajas y los fotoperiodos menores influyen un desarrollo lento, en el cultivo del puerro las variables vegetativas están sujetas a fenómenos de inducción, precisamente este fenómeno ocurre en el inicio de crecimiento del bulbo producto de la inducción de las hojas.

En el experimento observamos un desarrollo creciente en la altura del cultivo y en gran parte esto se ocurre por el retraso de inicio de crecimiento de bulbo, sin embargo este aspecto no solo responde a este fenómeno de inducción, puesto que en el trabajo experimental la temperatura y el fotoperiodo tuvieron registros que eran decrecientes en relación al crecimiento de las variables vegetativas.

Por lo mencionado un otro criterio para explicar el inicio de crecimiento del bulbo es el relacionado a los factores de estudio (Humus de lombriz y densidades de plantación) los cuales afectaron este fenómeno de inducción dando inicio a la etapa de crecimiento del bulbo y deteniendo el crecimiento de otras variables vegetativas como el tallo falso y las hojas.

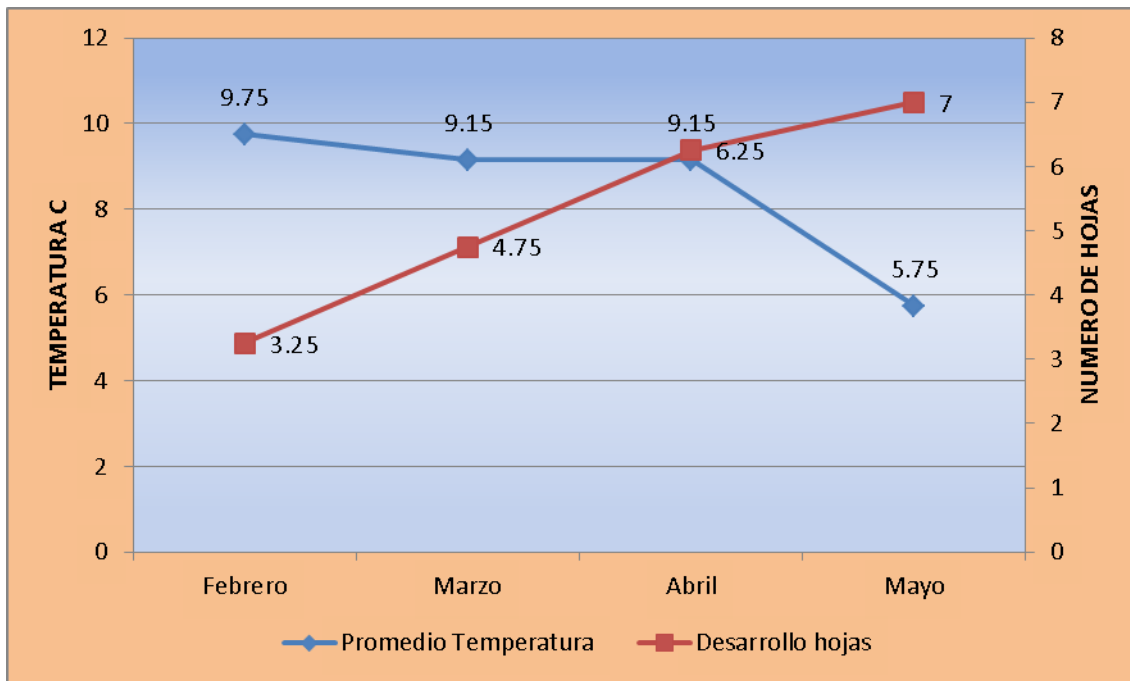


Figura 4. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de las hojas.

Según la figura 5, se observa una tendencia creciente en el desarrollo de las hojas, este desarrollo fue favorecido por la retardación de inicio de crecimiento de bulbo, puesto que las temperaturas bajas en los primeros meses atenuaron dicho crecimiento, este hecho indujo un desarrollo creciente de las hojas, sin embargo los efectos sobre el desarrollo de las hojas no pueden ser atribuidos solo al efecto de la temperatura, puesto que los factores del experimento tuvieron marcada influencia en la variable de número de hojas.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material Biológico

El material biológico usado en el experimento fue 5 g de semilla de puerro (*Allium ampeloprasum*) que correspondía a la variedad Monstruoso de Carentan que presentan hojas verde intenso, resistente a bajas temperaturas, además de presentar precocidad.

4.1.2 Humus de Lombriz

El humus de lombriz usado en el experimento fue obtenido del proyecto cierre del botadero de Mallasa perteneciente al Gobierno Municipal de La Paz y según análisis posteriores de laboratorio este humus es de buena calidad superando los valores de otros países; en cuanto a las normas internacionales exigidas la inocuidad de metales pesados que están por debajo de la admisibilidad.

En cuanto a los patógenos, no se presentaron riesgos, por tanto se recomienda el uso de este producto sin restricción alguna a quienes trabajen con estos productos. El análisis realizado fue hecho en el Laboratorio de Calidad Ambiental del Instituto de Ecología.

Cuadro 2. Análisis de muestra orgánica de humus de lombriz recabado del botadero de Mallasa.

Componente	Cantidad	Unidad
Nitrógeno total	0,74	%
Fosforo total	348	mg / kg
Sodio total	1839	mg / kg
Potasio total	36301	mg / kg
Calcio total	38601	mg / kg
Magnesio total	16023	mg / kg
pH en agua	7,2	pH
Conductividad eléctrica	2510	uS / cm

De acuerdo al análisis se concluye que el humus de lombriz tiene un nivel alto de nitrógeno 0,74 %, esta disposición de elemento influirá sin duda en el desarrollo del cultivo brindando así nitrógeno disponible al cultivo. El humus de lombriz tiene un pH de 7,2 lo cual indica un pH neutro, esto favorecerá al mantenimiento del pH entre la planta y el suelo, así también observamos que la conductividad eléctrica se encuentra dentro los parámetros normales por lo cual no influirá en la salinidad del suelo.

4.1.3 Equipo de Trabajo

En cuanto al equipo de trabajo se tuvieron los siguientes materiales en el desarrollo del experimento:

- Herramientas (pico, pala rastrillo)
- Huincha métrica
- Cinta de división de parcela
- Termómetro
- Cuaderno de anotaciones
- Manguera de riego

4.2 Metodología

4.2.1 Procedimiento Experimental

4.2.1.1 Preparación del Almacigo. Para obtener las plántulas se realizó la preparación del almacigo en una platabanda de (1,5 x 1,5) m y con 25 cm de profundidad posteriormente se elaboró un sustrato de abono orgánico, tierra y arena de 1: 1: 2. Se realizó la desinfección del sustrato mediante Ridomil, para evitar problemas fitosanitarios que afecten al almacigo.

4.2.1.2 Siembra del Puerro. Posterior a las actividades de desinfección se procedió a siembra de 5 g de semilla a chorrillo en especies de surcos, posterior a esto se cubrió con una capa fina de sustrato y se realizó un riego a capacidad de campo. Para la protección de las bajas temperaturas se procedió a cubrir con una capa de paja sobre todo el almacigo.

4.2.1.3 Preparación del Suelo del Campo Experimental. Antes del experimento se realizaron las actividades de roturado del suelo manualmente a una profundidad de 25 a 30 cm aproximadamente para eliminar las malezas del campo experimental. Posterior a estas actividades se realizaron remociones del suelo con el objetivo de nivelar el suelo y dejar el suelo libre de piedras y masas compactas.

4.2.1.4 Muestreo del Suelo. Para la realización del muestreo se empleó el método de zigzag tomando muestras en los vértices para luego unir todas estas muestras, una vez realizado este procedimiento se procedió al cuarteo para obtener finalmente una muestra de aproximadamente 1 kg de suelo para ser enviada a laboratorio para su análisis tanto físico y químico.

4.2.1.5 Características del Suelo Previo al Experimento. Los resultados del análisis físico químico del suelo antes del experimento se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis Físico Químico del Suelo experimental para la Producción de puerro a campo abierto.

Componente	Valor	Unidad
Arena	59	%
Arcilla	17	%
Limo	24	%
Grava	11,84	%
pH en agua	7,52	
CE 1:5	0,317	dS/m
Al + H	0,100	meq / 100 g suelo
Ca	15,71	meq / 100 g suelo
Mg	2,52	meq / 100 g suelo
Na	0,60	meq / 100 g suelo
K	2,65	meq / 100 g suelo
TBI	21,49	meq / 100 g suelo
CIC	21,59	meq / 100 g suelo
SAT. BAS.	99,5	%
Materia Orgánica	2,83	%
Nitrógeno Total	0,15	%
Fosforo Asimilable	148,44	ppm
Carbonatos Libres	PP	

De acuerdo al análisis físico químico del suelo se tiene un suelo franco arenoso el cual tuvo influencia en el drenaje de agua de riego o precipitación brindando a la vez una aireación adecuada al suelo, esto a su vez genera un mayor desarrollo radicular.

El pH de 7,52 indica un índice ligeramente básico, medianamente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica tenemos 0,317 dS/m lo cual indica que no existen problemas de salinidad, este suelo está entre el rango normal de acuerdo a los índices establecidos para la salinidad en el caso de la concentración de cationes

como el aluminio y el hidrogeno su presencia es baja lo cual muestra una influencia en el pH.

Por otra parte tenemos una presencia moderada de cationes como el calcio, magnesio, sodio, potasio, y en el caso del CIC se presenta 21,59 meq·100 g de suelo lo que indica que existió una buena capacidad de retención e interacción entre el suelo y la planta.

Estableciendo parámetros como la conductividad eléctrica, y el pH podemos afirmar que el suelo se encuentra dentro del rango de suelo normal (Chilon, 1996).

El suelo experimental presenta un valor de 2,83 %, según Chilon (1996), se considera un suelo con un nivel medio de materia orgánica, en cuanto al nitrógeno tenemos una cantidad media 0,15% lo que hace deficiente la cantidad requerida de nitrógeno para la planta, en cuanto a la cantidad de fosforo presente se concluye que con 148,44 ppm se tiene un nivel alto y cumple con el requerimiento de la planta durante su desarrollo.

En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico podemos concluir que se tiene un nivel alto con 21,59 meq ·100 g suelo⁻¹, esto hace favorable el desarrollo del cultivo. Por otra parte la saturación de bases nos muestra un nivel de fertilidad actual alto con 99,5 %.

4.2.1.6 Características del Suelo Posterior al Experimento. Los resultados del análisis físico químico del suelo posterior al experimento se tomaron una vez concluidos con la cosecha y son presentados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis físico químico del suelo posterior al Experimento del cultivo de puerro a campo abierto.

Componente	Valor	Unidad
Arena	55	%
Arcilla	24	%
Limo	21	%
Grava	11,30	%
pH en agua	7,74	
CE 1:5	0,148	dS/m
Al + H	0,07	meq / 100 g suelo
Ca	13,6	meq / 100 g suelo
Mg	1,63	meq / 100 g suelo
Na	0,38	meq / 100 g suelo
K	1,20	meq / 100 g suelo
TBI	16,81	meq / 100 g suelo
CIC	16,88	meq / 100 g suelo
SAT. BAS.	99,59	%
Materia Orgánica	3,27	%
Nitrógeno Total	0,17	%
Fosforo Asimilable	27,7	ppm
Carbonatos Libres	P	

De acuerdo al análisis físico químico del suelo se tiene un suelo franco arcilloso arenoso lo cual es atribuible al humus aplicado puesto que en relación al primer análisis se puede concluir que en este caso ya se presentan coloides que mejoran la interacción entre suelo y planta, el suelo en este caso posee un potencial mayor para la estructuración de los agregados del suelo. Por otra parte los coloides permitirán una retención adecuada de nutrientes.

El pH de 7,74 indica un índice ligeramente básico, medianamente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica tenemos $0,148 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ lo cual indica que no existen problemas de salinidad.

En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico se tiene $16,88 \text{ meq}\cdot 100 \text{ g suelo}^{-1}$ lo cual indica un alto nivel, a la vez que disminuye en relación al análisis anterior

esto debido a los requerimientos del cultivo, sin embargo dentro de los parámetros generales aun es considerado un nivel alto hecho que fue conservado por la agregación de dosis de humus de lombriz en el experimento.

En cuanto al nitrógeno se tiene una cantidad moderada 0,17 % lo que indica un nivel medio de nitrógeno presente en el suelo luego del experimento, esto indica que las dosis de humus de lombriz aplicados ayudaron para brindar al cultivo los requerimientos de nitrógeno.

El fosforo con 27,7 ppm es considerado alto, en cuanto a las diferencias existentes con el anterior análisis se puede mencionar que el cultivo extrajo gran parte del fosforo existente en el suelo para su desarrollo.

4.2.1.7 Delimitación de unidades experimentales. Antes de la fecha del trasplante se realizó la delimitación de unidades experimentales con ayuda de huincha métrica, flexometro y cuerdas, se consideró para esto el croquis y el sorteo aleatorio de acuerdo a los tratamientos asignados para el experimento.

4.2.1.8 Trasplante. Luego de los cincuenta días transcurridos en el almacigo se procedió a la extracción de las plántulas para la aclimatación en un ambiente externo por una noche, para luego poder realizar el trasplante a terreno del área experimental, esta actividad se la realizo de manera cuidadosa para no dañar a la planta.

El trasplante se realizó en orificios de 5 cm de profundidad compactando suavemente para favorecer el contacto radicular con el suelo.

4.2.1.9 Labores Culturales. Dentro las labores culturales se tuvieron el deshierbe de las malezas cada semana puesto que la incidencia de estas era alta y existía bastante predominio de malezas alrededor del área experimental. Por otra parte se realizó el riego a capacidad de campo en días en que la precipitación era escasa, por otra parte se tuvo ausencia de plagas hecho que no ameritaba el uso de insecticidas.

4.2.1.10 Cosecha. La cosecha se realizó aproximadamente a los 110 días de desarrollo cuando los pseudotallos y bulbos llegaron a su madurez fisiológica para realizar la cosecha se realizaron los muestreos de manera cuidadosa para no tener problemas en la obtención de los datos experimentales.

4.2.2 Diseño Experimental

Para el experimento se usó el Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA) por presentarse diferencias entre bloques en un arreglo bifactorial, según Ochoa (2009) menciona que en los diseños de bloques completamente al azar debe existir una variabilidad mínima entre unidades experimentales aun cuando la variabilidad entre bloques sea alta.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Una observación cualquiera

μ : Media poblacional

β_k : Efecto del k-ésimo bloque

α_i : Efecto del i-ésimo nivel de Humus

γ_j : Efecto del j-ésima densidad de plantación

$(\alpha\gamma)_{ij}$: Interacción del i-ésimo nivel de humus con la j-ésima densidad de plantación

ε_{ijk} : Error experimental

4.2.3 Factores de Estudio

En este trabajo de investigación se consideraron dos factores de estudio que son los niveles de Humus de Lombriz aplicados y diferentes densidades de plantación del puerro.

Cuadro 5. Niveles de Humus de Lombriz aplicados y que son observados en el Comportamiento Productivo del Puerro.

Niveles	kg Humus •ha⁻¹
a ₁	Sin abono
a ₂	2932
a ₃	3889
a ₄	4894

Cuadro 6. Densidad de plantación del puerro en la parcela experimental.

Niveles	Marco de plantación	Densidad de plantación
d ₁	(0,20 • 0,20) m	25 plantas•m ⁻²
d ₂	(0,25 • 0,20) m	20 plantas•m ⁻²

4.2.4 Tratamientos

Los tratamientos fueron realizados con el arreglo bifactorial combinando el factor Dosis de Humus de Lombriz y Densidades de Plantación los cuales se muestran en la siguiente Cuadro.

Cuadro 7. Tratamientos experimentales de Niveles de Humus y Densidad de Plantación.

Tratamientos	Combinaciones (a•d)
T ₁	a ₁ d ₁
T ₂	a ₁ d ₂
T ₃	a ₂ d ₁
T ₄	a ₂ d ₂
T ₅	a ₃ d ₁
T ₆	a ₃ d ₂
T ₇	a ₄ d ₁
T ₈	a ₄ d ₂

4.2.5 Croquis del Experimento

En la Figura 4, se puede apreciar la distribución de las unidades experimentales, dicha distribución fue planteada en base al diseño experimental utilizado viendo conveniente la distribución al azar de los tratamientos y transponiendo los bloques en forma perpendicular para obtener el sorteo aleatorio de las unidades experimentales.

4.2.6 Datos Experimentales

Se obtuvieron la muestra aproximadamente de diez plantas al azar sin tomar en cuenta las plantas influenciadas por efectos de bordura, las plantas seleccionadas fueron tomadas para obtener los datos de las variables estudiadas.

4.2.7 Variables Agronómicas

Las variables agronómicas fueron elegidas para obtener datos íntegros acerca del desarrollo del cultivo.

4.2.7.1 Rendimiento en Materia Verde ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Se determinó pesando 10 plantas de cada unidad experimental en el momento de la cosecha. No se tomaron en cuenta para la muestra las plantas que estaban influenciadas por efectos de bordura y cabecera, estos datos son expresados en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$.

4.2.7.2 Altura de Planta (cm). Se tomaron 10 plantas en el momento de la cosecha y se midió la longitud entre la terminación de la raíz y la punta de la última hoja extendida. No se tomaron en cuenta las plantas influenciadas por efectos de borduras y cabeceras, los datos fueron expresados en centímetros.

4.2.7.3 Diámetro del Tallo Falso (mm). Esta variable se midió en el momento de la cosecha utilizando un vernier, una vez recolectada la muestra de 10 plantas se realizó la medición en la parte central del tallo falso, esta medición fue expresada en milímetros.

4.2.7.4 Diámetro de Bulbo Falso (mm). La variable de bulbo falso fue medida en el momento de la cosecha utilizando un vernier, una vez recolectada la muestra de 10 plantas se realizó la medición en la parte central del bulbo falso y fue expresada en mm.

4.2.7.5 Número de Hojas. Se midió realizando el conteo de las hojas de 10 plantas de la unidad experimental, para esta variable no se tomaron en cuenta las plantas influenciadas por efectos de borduras y cabeceras.

4.2.7.6 Rendimientos Ajustados. Esta variable se midió en $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ realizando la reducción del 10% por tratarse de una producción bajo experimentación donde el manejo fue más simple y sin pérdidas cuantiosas.

4.2.7.7 Beneficio Bruto. Esta variable se relacionó a través del precio de mercado y el rendimiento ajustado por lo cual se obtuvo el precio de la cosecha sin contar los costos.

4.2.7.8 Beneficio Neto. Esta variable se determinó realizando la diferencia entre el beneficio bruto y los costos de producción obtenidos en el experimento.

4.2.7.9 Relación Beneficio / Costo. La relación beneficio costo se obtuvo mediante la relación existente entre el beneficio bruto y el costo de producción para lo cual se tomara en cuenta que un resultado menor a 1 significara una perdida y por el caso contrario un resultado mayor a 1 significara la ganancia obtenida.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variables Agronómicas

5.1.1 Rendimiento de Materia Verde

La variable de rendimiento en materia verde, fue medida en el momento de la cosecha siguiendo la metodología planteada en el presente trabajo. De acuerdo a las medias obtenidas se realizó el análisis de varianza cuyos resultados se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el rendimiento en materia verde de puerro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	10,44	3,48	47,02	< 0,0001	**
Dosis de Humus	3	4,12	1,37	18,58	< 0,0001	**
Densidad de Plantación	1	0,02	0,02	0,27	0,6086	ns
Interacción	3	0,02	0,01	0,11	0,9517	ns
Error	21	1,55	0,07			
Total	31	16,16				

** =Altamente significativo

ns = No significativo

CV = 9,20 %

Según el análisis de varianza para el rendimiento en materia verde de puerro el coeficiente de variación 9,20 %, es considerado aceptable por encontrarse debajo del 30 % recomendado para trabajos de experimentación a campo abierto (Padrón, 1996). Esto nos muestra una confiabilidad de los datos extractados en el momento de la cosecha.

Por otra parte el análisis de varianza muestra que existe una diferencia altamente significativa en bloques, y en el factor dosis de humus de lombriz, en el caso del factor densidad de plantación y la interacción de factores estos no presentan diferencias significativas.

La diferencia altamente significativa en los bloques podría ser explicada por la incidencia del fotoperiodo sobre el cultivo, puesto que alrededor de la parcela experimental existían barreras biológicas, en este caso se dispusieron los bloques en forma perpendicular a dicha variación Lira (1994), señala que la actividad fotosintética de las plantas es directamente proporcional a la duración del día. Entre los límites y siendo todos los factores iguales, las hojas fotosintetizaran en la medida en que reciban la luz y crecerán más activamente.

Según el análisis de varianza para el rendimiento de materia verde se observaron diferencias altamente significativas a un nivel del 5 %, lo que indica que existió diferencias entre las distintas dosis de humus de lombriz aplicados al cultivo, esto es verificado mediante la prueba Duncan que se observa en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para el factor dosis de humus en el rendimiento en materia verde de puerro.

Dosis de Humus de Lombriz (kg de Humus·ha⁻¹)	Media (kg·ha⁻¹)	Prueba de Duncan
4894 (a ₄)	33400	a
3889 (a ₃)	32100	a
2932 (a ₂)	28600	b
0 (a ₁)	24100	c

Según la prueba de Duncan para el factor dosis de humus de lombriz no existe una diferencia significativa entre las dosis a_4 ($4894 \text{ kg de Humus} \cdot \text{ha}^{-1}$), y a_3 ($3889 \text{ kg de Humus} \cdot \text{ha}^{-1}$), cuyos rendimientos en materia verde fueron $33400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $32100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, de rendimiento en materia verde.

En el caso de las dosis a_4 ($4894 \text{ kg de Humus} \cdot \text{ha}^{-1}$) y a_2 ($2932 \text{ kg de Humus} \cdot \text{ha}^{-1}$) si se presentan diferencias y estas son reflejadas por sus rendimientos promedio de $33400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $28600 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ respectivamente, por último las dosis a_4 ($4894 \text{ kg de Humus} \cdot \text{ha}^{-1}$) y a_1 ($0 \text{ kg de Humus} \cdot \text{ha}^{-1}$) muestran diferencias significativas con promedios en rendimiento de $33400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $24100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ lo cual refleja la influencia de la dosis de humus de lombriz en los rendimientos de materia verde de puerro.

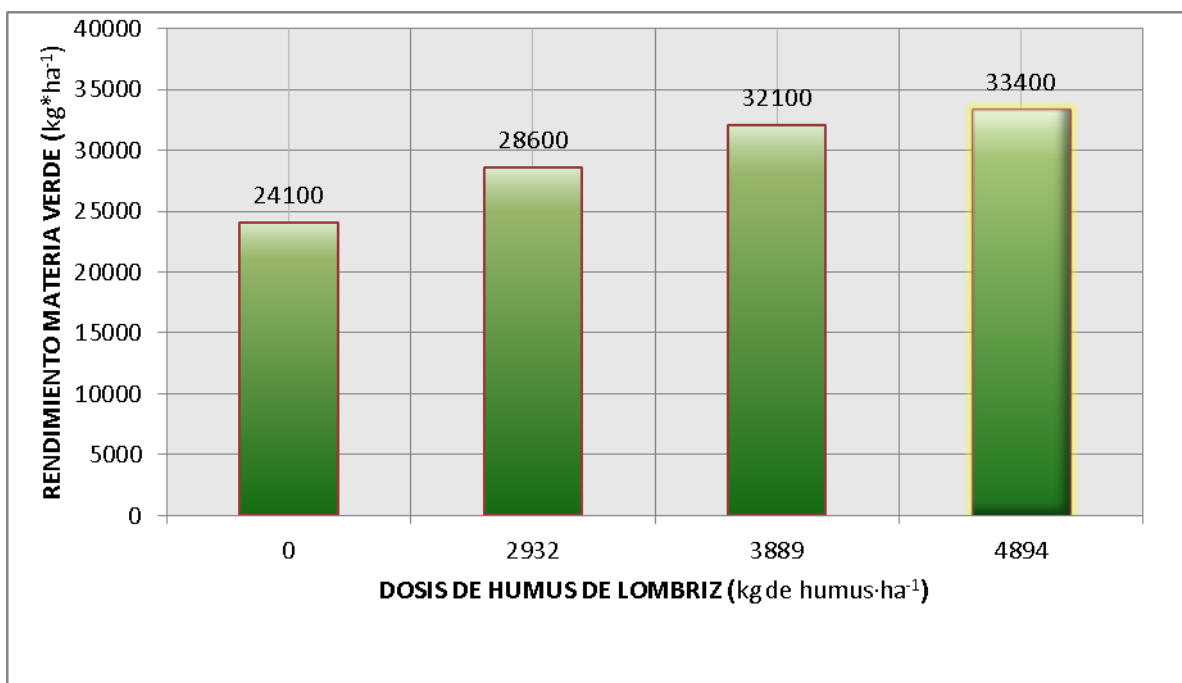


Figura 6. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre el rendimiento en materia verde de puerro

La adaptación general del puerro a las condiciones agroecológicas de la zona de Viacha resultó favorable para el desarrollo del ciclo de cultivo de esta especie. Esto indica que el cultivo de puerro es capaz de manifestar un gran potencial de rendimiento.

A este respecto Halsouet (2005) menciona que el factor varietal define las zonas más favorables para su producción, este hecho pone de manifiesto que la variedad Monstruoso de Carentan se adaptó a las condiciones climáticas presentes en la localidad de Viacha logrando rendimientos de $33400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ por encima del reportado por el Ministerio de Agricultura Español de $32528 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la gestión 2010. Esto demuestra una alta potencialidad del cultivo para su introducción en zonas donde se tengan condiciones climáticas similares a las presentadas en el estudio.

Según el análisis de medias los mayores rendimientos registrados son obtenidos por las dosis de aplicación a_4 ($4894 \text{ kg de Humus}\cdot\text{ha}^{-1}$) y a_3 ($3889 \text{ kg de Humus}\cdot\text{ha}^{-1}$) con $33400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $32100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ que superan al rendimiento de puerro con $20000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ mencionado por Halsouet (2005). Así también los promedios obtenidos están debajo al promedio reportado por Gutierrez (2005), el cual utilizando fertilizantes químicos obtuvo una media de $35060 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Por otra parte los resultados obtenidos en el estudio nos muestra una relativa influencia de los factores climáticos sobre el rendimiento, esto sugiere que las diferencias obtenidas en el experimento pueden ser atribuibles al factor dosis de Humus de Lombriz factor que marca una influencia proporcional en el rendimiento, esta influencia causada por el factor humus sobre el desarrollo y crecimiento es atribuida a las características químicas físicas y biológicas que este aporta al suelo.

Navarro (2002), señala que el humus muestra acciones específicas en el desarrollo de la planta, puesto que la absorción de nitrógeno, en presencia de humus permite una mayor asimilación por parte de la planta y por ende existe una proporcionalidad directa con el rendimiento.

Otra característica influyente en el rendimiento es la referente a los agregados del suelo los cuales son mejorados por la presencia del humus de lombriz haciendo más permeable el suelo, esto a su vez establece la retención de agua y la liberación de los nutrientes requeridos por las plantas (Bollo, 1999). Debemos mencionar que el efecto del humus sobre el desarrollo del cultivo también está relacionada al aporte biológico que este tiene sobre el suelo a este respecto Funes (1997), plantea que el efecto favorable que causa el humus de lombriz en el suelo y que repercute en el rendimiento de los cultivos, se debe no solo a los aportes de nutrientes y materia orgánica que se logran con su adición, sino también a la cantidad de microorganismos, enzimas y sustancias estimuladoras en general que se añaden con este bioabono.

En cuanto al factor densidad de plantación utilizados en el estudio d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$) y d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$) estas obtuvieron rendimientos en materia verde de 29300 kg \cdot ha $^{-1}$, y 29800 kg \cdot ha $^{-1}$. Se debe señalar que no existe diferencia significativa en los promedios sin embargo se observa una tendencia a incrementar el promedio en rendimientos de materia verde con la densidad d_2 (20000 plantas \cdot ha $^{-1}$).

Esta respuesta al factor densidad de plantación está sujeta a cambios debido a las principales prácticas culturales (Deshierbe, riegos, aporque) utilizados en el manejo del cultivo en campo Tamiru *et al.*, (1996); citado por Camacaro *et al.*, (2005). En este sentido los manejos culturales realizados durante el experimento ofrecieron condiciones homogéneas al desarrollo del cultivo atenuando las diferencias existentes a la utilización de las densidades lo que produjo un rendimiento similar al momento de la cosecha.

5.1.2 Diámetro de Tallo Falso

Para la variable diámetro de tallo falso, los datos fueron tomados en el momento de la cosecha según la metodología planteada en el presente trabajo. De acuerdo a las medias obtenidas se realizó el análisis de varianza cuyos resultados se muestran a continuación.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo falso de puerro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	28,93	9,64	8,89	0,0005	**
Dosis de Humus	3	26,45	8,82	8,13	0,0009	**
Densidad de Plantación	1	3,96	3,96	3,65	0,0699	ns
Interacción	3	3,22	1,07	0,99	0,4171	ns
Error	21	22,76	1,08			
Total	31	85,31				

** = Altamente significativo

ns = No significativo

$$CV = 8,31\%$$

El análisis de varianza para el diámetro de tallo falso al 5% muestra un coeficiente de variación de 8,31% lo cual indica que los datos obtenidos en el experimento son confiables, al respecto el valor aceptable para trabajos de experimentación está por debajo del 30% (Padrón, 1996).

Según el análisis de varianza para el diámetro de tallo falso del puerro se muestra una diferencia altamente significativa en bloques, y en el factor dosis de humus de lombriz, por otra parte no existe diferencia significativa en el factor densidades de plantación ni en la interacción de ambos factores, a este respecto se realizó la prueba de Duncan para el análisis de las medias influenciadas por las dosis de humus de lombriz aplicados.

El siguiente Cuadro 11 se muestra el análisis Duncan para las dosis de humus aplicados sobre el diámetro de tallo falso.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para el factor dosis de humus de lombriz en el diámetro de tallo falso de puerro.

Dosis de Humus de Lombriz (kg de Humus·ha⁻¹)	Media (mm)	Prueba de Duncan
4894 (a ₄)	17,73	a
3889 (a ₃)	16,77	b
2932 (a ₂)	16,20	b
0 (a ₁)	15,22	c

Mediante la prueba de Duncan se establece que existe una diferencia entre la dosis a₄ (4894 kg de Humus·ha⁻¹) y a₃ (3889 kg de Humus·ha⁻¹) con promedios en el diámetro de tallo falso de 17,73 y 16,77 mm respectivamente, también observamos que las dosis a₄ (4894 kg de Humus·ha⁻¹) y a₂ (2932 kg de Humus·ha⁻¹) presentan diferencias que contrastan con sus promedios de 17,73 y 16,20 mm, por otra parte la dosis a₄ (4894 kg de Humus·ha⁻¹) con promedio de 17,73 mm muestra una diferencia respecto a la dosis a₁ (0 kg de Humus·ha⁻¹) con promedio de 15,22 mm de diámetro de tallo falso en puerro.

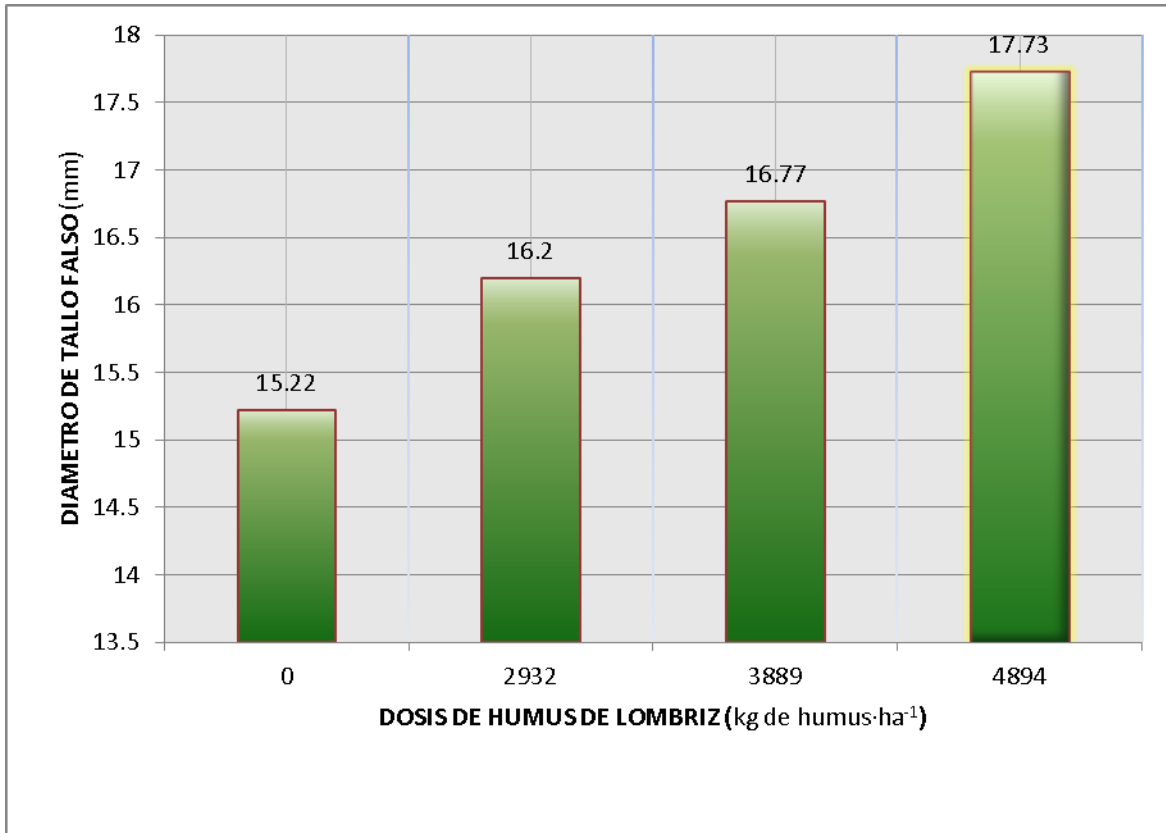


Figura 7. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre el desarrollo de diámetro de Tallo Falso.

Dentro de los factores ambientales influyentes en la zona de estudio se observa que el crecimiento del tallo falso fue afectado por las temperaturas registradas durante el experimento, puesto que en los meses de febrero y marzo las temperaturas relativamente bajas mantuvieron un rango homogéneo este hecho retardo el desarrollo del bulbo induciendo un crecimiento continuo del tallo falso a este respecto Lara (1989), señala que la formación del bulbo es favorecido por la elevación de la temperatura y que generalmente se retrasa o cesa con temperaturas bajas.

En el presente estudio el retraso en el crecimiento del bulbo indujo a un continuo desarrollo del tallo falso, este aporte coadyuvo al desarrollo creciente del cultivo obteniendo promedios de 17.73 mm que están por debajo al promedio reportado por Pozo (2010), de 24,60 mm en diámetro, así también variedades como Davinci reportan diámetros de 20,60 mm. (Macua, 2007). A este respecto debemos señalar que si bien existió un crecimiento continuo del tallo falso previo desarrollo del bulbo esta variable no fue favorecida en gran magnitud por la temperatura, atribuyendo estos efectos a otras variables como el número de hojas.

Por otra parte la aplicación de diferentes dosis de humus obtuvo respuestas en el desarrollo de diámetro de tallo falso del puerro, mostrando que a medida que se incrementaba la dosis de aplicación se tuvo un mayor desarrollo del tallo, coincidiendo con Sánchez (2001), quien reporta una influencia significativa de la fertilización orgánica en el desarrollo del diámetro de las Aliáceas. A la vez Núñez (2011), reporta una influencia significativa de las dosis de humus de lombriz sobre el desarrollo de hortalizas atribuyendo al lombricompost una elevada carga microbiana. La misma que tiene un marcado efecto promotor del crecimiento sobre el cultivo ensayado.

En este sentido debemos agregar que el humus de lombriz actúa como un agente coloidal aumentando la capacidad de retención de nutrientes al respecto Navarro (2002), señala que el humus posee un poder amortiguador aumentando la capacidad de cambio, lo que trae consigo el incrementar considerablemente la reserva de elementos nutritivos para la planta.

Precisamente la disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno hace que el tallo falso tenga un mayor desarrollo a este respecto Luna y Jacobson (1944), mencionado por Delgado (2002), establece que el humus de lombriz tiene mayor concentración de

nitrógeno nítrico, capacidad de intercambio de bases, fósforo, potasio calcio y magnesio disponibles en el suelo.

Así también se debe mencionar que el humus aporta al suelo elementos esenciales para el desarrollo del cultivo puesto que este posee fósforo, potasio, calcio, magnesio, y oligoelementos como hierro, cobre, cinc, manganeso y otros (Cabrera, 1998).

En cuanto a las densidades de plantación d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$) y d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$) estas mostraron promedios de 16,10 y 16,80 mm en diámetro de tallo falso del puerro, a este respecto se debe señalar que no existen diferencias estadísticas sin embargo se observa una tendencia favorable en el diámetro de tallo falso por planta, al usar la densidad d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$).

La utilización de la densidad de plantación implica la influencia de factores como la captación de luz solar a este respecto Castilla (2001) señala la gran importancia de la intercepción de radiación solar por el cultivo a fin de convertir la energía solar en biomasa. Optimizar el desarrollo mediante una intercepción de radiación adecuada, implica una maximización en la producción cosechable. A este respecto debemos señalar que los fotoperiodos presentes en el estudio son considerados de día corto por lo cual este factor indujo una optimización homogénea de biomasa y una respuesta no significativa al factor densidad de plantación.

5.1.3 Diámetro de Bulbo Falso

Para la variable Diámetro de Bulbo Falso, los datos fueron tomados en el momento de la cosecha siguiendo la metodología planteada en el presente trabajo. De acuerdo a las medias obtenidas se realizó el análisis de varianza cuyos resultados se muestran en el siguiente Cuadro.

Cuadro 12. Análisis de Varianza para el Diámetro de Bulbo Falso en mm

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	46,04	15,35	16,89	<0,0001	**
Dosis de Humus	3	69,18	23,06	25,08	<0,0001	**
Densidad de Plantación	1	3,34	3,34	3,63	0,0704	ns
Interacción	3	4,22	1,41	1,53	0,2356	ns
Error	21	19,31	0,91			
Total	31	142.10				

** = Altamente significativo

ns = No significativo

CV = 8,7 %

El análisis de varianza realizado para el diámetro de bulbo falso al 5% muestra un coeficiente de variación de 8,7 % lo cual indica que el experimento tiene confiabilidad en cuanto a los datos obtenidos, además este valor es aceptable para trabajos de experimentación por estar debajo del 30% (Padrón, 1996)

Por otra parte el análisis de varianza para el diámetro de bulbo falso del puerro muestra una diferencia altamente significativa en bloques, y en el factor dosis de humus de lombriz, por otra debemos señalar que el factor densidad de plantación y la interacción de factores no presentan diferencias estadísticas.

Según el análisis de varianza para el diámetro de bulbo falso se tiene una diferencia altamente significativa en el factor dosis de humus de lombriz por lo cual se procedió al análisis de medias Duncan que se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para el Factor Dosis de Humus de Lombriz en el Diámetro de Bulbo Falso mm

Dosis de Humus de Lombriz (kg de Humus•ha⁻¹)	Media (mm)	Prueba de Duncan
4894 (a ₄)	28,24	a
3889 (a ₃)	26,42	b
2932 (a ₂)	25,25	c
0 (a ₁)	24,29	c

El análisis de medias muestra una diferencia significativa entre la Dosis a₄ (4894 kg de Humus•ha⁻¹) y las dosis a₃ (3889 kg de Humus•ha⁻¹), con promedios en diámetro de bulbo falso de 28,24 y 26,42 mm respectivamente, de la misma forma observamos una diferencia entre las dosis a₄ (4894 kg de Humus•ha⁻¹) y a₂ (2932 kg de Humus•ha⁻¹) con medias de 28,24 y 25,25 mm, por ultimo tenemos una diferencia entre la dosis a₄ (4894 kg de Humus•ha⁻¹) y la dosis a₁ (0 kg de Humus•ha⁻¹) con promedios de 28,24 y 24,29 mm, por lo mencionado el análisis muestra una variación proporcional entre la dosis de humus de lombriz y el desarrollo del diámetro de bulbo falso.

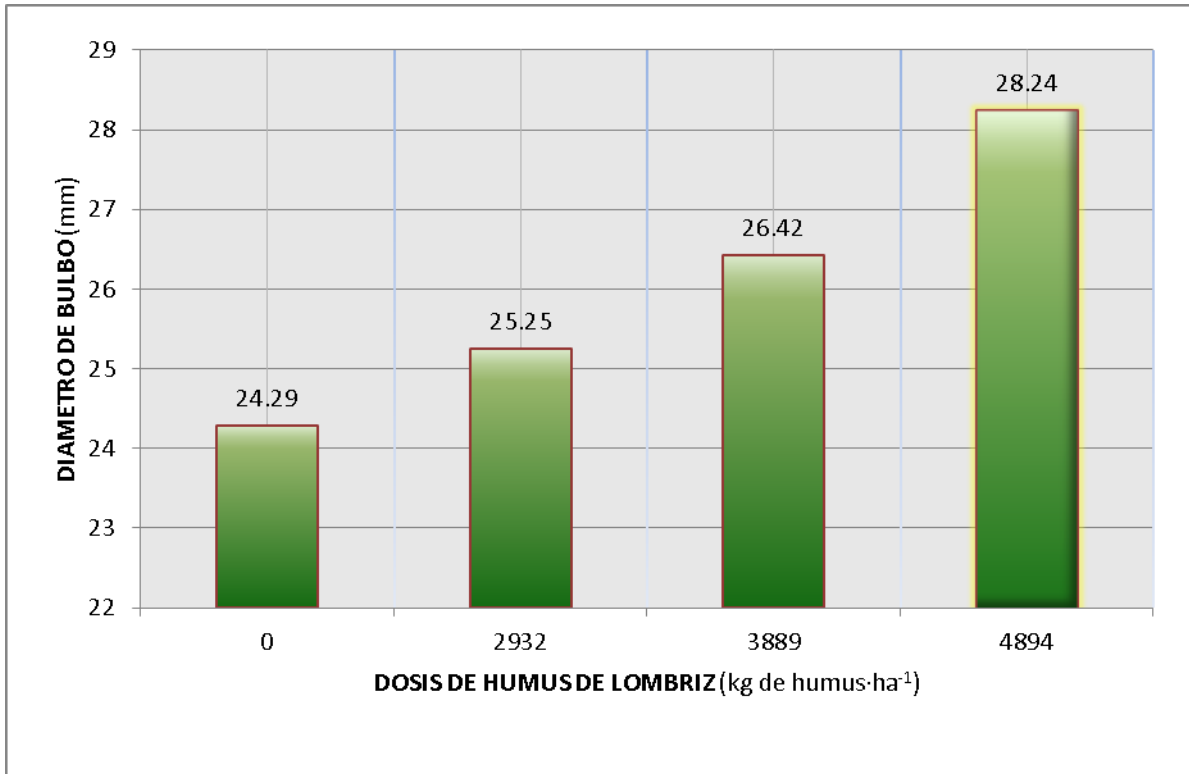


Figura 8. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre el desarrollo del diámetro de bulbo falso.

En el caso del crecimiento de bulbo falso uno de los factores que retardaron su desarrollo fue la temperatura puesto que en los meses febrero y marzo el comportamiento de la temperatura fue homogéneo, en esta etapa existía un rango entre los 9 grados considerado de baja temperatura implicando que el bulbo falso retarde su desarrollo.

Gardner (1985), menciona que la formación del bulbo es más rápida mientras más alta es la temperatura, esta relación indicaría que el desarrollo del bulbo se vio afectada por el rango bajo de temperatura presente en el periodo de crecimiento, a este respecto debemos señalar que la disminución de la temperatura en el periodo de crecimiento induciría un crecimiento continuo de las hojas, por lo cual debemos

señalar que los efectos de los factores en estudio fueron relevantes al momento del inicio de crecimiento del bulbo.

Al respecto Delgado (2002), menciona que el humus agrega al suelo un efecto aditivo de sus características químicas, físicas biológicas y energéticas, que en conjunto interactúan favoreciendo el crecimiento, desarrollo y procesos morfogénicos de diferenciación celular, que se ve reflejada en el desarrollo de la planta.

Por otra parte las diferencias obtenidas según la prueba de Duncan en la cual se observa un desarrollo mayor al incrementarse la dosis de aplicación, coincide con Rodríguez (2006), quien realizó estudios en hortalizas, con la aplicación de humus de lombriz, reporta mayor desarrollo del bulbo a las dosis crecientes de materia orgánica.

Esta la influencia sobre el desarrollo del bulbo se debe al aporte que este realiza al suelo actuando con características coloidales orgánicas que intervinieron en las interacciones de componentes del suelo, al respecto Landeros (1993), menciona que las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al unirse con las arcillas para formar el complejo arcillo – húmico por lo cual la planta dispone de mayor cantidad de nutrientes.

Sin embargo el aporte de nutrientes esenciales en el desarrollo como el nitrógeno se da también en condiciones de interacción entre el suelo y el humus al respecto Guerrero (1996), menciona que los componentes del humus como los ácidos húmicos y fulvicos están íntimamente ligados a las arcillas, en este sentido se debe destacar que existe otro tipo de dinámicas en este complejo como menciona Cristensen (1992), indicando que la materia orgánica asociada con minerales del tamaño de la arena también se descompone fácilmente existiendo algún tipo de indicio de que parte de la materia orgánica asociada con arcilla se mineraliza de manera relativamente fácil y es una fuente importante de nitrógeno disponible.

Según los datos de diámetro de bulbo falso las densidades de plantación d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$) y d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$) muestran promedios de 25,30 y 26,00 mm si bien estas diferencias en el promedio no son estadísticamente significativas se debe acotar que al utilizar la densidad d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$) existe una tendencia creciente en el desarrollo del diámetro de bulbo.

En el caso de la densidad de plantación los factores que conlleva la utilización de esta técnica de producción implica el aprovechamiento de los recursos Hídrico y nutricional, y con un numero apropiado estos son aprovechados favorablemente, en el presente estudio las densidades utilizadas generan condiciones similares para el aprovechamiento de estos recursos, por lo cual el desarrollo de bulbo no se ve afectado, presentando promedios similares.

5.1.4 Altura de Planta

Para la variable de altura de planta, los datos fueron obtenidos en el momento de la cosecha siguiendo la metodología planteada en el presente trabajo. De acuerdo a las medias obtenidas se realizó el análisis de varianza respectivo cuyos resultados se muestran en el siguiente Cuadro 4.

Cuadro 14. Análisis de Varianza para Altura de Planta en cm.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	236,88	78,96	10,99	0,0002	**
Dosis de Humus	3	539,61	179,87	25,03	0,0011	**
Densidad de Plantación	1	210,79	210,79	29,33	0,0001	**
Interacción	3	29,03	9,68	1,35	0,286	ns
Error	21	150,93	7,19			
Total	31	1016,31				

** = Altamente significativo

ns = No significativo

CV = 9,45 %

Según el análisis de varianza para la altura de planta de puerro se obtuvo un coeficiente de variación del 9,45%, lo que indica que se realizó un manejo eficiente del experimento, puesto que el valor está por debajo del 30 % permitido para experimentos a campo abierto (Padrón, 1996).

Según el análisis de varianza para la altura de planta se observa una diferencia altamente significativa para los factores dosis de humus de lombriz y densidad de plantación, por otra parte se tiene una alta significancia en los bloques y la no significancia en la interacción de factores por lo cual se realizó los análisis respectivos en los factores.

Según el análisis de varianza al 5 % se constató una diferencia altamente significativa en el factor de Dosis de humus de lombriz por lo que se procedió al análisis de medias respectivo.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para el Factor Dosis de Humus de Lombriz en la Altura de Planta cm

Dosis de Humus de Lombriz (kg de Humus·ha⁻¹)	Media (cm)	Prueba de Duncan
4894 (a ₄)	63,60	a
3889 (a ₃)	63,11	a
2932 (a ₂)	61,13	a
0 (a ₁)	53,38	c

Mediante la prueba de Duncan realizada para la altura de planta se observa que no existe diferencia significativa entre las Dosis de humus de lombriz a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_3 (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) a través de estas dosis se obtuvieron medias de 63,60 y 63,11 cm, también tenemos que no existen diferencias entre las dosis a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_2 (2932 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) las cuales tienen promedios de 63,60 y 61,13 cm. Por último la dosis a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_1 (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) presentan diferencias con promedios de 63,60 y 53,38 cm respectivamente.

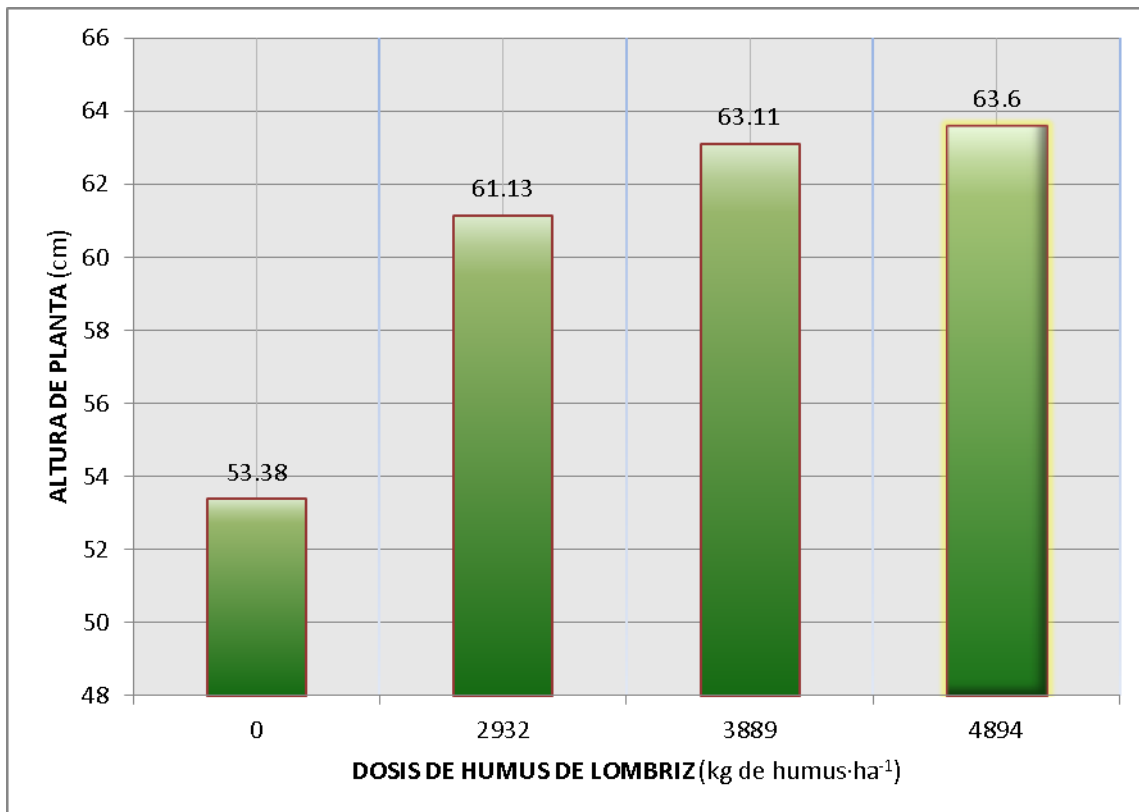


Figura 9. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre el desarrollo de altura de planta.

Respecto a la altura de planta se debe señalar que la medición integral realizada refleja un crecimiento alto en las hojas, que fueron influenciados por la retardación de inicio de desarrollo de bulbo, ya que esta etapa de desarrollo es dependiente del fotoperiodo, en el estudio se establecieron entre 9 y 10 horas luz considerados fotoperiodos bajos que indujeron el retraso en el desarrollo de bulbo Lara (1989), señala que cultivares de bulbo forman áreas foliares frondosas o máximas, en detrimento de la formación de bulbo a condiciones de día corto.

Debemos mencionar que los efectos del fotoperiodo paralelamente a los efectos de dosis de humus y densidad de plantación reflejan desarrollos favorables con promedio de 63,60 cm superando a la media de 60.6 cm reportado por Gutierrez (2005), trabajo que fue realizado en ambientes protegidos, así como los promedios registrados por Halsouet (2005), reportando 55 cm de altura de planta, se debe señalar que en variedades mejoradas las alturas alcanzadas son producto de un mayor crecimiento del tallo falso y no así del desarrollo excesivo de las hojas.

Según la prueba de medias el efecto que produce el humus de lombriz sobre la altura de planta muestra una relación proporcional, esto es verificado al observar que las tres dosis de humus proporcionan efectos favorables al desarrollo del cultivo en relación a la no aplicación de humus que genera un crecimiento menor de altura de planta.

El mayor promedio obtenido en altura de planta es de 63,60 cm reflejando una diferencia del 9,6 % por encima del promedio 53,38 cm sin aplicación de humus de lombriz. Estos efectos del humus de lombriz en el desarrollo de altura de planta, coincide con Núñez (2011), el cual obtuvo mayores alturas de planta con dosis de humus aplicados, esto en el cultivo de cebolla.

Aguilera (2009), reporta acerca de su estudio con hortalizas que la altura de las plantas fueron influenciadas por el extracto RAL (Extracto de humus de lombriz), en relación al bajo desarrollo del testigo, este efecto se da por la presencia de distintos niveles del humus de lombriz en el suelo, a la vez pone de manifiesto las características biológicas de este insumo que incrementaron el crecimiento de la altura de planta, en ese sentido debemos mencionar la acción fitohormonal que ayuda a la planta en un mayor desarrollo y crecimiento.

Delgado (2002), menciona que la actividad fitohormonal del humus de lombriz se da mediante la acción auxínica, además se menciona que 1 mg/l de sustancias húmicas presentan actividad equivalente a 0,009 mg/l de AIA (Acido Indol Acético). Este hecho afecta al desarrollo de la planta puesto que las auxinas provocan en las células vegetales la prolongación además de la estimulación en la división celular.

También debemos mencionar que la diferencia presentada por las dosis de humus de lombriz respecto al testigo se deben al aumento de materia orgánica en el suelo a este respecto Olsen *et al.* (1996) citado por Rondon (2009), menciona que las plantas donde se aplica Materia Orgánica crecen más rápido y más saludables que las que no se le aplica, debido fundamentalmente al incremento de la absorción de nutrientes, agua e incremento de la resistencia de la planta a condiciones adversas como: exceso de acidez, altas temperaturas del suelo, altas concentraciones de sales en el suelo, sequía, altos tenores de metales.

Según el análisis de varianza realizado para la altura de planta se muestra una diferencia altamente significativa en el factor densidades de plantación por lo cual existe una influencia en la variable de altura de planta.

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el factor densidad de plantación en la altura de planta cm

Densidad de Plantación (plantas·ha ⁻¹)	Media (cm)	Prueba de Duncan
250000 (d ₁)	57,74	a
200000 (d ₂)	62,87	b

Según la prueba de Duncan observamos que existe una diferencia entre las densidades de plantación utilizadas, en este caso la densidad d₂ (200000 plantas·ha⁻¹) obtuvo un promedio en altura de planta de 62,87 cm por encima de la densidad d₁ (250000 plantas·ha⁻¹) que obtuvo un promedio en altura de planta de 57,74 cm esta diferencia es influenciada por el número de plantas trasplantadas en el área experimental.

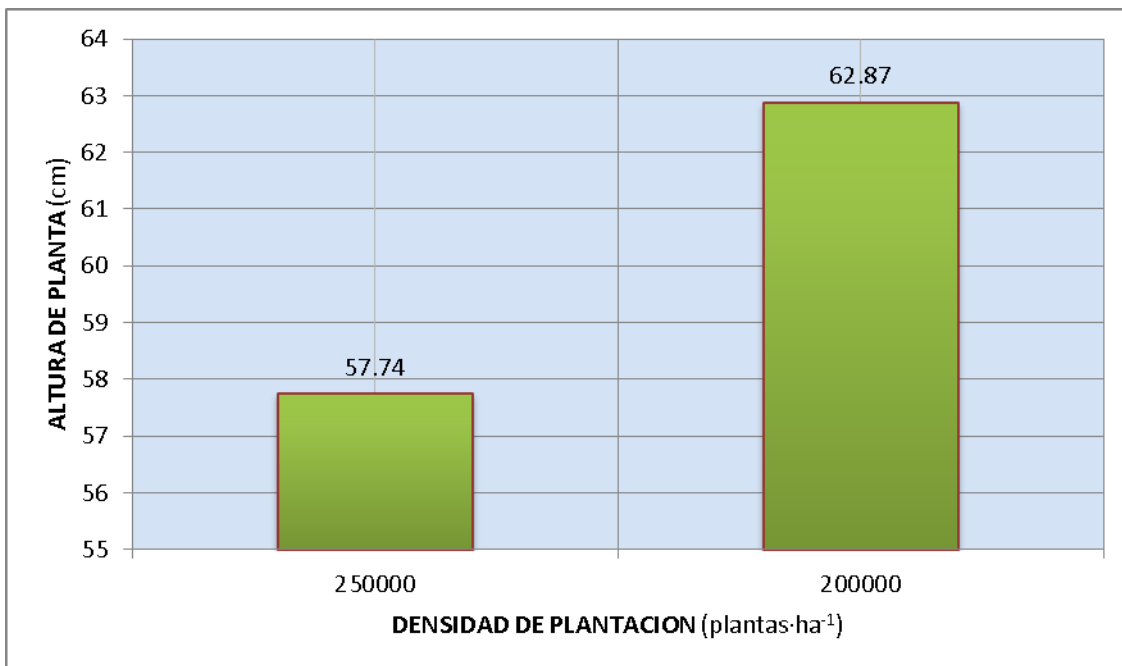


Figura 10. Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo de la altura de planta.

Según la Figura 10. Observamos un desarrollo mayor al usar menor densidad de plantación, este efecto es coincidente con Villagran (1982), quien encontró que al incrementar la población del cultivo de cebolla se logra crear una mayor competencia intra-específica, lo cual repercutió en el desarrollo de cultivo.

Por otra parte Carrillo *et al.* (2003), reporta que al incrementar la densidad poblacional los rendimientos empiezan a decrecer, esta influencia sin embargo es acompañada de otro tipo de interacciones como menciona Holle (1985), citado por Orruel (2006), en la cual infiere que la competencia que se genera entre las plantas, por una mayor captación de nutrientes, luz, agua, y espacio vital, y esta da lugar a dos tipos de competencia: interespecífica entre el cultivo y las malezas e intraespecífica entre las plantas del mismo cultivo.

Influyendo ambos tipos de competencia en las características de las plantas, en lo referido al rendimiento y la calidad, donde para cada tipo de cultivo existe un tamaño poblacional adecuado, a partir del cual se establecen las relaciones de competencia entre plantas, sin llegar a afectar en forma negativa el crecimiento y desarrollo de las mismas.

Estos efectos son relevantes al momento del desarrollo y en este caso el manejo óptimo de las densidades se relaciona a la producción de materia verde en función de la mayor captación de luz a este respecto Castilla (2001), menciona que la densidad de plantación es junto con otras técnicas de cultivo, determinante en la intercepción de radiación solar por el cultivo a fin de convertir la energía solar en biomasa. Optimizar el desarrollo mediante una intercepción de radiación adecuada, es clave para maximizar la producción cosechable.

La relación existente entre la densidad y el desarrollo de la planta, implica a factores como la captación de luz y competencia entre cultivos, por lo cual el manejo óptimo de individuos (densidad de plantación) resulta ser de suma importancia en el desarrollo posterior al respecto Vega *et al.* (2000), indica que el rendimiento por unidad de superficie está condicionado por el número de individuos capaces de producir rendimiento. La biomasa producida por cada individuo refleja la disponibilidad de recursos durante todo el ciclo de crecimiento y se asocia con su rendimiento.

El experimento muestra un mayor crecimiento en la altura cuando se cultiva con una densidad menor de plantación, es decir que existe una relación proporcional entre el crecimiento de altura de planta y la menor densidad de plantación. Así también Tapia (2002), señala en su estudio que la separación entre líneas y plantas son variables, influyendo en un menor crecimiento usando un marco más reducido.

5.1.5 Número de Hojas

Para la variable de número de hojas, los datos fueron tomados en el momento de la cosecha según la metodología planteada en el presente trabajo. De acuerdo a las medias obtenidas se realizó el análisis de varianza cuyos resultados se muestran en el siguiente Cuadro.

Cuadro 17. Análisis de Varianza para el Número de Hojas

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	3	15,10	5,03	96,05	0,0001	**
Dosis de Humus	3	5,48	1,83	34,88	0,0001	**
Densidad de Plantación	1	0,053	0,053	1,01	0,3290	ns
Interacción	3	0,25	0,082	1,56	0,2356	ns
Error	17	0,89	0,052			
Total	27	21,78				

** = Altamente significativo

ns = No significativo

CV = 9,05 %

Según el análisis de varianza para el número de hojas se observa que el coeficiente de variación 9,05% fue aceptable, significando que el manejo experimental fue llevado de forma eficiente, existiendo una distribución normal de datos (Padrón, 1996).

En el análisis de varianza se observan diferencias altamente significativas en los bloques y diferencias altamente significativas en el factor dosis de humus de lombriz, por otra parte no existen diferencias significativas en el factor densidad de plantación y en la interacción de factores.

El análisis de varianza muestra una diferencia altamente significativa para el factor dosis de humus de lombriz por el cual se realizó la prueba de Duncan para los promedios obtenidos.

Cuadro 18. Prueba de Duncan para el factor Dosis de Humus de Lombriz en el Número de Hojas

Dosis de Humus de Lombriz kg de Humus•ha ⁻¹	Media	Prueba de Duncan
4894 (a ₄)	8	a
3889 (a ₃)	7	b
2932 (a ₂)	7	b
0 (a ₁)	6	c

Según la prueba de Duncan la diferencia entre las dosis a₄ (4894 kg de Humus•ha⁻¹) y a₃ (3889 kg de Humus•ha⁻¹) se muestra una diferencia con promedios de 8 y 7 hojas respectivamente, así también las dosis a₄ (4894 kg de Humus•ha⁻¹) y a₂ (2932 kg de Humus•ha⁻¹) presentan diferencias estadísticas con promedios de 8 y 7 hojas, en el caso de las dosis a₄ (4894 kg de Humus•ha⁻¹) y a₁ (0 kg de Humus•ha⁻¹) estas reflejan diferencias con promedios de 8 y 6 hojas..

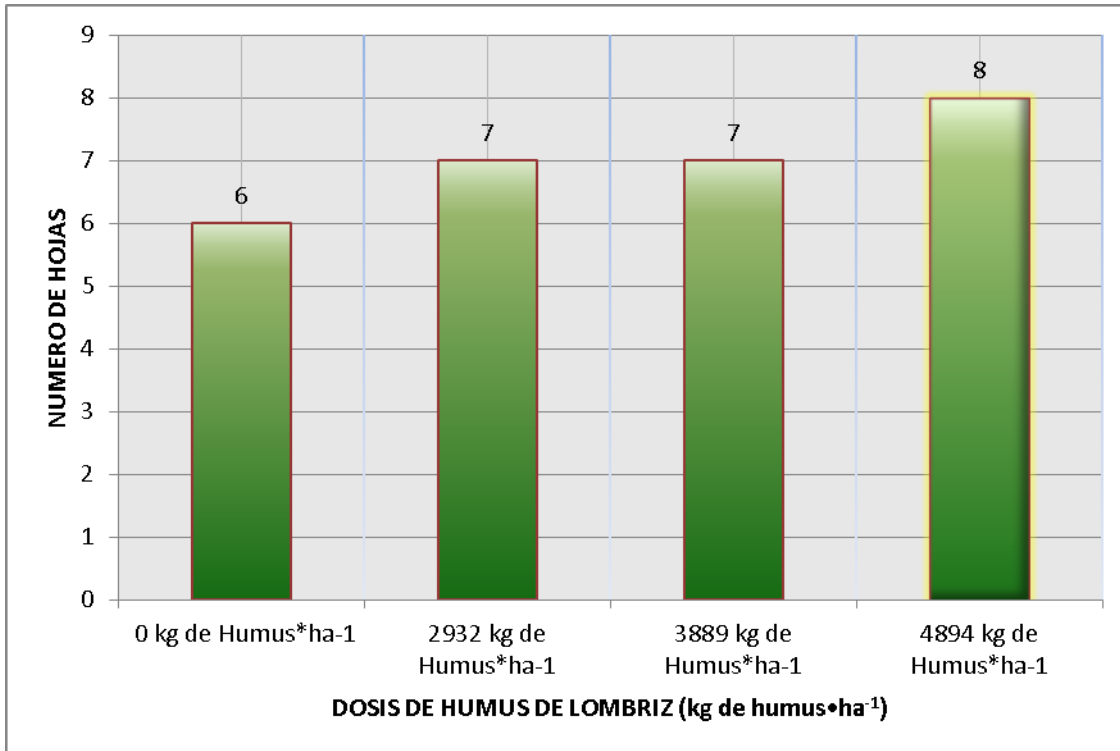


Figura 11. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre el desarrollo de número de hojas.

La interacción de temperatura y fotoperiodo sin duda influenciaron un crecimiento mayor en las hojas, puesto que en la etapa previa al desarrollo del bulbo las hojas aún se mantienen en crecimiento, al respecto Gardner (1985), menciona que el crecimiento de las hojas cesa cuando se inicia la etapa plena del desarrollo de bulbo, debemos mencionar que en esta etapa de crecimiento las hojas desarrollaron de acuerdo a la interacción de temperatura y fotoperiodo, presentando crecimientos mayores en altura, al respecto Yamaguchi (1978), menciona que los cultivos de bulbo en crecimiento de fotoperiodo bajo y temperaturas relativamente bajas inducen un crecimiento alto de las hojas.

En el presente estudio el número de hojas promedio de la dosis a₄ (8 hojas) se encuentra debajo al obtenido por Gutiérrez (2005), con 11 hojas por planta, por lo cual debemos señalar que las temperaturas bajas y fotoperiodos menores afectaron de manera detrimental al desarrollo de número de hojas y no así al crecimiento en longitud.

En cuanto al efecto de la dosis de humus de lombriz observamos una relación proporcional entre el incremento de la dosis de humus y el desarrollo de las hojas, este efecto fue favorable en relación al desarrollo del cultivo, según el análisis de Duncan se tiene como mayor promedio 8 hojas por planta, mostrando una diferencia respecto a las 6 hojas obtenidas sin la dosis de humus de lombriz.

Este efecto es atribuido a las propiedades que presenta el humus mejorando significativamente las características del suelo como la estructuración y enriquecimiento al mismo con sustancias nutritivas, que en comparación con el suelo inicial, el incremento es de cinco veces más nitratos, siete veces más fosfatos, once veces más potasio, dos veces más magnesio y dos veces más calcio (Pineda, 2006).

Por otra parte Delgado (2002), menciona que la población y distribución microbiana presente en el humus de lombriz presenta un gran dinamismo, variando según las características químicas y físicas del hábitat, esto a la vez repercute en los organismos del suelo comunes en la rizosfera capaces de producir fitohormonas, producción que tiene un pronunciado efecto sobre el desarrollo y crecimiento de la planta (Arshad y Frankenberger, 1992), citado por (Cracogna, 2003).

Según los datos experimentales las densidades de plantación d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$) y d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$) muestran promedios de 6 y 5 hojas por planta respectivamente, mostrando una tendencia creciente al utilizar densidades bajas de cultivo. Well (1991), citado por Tosquy *et al.*, (2010), menciona que una distribución inadecuada de plantas en el terreno ocasiona una ineficiente intercepción de luz solar sobre el dosel del cultivo y por tanto una disminución en la fotosíntesis lo que repercute en una baja producción se debe mencionar a este respecto que este efecto fue homogéneo al utilizar las densidades planteadas, y esto a su vez genera el mismo desarrollo en el número de hojas.

5.2 Análisis de Costos

5.2.1 Costos de Producción

En el Cuadro 19 se muestra los costos totales subdivididos en costos fijos y variables respectivamente.

Cuadro 19. Análisis del costo de producción y tratamientos del cultivo de puerro.

Descripcion	Unidad	Precio	Cantidad	TRATAMIENTOS							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
costos fijos											
Insumos											
Agua	Global	300	1	300	300	300	300	300	300	300	300
Semilla	onzas	17	38	646	646	646	646	646	646	646	646
Materiales											
Estacas	Pieza	1	1894	1894	1894	1894	1894	1894	1894	1894	1894
Cuerdas	m	20	20	400	400	400	400	400	400	400	400
Herramientas											
Pala	Pieza	75	20	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Picota	Pieza	45	20	900	900	900	900	900	900	900	900
Manguera	Pieza	18	60	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080	1080
Chontillas	Pieza	20	20	400	400	400	400	400	400	400	400
Mano de obra											
Preparacion del suelo											
Roturado	Jornal	70	3	210	210	210	210	210	210	210	210
Rastrillado	Jornal	70	3	210	210	210	210	210	210	210	210
Labores culturales											
Riegos	Jornal	70	50	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Deshierbe	Jornal	70	30	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Aporque	Jornal	70	20	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
Cosecha	Jornal	70	30	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Total costos fijos				16640	16640	16640	16640	16640	16640	16640	16640
COSTOS VARIABLES											
Insumos											
Humus de lombriz	kg	2	0	0	0	5864	5864	7778	7778	9788	9788
Mano de obra											
Transplante*	Jornal	70	90	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300
Total costos variables				6300	6300	12164	12164	14078	14078	16088	16088
COSTO TOTAL				22940	22940	28804	28804	30718	30718	32728	32728

De acuerdo al Cuadro 19, se puede apreciar que los mayores costos se dan en los tratamientos $T_7 = a_3$ (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) con d_1 (250000 pl \cdot ha $^{-1}$) y $T_8 = a_3$ (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$), con d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$). Por otra parte tenemos que los menores costos se dan en los tratamientos $T_1 = a_1$ (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) con d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$) y $T_2 = a_1$ (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) con d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$), esto refleja como los costos variables influyeron en los costos totales de tratamientos y en último caso fueron influenciados por los trabajos excedentes en la aplicación del humus.

5.2.2 Beneficios netos

Según el Cuadro 20 se presentan los beneficios y costos del puerro por hectárea de producción.

Cuadro 20. Análisis de beneficios y costos por tratamiento del cultivo de puerro.

No tratamiento	Tratamiento	Promedio $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	Rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$		Beneficio bruto $\text{Bs}\cdot\text{ha}^{-1}$	Costo total $\text{Bs}\cdot\text{ha}^{-1}$	Beneficio Neto $\text{Bs}\cdot\text{ha}^{-1}$
			Medio	Ajustado			
1	a1d1	0,71	7121,21	6409,09	44863,64	22940	21923,64
2	a1d2	0,75	7500,00	6750,00	47250,00	22940	24310,00
3	a2d1	0,86	8636,36	7772,73	62181,82	28804	33377,82
4	a2d2	0,87	8712,12	7840,91	62727,27	28804	33923,27
5	a3d1	0,98	9772,73	8795,45	70363,64	30718	39645,64
6	a3d2	0,97	9696,97	8727,27	69818,18	30718	39100,18
7	a4d1	1,00	10000,00	9000,00	72000,00	32728	39272,00
8	a4d2	1,02	10227,27	9204,55	73636,36	32728	40908,36

Según el cuadro 20 los rendimientos fueron obtenidos a partir del peso y área de producción, posterior a esto se realizó un ajuste del 10 % con la finalidad de expresar la producción real que obtendría el productor al realizar la producción del puerro. Según la metodología del CIMMYT (1988) se aplicó un 5 % por el manejo controlado del cultivo y un 5 % por no tener pérdidas al momento de la cosecha.

Los beneficios brutos fueron obtenidos a partir de un precio de venta de 5 Bs por 0,5 kg de puerro, en este caso tenemos que el beneficio bruto mayor fue el del tratamiento $T_6 = a_3$ (3889 kg de Humus $\cdot\text{ha}^{-1}$), con d_2 (200000 plantas $\cdot\text{ha}^{-1}$) y el menor rendimiento fue obtenido en el tratamiento $T_5 = a_3$ (3889 kg de Humus $\cdot\text{ha}^{-1}$) con d_1 (250000 plantas $\cdot\text{ha}^{-1}$).

Esto demuestra que en ambos tratamientos el efecto del distanciamiento influyó de manera significativa en los costos ya que la dosis de aplicación fue la misma. En los beneficios netos podemos observar que el tratamiento $T_8 = a_4$ (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$) fue el que obtuvo mayor ganancia, y el tratamiento $T_1 = a_1$ (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) con d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$) fue el que obtuvo menor ganancia.

Por otra parte se puede mencionar que esta diferencia es influenciada por las densidades de plantación puesto que las dosis de aplicación para ambos tratamientos fueron las mismas y los costos de producción fueron en ambos casos los mismos para ambos tratamientos.

5.2.3 Análisis de Dominancia

En el Cuadro 21 se muestran los tratamientos y su análisis de dominancia y no dominancia.

Cuadro 21. Análisis de dominancia para los diferentes tratamientos

No	Tratamiento	Beneficio bruto Bs \cdot ha $^{-1}$	Costo total Bs \cdot ha $^{-1}$	Beneficio Neto Bs \cdot ha $^{-1}$	Análisis
1	a1d1	44863,64	22940	21923,64	No dominado
2	a1d2	47250,00	22940	24310,00	No dominado
3	a2d1	62181,82	28804	33377,82	No dominado
4	a2d2	62727,27	28804	33923,27	No dominado
5	a3d1	70363,64	30718	39645,64	No dominado
6	a3d2	69818,18	30718	39100,18	No dominado
7	a4d1	72000,00	32728	39272,00	No dominado
8	a4d2	73636,36	32728	40908,36	No dominado

Mediante el análisis se puede observar que no existen tratamientos dominados, según el CIMMYT (1988), señala que cuando se tienen beneficios netos menores o iguales a los de un costo se trata de un tratamiento dominado, en este caso se observa que ningún tratamiento tiene beneficios netos menores o iguales a su costo de producción.

5.2.4 Relación Beneficio Costo

Mediante el Cuadro 22 se pudo apreciar las relaciones beneficio costo de los tratamientos.

Cuadro 22. Relación beneficio / costo de los tratamientos para el cultivo de puerro.

No	Tratamiento	Beneficio bruto Bs•ha ⁻¹	Costo total Bs•ha ⁻¹	Relación Beneficio/costo
1	a1d1	44863,64	22940	1,96
2	a1d2	47250,00	22940	2,06
3	a2d1	62181,82	28804	2,16
4	a2d2	62727,27	28804	2,18
5	a3d1	70363,64	30718	2,29
6	a3d2	69818,18	30718	2,27
7	a4d1	72000,00	32728	2,20
8	a4d2	73636,36	32728	2,25

Según las relaciones beneficio costo se pudo observar que el mayor beneficio lo presenta el T₅, a₃ (3889 kg de Humus•ha⁻¹) y d₁ (250000 plantas•ha⁻¹) con una relación beneficio costo de 2,29 lo cual indica que por unidad invertida tenemos una ganancia neta libre de 1,29 unidades, por otra parte tenemos que existe una relación beneficio costo de 2,27 en el T₆, a₃ (3889 kg de Humus•ha⁻¹) y d₂ (200000 plantas•ha⁻¹).

Esto implica que por cada unidad invertida se obtiene 1,27 de utilidades, estos tratamientos sin duda son influenciados por la dosis de humus de lombriz aplicados. En relación a los demás tratamientos tenemos de la misma forma utilidades puesto que no existen tratamientos dominados es decir, en los se pudieran incurrir en perdidas, finalmente tenemos que los tratamientos T_1 y T_2 son los que ofrecen un beneficio menor en relación a sus unidades invertidas con índices de 1,96 y 2,06. En relación a estos dos últimos tratamientos no realizo la aplicación del humus de lombriz, reflejando que la influencia del humus es fundamental en la obtención de mayores ganancias.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con las observaciones, análisis y resultados de los datos se concluye que:

- Las temperaturas bajas y los fotoperiodos menores como factores ambientales influenciaron relativamente el desarrollo del cultivo, observándose mayores periodos de crecimiento en el caso de las hojas y el tallo falso, esto debido a una retardación en el inicio de desarrollo del bulbo.
- Las mejores condiciones al cultivo de puerro fueron proporcionados por las dosis de humus a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_3 (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) obteniendo con estas dosis rendimientos en materia verde de 33400 kg \cdot ha $^{-1}$ y 32100 kg \cdot ha $^{-1}$, superando significativamente a la dosis a_2 (2932 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_1 (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) que obtuvieron rendimiento de 28600 kg \cdot ha $^{-1}$ y 24100 kg \cdot ha $^{-1}$, esto descarta el planteamiento de la hipótesis nula que menciona la no diferencia en el rendimiento productivo de puerro.
- El diámetro de Tallo Falso tuvo un periodo mayor de desarrollo por el retraso del crecimiento de bulbo, y en el caso del factor niveles de humus de lombriz los mayores promedios fueron obtenidos por la dosis a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) con una media de 17,73 mm, superando a las dosis a_3 (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$), a_2 (2932 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_1 (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) con diámetros promedios de 16,77; 16,20 y 15,22 mm respectivamente.
- La influencia de las bajas temperaturas y los fotoperiodos menores retardaron el periodo de crecimiento del bulbo de puerro, por otra parte los efectos del factor dosis de humus de lombriz se ven reflejados en los análisis de medias obteniendo el mayor promedio con la dosis a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) con 28,24 mm de diámetro superior a las dosis a_3 (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) a_2 (2932 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_1 (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) que obtuvieron promedios de 26,42; 25,25 y 24,29 mm respectivamente.

- La altura de planta tuvo un mayor crecimiento por la influencia de las dosis a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$), con 63,60 cm, superando a las dosis a_3 (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$), a_2 (2932 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_1 (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) los cuales obtuvieron promedios de 63,11; 61,13 y 53,38 cm en altura de planta, Debemos resaltar la influencia de las tres dosis de humus respecto al testigo en el cual no se utilizó dosis de humus.
- El crecimiento de numero de hojas tuvo un mayor periodo de crecimiento por efecto de las bajas temperaturas y fotoperiodos menores, así también el factor dosis de humus de lombriz muestra mayores promedios por la aplicación de la dosis a_4 (4894 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) con un promedio de 8 hojas, superior a las dosis a_3 (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$), a_2 (2932 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y a_1 (0 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) que presentaron promedios de 7, 7 y 6 hojas respectivamente.
- El factor densidad de plantación influencio a la variable de altura de planta, observándose para d_2 (200000 plantas \cdot ha $^{-1}$) un promedio de 62,87 cm y para d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$) una media de 57,74 cm, por lo tanto se obtuvo una mayor altura para una densidad de plantación menor.
- En relación al análisis de costos se observó que el mejor tratamiento fue obtenido por T_5 con arreglo factorial de a_3 (3889 kg de Humus \cdot ha $^{-1}$) y d_1 (250000 plantas \cdot ha $^{-1}$), que obtuvo un índice beneficio costo de 2,29 lo cual implica que por unidad invertida se obtiene un beneficio neto de 1,29 unidades.
- Se pudo observar que al realizar el análisis de beneficio todos los tratamientos ofrecen un beneficio neto aceptable puesto que en todos los casos se supera los costos invertidos, este hecho se puede explicar porque el experimento se realizó en condiciones de campo abierto disminuyendo el costo de uso de otros insumos tecnológicos.

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados, las condiciones en las que se realizó el estudio y el método utilizado, tomando en cuenta la interacción de factores en los tratamientos se recomienda:

- Revalidar los datos obtenidos poniendo mayor énfasis en los factores agroclimáticos como la evapotranspiración, precipitación, fotoperiodo y temperatura, evaluando nuevas variables como longitud de blanco y longitud de hojas.
- Realizar el estudio en diferentes épocas del año para observar la respuesta del cultivo a los factores agroclimáticos presentes en dichas épocas, además de revalidar los datos obtenidos en el siguiente experimento.
- Efectuar la experiencia de campo en diferentes localidades con la finalidad de observar la mejor respuesta productiva del cultivo de puerro a las condiciones climáticas presentes.
- Realizar la experimentación usando diferentes variedades de puerro con el objetivo de identificar las variedades con mayor potencial productivo y de adaptación.
- Realizar la experimentación comparando abonos orgánicos y fertilizantes químicos para observar la respuesta del cultivo de puerro a estos factores de estudio.
- Revalidar los efectos de dosis de humus de lombriz utilizando dosis mayores a $4894 \text{ kg de Humus*ha}^{-1}$, y su posterior evaluación en el desarrollo del cultivo.

- Estudiar diferentes densidades de plantación respecto a las densidades utilizadas en el presente estudio con la finalidad de evaluar los marcos de plantación mas adecuados para una producción optima

8. BIBLIOGRAFIA

AGUILERA, R. (2009). Efecto del extracto de humus de lombriz, *Eisenia foétida*, en el desarrollo de la planta de rábano, *Raphanus sativus* (Brassicaceae) y en el control de *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) y *Helicoverpa zea* (Lepidoptera:Noctuidae). Zamorano – Honduras.

ANTILL, D. 1986. Cultivo Casero de Hortalizas. España. Ed. AURA. 78p.

AOPEB. 1998. Humus de Lombriz. Cartilla N° 5. 14. Editado por Aopeb-Bolivia. La Paz. 14p.

ATEL F. 1991. Directrices para la obtención de compost 2da Edición Revolucionaria. La Habana-Cuba.

AUGSTBURGER, F. 1990. Abonos orgánicos en cultivos de la zona andina de Bolivia. AGRUCO. U.M.S.S. Serie Nro 19. 13p.

BELLAPART. C. 1996. Nueva Agricultura Biológica en Equilibrio con la Agricultura Química. Ed. Mundi-Prensa, Barcelona España. 298 p.

BOLLO. E. 1999. Lombricultura, una Alternativa de Reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona España. 150p.

BORJAS, E. 1994. I Taller Nacional de Agricultura Orgánica. Lombricultura: Historia, Evolución, Desarrollo e importancia. Venezuela. p 50-53.

BONAR. A. 1981. Como cultivar las hortalizas.Ed. Blume Barcelona. 95 p.

BUSTAMANTE. J. Lombricultura. Ministerio de Producción Rio Negro. 42 p.

CABRERA, R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chapingo - Serie Horticultura. 5-11 p

CALZADA, J. 1985. Métodos estadísticos para la Investigación. Ed. Milagros S.A. Lima Perú. 644 p.

CAMACARO M. 2005. Efecto de la Densidad de Plantación sobre el Crecimiento Vegetativo y Reproductivo de la Fresa CV. Elsanta.Bioagro. 15p.

CARRILLO J. 2003. Evaluación de Densidades de Siembra en Tomate (*Lycopersicon esculentum*) en Invernadero. Mexico. 88p.

CASTILLA, P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 225p.

CIMMYT,1991. La Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; Manual metodológico de Evaluación Económica. Ed. Completamente revisada. México. 79p.

CHILON, C. E. 1997. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. La Paz Bolivia. Centro internacional de Agricultura Tropical. 103p.

CHRISTENSEN, B.T. 1992. Fraccionamiento físico del suelo y materia orgánica en partículas primarias Adv. In Soil Sci.90p.

CRACOGNA, M. F. 2003. La microflora en los lombricompostos, su caracterización y su efecto sobre las plantas. Corrientes Argentina. 20 p. Consultado el 4 Enero de 2013. Disponible en:

<http://redbiblio.unne.edu.ar/opac/cgi-bin/pgopac.cgi?VDOC=6.153177>

DELGADO. A. 2002. Humus de lombriz: Caracterización y valor fertilizante. Santiago de Chile. PACHAMAMA S.A. 15 p.

ESCALANTE J.A. 1999. Area foliar, senescencia y rendimiento. Rev. Terra. México. 157 p.

FASSBENDER. H. 1969, Química de suelos, Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la O.E.A., Costa Rica, 94p.

FERRANDA, G. 1994. Curso teórico y práctico de "Lombricultura". Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*). MUNDI-PRENSA; Madrid. p 45-48.

FUNES, F. 1997. Experiencias cubanas en Agroecología. Revista Agricultura Orgánica. 10-14p.

FLORENZA P. y Martinez J. 1991. Horticultura y Materia Orgánica. 60. Ediciones Mundiprensa España- Bilbao, 60p.

GARDNER, F. R. Pearce y R. Mitchell. 1985, Fisiología de las plantas. Iowa State University Press, Ames, IA.

GUERRERO. A. 1996. El Suelo, los abonos y la Fertilización de Cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao España. 206 p.

HALSOUET. P. 2005. El Puerro Manual para su Cultivo en Agricultura Ecologica. Ed. Bio Lur Navarra. Monograficos Ekonekazaritza Nro. 1.

HUERRES. P. C. 1991. Horticultura. Editorial Pueblo y Educacion. Habana – Cuba.193 Pg.

LANDEROS. F. 1993. Monografía de los Ácidos Fulvicos y Húmicos. Facultad de Agronomia. Valparaiso Chile. 145 p.

LARA. M. A. 1989. Evaluacion del potencial de producción de semilla de cebolla (*Allium ampeloprasum* L.) cultivar eclipse en 5 fechas de siembra y 3 densidades de población en Marin. Universidad de Nuevo Leon. 140 p.

LARCO. E. 2004. Desarrollo y Evaluación de Lixiviados de Compost y Lombricompost para el manejo de Sigatoka Negra en Plátano. Tesis M. Sc. Turrialba 89 p.

LESKOVAR. D. 2001. Producción y Ecofisiologia del trasplante Hortícola. Texas & University. 24 p.

LITTLE. T. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura, Barcelona España. Editorial Trillas, 270 p.

LIPINSKY V. 2001. Efecto de la Densidad de Plantación sobre el Rendimiento de Cebolla cv. cobriza INTA con riego por goteo Mendoza-Argentina.

MACUA, J. y LAHOZ I. Puerro. Navarra-España. Ed. Arrignia. 6p.

MAROTO, J. B. 1994. Horticultura herbácea especial. 4ta Edición. Madrid España, MUNDIPRENSA, 768 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA DE ESPAÑA. Reporte de producción de Cultivos en la gestión 2010. Consultado el 5 de Febrero de 2013. Disponible en; <http://www.agromatica.es>

NAVARRO, G. 2002, Química agrícola, 2da Ed., Ed. Aedos, España, 479p.

NUÑEZ, L. 2011. Evaluación de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. Granma-Cuba. Consultado 25 de Octubre 2012. Disponible en: <http://www.granma.cubaweb.cu/secciones/ciencia/>

OCHOA, R. Diseños Experimentales. Facultad de Agronomía U.M.S.A.

ORRUEL, F. F. 2006. Comportamiento Agronómico de dos variedades de lechuga baley (*Lactuca sativa* L.) a tres densidades de cultivo de Panqar Huyus en la provincia Ingavi. La Paz - Bolivia.

PADRON, E. 1996. Diseños experimentales con Aplicación a la Agricultura y Ganadería. Ed. Trillas. D. F. 196p.

PINEDA, R. 2006. Lombricultura. Humus de Lombriz – preparación y uso. CIPCA. Tegucigalpa- Honduras. Consultado 5 de Noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.slideshare.net/PlanHuerta/pineda-jos-lombricultura>

PINZON, H. 2002. Los Cultivos de Cebolla y Ajo en Colombia: Estado del Arte y Perspectivas. Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas - Vol. 3 - No.1 - pp. 45-55.

POLLOCK. M. 2003. Enciclopedia del Cultivo de Frutas y Hortalizas. Editorial BLUME. 272 p.

POZO. C. M. 2010. Caracterización física, química y nutricional de la cebolla puerro (*Allium ampeloprasum*) en las provincias de pichincha y tungurahua. Quito-Ecuador.

QUINTERO, I. 1993. La Lombriz Roja Californiana como productora de humus. La Era Agrícola. Venezuela. p 10-12-

RAYMOND. D. 1982, Cultivo practico de hortalizas, Ed. Continental S.A., Mexico D.F.

ROBLES R. (1986). Producción de grano en Forrajes, 4ta ed, Mexico, limusa. 168 p.

RIBERA M. A. (2001). Evaluacion del Efecto de Humus de Lombriz En el cultivo de Cebolla (*Allium cepa*) Variedad Criolla Blanca en el centro Agronomico de U.T.B. Trinidad- Beni.

RODRÍGUEZ N. (2006). La Granja Urbana en la Agricultura Cubana. [Revista Agricultura Orgánica](#). pp. 7 - 9. Consultado 13 de Octubre 2012. Disponible en:

<http://www.granma.cubaweb.cu/secciones/ciencia/>

RONDON A. 2009. Efecto de la Aplicación de Diferentes Dosis de Humus de lombriz Granma-Cuba.

RUIZ, C. 2007. Efecto de la Fertilización Orgánica en el Cultivo de la Cebolla. *Agronomia Trop.* Estado Falcon – Venezuela. 14p.

SALAS. H. 1992. El Suelo un Organismo Viviente. Experiencias de Cultivo Ecologico en Argentina. Editorial Planeta. Buenos Aires Argentina. 333 p.

SANCHEZ, R. (2001). Fertilización químico orgánica bajo tres densidades de siembra en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa*, L) en la localidad de mallasa, provincia murillo 2001. 67p.

SEYMOUR, J. 1994. El cultivo de hortalizas. Barcelona España. Ed. BLUME. 270p.

SUQUILANDA, M. 1995. Fertilización Orgánica. Manual Técnico Quito - Ecuador. Ediciones UPS. FUNDAGRO.

TAN K. H. y V. Nopamombodi. 1979. Efecto de diferentes niveles de ácido húmico en el contenido de 3 nutrientes y crecimiento del maíz (*Zea mays*). 287 p.

TAPIA, F. M. 2002. Comparación agronómica de cuatro ecotipos de cebolla (*Allium cepa L.*) a diferentes distancias de plantación. Cochabamba- Bolivia. 105 p.

TISCORNIA, R. J. 1982. Cultivo de hortalizas terrestres. Buenos Aires Argentina ALBATROS. 68p.

TISDALE, S. L. y W. Nelson 1966. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 2da Ed. Macmillan Company. New York. Estados Unidos. 694 p.

TUTIN, T. G. 1980. Flora Europea. Vol. 5 Cambridge University. 295 p.

TOSKY O. 2010. Densidad y Distancia de Siembra en dos Variedades de Soya de Temporal en Veracruz. Agronomía Mesoamericana. México. 72p.

TRADE CORP. 2001. Informe Técnico Humistar. España.

VEGA. C.R.& F.H. Andrade. 2000. Densidad de plantas y espaciamento entre hileras. EEA INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias UNMP. 443 p.

VIGLIOLA, M.1991.Manual de Horticultura. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Segunda Edición Ed. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires-Argentina. 223 p.

VILLAGRAN, M. 1982. Efecto de la densidad de plantas y la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de bulbos de cebolla. Santiago de Chile. 215p.

VON BOECK, W. Comportamiento Agronómico de Dos Variedades de Acela (Beta vulgaris var. cicla L.) Bajo Dosis de Abonamiento con Humus de lombriz en Walipinis. UMSA. Viacha - La Paz.

YAMAGUCHI. M. 1978. Cultivos Vegetales. Universidad de California. Davis, Cal. USA:

A NEYO



Figura 1. Trasplante del cultivo a campo abierto



Figura 2. Seguimiento de los tratamientos para la obtención de datos



Figura 3. Humus de lombriz para el trabajo de investigación



Figura 4. Producción de puerro