

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



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DOS
VARIETADES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) CON DIFERENTES
NIVELES DE ABONO ORGÁNICO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE
COTA COTA**

**PRESENTADO POR:
CAMILA PATRICIA CHILLO YUPANQUI**

LA PAZ - BOLIVIA

2024

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DOS VARIEDADES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) CON DIFERENTES NIVELES DE ABONO ORGÁNICO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA

*Tesis de Grado Presentado como
requisito parcial para optar el
Título de Ingeniero Agrónomo*

CAMILA PATRICIA CHILLO YUPANQUI

Asesor:

Ing. M. Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez

Ing. Rosmery Aruquipa Condori

Tribunal examinador:

Ing. M. Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta

Ing. M. Sc. Paulino Ruiz Huanca

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas

APROBADO

Presidente examinador:

LA PAZ – BOLIVIA

DEDICADO A:

*Mi mamá Teresa Yupanqui, por brindarme su apoyo
en mi formación académica, a mi esposo y a mis hermanos;
también dedicado a mis asesores
Wilfredo Peñafiel y Rosmery Aruquipa que me
brindaron su colaboración durante mi investigación.
Y dedicado especialmente para mi pequeño hijo...*

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por darme salud, una familia y cumplir mis metas.

A la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía por contribuir en mi formación académica y brindarme la calidad de estudio, por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años.

A mis asesores Ing. M.Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez e Ing. Rosmery Aruquipa Condori Ing. que me ayudaron a culminar la presente investigación.

Asimismo, agradezco a todos y cada uno de mis docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica, con su sabiduría, apoyo y conocimiento que me motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

RESUMEN

Daucus carota, conocida comúnmente como zanahoria, es un cultivo muy valorado en debido a sus beneficios nutricionales, sin embargo, en temperaturas bajas puede llegar a ocasionar la floración prematura, aún más cuando se encuentra en un suelo que no cumple las necesidades del cultivo. Es por ello que se investigó las nuevas variedades de zanahoria “*Altiplano*” y “*Larga Vida*” las cuales indican ser tolerantes a climas bajos, conjunto con una fertilización orgánica con gallinaza para contribuir al rendimiento del cultivo. La investigación fue realizada en el Centro Experimental Cota Cota, donde los objetivos fueron: Evaluar el comportamiento productivo de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) con diferentes niveles de abono orgánico; Determinar el comportamiento productivo de dos variedades del cultivo de zanahoria; Determinar el nivel de abono orgánico más adecuado en el comportamiento productivo de la zanahoria y evaluar la relación beneficio costo de la producción del cultivo de zanahoria. Para el cual se implementó platabandas, los factores de estudio fueron: diferentes niveles de abono orgánico de gallinaza (0 kg/m²; 0,5 kg/m²; 1 kg/m²) y variedades de zanahoria (*Altiplano* y *Larga Vida*), formando una combinación de seis tratamientos, dispuestos en un diseño de bloques completos al azar (DBA) con arreglo bifactorial. Las variables de respuesta consideradas fueron: Porcentaje de emergencia, altura de follaje, longitud de raíz, diámetro de raíz, peso de raíz y rendimiento del cultivo. Los resultados que se evidenciaron altamente significativos fueron: en cuanto a factor de estudio, se destacó la variedad *Larga Vida* con 15,78 cm de longitud de raíz, en cuanto al factor abono se destacó el nivel 0,5 kg/m² con un rendimiento de 41,03 t/ha. En conclusión, el T4 (variedad *Larga Vida* con 0,5 kg/m²) obtuvo mejores resultados agronómicos y económicos.

Palabras clave: determinar, abono orgánico, variedad, cultivo.

ABSTRACT

Daucus carota, commonly known as carrot, is a highly valued crop due to its nutritional benefits, however, carrot cultivation is poorly tolerant of cold climates, causing premature flowering, even more so when it is found in soil that does not meet the needs of the crop. That is why the new carrot varieties "Altiplano" and "Larga Vida" were investigated, which indicate to be tolerant to low climates, together with organic fertilization with chicken manure to contribute to crop yield. The research was carried out at the Cota Cota Experimental Center, where the objectives were: Evaluate the productive behavior of two carrot varieties (*Daucus carota* L.) with different levels of organic fertilizer; Determine the productive behavior of two varieties of the carrot crop; Determine the most appropriate level of organic fertilizer in the productive behavior of the carrot and evaluate the benefit-cost relationship of the production of the carrot crop. For which beds were implemented, the study factors were: different levels of organic manure for chicken manure (0 kg/m²; 0.5 kg/m²; 1 kg/m²) and carrot varieties (Altiplano and Long Life), forming a combination of six treatments, arranged in a randomized complete block design (DBA) with bifactorial arrangement. The response variables considered were: Percentage of emergence, foliage height, root length, root diameter, root weight, and crop yield. The results that were highly significant were: regarding the study factor, the Long Life variety stood out with 15.78 cm root length, regarding the fertilizer factor, the 0.5 kg/m² level stood out with a yield of 41.03 t/ha. In conclusion, T4 (Long Life variety with 0.5 kg/m²) obtained better agronomic and economic results.

Keywords: determine, organic fertilizer, variety

CONTENIDO GENERAL

| | |
|-------------------------|-----|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| RESUMEN | iii |
| ABSTRACT | iv |
| CONTENIDO GENERAL | v |
| ÍNDICE GENERAL | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 | Objetivo General | 3 |
| 1.2 | Objetivo Específico..... | 3 |
| 2. | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 2.1 | Zanahoria | 4 |
| 2.1.1 | Origen..... | 4 |
| 2.1.2 | Producción del cultivo de zanahoria..... | 4 |
| 2.1.2.1 | Producción de zanahoria a nivel mundial | 4 |
| 2.1.2.2 | Producción de zanahoria en Bolivia..... | 5 |
| 2.1.2.3 | Importancia de la zanahoria | 5 |
| 2.1.2.4 | Propiedades de la zanahoria | 6 |
| 2.1.3 | Características generales del cultivo de zanahoria | 7 |
| 2.1.3.1 | Clasificación taxonómica | 7 |
| 2.1.3.2 | Descripción botánica | 8 |
| 2.1.3.3 | Fenología del cultivo de zanahoria | 9 |
| 2.1.3.4 | Requerimientos del cultivo de la zanahoria | 10 |
| 2.1.3.4.1 | Requerimiento de clima. | 10 |
| 2.1.3.5 | Requerimiento de suelo..... | 11 |
| 2.1.3.5.1 | Profundidad, textura y estructura..... | 11 |
| 2.1.3.5.2 | Salinidad y pH | 11 |
| 2.1.3.5.3 | Aireación..... | 12 |
| 2.1.3.6 | Requerimiento de humedad | 12 |
| 2.1.3.6.1 | Requerimiento de humedad en distintas etapas del crecimiento de zanahoria..... | 12 |
| 2.1.3.7 | Precipitación..... | 13 |
| 2.1.3.8 | Fertilización | 13 |
| 2.1.3.8.1 | Macronutrientes..... | 13 |
| 2.1.3.8.2 | Micronutrientes..... | 15 |
| 2.1.4 | Variedades | 16 |
| 2.1.4.1 | Variedades utilizadas en el estudio | 17 |

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------|----|
| 2.1.4.1.1 | Variedad Altiplano | 17 |
| 2.1.4.1.2 | Variedad larga vida..... | 18 |
| 2.1.5 | Manejo agronómico del cultivo de zanahoria | 18 |
| 2.1.5.1 | Labranzas del cultivo de zanahoria | 18 |
| 2.1.5.2 | Preparación del suelo..... | 19 |
| 2.1.5.3 | Levantamiento de camas..... | 19 |
| 2.1.5.4 | Época de siembra | 19 |
| 2.1.5.5 | Siembra..... | 20 |
| 2.1.5.6 | Raleo de plántulas..... | 20 |
| 2.1.5.7 | Aporque..... | 21 |
| 2.1.5.8 | Plagas y enfermedades | 21 |
| 2.1.5.9 | Control de malezas..... | 21 |
| 2.1.5.10 | Manejo de riego..... | 22 |
| 2.1.5.11 | Cosecha y postcosecha | 22 |
| 2.2 | Abono..... | 23 |
| 2.2.1 | Abonos orgánicos..... | 23 |
| 2.2.2 | Importancia de los abonos orgánicos | 24 |
| 2.2.3 | Tipos de estiércol | 25 |
| 2.2.3.1 | Estiércol de gallinaza..... | 25 |
| 2.2.3.1.1 | Elaboración del abono de gallinaza | 26 |
| 2.2.4 | Ventajas de la fertilización orgánica | 29 |
| 2.2.5 | Desventajas de la fertilización orgánica..... | 30 |
| 2.3 | Costos de producción..... | 30 |
| 3. | LOCALIZACIÓN | 32 |
| 3.1 | Ubicación geográfica | 32 |
| 3.2 | Características agro edafoclimáticas | 32 |
| 3.2.1 | Características climáticas | 32 |
| 3.2.2 | Características del suelo | 33 |
| 3.2.3 | Flora..... | 33 |
| 3.2.4 | Fauna..... | 34 |
| 4. | MATERIALES Y MÉTODOS | 35 |
| 4.1 | Materiales..... | 35 |

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1 | Material biológico | 35 |
| 4.1.2 | Material orgánico..... | 35 |
| 4.1.3 | Materiales de campo | 35 |
| 4.1.4 | Material de escritorio | 36 |
| 4.2 | Metodología..... | 37 |
| 4.2.1 | Procedimiento experimental | 37 |
| 4.2.1.1 | Selección de la parcela. | 37 |
| 4.2.2 | Preparación del suelo..... | 37 |
| 4.3 | Diseño experimental..... | 45 |
| 4.3.1 | Modelo Lineal aditivo para el Arreglo Bifactorial en DBA | 45 |
| 4.3.2 | Factor de estudio..... | 46 |
| 4.3.3 | Interacción de tratamientos | 46 |
| 4.4 | Croquis del experimento..... | 47 |
| 4.5 | Variables de respuesta..... | 47 |
| 4.5.1 | Variables agronómicas | 47 |
| 4.5.1.1 | Porcentaje de emergencia (%) | 47 |
| 4.5.1.2 | Altura de Follaje (cm) | 48 |
| 4.5.1.3 | Longitud de raíz (cm)..... | 48 |
| 4.5.1.4 | Diámetro de raíz (mm)..... | 49 |
| 4.5.1.5 | Incidencia de plagas..... | 49 |
| 4.5.1.6 | Incidencia de enfermedades..... | 49 |
| 4.5.2 | Variables de rendimiento | 49 |
| 4.5.2.1 | Peso de raíz (g)..... | 49 |
| 4.5.2.2 | Rendimiento del cultivo (t/ha) | 50 |
| 4.5.3 | Variables económicas | 50 |
| 4.5.3.1 | Beneficio Bruto (BB) | 50 |
| 4.5.3.2 | Beneficio Neto (BN)..... | 51 |
| 4.5.3.3 | Benéfico /Costo (B/C)..... | 51 |
| 5. | RESULTADOS Y DISCUSIONES | 52 |
| 5.1 | Variables Agronómicas..... | 52 |
| 5.1.1 | Porcentaje de Emergencia (%)..... | 52 |
| 5.1.2 | Altura del follaje (cm)..... | 54 |

| | | |
|---------|------------------------------------------------------|----|
| 5.1.2.1 | Altura de follaje durante el ciclo del cultivo | 54 |
| 5.1.2.2 | Altura de follaje al momento de la cosecha | 57 |
| 5.1.3 | Longitud de raíz (cm)..... | 60 |
| 5.1.4 | Diámetro de raíz (mm)..... | 63 |
| 5.1.4.1 | Diámetro de raíz superior | 63 |
| 5.1.4.2 | Diámetro de la raíz inferior | 66 |
| 5.1.5 | Incidencia de plagas..... | 69 |
| 5.1.6 | Incidencia de enfermedades..... | 69 |
| 5.2 | Variables De Rendimiento | 69 |
| 5.2.1 | Peso de raíz (g)..... | 69 |
| 5.2.2 | Rendimiento del cultivo (t/ha) | 72 |
| 5.3 | Variables Económicas | 75 |
| 5.3.1 | Costos de producción..... | 76 |
| 5.3.2 | Rendimiento ajustado para la zanahoria..... | 77 |
| 5.3.3 | Ingreso bruto | 77 |
| 5.3.4 | Ingreso neto | 78 |
| 5.3.5 | Calculo relación beneficio costo | 79 |
| 6. | CONCLUSIONES..... | 80 |
| 7. | RECOMENDACIONES | 81 |
| 8. | BIBLIOGRAFÍA..... | 82 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. | Producción mundial | 4 |
| Tabla 2. | Composición nutritiva de la zanahoria | 7 |
| Tabla 3. | Requerimiento según el tiempo del cultivo | 16 |
| Tabla 4. | Contenido de elementos nutritivos en la gallinaza | 28 |
| Tabla 5. | Análisis físico del suelo | 39 |
| Tabla 6. | Análisis químico del suelo..... | 40 |
| Tabla 7. | Porcentaje de Emergencia por niveles de abono | 52 |
| Tabla 8. | Porcentaje de emergencia en variedades..... | 53 |
| Tabla 9. | Análisis de regresión para altura de follaje durante el ciclo | 54 |
| Tabla 10. | Análisis de varianza para Altura de follaje | 57 |
| Tabla 11. | Análisis de varianza para longitud de raíz | 61 |
| Tabla 12. | Promedios de longitud de raíz en variedades | 62 |
| Tabla 13. | Análisis de varianza para diámetro de raíz superior | 64 |
| Tabla 14. | Análisis de varianza para diámetro de raíz inferior..... | 67 |
| Tabla 15. | Análisis de varianza para peso de raíz..... | 69 |
| Tabla 16. | Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo..... | 73 |
| Tabla 17. | Promedio de rendimiento del cultivo por niveles de abono..... | 73 |
| Tabla 18. | Total costos de producción..... | 76 |
| Tabla 19. | Cálculo del rendimiento ajustado para la zanahoria..... | 77 |
| Tabla 20. | Cálculo del ingreso bruto por tratamiento | 78 |
| Tabla 21. | Cálculo de ingreso neto por tratamiento..... | 78 |
| Tabla 22. | Relación beneficio costo de los tratamientos | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. | Preparación del suelo..... | 37 |
| Figura 2. | Roturado y nivelación del suelo..... | 38 |
| Figura 3. | Delimitación del terreno..... | 38 |
| Figura 4. | Formación de platabandas..... | 39 |
| Figura 5. | Desinfección del suelo..... | 40 |
| Figura 6. | Abonado del suelo..... | 41 |
| Figura 7. | Siembra..... | 41 |
| Figura 8. | Colocado de malla semisombra..... | 42 |
| Figura 9. | Riego por chorro..... | 42 |
| Figura 10. | Raleo de plántulas..... | 43 |
| Figura 11. | Aporque..... | 43 |
| Figura 12. | Control de malezas..... | 44 |
| Figura 13. | Cosecha de zanahoria..... | 44 |
| Figura 14. | Postcosecha..... | 45 |
| Figura 15. | Croquis de la parcela..... | 47 |
| Figura 16. | Altura de follaje..... | 48 |
| Figura 17. | Longitud de raíz..... | 48 |
| Figura 18. | Diámetro de raíz..... | 49 |
| Figura 19. | Peso de raíz..... | 50 |
| Figura 20. | Interacción de los tratamientos para porcentaje de emergencia..... | 54 |
| Figura 21. | Crecimiento del follaje de zanahoria durante el ciclo..... | 56 |
| Figura 22. | Altura de follaje por nivel de abono al momento de la cosecha..... | 58 |
| Figura 23. | Altura de follaje en variedades al momento de la cosecha..... | 59 |
| Figura 24. | Interacción de tratamientos para altura de planta..... | 60 |
| Figura 25. | Longitud de raíz por niveles de abono..... | 61 |
| Figura 26. | Interacción de tratamientos para longitud de raíz..... | 63 |
| Figura 27. | Diámetro de raíz superior por nivel de abono..... | 64 |
| Figura 28. | Diámetro de raíz superior en variedades..... | 65 |
| Figura 29. | Interacción de tratamientos para diámetro superior de raíz..... | 66 |

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 30. | Diámetro de raíz inferior por nivel de abono..... | 67 |
| Figura 31. | Diámetro de raíz inferior en variedades | 68 |
| Figura 32. | Interacción de tratamientos para diámetro inferior de raíz | 68 |
| Figura 33. | Peso de raíz por niveles de abono..... | 70 |
| Figura 34. | Peso de raíz en variedades..... | 71 |
| Figura 35. | Interacción de tratamientos para peso de raíz | 72 |
| Figura 36. | Rendimiento del cultivo en variedades | 74 |
| Figura 37. | Interacción de tratamientos para rendimiento del cultivo | 75 |

1. INTRODUCCIÓN

La zanahoria (*Daucus carota L.*) es una hortaliza común en la canasta familiar de los bolivianos se cultivan aproximadamente 3.600 hectáreas al año. La Paz que cuenta con una superficie cultivada de 155 hectáreas con una producción de 1,431 toneladas, la cual complementa a muchas comidas, al contar con diferentes propiedades (INE y SENAMHI, 2021). La introducción de nuevas variedades de zanahoria para la producción en el altiplano tolerantes al frío, coopera aún más para su producción en el país, que se ve afectada por factores climáticos adversos (CNPSH, 2020). En ese sentido, el presente trabajo utilizó las variedades de “Larga vida” y “Altiplano” siendo más resistentes a los factores climáticos adversos del país aprovechando así sus cualidades.

Hoy en día no hay duda de que el suelo en la agricultura es uno de los principales factores en la producción de alimentos, el cuidado del suelo es fundamental para el éxito de la agricultura y así obtener un buen desarrollo de las hortalizas, aun cuando se trata de cultivos de raíz como la zanahoria que llega a expresarse de manera óptima en suelos bien abonados y sueltos.

Una aplicación de estiércol compostado por lo general muestra una influencia positiva sobre el rendimiento de un cultivo, la zanahoria reacciona favorablemente al abono orgánico, especialmente en suelos de baja fertilidad o compactados.

La gallinaza contribuye a incrementar la producción agrícola y consecuentemente el abastecimiento de la población, ya que mejora la productividad y calidad nutricional de los cultivos, ofreciendo una seguridad alimenticia; a su vez impide la necesidad de incrementar la superficie agrícola, conservando el suelo, evitando su degradación, por ende, mejorando la calidad de vida del ser humano (Quiñones, 2017).

Wiedeman et al. (2008), entonces como el estiércol de gallina tras ser compostado es un abono que cuenta con mayor concentración de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K) debido a que la alimentación de las gallinas se basa en balanceados concentrados que contienen una gran cantidad de elementos esenciales, los cuales llegan a ser nutrientes fundamentales para el cultivo de zanahoria.

Lipinski (2013), trabajando sobre la absorción del nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en zanahoria concluyo que adsorbe 181,3 kg/ha de N; 56,1 kg/ha de P y 354,4 kg/ha de K, lo cual indica que es una planta muy demandante en potasio.

Rojas (2017), indica que la zanahoria responde bien a la aplicación de gallinaza por su mayor concentración de nutrientes que posee este material, principalmente fósforo y potasio, elementos muy importantes para este cultivo.

En la localidad de Carmen Pampa perteneciente al municipio de Coroico provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz, se realizó un ensayo cuyo objetivo fue evaluar los diferentes niveles de gallinaza en la producción del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) var. Chantenay Royal. En el trabajo de campo se evaluó las variables de diámetro y longitud en los cuales no se observó diferencias estadísticas entre los niveles de aplicación de gallinaza (Yanique, 2009).

Jimenes (2011), estudio las variedades de zanahoria Altiplano y Montenegro en tres departamentos de Bolivia, Oruro, Chuquisaca y Cochabamba. En el que menciona que sus resultados fueron; la zanahoria Altiplano 42 t/ha de producción en época de otoño-invierno comparada con el rendimiento que alcanzó la variedad Montenegro con solo 31.3 t/ha, por ello afirma que el factor ambiente no influyó, sin embargo, reafirma que el factor genético es el que predominó para que exista una homogeneidad y que de esa forma pudo establecer el carácter predominante en los tres pisos ecológicos.

Por lo expuesto, la presente investigación pretende profundizar el comportamiento productivo de la zanahoria con diferentes variedades como alternativa a las circunstancias del clima, bajo la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico (gallinaza) el cual tiene nutrientes aprovechables al igual convenientes para el cultivo y como enmienda al suelo, por lo que se requiere investigar su dosificación más adecuada para el cultivo ya que el abonamiento orgánico es una alternativa para los pequeños productores que no pueden acceder a insumos externos para la nutrición de sus cultivos y propiciar su utilización gradual entre los productores.

En el siguiente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo General

- Evaluar el comportamiento productivo de dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) con diferentes niveles de abono orgánico en el Centro Experimental de Cota Cota.

1.2 Objetivo Específico

- Determinar el comportamiento productivo de dos variedades del cultivo de zanahoria.
- Determinar el nivel de abono orgánico más adecuado en el comportamiento productivo de la zanahoria.
- Evaluar la relación beneficio costo de la producción del cultivo de zanahoria.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Zanahoria

2.1.1 Origen

Se deriva de las formas silvestres originarias del centro de Asia, África y el Mediterráneo. Algunos autores señalan a Afganistán como el origen exacto. Su uso como alimento surge a partir del siglo XVI. Antes de este momento se empleaba únicamente para tratar enfermedades (Gaviola, 2010).

Es originaria de Asia Central, se extendió a los climas templados de Europa, y luego a los climas tropicales (Spooner, 2019).

2.1.2 Producción del cultivo de zanahoria

2.1.2.1 Producción de zanahoria a nivel mundial

El cultivo de la zanahoria ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, tanto en superficie, como en producción, ya que se trata de una de las hortalizas más producidas en el mundo (FAO). Las zanahorias se encuentran entre los productos agrícolas más populares en el mundo, también son un producto básico de exportación agrícola para muchos países del mundo, China ha sido el país productor más importante del mundo durante muchos años, con 45 % de la producción mundial a continuación se muestran los más sobresalientes a nivel mundial (FAOSTAT, 2019).

Tabla 1. Producción mundial

| Países | Producción año 2020 (t) |
|---------------|--------------------------------|
| China | 17.300.000 |
| Uzbekistán | 1.802.000 |
| Rusia | 1.700.000 |
| E.E.U.U. | 1.420.000 |
| Ucrania | 920.000 |

Fuente: FAOSTAT, 2019

2.1.2.2 Producción de zanahoria en Bolivia

El INE y SENAMHI (2021), indican que en nuestro país se cultivan aproximadamente 3.600 hectáreas de zanahoria al año con una producción de 27.000 toneladas que en valor monetario representa más o menos 70 millones de bolivianos. Se cultiva en los climas templados, de la mano de pequeños productores que no cuentan con mucha tecnología, lo que incide tanto en su economía como en el rendimiento y calidad de la hortaliza.

El principal productor es el departamento de Cochabamba que cuenta con una superficie cultivada de 2,410 hectáreas que generan una producción total de 24,585 toneladas de zanahoria. Específicamente, la comunidad de Sipe Sipe tiene como principal cultivo a este alimento durante el verano habiendo producido hasta hace algunos años un total de 19.571,8 kilogramos por hectárea (Alanoca, 2005).

El INE y SENAMHI (2021), el departamento de La Paz ocupa el quinto lugar como productor de esta hortaliza, llegando a tener una superficie cultivada de 155 hectáreas con una producción de 1,431 toneladas. Así mismo menciona que el ciclo del cultivo en territorio boliviano es de 100 a 140 días en los valles, llanos tropicales, altiplano y gran chaco.

Los usos de este cultivo giran en torno al consumo diario, pues es parte de muchos platillos típicos y de la dieta diaria de los bolivianos que también la han implementado en remedios naturales y hasta en bebidas, disfrutando tanto como de su dulce sabor como de sus grandes beneficios.

En los valles, la zanahoria se siembra a partir del mes de abril, en el Altiplano a partir de agosto y en el trópico todo el año (CIPCA, sf).

2.1.2.3 Importancia de la zanahoria

Según Tirador (2011) citado por Lang, Alessandro & Ermini (2014), la zanahoria a nivel mundial es muy importante porque los consumidores la califican nutricionalmente por sus excelentes fuentes de vitaminas y minerales, además por

poseer un alto contenido de betacarotenos o vitaminas “A” de ellos también se puede distinguir vitaminas del grupo “B” y vitaminas “E”, este cultivo hortícola en los últimos treinta años se incrementó a un ritmo elevado al crecimiento poblacional.

La zanahoria es un cultivo muy popular por sus fuentes ricas de carotenoides y fenólicos. Este cultivo comestible del cual se consume sus raíces tiene una abundante concentración de estructuras carotenoides vegetales. La zanahoria es un cultivo único que tiene sustancias provitamina “A” y que se puede cultivar en regiones tanto templadas como tropicales del mundo (Haq et al., 2015)

2.1.2.4 Propiedades de la zanahoria

La zanahoria (*Daucus carota* L.), es un alimento nutritivo, colaborador de la digestión, depurativo, rico en sales minerales como hierro y calcio, neutralizante de la acidez de la sangre, a la que enriquece con glóbulos rojos. Con buen contenido de fósforo que comunica resistencia muscular y solidez a los nervios, posee azúcar y abunda en las vitaminas A, B1, B2 y C. Es notable que las hojas de la zanahoria contengan cuatro veces más vitamina B2 que la raíz y que esta última contenga la provitamina D, poco frecuente en las hortalizas (Lezaeta, 2006).

Las zanahorias poseen cualidades nutritivas importantes, especialmente por su elevado contenido en beta-caroteno (precursor de vitamina A), pues cada molécula de caroteno que se consume es convertida en dos moléculas de vitamina A. en general se caracteriza por un elevado contenido en agua y bajo contenido en lípidos y proteínas. La zanahoria es una fuente muy rica de antioxidantes, estos son sustancias que nos protegen ante el daño de los radicales libres y del envejecimiento prematuro (Infoagro, 2014).

También se menciona que es rica en Vitamina B9 (folato) y, especialmente, en Vitamina A, a continuación, se muestra el valor nutricional de esta hortaliza (Macas, 2007).

Tabla 2. Composición nutritiva de la zanahoria

| Composición nutritiva por cada 100 gr de fresca zanahoria | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Componente | Contenido |
| Agua (g) | 88.6 |
| Carbohidratos (g) | 10.1 |
| Lípidos (g) | 0.2 |
| Calorías (cal) | 40 |
| Vitamina A (U.I.) | 2000-12000 según variedades |
| Vitamina B1(mg) | 0,13 |
| Vitamina B2 (mg) | 0,06 |
| Vitamina B6 (mg) | 0,19 |
| Vitamina E (mg) | 0,45 |
| Acido nicotínico (mg) | 0,64 |
| Potasio (mg) | 0,10 |

Fuente: Infoagro, 2014

2.1.3 Características generales del cultivo de zanahoria

2.1.3.1 Clasificación taxonómica

Estudios realizados por Rueda (2015), indica que la zanahoria presenta las siguientes características: Raíz axonomorfa, arbusto, inflorescencia compuesta en umbela, fruto seco. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida (dicotiledóneas)

Orden : umbelales

Familia : Apiaceae

Género: Daucus

Especie: *Daucus carota* L.

2.1.3.2 Descripción botánica

Según Gaviola (2013), describe de la siguiente manera:

Tallo: Durante la etapa vegetativa se encuentra sumamente comprimido al ras del suelo, por lo tanto, sus entrenudos no son visibles. Una vez que comienza la etapa reproductiva, los entrenudos del tallo se alargan y en su ápice se desarrolla la inflorescencia primaria. El tallo y las ramas son ásperos y pubescentes. Una planta puede tener uno o varios tallos florales cuyo alto varía entre 60 y 200 cm.

Hojas: La primera hoja verdadera emerge 1 o 2 semanas después de la germinación. Las hojas son pubescentes, 2-3 pinnatisectas, los pecíolos son largos, expandidos en la base.

Raíz: Anatómicamente las raíces de la zanahoria están compuestas por el floema (en la parte más externa) y el xilema o corazón en la parte central. Las zanahorias de alta calidad son aquellas que poseen mayor contenido de floema que xilema, es decir, que tienen un corazón pequeño, ya que el floema tiene mayor capacidad para acumular azúcares y carotenos. El diámetro de la parte superior varía desde 1-2 cm en algunas variedades hasta 10 cm en otras. Su longitud se extiende entre 5 y 50 cm, aunque la mayoría de las variedades tienen raíces comprendidas entre los 10 y 25 cm.

Inflorescencia, flores y semillas: La inflorescencia está formada por umbelas compuestas que aparecen en posición terminal y cada planta tiene una central, o primaria o de primer orden, que corresponde al tallo principal. Cada flor tiene 5 pequeños sépalos verdes, 5 pétalos, 5 estambres (órganos masculinos portadores del polen) y un ovario bilocular con dos estilos.

La floración de cada umbela (apertura de la totalidad de sus flores) dura entre 7 y 10 días, y la diferencia entre las distintas órdenes de umbelas es de 7 días. Es decir que la floración de una planta de zanahoria abarca un período entre 30 y 50 días. El fruto de cada flor de zanahoria consiste en un esquizocarpo compuesto por dos aquenios unidos. Cada aquenio es lo que comúnmente se denomina semilla y su peso varía entre 0,8 y 3 g cada 1.000 semillas.

2.1.3.3 Fenología del cultivo de zanahoria

Pacheco y Acosta (2020), señalan que la etapa vegetativa de la zanahoria es la más importante en términos comerciales, ya que es cuando se desarrolla la raíz napiforme. A continuación, se describen las distintas fases fenológicas correspondientes.

- Fase vegetativa

Germinación y/o emergencia: En promedio la emergencia puede tardar entre 22 y 32 días después de siembra (dds).

Es importante resaltar que la duración de las etapas fenológicas es variable y se afecta por las condiciones agroambientales de cada zona y el material genético.

Etapa I de crecimiento: Aproximadamente desde los 39 hasta los 60 dds se genera el crecimiento longitudinal de la raíz, más que de grosor, hasta alcanzar un 80 % de la longitud total del producto final (Ávila, 2015). La parte aérea, conformada por las hojas, se desarrolla lentamente en esta etapa (Vega *et al.*, 2011).

Etapa II de crecimiento: Esta fase abarca, en promedio, desde los 61 hasta los 97 días después de la siembra, tiempo en el cual se engrosa la raíz por la acumulación de carbohidratos. El engrosamiento avanza desde la parte alta del cáliz y termina en la punta de la raíz (Ávila, 2015) y se mantiene mientras las hojas permanezcan verdes. Se presenta un aumento constante en el diámetro de la raíz y en el número de hojas (Vega *et al.*, 2011).

Etapa III de crecimiento: Esta fase va desde los 98 hasta los 123 dds en promedio. La zanahoria es inducida a la floración cuando ocurre la acumulación de un número de horas de frío por debajo de los 10 °C. Sin embargo, en los materiales híbridos no ocurre la inducción a floración. El crecimiento se desacelera (Vega *et al.*, 2011) y se termina el engrosado de la raíz.

Etapa IV de crecimiento: Etapa previa a la cosecha en donde se estabiliza el tamaño de las raíces y el follaje a los 124 días aproximadamente (Vega *et al.*, 2011).

- Fase reproductiva

O también llamado “ciclo reproductivo”, donde se generan los órganos reproductivos y se termina de desarrollar el tallo. Comercialmente los dos ciclos o fases se completan cuando se desea obtener semillas (Morales, 1995).

2.1.3.4 Requerimientos del cultivo de la zanahoria

El rendimiento y la calidad de las raíces en cultivos de zanahorias, están muy influenciados tanto por las condiciones climáticas como por el manejo del cultivo, que determinan el ambiente y permiten, o no, la expresión del potencial genético de cada variedad en particular (Gabriel, 2013).

2.1.3.4.1 Requerimiento de clima.

Carranza (2006), la temperatura juega un papel importante en la formación de la raíz. Las temperaturas promedio elevadas superiores a 28° C. generan pérdida de coloración, aceleran los procesos de envejecimiento de la raíz y promueven la producción de raíces cortas. Por otra parte, a temperaturas promedio bajas inferiores a 9° C. se desarrollan raíces muy largas y provoca coloraciones pálidas.

Según Matas *et al.* (2017), existen algunos cultivares más resistentes a subida a flor que otros, así también indica lo siguiente;

Si la temperatura de crecimiento se mantiene entre 21-27 °C, no se observará floración en ninguna planta. En el caso de temperaturas de 15-21 °C, el porcentaje de floración es muy bajo. Sin embargo, si se someten a una temperatura de entre 4-10 °C durante 15 días suben a flor del 100 % de las plantas.

La subida a flor prematura hace que la zanahoria pierda su interés comercial por completo, ya que produce una lignificación de los tejidos radiculares.

Puede germinar a partir de 4-5 °C, pero su rango térmico óptimo está entre 7 y 29 °C, y la temperatura óptima en torno a los 25-27 °C. Es medianamente resistente a las bajas temperaturas, dependiendo su mayor o menor susceptibilidad del cultivar.

2.1.3.5 Requerimiento de suelo

2.1.3.5.1 Profundidad, textura y estructura.

Castro *et al.*, (2010), la superficie para la producción debe ser óptima, el suelo no debe ser muy pesado o compacto de lo contrario se producirán zanahorias de forma redondas que alargadas. Debe ser de buena profundidad (20 a 30 cm) para que las raíces crezcan sin problema, picar los terrones o eliminarlos y si existe rocas deben ser retiradas de la parcela.

Gaviola (2013), los suelos arenosos y franco-arenosos livianos son preferibles cuando se desea una producción temprana. Estos son bien drenados y aireados, se calientan rápidamente y pueden ser trabajados casi inmediatamente después de una lluvia o de un riego. Sin embargo, tienen baja capacidad de retención de agua, bajo contenido de nutrientes y se lavan fácilmente. Por lo tanto, requieren riegos más frecuentes y la incorporación adicional de fertilizantes para alcanzar rendimientos adecuados. Son preferidos para la obtención de zanahorias para mercado fresco por ser más fácil la cosecha y obtener zanahorias con piel más suave.

Matas *et al.* (2017), indica que el cultivo prefiere suelos ricos, de textura ligera o media. Los terrenos excesivamente compactos provocan fibrosidades, menor longitud y sección de las raíces, así como una mayor proclividad al desarrollo de enfermedades criptogámicas.

2.1.3.5.2 Salinidad y pH

Gaviola (2013), la salinidad del suelo inhibe la germinación e interfiere con el crecimiento del cultivo por restringir la humedad y la absorción de nutrientes. Sin embargo, adecuadamente manejados algunos suelos salinos pueden producir altos rendimientos. La zanahoria es moderadamente tolerante a la salinidad (soporta hasta 4 mS/cm). El pH del suelo es importante por su influencia en la disponibilidad de nutrientes. En suelos minerales el pH óptimo para zanahoria es de alrededor de 6,5 y

en los orgánicos 5,8. En general la zanahoria tolera un amplio rango de pH, entre 5 y 8. En muchas zonas del mundo la zanahoria se cultiva exitosamente en suelos ligeramente alcalinos con pH entre 7 y 7,5.

2.1.3.5.3 Aireación.

La zanahoria es exigente en relación a la aireación del suelo. Adquiere su mejor color cuando se siembra en suelos ligeros. En los pesados y de mala textura se forman raíces carnosas deformadas, ramificadas, encorvadas con grandes lenticelas y superficies rugosas, por lo que estos tipos son inapropiados para su siembra. Los suelos más apropiados para la zanahoria son los ligeros arcillosos arenosos, de una estructura y ventilación (Pérez, 2009).

2.1.3.6 Requerimiento de humedad

Es una planta exigente en humedad. El estrés hídrico puede inducir la formación de fibrosidades en las raíces que las deprecian y, en caso de alternancia con grandes aportes de agua, resquebrajamientos radiculares (Maroto, 2002).

Ávila (2015), la humedad relativa favorable está entre el 70 % y el 80 %.

2.1.3.6.1 Requerimiento de humedad en distintas etapas del crecimiento de zanahoria.

Para García (2002), la zanahoria presenta tres momentos críticos en lo referente al consumo de agua. El primero de estos momentos es el período de emergencia en el cual se requieren riegos cortos y frecuentes; se recomienda aplicar riegos cada 3 a 4 días mediante aspersion, hasta la aparición de las dos hojas verdaderas. En la etapa de elongación el riego se realiza preferiblemente por goteo,

con menores tiempos de aplicación y disminución de la frecuencia de riego de 7 a 10 días con el fin de estimular el desarrollo de la raíz. Finalmente, en la última etapa se debe aportar agua de forma incremental con el fin de estimular el engrosamiento.

2.1.3.7 Precipitación

Ávila (2015), el cultivo puede prosperar sin riego en zonas con una precipitación entre los 400 y 800 mm por ciclo.

2.1.3.8 Fertilización

Uno de los factores determinantes en el cultivo de zanahoria es la fertilización, el objetivo de la fertilización es cubrir los requerimientos de nutrientes de la planta evitando los excesos en su aplicación. Los nutrientes se encuentran agrupados en macro y micronutrientes; previo a la fertilización se recomienda realizar un análisis de suelo en laboratorio, mediante el cual se puede identificar la cantidad de nutrientes con los que el suelo cuenta y a partir de los resultados y de las necesidades de la planta, se estiman las cantidades de aplicación de cada grupo (Fernández, sf).

2.1.3.8.1 Macronutrientes

Según INTA (2009), citado por Enriques (2015), los macronutrientes son aquellos que se absorben en grandes cantidades y son: Nitrógeno, fósforo, potasio calcio y azufre.

- Nitrógeno

El nitrógeno está involucrado en la síntesis de aminoácidos y proteínas y es su componente de la clorofila.

La deficiencia de nitrógeno en zanahoria causa un incremento lento y restringido, raíces pequeñas, tallos finos, duros y maduración retardada. Las hojas se toman de color verde pálido, y cuando las deficiencias son severas pierden el verde completamente. La raíz se ve afectada directamente de este elemento siendo de menor tamaño y color. El exceso de N tiende a favorecer el crecimiento exagerado de las hojas, órganos de reservas y la semilla. Además, provoca efecto negativo sobre el ambiente, como son la contaminación con nitratos y la volatilización de óxido nitroso que interviene junto con los gases de efecto invernadero.

- Fosforo

El P está vinculado principalmente a la fotosíntesis, la respiración y otros procesos metabólicos. Una adecuada nutrición fosfórica está asociada con un incremento de tamaño de la raíz y la maduración temprana.

- Potasio

El K está involucrado en la transpiración, crecimiento del tejido meristemático, formación de azúcar y almidón, síntesis de proteínas, y también la regulación de las funciones de nutrición de iones minerales.

- Calcio

El calcio (Ca) tiene un papel importante en la formación de la pared celular, crecimiento y división celular y asimilación de N.

- Magnesio

Ocupa entre el 0.04 y 1.00 del peso seco de las hojas, presenta alta movilidad en las plantas, y su movilidad en el suelo es media, forma parte de la molécula de clorofila y sirve como factor de la mayoría de las enzimas que activan el proceso de la fosforilación.

- Azufre

Entre las principales funciones en la planta está la síntesis de proteínas y forma parte de los aminoácidos cistina y tiamina y de la clorofila, aumenta el color verde intenso, activa la formación de nódulos y estimula la producción de semillas.

2.1.3.8.2 Micronutrientes

Según INTA, (2009), citado por Enríquez (2015)

- Hierro

Está involucrado en la síntesis de clorofila y es un componente de muchas enzimas. Los síntomas de deficiencia aparecen con el amarillamiento en áreas entre nervaduras de las hojas más jóvenes. La disponibilidad de Fe es baja en los suelos alcalinos. Las umbelíferas en general poseen una tolerancia bastante buena a bajos niveles de Fe en el suelo.

- Manganeso

Está involucrado en la síntesis de clorofila. En caso de deficiencia aparecen áreas amarillas en las hojas jóvenes, las que carecen de vigor. Las deficiencias ocurren más frecuentes cuando el pH del suelo es superior a 6.8

- Boro

Está relacionado con el metabolismo del nitrógeno, del agua y en el crecimiento del tubo polínico. Cuando hay deficiencia es común la muerte del meristemo apical, además los folíolos de las hojas se reducen y mueren.

- Zinc

Juega un papel importante en la síntesis de cloroplastos, almidón y auxinas. El primer síntoma es la aparición del amarillamiento intervenal en hojas jóvenes de umbelíferas, seguido por un crecimiento reducido del tallo

- Cloro

Importante para el crecimiento y desarrollo de los tallos. Su deficiencia resulta en el detenimiento del crecimiento de las raíces, marchitamiento, pardeamiento y clorosis de hojas, y algunas veces estas últimas mueren. Si bien es poco frecuente la zanahoria es bastante sensible a la toxicidad con CL.

La zanahoria es especialmente exigente en potasio, siendo este nutrimento el que absorbe del suelo en mayor cantidad, seguido por el nitrógeno y el fósforo (Díaz, 2002).

En términos generales el cultivo de zanahoria necesita 120 kg/ha de nitrógeno, 100 kg/ha de P_2O_5 , 300 kg/ ha de K_2O , 100 kg/ha CaO y 50 kg/ha de MgO (Haifa group, 2014).

Tabla 3. Requerimiento según el tiempo del cultivo

| Días después de emergencia | Nutrientes (kg/ha) | |
|----------------------------|--------------------|--------|
| | N | K_2O |
| 30 | 45 | 120 |
| 60 | 45 | 120 |
| Total | 90 | 240 |

(Haifa group, 2014)

2.1.4 Variedades

Según Matas *et al.* (2017), en líneas generales, las principales variedades de zanahorias son:

- ‘Mercado Paris’: Es la más precoz puesto que se hace en 60 días solamente. Tienen una longitud entre 5 y 7 cm. Se cultiva principalmente para el mercado fresco.
- ‘Amsterdam’: Se hace en 90 días aproximadamente. Las raíces tienen una longitud de 13 cm. Tienen poco corazón, piel lisa y forma cilíndrica. Las hojas son pequeñas. Se cultivan para manojos, también para congelados y zanahorias baby en conserva.
- ‘Nantesa’: Es la variedad más común en los mercados españoles. Requiere de un ciclo de 110 días con buenas condiciones climáticas. Alcanza un tamaño medio de unos 15 cm. Tiene un gran contenido en azúcares. Es tierna de textura y cuenta con un color anaranjado fuerte. La hoja es intermedia. Se utiliza para consumo en fresco, manojos y conservas.
- ‘Emperador’: Su ciclo es de unos 100 días aproximadamente. Tiene una longitud media de 25 cm. Raíz afilada y delgada. Pequeño corazón, excelente color y piel suave. Hoja intermedia. Se cultiva especialmente para manojos y para hacerla en rodajas en envasados.

- ‘Berlikum’: Entre siembra y recolección requiere de unos 100 días. Tiene una longitud de 20 cm. Y formas parecidas al cultivar ‘Nantesa’. Se cultiva principalmente para envasado.

- ‘Danvers’: Con ciclo aproximadamente de 80 días. Las zanahorias miden unos 18 cm. Son cónicas y cilíndricas.

- ‘Flakkee’: Destaca por su excelente coloración interna y externa. Su selección es una de las más famosas de Europa. No tiene cuello verde y tiene una gran resistencia al rajado.

- ‘Chantenay’: Con un ciclo aproximadamente de 80 días. Tienen un tamaño de 13 cm. Tienen un gran corazón y color fresco, una piel rugosa y una gran hoja. Es usada principalmente para la industria de envasado, congelado y deshidratado.

- ‘Rey de Otoño’: Con un ciclo aproximado de 100 días. Sus raíces alcanzan los 30 cm. Son afiladas y con una gran cabeza. De textura rugosa, con gran sabor y abultado follaje. Se cultiva principalmente para el mercado en fresco.

2.1.4.1 Variedades utilizadas en el estudio

2.1.4.1.1 Variedad Altiplano.

Según Ríos (2011), una de las variedades mejoradas es la “zanahoria Altiplano”, la cual se destaca por su capacidad de tolerar bajas temperaturas. Pueden ser cultivadas en verano en las regiones frías del país y en invierno en los valles.

Estudios realizados por Jimenez (2011), indica que la zanahoria Altiplano presenta las siguientes características: Tipo Chantenay con un peso de 100 a 150 g tamaño mediano 12 a 15 cm forma de la raíz cónica, color externo anaranjado intenso, además distancia entre surcos de 25 a 30 cm. En Valles y Altiplano el ciclo dura 120 días y 150 días respectivamente y su rendimiento de 30 a 40 t/ha.

El mismo autor señala que el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), a través del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) ubicado en el km 23,5 carretera Cochabamba y Oruro, Villa Montenegro Sipe

Sipe. Donde hace más de una década se empezó a seleccionar materiales que sean tolerantes a la floración prematura y que permita cultivar zanahoria en invierno en zonas que no tengan temperaturas muy bajas, luego de haber obtenido esa variedad a largo de esta década. Se comenzó a comercializar la semilla Altiplano con las características del tipo Chantenay hace tres años.

2.1.4.1.2 Variedad larga vida.

CNPSH (2020) observaron el ascenso en ventas de semilla de zanahoria debido a que en el país esta hortaliza ha incrementado su producción en las últimas gestiones, expandiéndose a nuevas zonas de producción como las regiones altiplánicas, mediante el apoyo de algunos programas gubernamentales para su tecnificación y apoyo a la producción de rubros estratégicos, mencionando a las variedades Larga Vida y Altiplano como productos estrella.

La zanahoria variedad “Larga Vida” se caracteriza por presentar una raíz de forma alargada con un tamaño de 13 a 20 centímetros y un peso de 130 a 180 gramos. Las recomendaciones para su siembra son; distancia entre surcos de 25 a 30 cm distancia entre plantas 5 cm y su rendimiento es de 35 a 45 t/ha (CNPSH, 2017).

2.1.5 Manejo agronómico del cultivo de zanahoria

2.1.5.1 Labranzas del cultivo de zanahoria

Gaviola (2013), las labranzas son prácticas de manejo realizadas durante el ciclo productivo, que deberían resultar ventajosas para promover la expresión de las cualidades deseables de las variedades y facilitar la preparación para su cosecha y comercialización.

2.1.5.2 Preparación del suelo

Según Gabriel (2013), el suelo se debe laborar para permitir el crecimiento longitudinal de la raíz, acorde con la variedad utilizada. La profundidad de la arada debe ser de unos 25 cm de profundidad con el fin de romper los obstáculos en el desarrollo de la raíz (terrones duros y restos orgánicos). De otro modo, tales obstáculos obligarán a la raíz a torcerse o bifurcarse, con la consecuente pérdida de calidad en el producto.

Es necesaria una adecuada preparación del terreno, a fin de prevenir malformaciones y limitaciones en el desarrollo de las raíces, hasta realizar una arada y dos rastrillas para optimizar las condiciones físicas del suelo. La nivelación y mejora del drenaje permite una germinación uniforme (INAT, 2000).

2.1.5.3 Levantamiento de camas

Marcko (2005), esta es una práctica sumamente importante. El uso de camas altas favorece la aireación y drenaje del suelo, con lo que se consigue un crecimiento adecuado de la zanahoria. Su altura debe ser de al menos 30 centímetros. Otros beneficios de las camas altas incluyen un mejor manejo del riego y una mejor captación de luz con lo que se mejora la temperatura de la zona radicular.

2.1.5.4 Época de siembra

El Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortaliza CNPSH (2001), sostiene que la época de siembra de la zanahoria es muy importante ya que temperaturas constantes de 12 °C provocan floración prematura. La época de siembra es atípica en zonas; en valles mesotérmicos (enero a junio), valles templados (agosto a febrero) y en el altiplano (agosto a noviembre).

2.1.5.5 Siembra

Según Lardizabal & Theodoracopoulos (2007), para realizar la siembra se requieren camas altas de por lo menos 40 a 90 cm de ancho, separadas entre sí 40 a 45 cm y trazadas con curvas de nivel para evacuar los excesos de agua en temporada de lluvias. Así se promueve la aireación y buen drenaje, alcanzando un crecimiento adecuado de la zanahoria y facilitando la aplicación de riego y demás labores del cultivo.

La siembra se realiza de manera directa y generalmente a mano. Sin embargo, puede realizarse de forma mecánica. Se requieren aproximadamente de 8 a 10 libras de semilla por hectárea y se deben sembrar a una profundidad de 1 a 1,5 cm. La densidad de siembra final de zanahoria es de 400.000 a 540.000 por hectárea y la distancia final entre cada planta debe estar entre los 8 y 15 cm.

2.1.5.6 Raleo de plántulas

Sarzuri (2009), consiste en la eliminación del exceso de plántulas de zanahoria, para evitar la competencia improductiva entre las plantas del cultivo. En áreas grandes el raleo o aclareo es una práctica poco realizada, al menos que el costo de la mano de obra sea relativamente bajo y el beneficio cubra ese gasto. Es preferible utilizar una cantidad de semillas y un sistema de siembra que no requieran el aclareo. En áreas pequeñas se realiza más comúnmente, cuando las plantitas tengan tres o cuatro hojas verdaderas (aproximadamente a los 15 días de la nacencia). Debe evitarse que al arrancar las plántulas descartadas se maltraten las plántulas que permanecerán en el campo.

2.1.5.7 Aporque

Gaviola (2013) sugiere que, para cubrir mejor la raíz, se debe arrimar suelo al cuello de la planta 30 días después de la siembra. Por medio de esta labor se evita la aparición de “hombros verdes” (color verde en la cabeza o parte superior de la zanahoria, que se genera por recibir la luz directa del sol) y el desecamiento por exposición de la raíz al viento, lo cual puede causar también la detención del crecimiento.

2.1.5.8 Plagas y enfermedades

Según Matas et al. (2017), las principales enfermedades y plagas son:

Respecto a enfermedades como la alternaria, el oídio y diversas fisiopatías radiculares, frecuentemente agravadas por la presencia de hongos de suelo como fusarium o rizoctonia.

En cuanto a plagas, pulgones o psílidos son vectores de virus o bacteriosis. Distintos tipos de orugas pueden causar daños importantes en la masa foliar, mientras que a nivel radicular el gusano de alambre o doradilla es la principal amenaza.

2.1.5.9 Control de malezas

En general las arvenses o vulgarmente como se las conoce malezas, se caracterizan por tener un desarrollo rápido, producir grandes cantidades de semilla y tener un alto nivel de adaptabilidad y resistencia a los agroquímicos. Dentro de los efectos directos que tienen las arvenses en el cultivo están la competencia por luz, agua, nutrientes y CO₂. Las malezas reducen el rendimiento de los cultivos no solo por su acción directa de competencia por agua, luz y nutrientes, sino también porque muchas de ellas son portadoras de virus o enfermedades y hospederas de insectos vectores (Carmona, 2005).

2.1.5.10 Manejo de riego

Matas *et al.* (2017), el manejo de riego resulta crucial tener en cuenta las peculiaridades en las distintas fases de desarrollo de la zanahoria:

- Germinación, fase crítica.

Necesidad indispensable de agua.

Frecuencia elevada, volumen bajo.

- Alargamiento de la raíz.

Limitar el riego para obligar crecer a la raíz.

Frecuencia baja, volumen mediano.

- De 35 a 40 días después de la nascencia: tuberización de la raíz.

Frecuencia mediana, volumen elevado.

- Suelo cubierto por el follaje.

Demanda máxima de agua por la planta. Fase crucial para asegurar el rendimiento y la calidad de las raíces.

Frecuencia mediana, volumen elevado.

2.1.5.11 Cosecha y postcosecha

Esta labor se debe planear previamente para lograr recolectar adecuadamente el producto. Dentro de las actividades a tener en cuenta dentro de este proceso están (Proyecto Merlín, 2010):

- Alistamiento y desinfección de las herramientas y recipientes de recolección.
- Adecuación de lugares de acopio en el lote y la finca.
- Identificación clara y organizada de la entrada y salida.
- Alistamiento del personal requerido para la labor.

El CNPSH (2001), sostiene que la forma tradicional de cosecha de zanahoria es manual utilizando picotas o azadones, al momento de recoger la raíz se saca las hojas en el mismo campo, se embolsa para llevar, estas en montones son pisadas dentro del agua y fregadas con un poco de arena fina hasta sacar un color brillante y

el pulido de la superficie de la raíz, estas son embolsadas uniformizando por tamaños para llevar al mercado.

Fernandez (sf), la zanahoria anual se encuentra lista para ser cosechada aproximadamente a los 4 o 5 meses después de la siembra; previo a la cosecha es necesario verificar el diámetro de la raíz la cual debe ser de 4 a 5 cm. Es importante realizar la recolección cuando el suelo este húmedo para que se facilite el arranque. Esta actividad se realiza de forma manual y se efectúa aflojando el suelo con azadón y posteriormente arrancando la raíz.

García (sf), después de ser arrancada la raíz, se realiza una selección del producto en campo, donde se eliminan las zanahorias que no cumplen con las exigencias del mercado. Allí se pueden identificar la presencia de plagas, enfermedades, rajaduras o daño mecánico; las hojas se retiran en campo y posteriormente el producto elegido es llevado a los puntos de acopio lavado, clasificado y empaquetado.

La época de cosecha es atípica por zonas; en valles mesotérmicos (diciembre a enero y junio a julio), valles templados (julio y agosto) y en el altiplano entre marzo y abril (CNPSH, 2010).

2.2 Abono

2.2.1 Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos incluyen todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejoradores de suelos (Jeavons, 2002 y Soto, 2003).

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden en el suelo, se pueden descomponer por la acción de microbios y del trabajo del ser humano incluyendo además al estiércol de las lombrices y el de millones de hongos, bacterias y actinomicetos con el objeto de mejorar las características físicas, biológicas y químicas (Curi, 2007 y Téllez, 2003).

Los abonos orgánicos son ricos en micro y macro elementos, necesarios para tener cultivos sanos, ayudar a la planta a resistir el ataque de enfermedades y plagas; mejora la textura y estructura de los suelos, regulando su temperatura y humedad (Nieto, 2002).

2.2.2 Importancia de los abonos orgánicos

Meléndez (2003), estos tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas. Las enmiendas orgánicas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen.

La calidad de las enmiendas orgánicas se determina a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas (Lasaridi *et al.*, 2006).

Gómez y Vásquez (2016), señala que los beneficios de los abonos orgánicos son muchos, entre ellos: mejora la actividad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para los cultivos; mejora la capacidad del suelo para la absorción y retención de la humedad; aumenta la porosidad de los suelos, lo que facilita el crecimiento radicular de los cultivos; mejora la capacidad de intercambio catiónico del suelo, ayudando a liberar nutrientes para las plantas; facilita la labranza del suelo; en su elaboración se aprovechan materiales locales, reduciendo su costo; sus nutrientes se mantienen por más tiempo en el suelo; se genera empleo rural durante su elaboración; son amigables con el medio ambiente porque sus ingredientes son naturales; aumenta el contenido de materia orgánica del suelo y lo mejor de todo, son más baratos.

2.2.3 Tipos de estiércol

Gaviola (2013), desde hace mucho tiempo, el aporte de estiércol es una práctica común para los productores hortícolas. Los más utilizados son los provenientes de ganado vacuno, ovino, equino, porcino, caprino y de aves, tanto de pollos parrilleros como de gallinas ponedoras. Normalmente la utilización de uno u otro, depende de la disponibilidad en la zona, flete y precio. Los estiércoles están formados por las deyecciones sólidas y líquidas de los animales, mezcladas o no con materiales que les sirven de cama, como ocurre con la gallinaza.

2.2.3.1 Estiércol de gallinaza.

Se denomina gallinaza a la “*acumulación de estiércol o excremento de las gallinas ponedoras*”, el cual es mezclado con plumas de las aves y desperdicios de alimentos. También se puede o no considerar la mezcla con materiales de cama absorbentes como viruta, pasto seco, cascarilla, etc. Es tradicionalmente usado como abono orgánico (Cría de aves, 2019).

Restrepo (2001), la gallinaza principal fuente de nitrógeno para la fabricación de abonos fermentados, mejorando la característica de la fertilidad del suelo. Principalmente contiene nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, dependiendo de su origen puede aportar otros minerales orgánicos en mayor o menor cantidad, mejoran las condiciones físicas del suelo.

Suquilanda (2003) la gallinaza es muy importante en horticultura ya que contiene un alto contenido de materia orgánica como N-P-K que son indispensables para el desarrollo y crecimiento de la planta, la cantidad necesaria de fósforo, permite el buen desarrollo radicular y ayuda a la formación de la semilla.

El estiércol de gallina es un fertilizante que cuenta con mayor concentración que el estiércol de vaca, debido a la alimentación que reciben, son a base de balanceados

concentrados, los cuales contienen mayores nutrientes que aquellos que consume la vaca, pues esta combina su alimento con pasturas (Moriya, 2007).

Lipinski (2013), trabajando sobre la absorción del nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en zanahoria concluyo que adsorbe 181,3 kg/ha de N; 56,1 kg/ha de P y 354,4 kg/ha de K, es una planta muy demandante en potasio.

Rojas (2017), indica que la zanahoria responde bien a la aplicación de gallinaza por su mayor concentración de nutrientes que posee este material, principalmente fósforo y potasio, elementos muy importantes para este cultivo.

2.2.3.1.1 Elaboración del abono de gallinaza

La producción de compost puede ser de dos maneras, según el tipo de aireación realizada: aireación estática y aireación dinámica ICA y FENAVI (2003) definen de la siguiente manera.

La aireación estática, consiste en pasar un flujo de aire a través de una pila estática de gallinaza, lo cual puede efectuarse mediante inyección de aire o succión del mismo. La aireación dinámica, consiste en voltear el material de un lugar a otro; con este método la aireación es más homogénea, pues involucra el movimiento de toda la biomasa. El volteo del material se puede hacer de forma manual o con máquinas compostadoras especiales.

ICA y FENAVI (2003) describen la elaboración del abono gallinaza de la siguiente manera:

La metodología depende de la cantidad de gallinaza que se procese, la eficiencia que se requiera y de los recursos económicos que se tengan.

La forma más sencilla de producir el abono de gallinaza es el método de aireación dinámica por volteos con pala; este método es el recomendado para pequeñas y medianas cantidades. Se puede realizar en las granjas, en los centros de acopio o en las fincas agrícolas.

Escoger el lugar donde se depositará los desechos recolectados, el área de tratamiento debe de ser en un lugar donde exista buena ventilación, libre de riesgos

de inundación o de aguas de escorrentía y este no genere exceso de calor y humedad, pudiendo ser galeras o patios techados, tipo marquesinas.

Esto con la finalidad de que el lugar no encierre las sustancias nocivas que se desprenderán durante el proceso; el área depende de la cantidad de compost a producir.

Se transporta la gallinaza hasta la marquesina, el excremento de gallina se debe de mezclar con los alimentos desperdiciados del ave y plumas de estas, además se debe de aplicar pasto de corte o cualquier material picado o pasto seco y agua en una proporción de 3 partes de gallinaza, una de pasto y una de agua. También se puede realizar mezclando aserrín o viruta, solo que con estos materiales se debe de agregar más agua.

Todos estos materiales se deben de mezclar bien para que quede lo más suelta posible. Usar equipo de seguridad, protección personal y herramientas necesarias. La mezcla se apila en forma trapezoidal y se deja así por una semana, tiempo al cual debe voltearse. El volteo se repite durante las ocho semanas que dura el proceso.

Una vez realizada la mezcla se debe de cubrir con plástico negro la totalidad de la mezcla, esto originara que aumente la fermentación y sea más rápido el proceso. Se debe de pisar el plástico alrededor de toda la base del abono, esto con la ayuda de ladrillo o piedras, para evitar que lo vuele el aire y descubra la mezcla.

Las características que debe de tener las pilas:

- Tener una altura de 1.5 a 1.6 metros.
- Humedecer la mezcla mientras se va revolviendo los ingredientes para armar la pila.
- La humedad ideal es del 40% y no se recomienda excederse con el agua ya que prolongara el tiempo de secado y aireación.

Con un termómetro biometálico se toma la temperatura al interior del compost; No se deben permitir temperaturas superiores a 70°C por largo tiempo, pues se produce una inhibición de la actividad de los microorganismos que desfavorecen el compostaje.

Si la temperatura es superior a la esperada, el compost debe ser volteado y humedecido, si es menor y huele mal debe ser sólo volteado para disminuir la

humedad. Para mejorar la oxigenación en el proceso de compostaje, se sugiere introducir tubos de PVC procura remover el preparado de manera constante, cada 2 o 3 días, esto para una debida oxigenación y descomposición, sobre todo al comienzo del proceso que es cuando el material está más húmedo.

El compost se encuentra libre de virus después de la etapa termofílica, la cual es cuando se alcanzan los 70°C. El compost se encuentra estable o maduro, cuando su temperatura ha llegado a 30°C después de haber pasado por la etapa termofílica.

Al finalizar la composta de estiércol de gallina, se debe tener las siguientes características:

- Ser abono orgánico sólido y firme.
- Tener un aspecto como de tierra oscura.
- No debe de tener rastros de humedad.
- No debe de existir malos olores, debe de tener un olor agradable, a limpio, sin olor a pudrición o fermentación.

El siguiente cuadro muestra, los porcentajes del contenido de cada elemento que la gallinaza posee.

Tabla 4. Contenido de elementos nutritivos en la gallinaza

| Elemento | Contenido |
|-----------------|------------------|
| Nitrógeno | 3.4 – 7.5 % |
| Potasio | 1.6 – 3.8 % |
| Calcio | 1.55% |
| Magnesio | 0.57% |
| Hierro | 2830 ppm |
| Manganeso | 196 ppm |
| Cobre | 32 ppm |
| Zinc | 135 ppm |
| Fosforo | 1.1 – 3,7 % |

Fuente: (Wiedeman; MacGahan & Burguer, 2008)

2.2.4 Ventajas de la fertilización orgánica

ICA y FENAVI (2003), El compost contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que éstos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo. Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas. Aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad.

Durante el transplante previene enfermedades y evita el shock por heridas en las plantas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Favorece la formación de micorrizas; hongos que ayudan a fijar el Nitrógeno en el suelo, inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan las plantas.

Favorece la absorción radicular, regula el incremento y la actividad de los Nitratos del suelo, facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana hace asimilable para las plantas minerales como el Fósforo, Calcio, Potasio, Magnesio y oligoelementos. Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras. Protege el suelo de la erosión, aporta e incrementa la disponibilidad en el terreno de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre y Boro liberándolos gradualmente e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa. Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial. Mejora las características estructurales del terreno, desligando los elementos arcillosos y agregando los arenosos. Mejora la porosidad de los suelos aumentando la aireación. Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica. Evita y combate la clorosis férrica. Mejora la calidad y las propiedades biológicas, aumenta la resistencia a las heladas, la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos, disminuyendo el consumo de agua en los cultivos (ICA y FENAVI, 2003).

2.2.5 Desventajas de la fertilización orgánica.

Entre las desventajas que se presentan, se menciona que su efecto es lento, ya que el suelo se adapta a cierto manejo, y al retirarle el 100 % de los compuestos a los que estaba habituado dicho suelo, sus procesos se vuelven lentos; además los resultados se esperan a largo plazo y los costos en el manejo del suelo aumentan al hacerlo orgánicamente (Herrán et al. 2018).

Bastidas (2018) comenta que el uso del fertilizante gallinaza tiene algunas desventajas: Al incorporar estiércol de ave de corral al suelo, existe la posibilidad de aumentar las concentraciones de algunas sales al suelo como son el sodio y algunas veces potasio, que irían en detrimento del cultivo. Esto, porque muchas veces en el lugar de procedencia del mismo pueden contaminarlo con otras sustancias o materiales, que contribuyan a la presencia de sales.

Guamán (2017) informa que las desventajas del estiércol es que cuando se encuentra fresco contiene microbios que pueden ser peligrosos, por lo que corresponde tomar medidas de seguridad al momento de utilizarlo. Se debe incorporar al suelo sólo después de compostarse, y no debe aplicarse estiércol fresco a los cultivos comestibles que pronto se cosecharán. Estos tampoco deben depositarse junto a las áreas de almacenamiento. Si el estiércol toma contacto con los alimentos, puede causar enfermedades transmitidas por el consumo de estos últimos. Al igual, debe ser bien descompuesto antes de ser utilizado como fertilizante, ya que puede contener patógenos y semillas de malezas. También puede ser oloroso y puede atraer moscas y otros insectos. La producción de compost requiere tiempo y espacio para el almacenamiento y la descomposición

2.3 Costos de producción

Es necesario definir los costos de producción para alcanzar el objetivo de producir con la máxima eficacia económica y obtener el nivel de mayor ingreso. Por otra parte, la organización de un comercio para lograr producir tiene necesariamente

que incurrir en una serie de gastos, directa o indirectamente, relacionados con el proceso productivo, en cuanto a la movilización de los factores de producción tierra, capital y trabajo (Méndez, 2002).

3. LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en las dependencias del Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. El Centro Experimental Cota Cota se encuentra a 15 km del centro de la ciudad de Nuestra Señora de La Paz, del Macro Distrito Sur del Departamento de La Paz (SENAMHI, 2012).

3.1 Ubicación geográfica

El campus universitario de la UMSA, se encuentra ubicado en la zona sur de Cota Cota, entre los 3365 y 3475 metros de altitud (Villagómez *et al.*, 2009).

La región bio geográfica corresponde a las cabeceras de los valles secos andinos de La Paz en transición a la puna. Es una zona de contacto entre dos regiones bio geográficas, por lo tanto, se encuentran elementos de flora y fauna de ambas regiones, lo que la vuelve una zona relativamente diversa. Se encuentra situada 16° 32' 11.53" de Latitud S. y 68° 03' 51.01" de Longitud W (Zambrana, 2020).

3.2 Características agro edafoclimáticas

3.2.1 Características climáticas

Presenta un clima medianamente frío y semiseco por lo general. Con una temperatura máxima de 26° C, temperatura media 16° C, temperatura mínima 0,6° C con frecuencia se dan heladas leves, presentando una precipitación pluvial de 488,53 mm y algunas veces superior de 500 a 600 mm anuales bajo diferentes formas y una humedad relativa de 46 %, predomina vientos del sureste en la época de verano y noreste durante el invierno, la velocidad máxima promedio de los vientos es de 1,4 m/s, lluvia, granizo y muy raramente nieve (SENAMHI, 2020).

3.2.2 Características del suelo

Los suelos de la zona son de textura franco arenosa principalmente. Por su parte los suelos de los invernaderos tienen mayor contenido de materia orgánica y también son más homogéneos ya que fueron tratados de igual forma; esto permite que sean aptos para la agricultura; son de textura franco arenosa, tienen pH con tendencia ácida (Guzmán, 2004).

Está compuesto por una mezcla de materiales principalmente arcillosos con escasos lentes de arena. Su espesor alcanza hasta más de los 20 m. En su base presenta sedimentos de la formación La Paz, así como materiales paleozoicos de la formación Uncía y Catavi. Este torrente de barro todavía se encuentra activo y presenta movimientos diferenciales, con una velocidad de movimiento variable, por ejemplo, en el sector de Chasqui pampa se han localizado numerosas grietas debido al fenómeno de reptación de la masa deslizada (Espinoza Rubín de Celis, 2015).

3.2.3 Flora

Entre las especies de la zona, están: Pino (*Pinus* sp.), Kishuara (*Bubdela coriacea*), Ciprés (*Cupressus macrocarpa*), Keñua (*Polylepis* sp.), Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), Retama (*Spartium junceum*), Acacias (*Acacia floribunda*), Ligustros (*Ligustrum sinensis*), Chillcas (*Braccharis* sp.), molle (*Schinus araira*, *anacardiaceae*) Queñua (*Polylepis incana*), también existen especies de las familias *Poaceae*, *Chenopodeaceae* y *Asterácea* (Montes de Oca, 2005).

En el valle de Cota Cota, también están las plantas suculentas como los cactus columnares; como *Oreocereus fossulatus* y “kusa kusa” (*Corryocactus melanotrichus*), especie común y endémica de Bolivia. Las “sehuencas” (*Cortaderia* spp., *Poaceae*) son características de estos ambientes, debido a que presentan raíces profundas que les permite crecer en estas quebradas (Beck y otros, 2015).

Entre los cultivos por su clima se producen hortalizas, gramíneas, tubérculos, verduras y otros cultivos; como lechuga, apio, acelga, cebollas, maíz, papa, haba

arvejas, pimentón, frutillas, rosas en carpas solares y diferentes cultivos de especies forrajeras.

3.2.4 Fauna

Para una mejor comprensión de la fauna del lugar de estudio, se clasifican de la siguiente manera: insectos; libélulas, escarabajos, mariposas diurnas, nocturnas, hormigas, moscas, abejas y avispas; Anfibios: como ranas y sapos; reptiles: lagartijas y serpientes; aves: granívoros, insectívoros, omnívoros, piscívoros, carnívoros, herbívoros, nectarívoros y frugívoros y mamíferos como bovinos, la crianza de conejos, cuyes, aves de corral y porcinos entre otros (Pati, 2021).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 *Material biológico*

Para la investigación se utilizó semillas de dos variedades que presentan las siguientes características:

- ✓ Variedad Altiplano

Presenta una raíz de forma cónica con un tamaño de 12 a 15 centímetros y un peso de 100 a 150 gramos.

- ✓ Variedad larga vida

Presenta una raíz de forma alargada con un tamaño de 13 a 20 centímetros y un peso de 130 a 180 gramos.

4.1.2 *Material orgánico*

- ✓ Abono Orgánico de gallinaza.

El cual provenía del Centro Experimental de Cota Cota, de gallinas ponedoras alimentadas con frangollo, el abono en cuestión se encontraba compostado, es decir en perfectas condiciones para ser utilizado como abono en el cultivo.

4.1.3 *Materiales de campo*

- ✓ Picota
- ✓ Pala
- ✓ Rastrillo
- ✓ Machete
- ✓ Flexómetro
- ✓ Chuntilla

- ✓ Regla
- ✓ Cuerda o lienzo
- ✓ Balde
- ✓ Manguera
- ✓ Maderas
- ✓ Desbrozadora
- ✓ Motocultor
- ✓ Carretilla
- ✓ Mezcladora
- ✓ Marbetes
- ✓ Overol
- ✓ Vernier
- ✓ Balanza analítica

4.1.4 Material de escritorio

- ✓ Lápiz
- ✓ Cuaderno de campo
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Hojas bond
- ✓ Laptop
- ✓ Impresora

4.2 Metodología

4.2.1 Procedimiento experimental

4.2.1.1 Selección de la parcela.

La primera actividad consistió en la selección y ubicación de la parcela experimental, para el cultivo de zanahoria.

4.2.2 Preparación del suelo

- Limpieza

Como el terreno donde se realizó el estudio no contaba con las condiciones para la investigación, la primera actividad fue la limpieza del lugar procediendo con las siguientes acciones: recojo de basura, recojo de escombros, retirado de malezas y podado de hierbas.



Figura 1. Preparación del suelo

- Roturado y nivelación del suelo

Una vez limpio el terreno y libre de malezas se procedió a roturar el suelo a una profundidad de 20 cm de forma manual con picota y con ayuda del motocultor; esta acción sirvió también para su posterior nivelación.



Figura 2. Roturado y nivelación del suelo

- Delimitación del terreno

Continuando con el trabajo se delimitó el terreno donde se construyó las platabandas tomando en cuenta las dimensiones adecuadas para el cultivo.



Figura 3. Delimitación del terreno

- Formación de platabandas

Preparado el terreno con las condiciones adecuadas para el cultivo, se dio inicio con el armado de las tres platabandas; para lo cual se utilizó troncos de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con las siguientes medidas; de largo 10 m de ancho 1.20 m y de alto 0.30 m las cuales fueron recolectados del Centro Experimental de Cota Cota, las cuales brindaran condiciones adecuadas para el llenado de tierra y un mejor desempeño en cuando a las prácticas culturales.

Después de formar las platabandas, se comenzó a llenar con el sustrato utilizando una relación de 2:1:1 (2 partes de tierra de lugar, 1 parte de arena y 1 parte de turba) por medio de carretillas, palas logrando obtener un suelo suelto adecuado para el cultivo de zanahorias y finalizando con el nivelado correspondiente.



Figura 4. Formación de platabandas

- Análisis de suelo

Se realizó el muestreo del suelo del lugar de estudio, a una profundidad 20 cm siguiendo un trayecto en zig zag, se mezclaron y cuartearon las muestras, hasta obtener un 1 kg aproximadamente, se llevó la muestra a laboratorio el en cual presentaron los siguientes valores de análisis:

Tabla 5. Análisis físico del suelo

| Parámetro | Unidad | Resultado |
|----------------|--------|----------------|
| Arena | % | 61 |
| Limo | % | 22 |
| Arcilla | % | 17 |
| Clase textural | | Franco Arenoso |

Tabla 6. Análisis químico del suelo

| Parámetros | Unidades | Resultados | Método |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------------------------------|
| pH | | 7.4 | Potenciometría |
| Conductividad eléctrica | mmho/cm | 0.012 | Potenciometría |
| Calcio intercambiable | meq/100g S | 0.407 | |
| Magnesio intercambiable | meq/100g S | 1.307 | Espectrofotómetro de absorción atómica |
| Potasio intercambiable | meq/100g S | 0.026 | |
| Capacidad de Intercambio Catiónico | meq/100g S | 1.826 | |
| Nitrógeno total | % | 0.14 | Kjendahl |
| Materia orgánica | % | 1.13 | Walkley y Black |
| Fosforo disponible | ppm | 12.60 | Espectrofotometría |

- Desinfección del suelo

Con el propósito de un mejor rendimiento se desinfectó el suelo, para lo cual se utilizó el método físico que consiste, en mojar en suelo a capacidad de campo posterior a ello taparlo con nylon evitando la entrada o salida de aire con ayuda de piedras y maderas, esto para lograr que el suelo quede libre de nematos o cualquier otro microorganismo que perjudique el desarrollo adecuado del cultivo.



Figura 5. Desinfección del suelo

- Abonado del suelo

Siguiendo con el trabajo, se dividió cada platabanda en tres partes iguales para incorporar según bloques al azar la cantidad de gallinaza destinada 0 kg/m^2 (0 t/ha);

0,5 kg/m² (5 t/ha); 1 kg/m² (10 t/ha). Mezclando con ayuda de pala y rastrillo quedando en suelo libre de terrones, listo para la siembra.



Figura 6. Abonado del suelo

- Siembra

Se llevó a cabo la siembra mediante la técnica de golpe, depositando tres semillas cada diez centímetros y manteniendo una separación de 15 cm entre surcos para evitar la competencia de nutrientes durante su desarrollo.; la semilla en el surco se tapó 5 mm con poco de sustrato evitando tajarla por completo.



Figura 7. Siembra

Después de depositar las semillas, se procedió a regarlas y cubrirlas con una malla semisombra para mejorar su condición de emergencia. Una vez que las plantas tuvieron sus primeras hojas verdaderas, se retiró la malla.



Figura 8. Colocado de malla semisombra

- Riego

El riego es un aspecto fundamental para el enraizamiento y crecimiento de las zanahorias ya que precisa de humedad para su germinación, por esta razón el riego es importante. Esta acción se llevó a cabo con una manguera.

El riego se realizó cada día hasta la germinación de las semillas de zanahoria durante un mes. Pasado los 30 días el riego fue día por medio hasta su cosecha.



Figura 9. Riego por chorro

- Raleo

Pasado los 45 días después de siembra del cultivo se llevó a cabo el raleo de forma manual, dejando a solo una planta de zanahoria cada diez centímetros, la planta seleccionada se caracterizó por ser la de mayor tamaño y vigor.



Figura 10. Raleo de plántulas

- Aporque

Se realizó un aporque cada tres semanas, consistía en arrimar el suelo debajo de la planta, evitando que parte de la raíz pueda estar sobre la superficie del suelo y se torne áspera y verdosa. El aporque de la zanahoria fue de forma manual de igual manera con palas pequeñas y chuntilla.



Figura 11. Aporque

- Control de malezas

El control de malezas es importante para una óptima producción zanahoria, ya que son plantas que compiten con el cultivo por espacio, agua, nutrientes y luz,

además de servir de hospederos a plagas y de dificultar las labores que se realicen en el cultivo, incluyendo la cosecha del mismo.

La primera etapa de crecimiento de la zanahoria es un periódico crítico de competencia con las malezas, ya que el sistema radicular del cultivo es aún muy débil, la planta es muy pequeña y su velocidad de crecimiento es muy baja.

Por lo cual, para mantener el cultivo en óptimas condiciones, se desmalezó de forma manual una vez por mes, sin causar daño a las plantas de zanahoria.

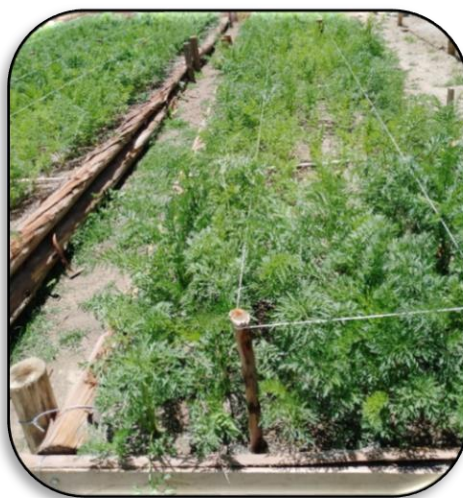


Figura 12. Control de malezas

- Cosecha

Las variedades Altiplano y Larga Vida fueron cosechadas 138 días después de la siembra. La raíz fue extraída del suelo de forma manual, con la asistencia de una chuntilla procurando no lastimar o dañar a la hortaliza.



Figura 13. Cosecha de zanahoria

- Postcosecha

La postcosecha se realizó conservando la calidad de la zanahoria. Una vez cosechadas las zanahorias se trasladaron para lavarlas dejándolas en un recipiente y un lugar limpio y fresco para realizar la toma de datos correspondientes.



Figura 14. Postcosecha

4.3 Diseño experimental

La investigación se llevó a cabo, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar (DBA) con arreglo bifactorial (Peñañiel, 2020).

4.3.1 Modelo Lineal aditivo para el Arreglo Bifactorial en DBA

Según Peñañiel (2020), el modelo matemático es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \gamma_k + (\alpha\gamma_{ij}) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = Media de la población.

β_i = Efecto del i-ésimo bloque.

α_j = Efecto de la j-ésimo factor "A" (niveles de abono).

γ_k = Efecto de la k-ésimo factor "B" (Variedades).

$(\alpha\gamma_{jk})$ = Efecto de la interacción A x B.

ε_{ijk} = Error experimental de la parcela.

4.3.2 Factor de estudio.

Factor A: Diferentes niveles de abono orgánico de gallinaza

N1: 0 kg/m²

N2: 0,5 kg/m²

N3: 1 kg/m²

Factor B: Variedad de zanahoria

V1: Altiplano

V2: Larga vida

4.3.3 Interacción de tratamientos

T1 = N1 x V1 (nivel de abono 0 kg/m² * variedad Altiplano)

T2 = N1 x V2 (nivel de abono 0 kg/m² * variedad Larga Vida)

T3 = N2 x V1 (nivel de abono 0,5 kg/m² * variedad Altiplano)

T4 = N2 x V2 (nivel de abono 0,5 kg/m² * variedad Larga Vida)

T5 = N3 x V1 (nivel de abono 1 kg/m² * variedad Altiplano)

T6 = N3 x V2 (nivel de abono 1 kg/m² * variedad Larga Vida)

4.4 Croquis del experimento.

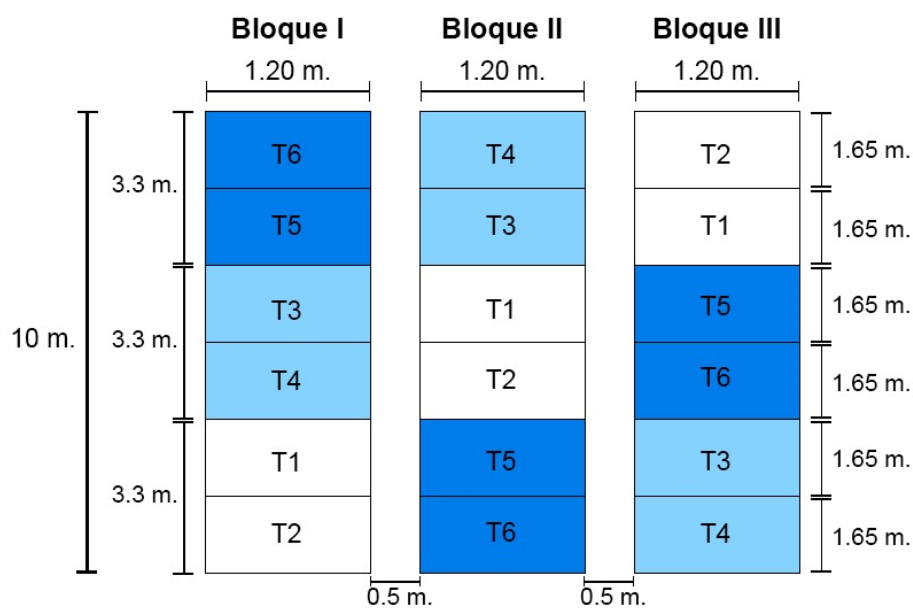


Figura 15. Croquis de la parcela

4.5 Variables de respuesta

4.5.1 Variables agronómicas

4.5.1.1 Porcentaje de emergencia (%)

Los datos se recolectaron 35 días después de la siembra de las dos variedades de estudio, Altiplano y Larga Vida, utilizando el método de observación directa que implicó en observar los cotiledones de zanahoria que emergieron en la superficie del suelo de cada unidad experimental.

4.5.1.2 Altura de Follaje (cm)

Semana tras semana, se registró la longitud de la planta con un flexómetro, desde la base del cuello a él ápice del follaje, durante su desarrollo a la cosecha.



Figura 16. Altura de follaje

4.5.1.3 Longitud de raíz (cm)

Se registró la longitud con un flexómetro, desde la parte superior del cáliz hasta la punta de la raíz, una vez que se recolectaron las muestras.



Figura 17. Longitud de raíz

4.5.1.4 Diámetro de raíz (mm)

Después de la cosecha y limpieza, se midió el diámetro superior e inferior de la raíz con un vernier calibrado en milímetros, para obtener los resultados.



Figura 18. Diámetro de raíz

4.5.1.5 Incidencia de plagas.

Se observó durante la germinación y desarrollo de la zanahoria la existencia o no de plagas, mediante observación directa una vez por mes hasta su cosecha.

4.5.1.6 Incidencia de enfermedades.

En el proceso de germinación y crecimiento de la zanahoria se observó la presencia o ausencia de enfermedades, mediante observación directa una vez por mes hasta su cosecha.

4.5.2 Variables de rendimiento

4.5.2.1 Peso de raíz (g)

Luego de la cosecha y la limpieza, se registró el peso por unidad mediante una balanza analítica en gramos.

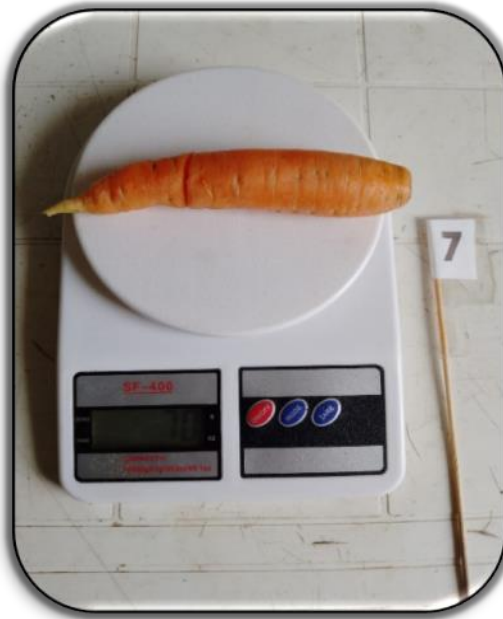


Figura 19. Peso de raíz

4.5.2.2 Rendimiento del cultivo (t/ha)

Con el fin de calcular el rendimiento, se recolectaron todas las raíces seleccionadas por unidad experimental se pesaron las muestras de cada tratamiento con una balanza en kg posteriormente considerando el número de plantas por metro cuadrado para su transformación a t/ha.

4.5.3 Variables económicas

4.5.3.1 Beneficio Bruto (BB)

Perrin et al. (1988) citado por Mamani (2015) menciona que, el llamado también beneficio bruto, es el rendimiento ajustado multiplicado por el precio del producto.

$$\mathbf{BB = RA * PP}$$

Dónde:

BB = Beneficio o Bruto (Bs)

RA = Rendimiento Ajustado (Bs).

PP = Precio del producto (Bs).

4.5.3.2 Beneficio Neto (BN)

También conocido como ingreso neto, Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción (BB), menos los costos de producción (CP).

$$\mathbf{BN = IB - CP}$$

Dónde:

IN = Ingreso Netos (Bs).

IB = Ingreso Brutos (Bs).

CP = Costos de producción (Bs).

4.5.3.3 Benéfico /Costo (B/C)

La razón beneficio/costo sirve para medir la capacidad que tiene la aplicación de un tratamiento alternativo y generar rentabilidad por cada unidad monetaria gastada, para esto se tienen las siguientes relaciones:

- Si el valor de B/C es mayor a 1 = Inversión aceptada
- Si el valor de B/C es igual a 1 = Inversión dudosa
- Si el valor de B/C es menor a 1 = Inversión rechazada

$$\mathbf{B/C = IB / CP}$$

Dónde:

B/C = Beneficio Costo (Bs).

IB = Ingreso Brutos (Bs).

CP = Costos de Producción (Bs)

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los datos de campo y resultados del análisis en el InfoStat se observan en Anexos.

Los resultados de las variables estudiadas sobre las dos variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) con diferentes niveles de abono orgánico de gallinaza se describen a continuación.

5.1 Variables Agronómicas

5.1.1 Porcentaje de Emergencia (%)

El porcentaje de emergencia de las variedades de zanahoria y los niveles de abonamiento evaluados se obtuvo a los 30 días después de la siembra.

Tabla 7. Porcentaje de Emergencia por niveles de abono

| Nivel de Abono | Número de plantas | % de emergencia |
|-----------------------|-------------------|-----------------|
| 0 kg/m ² | 63 | 90 |
| 0,5 kg/m ² | 63 | 100 |
| 1 kg/m ² | 63 | 93 |

En la Tabla 7, se puede observar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de abono de gallinaza, donde el mejor efecto en porcentaje de plántulas emergidas en campo fue con el nivel 0,5 kg/m², obteniéndose 100% plántulas emergidas, en cambio el menor efecto de plántulas emergidas resultó con 0 kg/m² obteniéndose 90% de plántulas emergidas.

En resumen, se concluye que la aplicación de 0,5 kg/m² tiene mejor respuesta en el porcentaje de plántulas emergidas, esto podría explicarse sobre la base de las bondades que ofrece la materia orgánica descompuesta sobre el suelo, especialmente en la retención de humedad y el mejoramiento de sus propiedades.

Al respecto, para asegurar la emergencia rápida es necesario que la semilla este rodeada de tierra suelta y suficiente humedad (Pastrana, 2007).

Giaconi (1994), menciona que una emergencia del 70% es satisfactoria para la zanahoria en terreno.

Tabla 8. Porcentaje de emergencia en variedades

| Variedad | Número de plantas | % de emergencia |
|------------|-------------------|-----------------|
| Larga Vida | 63 | 97 |
| Altiplano | 63 | 92 |

En la Tabla 8, se observa el porcentaje de plántulas emergidas en las variedades de zanahoria, el cual fue mayor la variedad Larga Vida con 97% y menor porcentaje de plántulas la variedad Altiplano, con 92%. Tomando en cuenta que la variedad *Altiplano*, es tipo Chantenay mostrando características similares a este, se encuentra próximo al rango citado por Nina (2020), quien indica que la zanahoria Chantenay en invernadero presento 100% de emergencia, demostrando también un buen porcentaje de emergencia nos hace saber que usamos semillas de buena calidad.

En resumen, se concluye que la variedad *Larga Vida* tiene mejor respuesta de plántulas emergidas, a pesar de que los porcentajes presenten una variación mínima, esto puede atribuirse al vigor de la semilla y otras características fisiológicas de la semilla, como un mayor tiempo de imbibición de la semilla, al rápido crecimiento de la plántula y otros factores. En general, el porcentaje de plántulas emergidas varía de acuerdo a las diferentes variedades que manifiestan sus diferentes características.

De esta manera podemos señalar de que los nutrientes necesarios estuvieron disponibles para romper el estado de latencia.

Medina (1998), hace mención que los factores que más influyen en poner fin al estado de latencia y conducen a una germinación, en condiciones naturales son: agua, oxígeno, temperatura, luz y suelo.

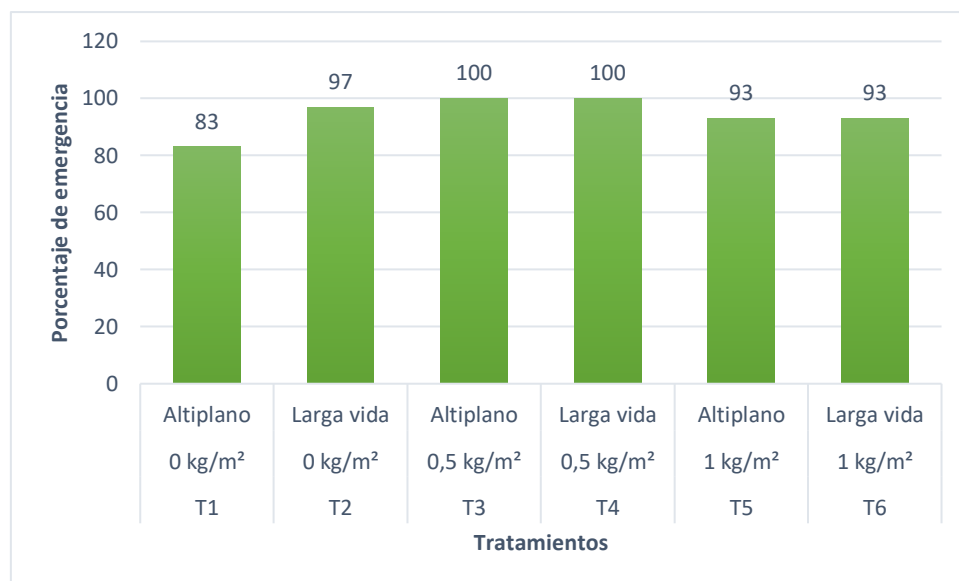


Figura 20. Interacción de los tratamientos para porcentaje de emergencia

En la Figura 20, se puede apreciar que los tratamientos tuvieron un buen porcentaje de emergencia, siendo los mejores el tratamiento 3 y 4.

5.1.2 Altura del follaje (cm)

5.1.2.1 Altura de follaje durante el ciclo del cultivo

Tabla 9. Análisis de regresión para altura de follaje durante el ciclo

| Tratamiento | modelo $Y=a+bX$ | significancia | correlación |
|---------------------------------------|------------------|---------------|-------------|
| T1 (0 kg/m ² Altiplano) | $-20091,7+0,45X$ | ** | 0,99 |
| T2 (0 kg/m ² Larga Vida) | $-21303,5+0,48X$ | ** | 0,99 |
| T3 (0,5 kg/m ² Altiplano) | $-20072,3+0,45X$ | ** | 0,99 |
| T4 (0,5 kg/m ² Larga vida) | $-19741,4+0,44X$ | ** | 0,99 |
| T5 (1 kg/m ² Altiplano) | $-20667,9+0,46X$ | ** | 0,99 |
| T6 (1 kg/m ² Larga Vida) | $-21153,9+0,47X$ | ** | 0,99 |

En la Tabla 9, podemos observar al tratamiento 1, 0 kg/m² y Altiplano (abono y variedad) presentan una correlación (r) igual a 0,99 lo que indica que existe una asociación alta. Asimismo, el coeficiente de regresión (b) indica que por cada día que transcurre existe un incremento de 0,45 centímetros en la altura del follaje, a medida que transcurre el tiempo mayor es el desarrollo de la altura del follaje en zanahoria; siendo altamente significativo.

Para el tratamiento 2, 0 kg/m² y Larga Vida (abono y variedad) se puede observar una correlación (r) igual a 0,99 lo que indica que existe una asociación alta. El coeficiente de regresión (b) señala que por cada día que transcurre existe un incremento de 0,48 centímetros en la altura del follaje, a medida que avanza el tiempo mayor es el desarrollo de la altura del follaje en zanahoria; siendo altamente significativo.

Acerca del tratamiento 3, 0,5 kg/m² y Altiplano (abono y variedad) se puede observar una correlación (r) igual a 0,99 lo que indica que existe una asociación alta. Del mismo modo, el coeficiente de regresión (b) indica que por cada día que transcurre existe un incremento de 0,45 centímetros en la altura del follaje, por lo tanto, conforme pasa el tiempo mayor es el desarrollo de la altura del follaje en zanahoria; siendo altamente significativo.

Sobre el tratamiento 4, 0,5 kg/m² y Larga Vida (abono y variedad) se puede observar una correlación (r) igual a 0,99 lo que indica que existe una asociación alta. Asimismo, el coeficiente de regresión (b) indica que por cada día que transcurre existe un incremento de 0,44 centímetros en la altura del follaje, a medida que avanza el tiempo mayor es el desarrollo de la altura del follaje en zanahoria; siendo altamente significativo.

Para el tratamiento 5, 1 kg/m² y Altiplano (abono y variedad) se puede observar una correlación (r) igual a 0,99 lo que indica que existe una asociación alta. Asimismo, el coeficiente de regresión (b) indica que por cada día que transcurre existe un incremento de 0,46 centímetros en la altura del follaje, por lo tanto, a medida que transcurre el tiempo mayor es el desarrollo de la altura del follaje en zanahoria; siendo altamente significativo.

Por último, el tratamiento 6, 1 kg/m² y Larga Vida (abono y variedad) se puede observar una correlación (r) igual a 0,99 lo que indica que existe una asociación alta. El coeficiente de regresión (b) indica que por cada día que transcurre existe un incremento de 0,47 centímetros en la altura del follaje, a medida que transcurre el tiempo mayor es el desarrollo de la altura del follaje en zanahoria; siendo altamente significativo.

Delgado (2021), indica que por cada día que transcurre existe un incremento de 0,089 centímetros en la altura del follaje y como altura final obtuvo un promedio de 33,7 cm. Se podría concluir que el desarrollo del follaje en su trabajo no fue satisfactorio en vista que sus resultados son mucho más inferiores a los resultados del estudio presente que mostro una regresión superior, el cual se debería al complemento con el abono de gallinaza para su mejor desarrollo.

Según Rodríguez (2021), señala que es característico en las plantas de zanahoria observar un crecimiento lento del follaje en la primera etapa del desarrollo vegetativo 30-60 DDS y luego aumenta de forma constante en número de hojas entre los 61 y 97 DDS; en la segunda etapa después el crecimiento del follaje se desacelera (fase de desarrollo reproductivo) y hacia el final del ciclo biológico del cultivo.

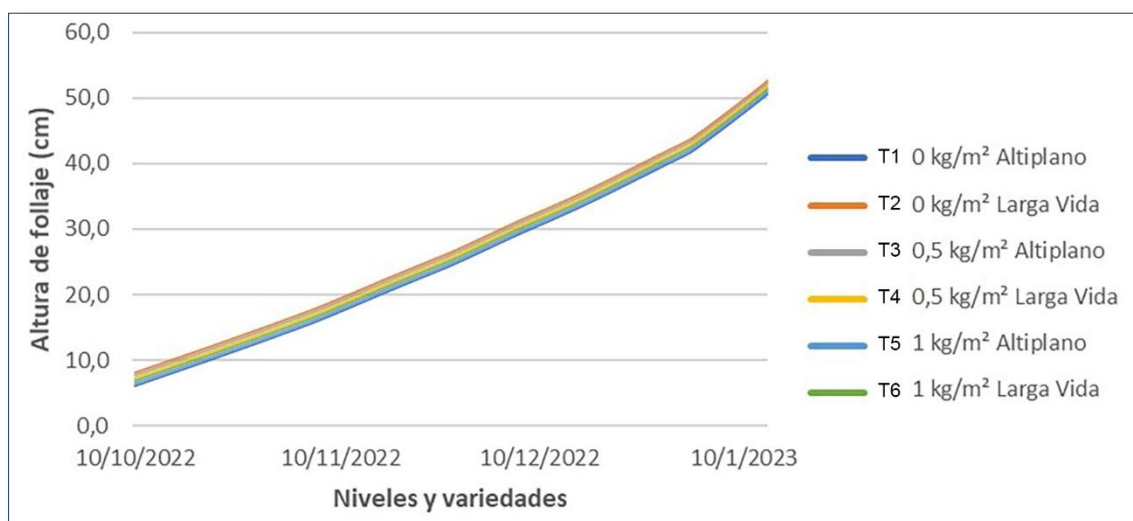


Figura 21. Crecimiento del follaje de zanahoria durante el ciclo

En la Figura 21, se puede apreciar cómo fue el crecimiento del follaje los tratamientos (*Altiplano y Larga vida*) aplicando 0 kg/m²; 0,5 kg/m² y 1 kg/m² mostrándose en todas las unidades experimentales una gran similitud en su crecimiento o desarrollo durante su ciclo, determinando que los factores son independientes, es decir, si cambia el nivel de abono las variedades no se ven afectadas significativamente en su altura.

Nina (2020), obtuvo datos inferiores en cuanto al crecimiento durante el ciclo del cultivo en el departamento de La Paz a campo abierto, esta diferencia podría deberse a las temperaturas de la zona.

5.1.2.2 Altura de follaje al momento de la cosecha

En la Tabla 10, se observa el Análisis de Varianza de altura de follaje, indicando que la fuente de variación en niveles de abono no es significativa.

En la fuente de variación de variedades tampoco se obtuvo diferencia significativa en la altura de follaje; al igual que la fuente de variación de interacción (A*B).

El coeficiente de variación fue de 4,43% clasificado como muy bajo según Ochoa (2009) indicando que existió un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 10. Análisis de varianza para Altura de follaje

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------------|-------|----|-------|------|---------|---------------|
| Bloque | 26,27 | 2 | 13,14 | 2,50 | 0,1316 | |
| Nivel de abono (A) | 2,86 | 2 | 1,43 | 0,27 | 0,7671 | NS |
| Variedad (B) | 14,94 | 1 | 14,94 | 2,84 | 0,1226 | NS |
| Interacción (A*B) | 0,64 | 2 | 0,32 | 0,06 | 0,9411 | NS |
| Error | 52,53 | 10 | 5,25 | | | |
| Total | 97,25 | 17 | | | | |

Dónde: (NS) no significativo; (*) significativo; (**) altamente significativo

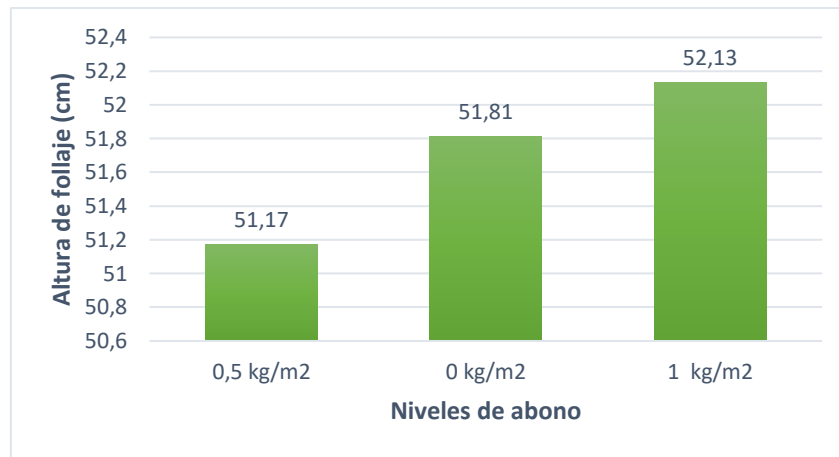


Figura 22. Altura de follaje por nivel de abono al momento de la cosecha

La altura de follaje por nivel de abono al momento de la cosecha, estadísticamente son similares, con mayor incremento en la altura empleando 1 kg/m² de abono de gallinaza que obtuvo una altura en promedio de 52,13 cm ($\pm 1,39$) mientras tanto con 0 kg/m² de abono de gallinaza un promedio de 51,81 cm ($\pm 2,49$) y seguido de 0,5 kg/m² con un promedio de 51,17 cm ($\pm 3,28$) la altura del follaje no se ve afectada por el nivel de abono, ya que la gallinaza contiene una mayor cantidad de nitrógeno, siendo este uno de los principales promotores del crecimiento foliar de la planta (Figura 22).

Los datos obtenidos en la investigación son poco similares con la investigación de Yana (2021), quien en su estudio obtuvo datos para la variedad Chantenay de 43,33 cm en altura de planta utilizando humus en un ambiente atemperado en Patacamaya. Sin embargo, los resultados obtenidos son superiores a lo mencionado por Nina (2020), quien, en su trabajo obtuvo datos para altura de planta de 38,54 cm utilizando compost y turba, también comparado con Zambrana (2018), quien utilizó té de estiércol de bovino (4 lts té de estiércol bovino/m²) obtuvo un crecimiento de altura promedio de 23,83 cm siendo mejor el estudio presente. Tal diferencia se debería a los elementos nutritivos que posee la gallinaza.

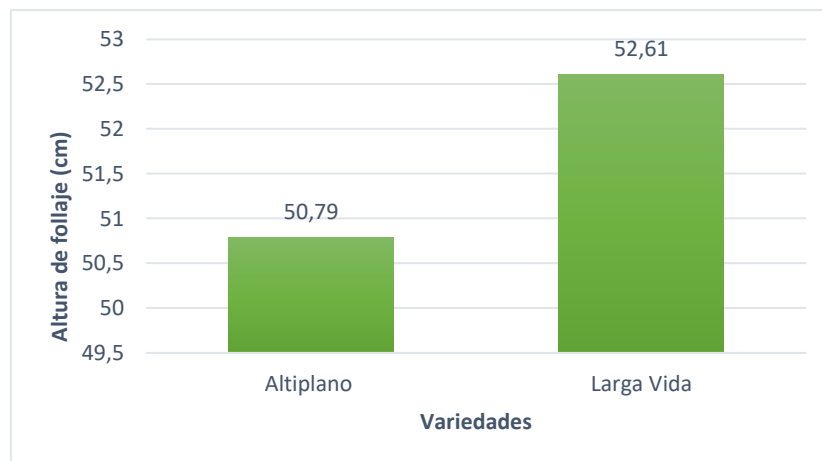


Figura 23. Altura de follaje en variedades al momento de la cosecha

La altura de follaje en variedades al momento de la cosecha, estadísticamente son similares, llegando a un promedio la variedad *Larga vida* de 52,61 cm ($\pm 1,72$) mientras tanto la variedad *Altiplano* 50,79 cm ($\pm 2,7$) (Figura 23).

En cambio, los resultados del estudio son superiores a lo mencionado por Nieves (2005) quien, en su trabajo presento una altura promedio de 32,72 cm de altura de planta en la variedad royal Chantenay a campo abierto, tal diferencia se debería a que las variedades *Altiplano* y *Larga Vida* tienen un mejor desarrollo.

Al respecto Robbins (1976), menciona que, en comportamiento de una planta, en cuanto al crecimiento depende de su genotipo; en otras palabras, los efectos genéticos determinan el comportamiento del crecimiento de la planta.

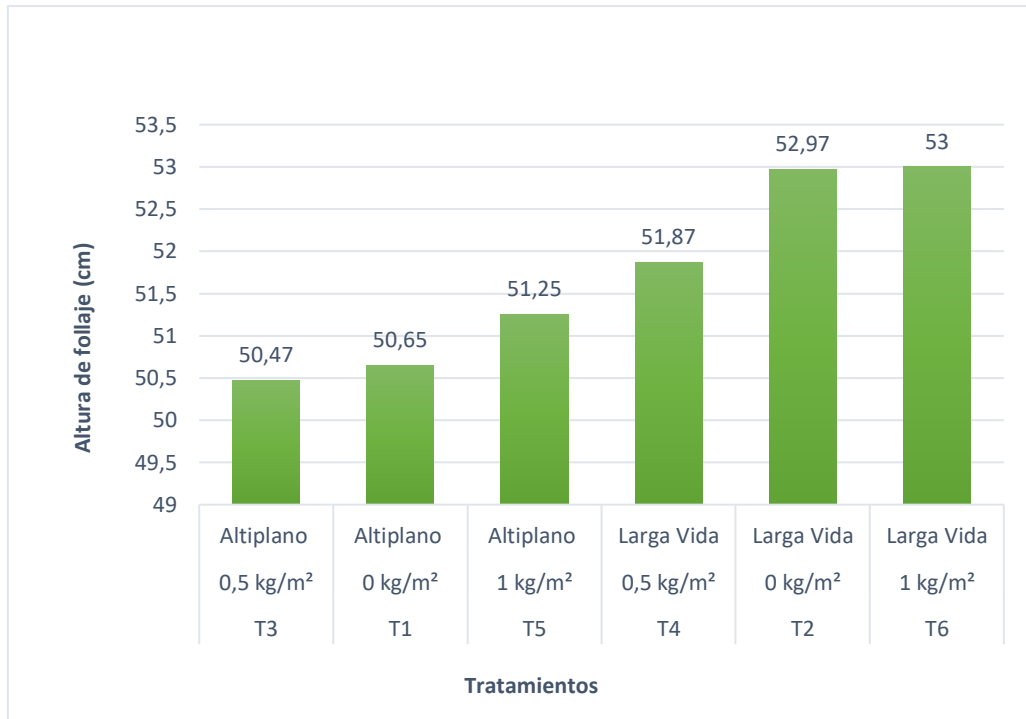


Figura 24. Interacción de tratamientos para altura de planta

En la Figura 24, se puede observar que el T6 (variedad *Larga Vida* con 1 kg/m² de abono) fue superior en cuanto a su altura de follaje con 53 cm sin embargo es estadísticamente similar a los demás tratamientos.

5.1.3 Longitud de raíz (cm)

En la Tabla 11, se observa el Análisis de Varianza de longitud de raíz, donde la fuente de variación en niveles de abono no presento diferencias significativas.

Con respecto a la fuente de variación de variedades existe diferencia altamente significativa en la longitud de raíz.

En la fuente de variación de interacción (A*B) no se observó diferencias significativas.

El coeficiente de variación fue 4,56% clasificado como muy bajo según Ochoa (2009), indicando que existió un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 11. Análisis de varianza para longitud de raíz

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------------|-------|----|------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 0,54 | 2 | 0,27 | 0,57 | 0,5813 | |
| Nivel de abono (A) | 1,93 | 2 | 0,97 | 2,04 | 0,1808 | NS |
| Variedad (B) | 8,27 | 1 | 8,27 | 17,47 | 0,0019 | ** |
| Interacción (A*B) | 1,73 | 2 | 0,87 | 1,83 | 0,2101 | NS |
| Error | 4,73 | 10 | 0,47 | | | |
| Total | 17,21 | 17 | | | | |

Dónde: (NS) no significativo; (*) significativo; (**) altamente significativo

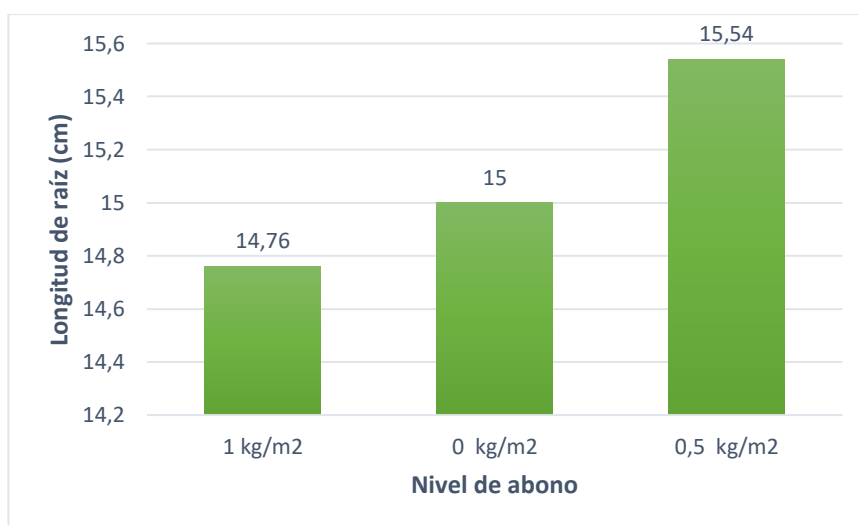


Figura 25. Longitud de raíz por niveles de abono

La longitud de raíz por nivel de abono, estadísticamente son similares, con mayor incremento de longitud empleando 0,5 kg/m² de abono de gallinaza que obtuvo una longitud promedio de 15,54 cm (\pm 0,82) mientras tanto con 0 kg/m² de abono de gallinaza un promedio de 15 cm (\pm 0,57) y seguido de 1 kg/m² con un promedio de 14,76 cm (\pm 1,43).

Sin embargo, los datos obtenidos fueron superiores a lo mencionado por Mamani (2019), quien en su trabajo utilizando abono orgánico humus de lombriz 5 Kg/m², obtuvo datos de longitud de raíz 11,9 cm. Así mismo, Zambrana (2018), señala en su trabajo utilizando té de estiércol de bovino (4 lts té de estiércol bovino/m²) la raíz alcanzó una longitud de 13,82 cm. Probablemente estos resultados se deban a la

acción del fósforo, que favorece el crecimiento de las raíces y se encuentra en la gallinaza (Figura 25).

Tabla 12. Promedios de longitud de raíz en variedades

| Variedad | Medias (cm) | Agrupamiento Duncan (5%) |
|------------|-------------|--------------------------|
| Altiplano | 14,42 | A |
| Larga vida | 15,78 | B |

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% de probabilidad, se reporta que la variable longitud de raíz en variedades son estadísticamente diferentes, la variedad Larga Vida es superior con una longitud de raíz promedio de 15,78 cm mientras tanto la variedad Altiplano 14,42 cm. La variación encontrada posiblemente se deba a que cada variedad tiene diferente comportamiento en su genotipo y desarrollo (Tabla 12).

Robbins (1976) afirma que el desarrollo de una planta está influenciado por su genotipo en otras palabras, los efectos genéticos determinan el comportamiento del crecimiento de la planta.

Así mismo los resultados de la investigación fueron superiores a lo mencionado por Yana (2021), quien obtuvo una longitud de raíz de 11,9 cm y López (2005), en su trabajo menciona que la variedad Chantenay andina presentó mediana longitud de raíz de 12,39 cm en la localidad de Mantecani, tal diferencia se debería a las temperaturas bajas de dichas zonas.

Lima (2021), indica textualmente lo siguiente “que a la gente no le gusta zanahorias grandes porque piensan que tiene palo y cuando son grandes también no se puede utilizar para cocinar una vez nomas”.

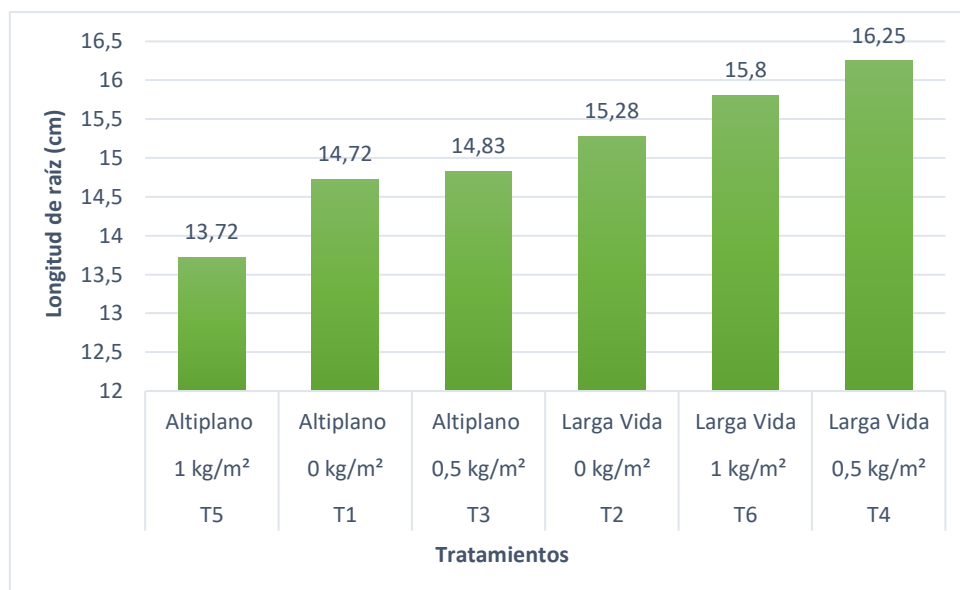


Figura 26. Interacción de tratamientos para longitud de raíz

En la Figura 26, se puede apreciar que el T4 (variedad *Larga Vida* con 0,5 kg/m²) fue superior en longitud de raíz con 16,25 cm siendo mayor a los demás tratamientos, pero estadísticamente son similares.

5.1.4 Diámetro de raíz (mm)

5.1.4.1 Diámetro de raíz superior

En la Tabla 13, se observa el Análisis de Varianza del diámetro de raíz superior, donde la fuente de variación en niveles de abono no presento diferencias significativas.

Con respecto a la fuente de variación en variedades tampoco hubo diferencia significativa en el diámetro superior; al igual que la fuente de variación de Interacción (A*B).

El coeficiente de variación fue de 1,95% clasificado como muy bajo según Ochoa (2009) indicando que existió un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 13. Análisis de varianza para diámetro de raíz superior

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------------|------|----|------|------|---------|---------------|
| Bloque | 0,02 | 2 | 0,01 | 0,02 | 0,9784 | |
| Nivel de abono (A) | 1,17 | 2 | 0,58 | 1,21 | 0,3375 | NS |
| Variedad (B) | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,03 | 0,8685 | NS |
| Interacción (A*B) | 0,11 | 2 | 0,06 | 0,12 | 0,8891 | NS |
| Error | 4,81 | 10 | 0,48 | | | |
| Total | 6,13 | 17 | | | | |

Dónde: (NS) no significativo; (*) significativo; (**) altamente significativo

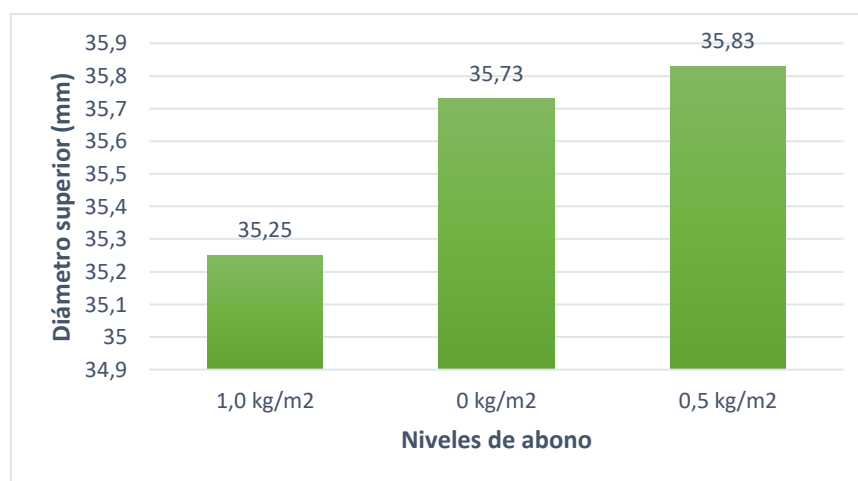


Figura 27. Diámetro de raíz superior por nivel de abono

La variable diámetro de raíz superior por nivel de abono, estadísticamente son similares, con mayor promedio en diámetro empleando 0,5 kg/m² de abono de gallinaza que obtuvo 35,83 mm ($\pm 0,66$) mientras tanto con 0 kg/m² de abono de gallinaza un promedio de 35,73 mm ($\pm 0,5$) y seguido de 1 kg/m² con un promedio de 35,25 mm ($\pm 0,55$) (Figura 27).

Los resultados tienen similitud con lo citado por Mamani (2019), el cual indica que el diámetro de raíz de la variedad Royal Chantenay logro alcanzar promedios 3,80 cm. Sin embargo, los resultados difieren en la mencionado por Nina (2020), quien indica que la utilización de zanahoria Chantenay tuvo un diámetro de raíz de 2,65 cm utilizando compost y turba, probablemente se debe a la acción del fósforo que intervino en los procesos de crecimiento y división celular, especialmente en las células meristemáticas laterales de la raíz.

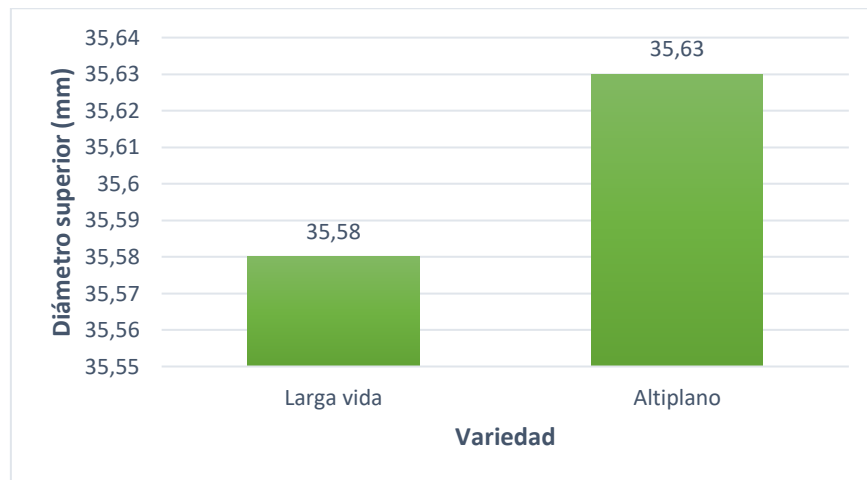


Figura 28. Diámetro de raíz superior en variedades

El diámetro superior de raíz en variedades, estadísticamente son similares, la variedad Altiplano con un promedio de 35,63 mm ($\pm 0,59$) mientras tanto la variedad Larga Vida 35,58 mm ($\pm 0,65$) (Figura 28).

Los resultados tienen similitud con lo investigado por Yana (2021) quien obtuvo resultados para diámetro de raíz de 34,33 mm. Sin embargo, los datos obtenidos son superiores a los de Nina (2020), quien obtuvo un diámetro de 26,5 mm en invernadero tal diferencia se debería a las altas temperaturas del lugar las cuales no tolera el cultivo de la zanahoria, ya que en invernadero se llegó a los 35°C.

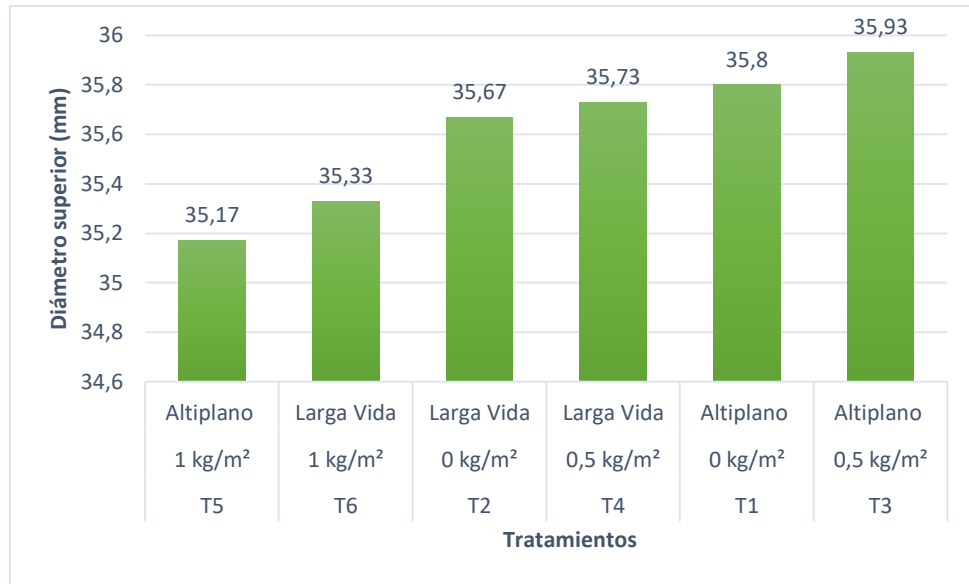


Figura 29. Interacción de tratamientos para diámetro superior de raíz

En la Figura 29, se puede observar que en T3 (variedad *Altiplano* con 0,5 kg/m² de abono) obtuvo un diámetro superior de raíz mayor respecto a los demás tratamientos sin embargo es estadísticamente similar.

5.1.4.2 Diámetro de la raíz inferior

En la Tabla 14, se observar el Análisis de Varianza del diámetro inferior de raíz indicando que la fuente de variación en niveles de abono no es significativa.

Con respecto a la fuente de variación de variedades tampoco presento diferencia significativa; al igual que la fuente de variación de Interacción (A*B).

El coeficiente de variación fue 2,76 % clasificado como muy bajo según Ochoa (2009) indica que existió un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 14. Análisis de varianza para diámetro de raíz inferior

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------------|------|----|------|------|---------|---------------|
| Bloque | 0,09 | 2 | 0,04 | 0,16 | 0,8550 | |
| Nivel de abono (A) | 0,22 | 2 | 0,11 | 0,39 | 0,6839 | NS |
| Variedad (B) | 0,89 | 1 | 0,89 | 3,22 | 0,1029 | NS |
| Interacción (A*B) | 0,40 | 2 | 0,20 | 0,73 | 0,5046 | NS |
| Error | 2,76 | 10 | 0,28 | | | |
| Total | 4,36 | 17 | | | | |

Dónde: (NS) no significativo; (*) significativo; (**) altamente significativo



Figura 30. Diámetro de raíz inferior por nivel de abono

El diámetro de raíz inferior por nivel de abono, estadísticamente son similares, con mayor incremento en el diámetro empleando 0 kg/m² de abono de gallinaza que obtuvo un diámetro inferior en promedio de 19,13 mm ($\pm 0,44$) mientras tanto con 1 kg/m² de abono de gallinaza un promedio de 19,03 mm ($\pm 0,62$) y seguido de 0,5 kg/m² con un promedio de 18,87 mm ($\pm 0,51$) (Figura 30).

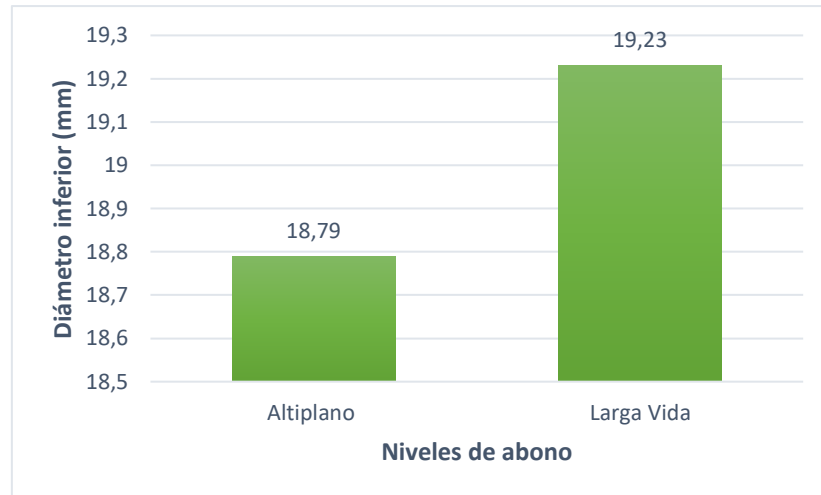


Figura 31. Diámetro de raíz inferior en variedades

El diámetro de raíz inferior en variedades es estadísticamente similar, la variedad *Larga Vida* con un promedio de 19,23 mm ($\pm 0,57$) mientras tanto la variedad *Altiplano* 18,79 mm ($\pm 0,33$) (Figura 31).

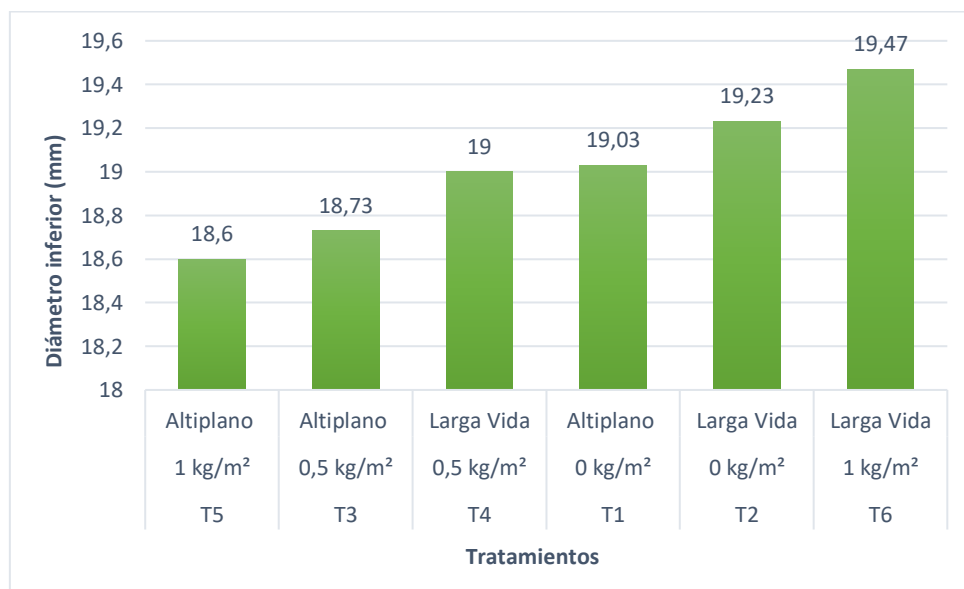


Figura 32. Interacción de tratamientos para diámetro inferior de raíz

En la Figura 32, se puede observar que el T6 (variedad *Larga Vida* con 1kg/m²) obtuvo un diámetro inferior de raíz de 19,47 mm siendo superior al resto de los tratamientos, pero estadísticamente similar.

5.1.5 Incidencia de plagas.

Durante la germinación y desarrollo de las dos variedades de zanahoria no se observaron indicios de plagas.

5.1.6 Incidencia de enfermedades.

Durante la germinación y el desarrollo del cultivo, no se detectaron enfermedades en ninguna de las dos variedades.

5.2 Variables De Rendimiento

5.2.1 Peso de raíz (g)

En la Tabla 15, se observa el Análisis de Varianza del peso de raíz, donde la fuente de variación en niveles de abono no se observó diferencias significativas.

Con respecto a la fuente de variación de variedades no presento diferencia significativa en el peso de raíz; al igual que la fuente de variación de Interacción (A*B).

El coeficiente de variación fue de 16,18% clasificado como bajo según Ochoa (2009) indica que existió un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 15. Análisis de varianza para peso de raíz

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------------|---------|----|--------|------|---------|---------------|
| Bloque | 198,74 | 2 | 99,37 | 0,48 | 0,6301 | |
| Nivel de abono (A) | 513,51 | 2 | 256,76 | 1,25 | 0,3276 | NS |
| Variedad (B) | 908,80 | 1 | 908,80 | 4,43 | 0,0617 | NS |
| Interacción (A*B) | 643,47 | 2 | 321,73 | 1,57 | 0,2559 | NS |
| Error | 2053,42 | 10 | 205,34 | | | |
| Total | 4317,94 | 17 | | | | |

Dónde: (NS) no significativo; (*) significativo; (**) altamente significativo

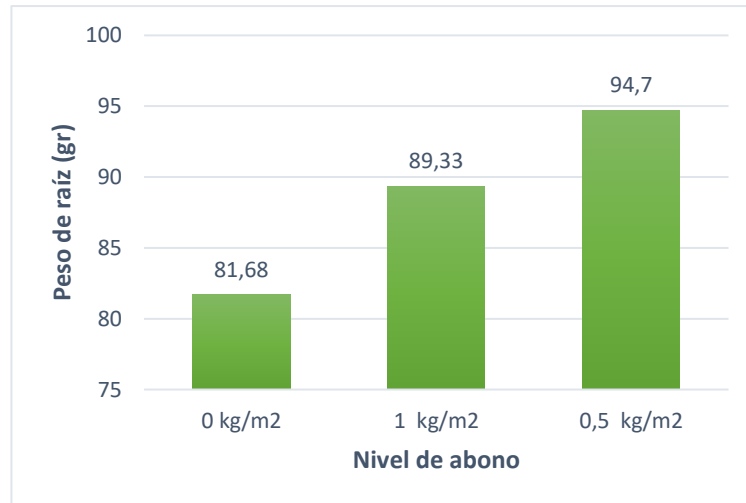


Figura 33. Peso de raíz por niveles de abono

El peso de raíz por nivel de abono, estadísticamente son similares, con mayor incremento en peso empleando 0,5 kg/m² de abono de gallinaza que obtuvo un peso de raíz promedio de 94,70 g ($\pm 14,32$) mientras tanto con 1 kg/m² de abono de gallinaza un promedio de 89,33 g ($\pm 20,2$) y seguido de 0 kg/m² con un promedio de 81,68 g ($\pm 12,16$) (Figura 33).

Se podría decir que, utilizando los diferentes niveles de abono planteados, el peso de la zanahoria será el mismo.

Los resultados se muestran inferiores a lo mencionado por Zambrana (2018), quien indica que la zanahoria presentó un peso promedio de 117,4 g en su trabajo utilizando té de estiércol de bovino (4 lts té de estiércol bovino/m²). En la Tabla 4 se observa que el abono de gallinaza tiene una cantidad mayor de nitrógeno (estimulante del desarrollo foliar) que de fósforo (actúa en beneficio de la raíz), lo que podría explicar la variación en pesos observada con el anterior autor, el follaje del cultivo se desarrolla bien, aunque el peso de la raíz no sea el óptimo.

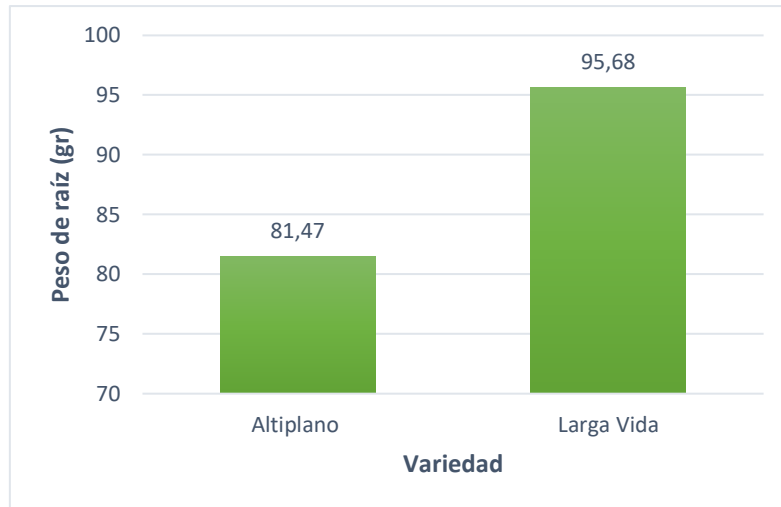


Figura 34. Peso de raíz en variedades

El peso de raíz en variedades, estadísticamente son similares, la variedad Larga Vida con un promedio de 95,68 g ($\pm 16,68$) mientras tanto la variedad Altiplano 81,47 g ($\pm 12,17$) (Figura 34).

Resultados que son similares a lo mencionado por Mamani (2019), quien realizó su investigación en Achocalla con la variedad zanahoria Chantenay la cual presentó un peso promedio de 90,25 g por planta. Sin embargo, superiores a lo citado por Yana (2021), que, en su investigación en Patacamaya, obtuvo un peso de raíz de 57,33 g utilizando misma variedad, dicha diferencia podría deberse a las diferentes temperaturas del lugar.

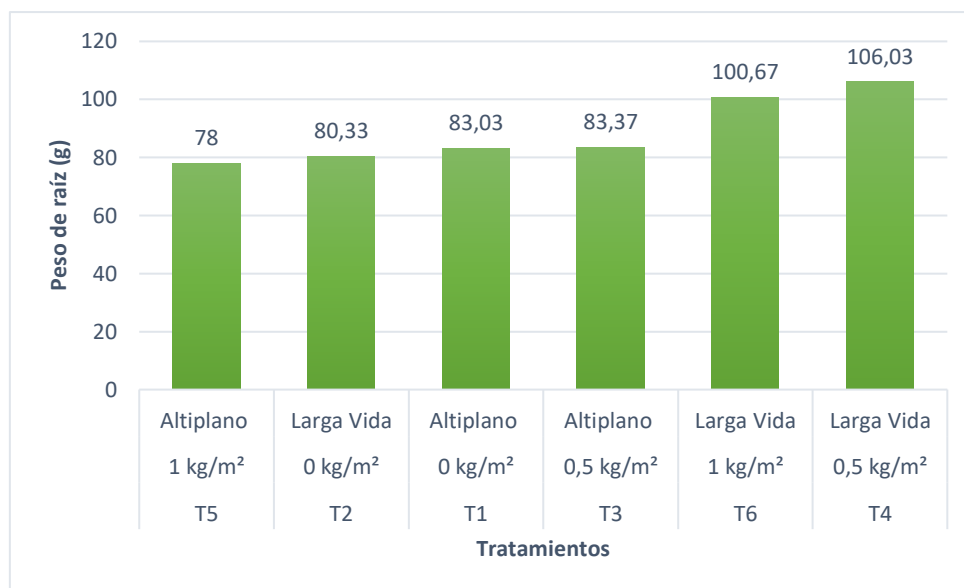


Figura 35. Interacción de tratamientos para peso de raíz

En la Figura 35, se puede observar que el T4 (variedad *Larga Vida* con 0,5 kg/m²) fue superior al resto de los tratamientos en cuanto a peso de raíz con 106,03 g sin embargo es estadísticamente similar.

5.2.2 Rendimiento del cultivo (t/ha)

En la Tabla 16, se puede observar el Análisis de Varianza del rendimiento del cultivo, en el cual la fuente de variación en niveles de abono presentó diferencias altamente significativas.

Con respecto a la fuente de variación de variedades no presentó diferencia significativa en el rendimiento del cultivo; al igual que la fuente de variación de Interacción (A*B).

El coeficiente de variación fue 8,65 % clasificado como bajo según Ochoa (2009) indica que existió un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 16. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|--------------------|--------|----|--------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 4,28 | 2 | 2,14 | 0,22 | 0,8073 | |
| Nivel de abono (A) | 247,55 | 2 | 123,78 | 12,64 | 0,0018 | ** |
| Variedad (B) | 19,22 | 1 | 19,22 | 1,96 | 0,1916 | NS |
| Interacción (A*B) | 0,33 | 2 | 0,17 | 0,02 | 0,9832 | NS |
| Error | 97,96 | 10 | 9,80 | | | |
| Total | 369,35 | 17 | | | | |

Dónde: (NS) no significativo; (*) significativo; (**) altamente significativo

Tabla 17. Promedio de rendimiento del cultivo por niveles de abono

| Nivel de abono | Medias t/ha | Agrupamiento Duncan (5%) |
|----------------|-------------|--------------------------|
| 0,0 | 32,03 | A |
| 1,0 | 35,47 | A |
| 0,5 | 41,03 | B |

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% de probabilidad, se reporta que el rendimiento del cultivo por niveles de abono, estadísticamente son diferentes, con mayor incremento de rendimiento empleando 0,5 kg/m² de abono de gallinaza que obtuvo un rendimiento promedio de 41,03 t/ha mientras tanto con 1 kg/m² de abono de gallinaza un promedio de 35,47 t/ha y seguido de 0 kg/m² con un promedio de 32,03 t/ha (Tabla 17).

Los resultados obtenidos no coinciden con los de Mamani (2019), quien obtuvo un rendimiento de zanahoria superior de 81,05 t/ha utilizando abono orgánico humus de lombriz 5,0Kg/m². Incluso con lo mencionado por Nina (2020), que obtuvo un rendimiento de 61,9 t/ha. Dicha diferencia de rendimiento se debería al método de siembra empleado, Mamani (2019) sembró al voleo y Nina (2020) aplicó una densidad de siembra de 5 cm por planta y surco, mientras que en la presente investigación se aplicó una densidad de siembra de 10 cm entre planta y 15 entre surco.

Nicholls Henao & Altieri (2015), ha concluido que “la altura de la planta de la zanahoria interviene ampliamente en el rendimiento de acuerdo con el cultivo, como las plantas más altas son más sensibles a fuertes vientos y alto índice de lluvia, lo cual

asumen más posibilidades de desplomar el follaje, reduciendo el rendimiento del cultivo”.

Los factores que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas se clasifican en factores internos (genéticos y hormonales) y externos (clima, agentes bióticos, tipos de suelo y la intervención humana), según López (1995); citado por Vallejos (2008). Por lo que se podría corroborar que las diferencias encontradas también estuvieron influenciadas por alguno de estos factores.

El cultivo presentó un mejor rendimiento con un nivel de abono intermedio 0,5 kg/m² aprovechando así los nutrientes, entre estos el fósforo, los cuales fueron asimilados y aprovechados con mayor eficiencia por la raíz del cultivo de zanahoria.

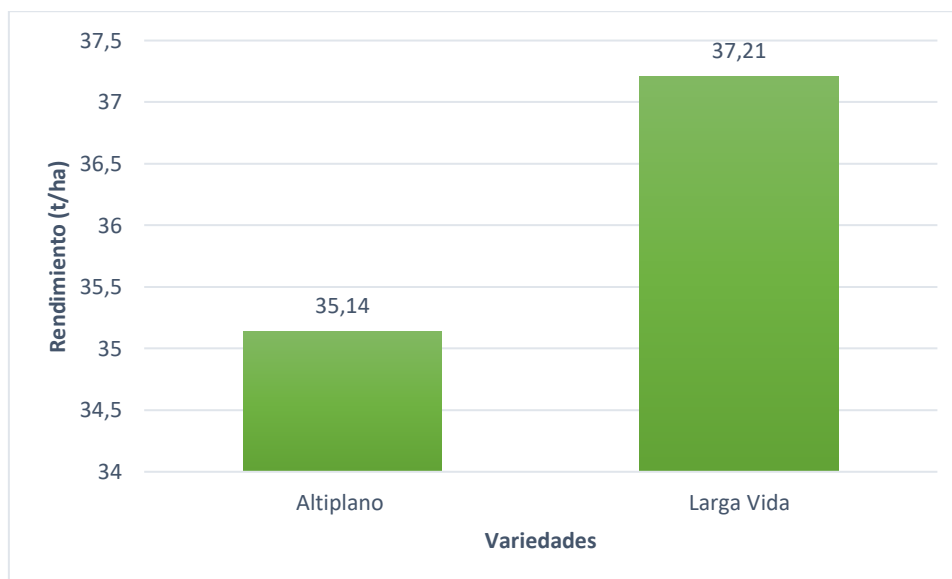


Figura 36. Rendimiento del cultivo en variedades

El rendimiento según las variedades es estadísticamente similar, con un promedio la variedad Larga Vida de 37,21 t/ha ($\pm 4,55$) mientras tanto la variedad Altiplano 35,14 t/ha ($\pm 4,8$) (Figura 36).

Apaza (2011) ha registrado una producción de 42 t/ha en la variedad Altiplano la cual se considera baja los datos obtenidos, incluso López (2005) indica que la variedad Chantenay presento rendimientos medios de 69,17 t/ha con una siembra al voleo.

Jimenez (2011), obtuvo un rendimiento total de raíces de zanahoria de 52,75 t/ha en el altiplano y 48,45 t/ha en cabecera de valle.

Dichas diferencias en el rendimiento del cultivo se deberían a lo antedicho, el sistema de siembra afecto en el rendimiento del cultivo. Nina (2020) empleando una densidad de siembra de 5 cm entre planta y surco se tuvo 289 plantas/m² en cambio en una densidad de siembra de 10cm entre planta y 15 entre surco solo se encuentra 48 plantas/m²

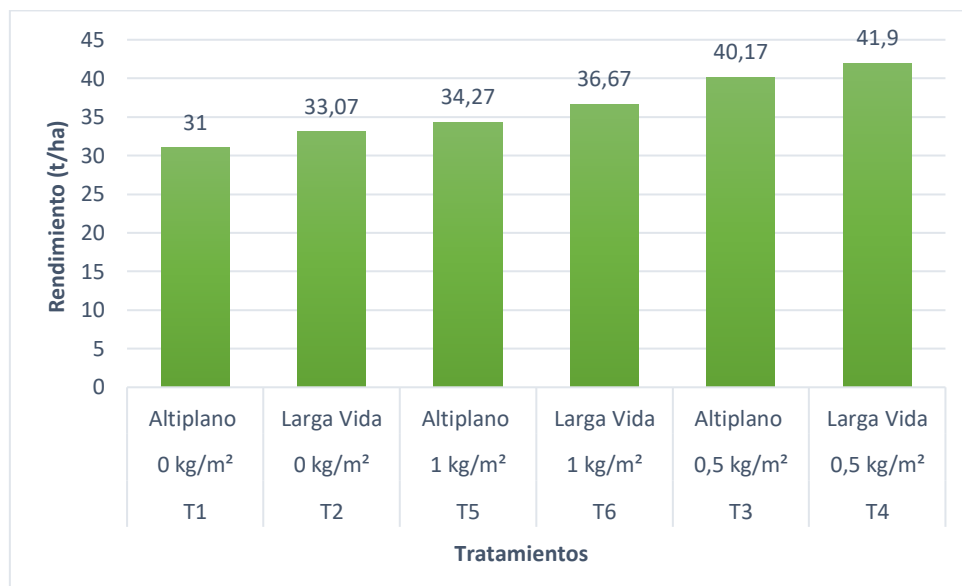


Figura 37. Interacción de tratamientos para rendimiento del cultivo

En la figura 37, se puede observar que el T4 (variedad *Larga Vida* con 0,5 kg/m²) obtuvo un rendimiento de 41 t/ha superior al resto de los tratamientos sin embargo es estadísticamente similar.

5.3 Variables Económicas

El análisis económico, se realizó para conocer el beneficio/costo y establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos estudiados.

5.3.1 Costos de producción

Perrin et al. (1988) citado por Mamani (2015) menciona que para poder obtener el presupuesto del experimento se deben calcular el beneficio bruto, costos parciales, beneficio neto de los tratamientos.

En la Tabla 18, se puede observar los costos de producción de cada tratamiento desde la preparación de terreno, insumos utilizados, siembra, riego, aclarado, aporque y cosecha. Se puede notar que el costo varía según la semilla y la cantidad de abono de gallinaza utilizado. Por lo que el T1, 0 kg/m² y Altiplano (abono y variedad) tuvo un costo de producción de 76.956,52 Bs/ha.

Para el T2, 0 kg/m² y Larga Vida (abono y variedad) se puede observar un costo de producción de 78.260,87 Bs/ha.

Acerca del T3, 0,5 kg/m² y Altiplano (abono y variedad) se puede observar un costo de producción de 77.386,96 Bs/ha.

Sobre el T4, 0,5 kg/m² y Larga Vida (abono y variedad) se puede observar un costo de producción de 78.691,30 Bs/ha.

Para el T5, 1 kg/m² y Altiplano (abono y variedad) se puede observar un costo de producción de 77.821,74 Bs/ha.

Por último, el T6, 1 kg/m² y Larga Vida (abono y variedad) se puede observar un costo de producción de 79.126,09 Bs/ha.

Conociendo el precio de las semillas de zanahoria de la variedad Altiplano es de 18 Bs/oz, mientras que la variedad Larga Vida cuesta 20 Bs/oz. Además, el costo del abono de gallinaza fue de Bs 1 el kg.

Tabla 18. Total costos de producción

| Costos de producción | |
|---------------------------------------|------------|
| Tratamiento | CP (Bs/ha) |
| T1 (0 kg/m ² Altiplano) | 76956,52 |
| T2 (0 kg/m ² Larga Vida) | 78260,87 |
| T3 (0,5 kg/m ² Altiplano) | 77386,96 |
| T4 (0,5 kg/m ² Larga vida) | 78691,30 |
| T5 (1 kg/m ² Altiplano) | 77821,74 |
| T6 (1 kg/m ² Larga Vida) | 79126,09 |

5.3.2 Rendimiento ajustado para la zanahoria

Según CYMMYT (1998), el rendimiento ajustado es el rendimiento promedio de cada tratamiento menos 10% que refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el posible rendimiento que podría obtener el agricultor, tomando en cuenta el manejo del cultivo.

Según se observa en la Tabla 19, el T4, 0,5 kg/m² *Larga Vida* (abono y variedad), fue el que obtuvo el mayor rendimiento ajustado con un rendimiento de 37,71 t/ha seguido del T3, 0,5 kg/m² *Altiplano* (abono y variedad) con un rendimiento de 36,15 t/ha el T6, 1 kg/m² *Larga vida* (abono y variedad) un rendimiento de 33 t/ha y con rendimientos bajos fueron el T5, 1 kg/m² *Altiplano* (abono y variedad), con un rendimiento de 30,84 el T2, 0 kg/m² *Larga Vida* (abono y variedad) con un rendimiento de 29,76 t/ha y el T1, 0 kg/m² *Altiplano* (abono y variedad) con un rendimiento de 27,90 t/ha.

Tabla 19. Cálculo del rendimiento ajustado para la zanahoria

| Tratamiento | Rendimiento experimental t/ha | Ajuste 10% | Rendimiento del productor t/ha |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------|--------------------------------|
| T1 (0 kg/m ² Altiplano) | 31 | 3,1 | 27,90 |
| T2 (0 kg/m ² Larga Vida) | 33,07 | 3,307 | 29,76 |
| T3 (0,5 kg/m ² Altiplano) | 40,17 | 4,017 | 36,15 |
| T4 (0,5 kg/m ² Larga vida) | 41,9 | 4,19 | 37,71 |
| T5 (1 kg/m ² Altiplano) | 34,27 | 3,427 | 30,84 |
| T6 (1 kg/m ² Larga Vida) | 36,67 | 3,667 | 33,00 |

5.3.3 Ingreso bruto

En la Tabla 20, se puede observar el ingreso bruto en bolivianos (Bs), del rendimiento expresados en toneladas (t) en una hectárea (ha) de superficie.

Tabla 20. Cálculo del ingreso bruto por tratamiento

| Tratamiento | Rendimiento del productor t/ha | Precio en (Bs) de 2,83 kg o (1/4 @) | IB (Bs/ha) |
|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------|
| T1 (0 kg/m ² Altiplano) | 27,90 | 9 | 88700 |
| T2 (0 kg/m ² Larga Vida) | 29,76 | 9 | 94700 |
| T3 (0,5 kg/m ² Altiplano) | 36,15 | 9 | 115100 |
| T4 (0,5 kg/m ² Larga vida) | 37,71 | 9 | 119800 |
| T5 (1 kg/m ² Altiplano) | 30,84 | 9 | 97900 |
| T6 (1 kg/m ² Larga Vida) | 33,00 | 9 | 104900 |

El precio de Bs 9 es el costo de 2,83 kg o ¼ @ “arroba” como se comercializa en el mercado.

5.3.4 Ingreso neto

En la Tabla 21, se observa los ingresos netos de los tratamientos donde están, ingreso bruto y costo de producción.

Tabla 21. Cálculo de ingreso neto por tratamiento

| Tratamiento | IB (Bs/ha) | CP (Bs/ha) | IN (Bs/ha) |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|
| T1 (0 kg/m ² Altiplano) | 88700 | 76956,52 | 11743,48 |
| T2 (0 kg/m ² Larga Vida) | 94700 | 78260,87 | 16439,13 |
| T3 (0,5 kg/m ² Altiplano) | 115100 | 77821,74 | 37278,26 |
| T4 (0,5 kg/m ² Larga vida) | 119800 | 79126,09 | 40673,91 |
| T5 (1 kg/m ² Altiplano) | 97900 | 77386,96 | 20513,04 |
| T6 (1 kg/m ² Larga Vida) | 104900 | 78691,30 | 26208,70 |

El mayor valor de Ingreso neto alcanzo el T4, 0,5 kg/m² Larga Vida (abono y variedad) con 40673,91 Bs/ha.

5.3.5 Cálculo relación beneficio costo

En la Tabla 22, se observa los valores del índice beneficio/costo de los tratamientos en estudio.

Los resultados que se presentan muestran que todos los tratamientos obtuvieron réditos económicos, puesto que la relación beneficio/costo de los tratamientos son mayores a Bs 1,00. Lo que se entiende que por cada boliviano invertido habrá ganancias, se recuperará lo invertido.

El T4, 0,5 kg/m² Larga Vida, se presentó como el más rentable con un valor igual a 1,51 Bs este resultado indica que por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 0,51 Bs también el T3, 0,5 kg/m² Altiplano (abono y variedad) por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 0,48 Bs.

Como el menos rentable se tiene el T1, 0 kg/m² Altiplano, que presentó un valor igual a 1,15 Bs este resultado indica que por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 0,15 Bs es decir no tiene un buen beneficio. En caso de los T2, 0 kg/m² Larga Vida (abono y variedad) se gana 0,21 Bs respecto al T5, 1 kg/m² Altiplano se gana 0,27 Bs y el T6, 1 kg/m² Larga vida se gana 0,33 bolivianos por cada boliviano invertido.

Tabla 22. Relación beneficio costo de los tratamientos

| Tratamiento | IB (Bs/ha) | CP (Bs/ha) | B/C |
|---------------------------------------|------------|------------|------|
| T1 (0 kg/m ² Altiplano) | 88700 | 76956,52 | 1,15 |
| T2 (0 kg/m ² Larga Vida) | 94700 | 78260,87 | 1,21 |
| T3 (0,5 kg/m ² Altiplano) | 115100 | 77821,74 | 1,48 |
| T4 (0,5 kg/m ² Larga vida) | 119800 | 79126,09 | 1,51 |
| T5 (1 kg/m ² Altiplano) | 97900 | 77386,96 | 1,27 |
| T6 (1 kg/m ² Larga Vida) | 104900 | 78691,30 | 1,33 |

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El comportamiento productivo de las variedades de zanahoria (Altiplano y Larga Vida) con diferentes niveles de gallinaza (0 kg/m²; 0,5 kg/m²; 1kg/m²), tuvieron un comportamiento desigual en cuanto a: La longitud de raíz y el rendimiento del cultivo, la variedad Larga Vida con 15,78 cm fue superior a la variedad Altiplano con 14,42 cm en longitud de raíz. El rendimiento fue mayor incorporando 0,5 kg/m² rindiendo 41,03 t/ha y el rendimiento más bajo fue con 0 kg/m² rindiendo 32,03 t/ha.
- Respecto a las demás variables de respuesta no se encontró diferencias significativas, lo cual nos indica que los diferentes niveles de abono (0: 0,5 y 1 kg/m²) en las diferentes variedades *Altiplano* y *Larga Vida* no afectaron significativamente en el porcentaje de emergencia, altura del follaje, diámetro de raíz y el peso de raíz.
- En relación a los tratamientos, el T4 (variedad *Larga Vida* con 0,5 kg/m² de abono) obtuvo numéricamente mejores resultados agronómicos pero estadísticamente similares a los demás tratamientos. Los resultados más bajos obtuvieron en el T1 (variedad *altiplano* con 0 kg/m²) y el T5 (variedad *Altiplano* con 1kg/m²).
- Acerca del análisis económico se determinó que el tratamiento 4 (variedad *Larga Vida* con 0,5 kg/m² de abono), presento una relación B/C de 1,51 indicando 0,51 Bs por cada boliviano invertido, siendo el más rentable y el menos rentable fue el T1 (0 kg/m² *Altiplano*) que presentó una relación B/C igual a 1,15 Bs.

7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones se recomienda lo siguiente:

- Fomentar el trabajo realizado con una densidad de siembra reducida para un mejor rendimiento.
- Se recomienda realizar el mismo trabajo en otras condiciones ecológicas con las mismas características, con el fin de corroborar los resultados obtenidos de esta manera obtener datos que sean de beneficio para los agricultores de todas las regiones.
- Realizar análisis de suelo en el segundo año en la parcela utilizada con el fin de ver la mineralización de los niveles de abonamiento.
- Se recomienda optimizar los niveles de gallinaza en más variedades de zanahoria.
- Realizar trabajo de investigación donde se determine la oferta y la demanda de los diferentes insumos utilizados en la investigación.
- Es muy importante que las labores culturales estén manejadas adecuadamente desde el inicio hasta el final del desarrollo del cultivo, con el fin de que la producción sea buena y rentable.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Alanoca (2005) *Producción de zanahoria bajo riego por cintas de aspersión, con tres niveles de humedad y dos niveles de fertilización (comunidad Mantecani, provincia Aroma)*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10917>
- Alessandro, R. (2012). *Características botánicas y tipos varietales*. Manual de producción de zanahoria. Consultado en. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cap_7_enfermedades_de_la_zanahoria.pdf
- Ávila, E. (2015). *Manual Zanahoria*. Consultado en. <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/>
- Bastidas Romero, J. A. (2018). Ventajas y desventajas en el uso y manejo del fertilizante orgánico gallinazo. Microcuenca La Coneja. Pág. 19
- Beck, SG., García, E., Thompson, N., Meneses, RI., Zenteno, F. López, R., & Fuentes, A. (2015) Paisajes, eco – regiones y vegetación. Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz (págs. 113-158). La Paz: Museo Nacional de Historia Natural.
- Carmona B. (2005) *Malezas en hortalizas*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
- Carranza Durán, C. (2006) *Reacción fenológica y agronómica de dos cultivares de Zanahoria (Daucus carota) a la inoculación de cepas de micorriza en campo*. Escuela Politécnica del Ejército.
- Castro, D., Montoya, J. C., Ospina, L. S., & Zuluaga, A. M. (2010). Efecto de la adición de materia orgánica en el suelo para la producción hortícola. Revista Universidad Católica de Oriente, 30, 27–34.
- Cerna (2015) *Tecnología de producción de zanahoria*. Instituto Nacional de Innovación Agraria (inia).
- César Gaviola, J. (2013) *Manual de producción de zanahoria*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- CIPCA (sf) *Producción De Hortalizas Orgánicas*. Centro De Investigación y Promoción del Campesinado.

- CNPSH (2001) *Cultivo de Zanahoria Cochabamba Bolivia*. Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas
- CNPSH (2010) *Hortalizas Mujukuna. Valle de oro*. Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas.
- CNPSH (2017) *Catálogo de semillas, valle de oro*. Centro de Producción de Semillas de Hortalizas.
- CNPSH. (2020). Informe de Gestión 2020. Informe final, Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas - CNPSH, Dirección, Cochabamba. Recuperado el 30 de Diciembre de 2020
- Cría de aves (2019) <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/como-hacer-gallinaza/>
- Cultivos hortícolas al aire libre (2017) Cajamar caja rural.
- Curi, M. (2007) *Efecto de cuatro dosis de abonadora en el rendimiento de tres híbridos de pimiento*. Quevedo, Ecuador. 94 p.
- Delgado (2021) Respuesta del cultivo de zanahoria (*daucus carota* L.) a diferentes láminas de riego en el valle de Cajamarca. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4077/TESIS%20JOSU%20C3%89%20TAPIA%20DELGADO.pdf?sequence=1>
- Díaz, R. (2002). Evaluación de diez niveles de fertilización en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) en la zona de la Esperanza Intibucá. Proyecto FHIA la Esperanza, Honduras.
- Espinoza Rubén de Celis, F.D. (2015) *Geología y geomorfología de un valle en los Andes*. Museo Nacional de Historia Natural.
- FAOSTAT (2019) *Los principales países productores de zanahorias del mundo Base de datos estadísticos corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación*. Consultado en. <https://magicbab.com/29494.htm>
- Fernández Borjas, J. A. (sf). *Guía para el manejo y producción de Zanahoria en la parte alta del departamento de Ocoatepeque*. San Marcos de Ocoatepeque.
- Gabriel, E. (2013) *Implantación y manejo del cultivo*. Manual de producción de zanahoria. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- García, M. (sf) *El cultivo de la Zanahoria*. Universidad de la República.

- García, M. (2002) El cultivo de la zanahoria. universidad de la república facultad de agronomía. departamento de producción vegetal Centro regional sur. Curso Horticultura. Uruguay. 43 p
- Gaviola, J. (2010) *Manual de Producción de Zanahoria* Pp 153-160.
- Gaviola, J. (2013) *Manual de producción de zanahoria*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Gómez, D., Vásquez, M. (2016) *Abonos orgánicos*. Pym rural y Pronagro
- Guamán, R. (2017) Desventajas del uso de estiércol como fertilizante. Disponible en <https://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantessuelos/desventajas-del-uso-de-estiercol-como-fertilizante/> Pág. 1
- Guzmán, C. (2004) *Comportamiento agronómico de dos variedades de liliium asiático (Lilium sp) con tres niveles de biosol en ambiente protegido, alto irpavi, La Paz*. [Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. EMI].
- Haifa group (2014) *Different methods of fertilization are available, all with our recommended fertilizers*. Haifa Pioneering the future. Recuperado el 3 de 9 de 2014, de <https://www.haifa-group.com/complete-nutrition-and-fertilization-program-potatoes>
- Haq, R., Kumar, P., & Prasad, K. (2015). Hot air convective dehydration characteristics of *Daucus carota* var. Nantes. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1096184>
- Herrán, J., Torres, R., Martínez, G., Ruiz, R., Portugal, V. (2018). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(1), 57-68.
- ICA y FENAVI (2003) Instituto Colombiano Agropecuario y Federación Nacional de Avicultores de Colombia, Fondo Nacional Avícola
- INAT (2000) *Manejo de cultivos bajo riego en distritos de pequeña escala*. Instituto Nacional de Adecuación de Tierras. Manual de asistencia técnica.
- INE y Senamhi, (2018) *Producción de zanahoria bajo riego por cintas de aspersión, con tres niveles de humedad y dos niveles de fertilización (comunidad Mantecani, provincia Aroma)*. Azafranbolivia. Consultado en. <https://azafranbolivia.com/?p=24490>

- Infoagro, (2014) *El cultivo de zanahoria*. Información técnica agrícola. Consultado en. [http:// Infoagro .com/hotalizaszanahoria.htm](http://Infoagro.com/hotalizaszanahoria.htm)
- Intagri S.C. (2015) La Gallinaza Como Fertilizante. *Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura*. Consultado en: <https://www.intagri.com> › artículos › nutrición-vegetal.
- Jimenez, S. (2011) *Caracterización y evaluación morfológica de zanahoria variedad altiplano (daucus carota L.) frente a una variedad local en diferentes pisos ecológicos*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/8105>
- Lang, M. C., Alessandro, M. S., & Ermini, P. V. (2014). Ensayo comparativo de 62 rendimiento de cinco cultivares bienales de zanahoria (*Daucus carota L.*) En la región semiárida pampeana, bajo riego por goteo. *Semiárida Revista de La Facultad de Agronomía*, 24(1), 49–54.
- Lardizabal, R., & Theodoracopoulos, M. (2007) *Producción de Zanahoria*. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores eda.
- Lasaridi, K., Protopapa, I., Kotsou, M., Pilidis, G., Manios, T., Kyriacou, A., (2006) Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. *Journal of Environmental Manageme*
- Lezaeta, R. (2006) *Manual de alimentación sana*. 2 ed. México, Pax México. 368 p
- Lima Felipe (2021). Productor de zanahoria. Kollpa
- Lipinski, V (2013) Fertilidad y riego In *Manual De Producción De Zanahoria* Editor Julio César Gaviola. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria La Consulta - Mendoza - Argentina 71-100 p.
- López, M. (2005). *Comportamiento agronómico de seis variedades de zanahoria (Daucus carota L.) bajo riego por cintas de aspersion, en la localidad de Mantecani (provincia Aroma)*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/11894>
- Macas, M. (2007) *Evaluación Nutricional de la Zanahoria deshidratado*. [Tesis Dra. En Bioquímica y Farmacia Facultad de Ciencias bioquímicas y farmacias].
- Mamani, G. (2019) *Evaluar el comportamiento agronómico de una variedad de zanahoria (daucus carota L.) bajo la incorporación de tres abonos orgánicos en*

el municipio de Achocalla. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/23735>

Mamani, R. (2015) *Evaluación del cultivo de Rábano chino con la aplicación de compost y humus de lombriz a dos densidades de siembra bajo condiciones atemperadas en la zona Achumani, municipio de La Paz*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/6819>

Marcko, T. (2005) *Manual de producción de zanahoria*. USAID

Maroto J. V. (2002) *Horticultura Herbácea Especial*. Mundi-Prensa. 5.^a edición

Matas, Gallach, Hernández, M. Cuillas, Giner, Cerdán, Rubio y Vidal. (2017) *Cultivos hortícolas al aire libre*. Cajamar caja rural

Medina, J. (2014) Riego por goteo. Edit: Mundi Prensa. Cochabamba, Bolivia. 15-18p

Meléndez, G. (2003) *Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos*. Principios, características e impacto en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica. pp. 50-63.

Méndez, M. (2002) Teoría económica de la producción y los costos, Italgraf S.A. Bogota- Colombia pg.8-10

Montes de Oca. 2005. Enciclopedia Geográfica de Bolivia. La Paz, Bolivia.

Morales Payán, J. (1995) *Cultivo de Zanahoria*. Santo Domingo, República Dominicana. Fundación de Desarrollo Agropecuario.

Moriya, K (2007). Suplemento rural: la gallinaza (en línea). Paraguay. Consultado 21 Mar. 2008. Disponible en <http://www.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=360310&>

Nicholls, C. I., Henao, A., & Altieri, M. A. (2015) *Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático*. Agroecología, 10(1), 7-31.

Nieto, A. (2002) *El uso del compost como alternativa ecológica para la producción sostenible de Chile (Capsicum annum L.) en zonas áridas* (En línea) Consultado el 26 de agosto del 2006 Disponible en <http://WWW:interciencia.org/v2708/nieto.pdf>.

Nieves, M. (2005) *Comportamiento agronómico de seis variedades de zanahoria (daucus carota L.) bajo riego por cintas de aspersion en la localidad de Mantecani*

- (Provincia Aroma). [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/11894>
- Nina, A. (2020) *Evaluación de tres variedades de zanahoria (daucus carota L.) en invernadero y a campo abierto en el municipio de la ciudad de La Paz*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25659>.
- Ochoa, R., 2009. Diseños Experimentales. La Paz Bolivia.
- Pacheco y Acosta (2020) *Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Zanahoria (Daucus carota L.)*. Bogotá, D. C., Colombia. Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2, 2020.
- Pastrana A., (2007) Cultivos Agroforestales. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 1-7 pp.
- Pati Limachi, A. (2021) *Análisis multicriterio para la identificación de áreas agroecológicas para el Centro Experimental Cota Cota*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25751>
- Peñañiel, M. (2020) *Diseños experimentales con evaluaciones sensoriales y ejemplos en el SAS e InfoStat*. Printing & Packaging
- Perrin, R. (1988) Formulación de recomendaciones a partir evaluación económica. Centro Internacional del Maíz y Trigo (CIMMYT). Ediciones Las Américas. México.
- Proyecto Merlín (2010) Protocolo técnico y logístico de Frutas.
- Quiñones, A. (2017) Producción de biogás para el desarrollo sustentable. Experiencias en municipios cubanos. In Congreso Universidad, 6(6).
- Restrepo, J. (2001) *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Ríos (2011) Coordinador en Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas Bolivia
- Rodríguez (2021) *Cultivos Tropicales*. INCA Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. vol. 42, no.4, e09.

- Rojas (2017) Respuesta del cultivo de zanahoria a la aplicación de dos abonos orgánicos al suelo. Universidad San Carlos. Paraguay ISSN de la edición on line
- Rueda, D. (2015) *Botánica sistemática*. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE: comisión editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.
- SENAMHI (2012) Estadística Nacional. La Paz, Bolivia
- SENAMHI (2020) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Recuperado el 25 de enero de 2021 <https://senamhi.gob.bo/index.php/pcpn>
- Simas, (2007) *El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas*. Manual práctico.
- Soto, M. G. (2003) *Abonos orgánicos*. Abonos orgánicos principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica, pp. 20-49.
- Spooner, D. (2019) *The Carrot Genome*. *Daucus: Taxonomy, Phylogeny, Distribution*. En P. Simon, M. Iorizzo, D. Grzebelus, R. Baranski. Suiza: Springer.
- Suquilanda, M (2003) Producción orgánica de hortalizas en la sierra norte y central del Ecuador. 2003, Pàg160-166.
- Tellez, V. (2003) *Los abonos agroecológicos*. Que son los abonos orgánicos.
- Vallejos, H .2008 Efecto de distintas dosis de abono orgánico líquido en el comportamiento agronómico de la estevia (*Stevia rebaudiana* Bert), en la región de Taipiplaya. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. UMSA. La Paz-Bolivia 1-2pp.
- Vega, T., Méndez, C. y Rodríguez, W. (2011) *Análisis del crecimiento de cinco híbridos de zanahoria (Daucus carota L.) mediante la metodología del análisis funcional*. *Agronomía Costarricense*, 36(2), pp. 29-46.
- Villagomez (2009) *Memoria plan director Campus Cota Cota*. Proyecto institucional elaborado por unidad de la Universidad Mayor de San Andrés.
- Wiedemann, S., McGahan, E. y Burger, M. 2008. Layer hen manure analysis report (pp. 68). Retrieved from <https://www.australianeggs.org.au>
- Yana (2021), *Evaluación de la producción orgánica de cinco variedades de zanahoria (daucus carota L.), bajo ambiente atemperado en la Estación Experimental Patacamaya*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/27757>

- Yanique (2009) *Producción de Zanahoria (Daucus Carota) aplicando abono orgánico (Gallinaza) en Nor Yungas*. [Pasantía de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5134>
- Zambrana (2018) *Efecto de aplicación de té de estiércol en el cultivo de zanahoria (daucus carota L.) en la comunidad Corpa provincia Ingavi departamento de La Paz*. [Tesina de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/18396>
- Zambrana, C. (2020) *Cría de abejas reinas (Apis mellífera L.) y remplazo en colmenas en el Centro Experimental de Cota Cota*. [Trabajo dirigido, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25481>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelos

Análisis físico químico antes de la siembra



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. N°10

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Camila Patricia Chillo Yupanqui
SOLICITUD: LAF 10_23
FECHA DE ENTREGA: 05/05/2023
ANALISTA DE LAB.: Ing. Elizabeth Yujra Ticona
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
 Provincia Murillo
 Código Nivel 1 Gallinaza 0 Kg/m²

| PARAMETRO | | UNIDAD | RESULTADO | MÉTODO |
|--------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| TEXTURA | Arena | % | 61 | Bouyoucos |
| | Limo | % | 22 | |
| | Arcilla | % | 17 | |
| | Clase Textural | - | Franco Arenoso | |
| Densidad aparente | | g/cm ³ | 1.304 | Picnómetro |
| Porosidad | | % | 52 | Probeta; Picnómetro |
| pH en H₂O relación 1:25 | | - | 7.4 | Potenciometría |
| Conductividad eléctrica en agua 1:5 | | mmhos/cm | 0.012 | Potenciometría |
| Calcio intercambiable | | meq/100g S. | 0.407 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica) |
| Magnesio intercambiable | | meq/100g S. | 1.307 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica) |
| Potasio intercambiable | | meq/100g S. | 0.026 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica) |
| Capacidad de Intercambio Catiónico | | meq/100g S. | 1.826 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría |
| Nitrógeno total | | % | 0.14 | Kjendahl |
| Materia orgánica | | % | 1.13 | Walkley y Black |
| Fósforo disponible | | ppm | 12.60 | Espectrofotometría UV-Visible |



Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo 2. Análisis de suelos

Análisis físico químico después de la cosecha añadiendo 0,5 kg/m² de abono de gallinaza.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. N°11

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Camila Patricia Chillo Yupanqui
SOLICITUD: LAF 11_23
FECHA DE ENTREGA: 05/05/2023
ANALISTA DE LAB.: Ing. Elizabeth Yujra Ticona
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
 Provincia Murillo
 Código Nivel 2 Gallinaza 0,5Kg/m²

| PARAMETRO | | UNIDAD | RESULTADO | MÉTODO |
|--------------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| TEXTURA | Arena | % | 57 | Bouyoucos |
| | Limo | % | 21 | |
| | Arcilla | % | 22 | |
| | Clase Textural | - | Franco Arcilloso Arenoso | |
| Densidad Aparente | | g/cm ³ | 1.264 | Picnómetro |
| Porosidad | | % | 53 | Probeta; Picnómetro |
| pH en H₂O relación 1:25 | | - | 7,62 | Potenciometría |
| Conductividad eléctrica en agua 1:5 | | mmhos/cm | 0.297 | Potenciometría |
| Calcio intercambiable | | meq/100g S. | 0.471 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica) |
| Magnesio intercambiable | | meq/100g S. | 1.360 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica) |
| Potasio intercambiable | | meq/100g S. | 0.039 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica) |
| Capacidad de Intercambio Catiónico | | meq/100g S. | 1.978 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría |
| Nitrógeno total | | % | 0.14 | Kjendahl |
| Materia orgánica | | % | 2.01 | Walkley y Black |
| Fósforo disponible | | ppm | 26.90 | Espectrofotometría UV-Visible |



[Signature]
 Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
 Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com
 Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo 3. Análisis de suelo

Análisis físico químico después de la cosecha añadiendo 1 kg/m² de abono de gallinaza.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. N°12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Camila Patricia Chillo Yupanqui
SOLICITUD: LAF 12_23
FECHA DE ENTREGA: 05/05/2023
ANALISTA DE LAB.: Ing. Elizabeth Yujra Ticona
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Provincia Murillo
Código Nivel Gallinaza 1 Kg/m²

| PARAMETRO | | UNIDAD | RESULTADO | MÉTODO |
|--------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| TEXTURA | Arena | % | 63 | Bouyoucos |
| | Limo | % | 18 | |
| | Arcilla | % | 19 | |
| | Clase Textural | - | Franco Arenoso | |
| Densidad Aparente | | g/cm ³ | 1.252 | Picnómetro |
| Porosidad | | % | 54 | Probeta; Picnómetro |
| pH en H₂O relación 1:25 | | - | 7,37 | Potenciometría |
| Conductividad eléctrica en agua 1:5 | | mmhos/cm | 0.175 | Potenciometría |
| Calcio intercambiable | | meq/100g S. | 0.418 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica) |
| Magnesio intercambiable | | meq/100g S. | 0.901 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica) |
| Potasio intercambiable | | meq/100g S. | 0.027 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica) |
| Capacidad de Intercambio Catiónico | | meq/100g S. | 1.434 | Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría |
| Nitrógeno total | | % | 0.16 | Kjendahl |
| Materia orgánica | | % | 2.64 | Walkley y Black |
| Fósforo disponible | | ppm | 27.30 | Espectrofotometría UV-Visible |



[Signature]
Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo 4.

NORMAS PARA LA INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FISICO-QUÍMICOS DE SUELOS

NITROGENO TOTAL (Método Micro Kjeldahl).

| Nitrógeno (%) | Definición |
|---------------|------------|
| < 0.1% | Bajo |
| 0.1 – 0.2 % | Medio |
| > 0.2% | Alto |

FOSFORO (Método de Olsen. Extractor NaHCO₃ 0.5M pH 8.5)

| Fósforo (ppm) | Definición |
|---------------|------------|
| 0 - 6 ppm | Bajo |
| 7 – 14 ppm | Medio |
| > 14 ppm | Alto |

POTASIO (Método de Peach. Extractor NaHCO₃ pH 4.8)

| Potasio (ppm) | Definición |
|---------------|------------|
| 0 – 124 ppm | Bajo |
| 124 – 248 ppm | Medio |
| > 248 ppm | Alto |

MATERIA ORGÁNICA (Método Walkey y Black)

| M.O. (%) | Definición |
|----------|------------|
| < 2% | Bajo |
| 2 – 4 % | Medio |
| > 4% | Alto |

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (Método del acetato de amonio (pH > 7.0) 1N)

| CIC (meq/100 g) | Definición |
|-------------------|------------|
| < 5 meq/100 g | Muy bajo |
| 5 – 10 meq/100 g | Bajo |
| 10 – 15 meq/100 g | Medio |
| 15 – 20 meq/100 g | Alto |
| > 20 meq/100 g | Muy alto |

SATURACION DE BASES

| S.B. (%) | Definición |
|-----------|------------|
| < 35% | Bajo |
| 35 – 80 % | Medio |
| > 80% | Alto |

pH

Se determina potenciométricamente en relación 1:2 suelo-agua ó 1:2:5

| Escala de valores | 1. Definición |
|-------------------|--------------------------|
| < 4.5 | Extremadamente ácido |
| 4.6 – 5.0 | Muy fuertemente ácido |
| 5.1 – 5.5 | Fuertemente ácido |
| 5.6 – 6.0 | Medianamente ácido |
| 6.1 – 6.5 | Ligeramente ácido |
| 6.6 – 7.3 | Neutro |
| 7.4 – 7.8 | Medianamente alcalino |
| 7.9 – 8.4 | Moderadamente alcalino |
| 8.5 – 9.0 | Fuertemente alcalino |
| > 9.0 | Muy fuertemente alcalino |

RELACION CARBONO – NITROGENO

| C/N | Definición |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Equilibrio |
| 10- 17 | Suficiente N para microorganismo que descomponen M.O si recurrir al N del suelo |
| 17 – 33 | N es tomado del suelo |
| > 33 | Materia orgánica no se descompone |

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

| CE (mMhons/cm) | Definición |
|------------------|----------------------------|
| < 2 mMhons/cm | No hay problema de sales |
| 2 – 4 mMhons/cm | Ligeros problemas de sales |
| 4 – 8 mMhons/cm | Medio (problemas de sales) |
| 8 – 16 mMhons/cm | Fuerte |
| > 16 mMhons/cm | Muy fuerte salinidad |

Anexo 5. Resultado de programa de infostat de altura de planta (cm)

Altura Planta

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura Planta | 18 | 0,46 | 0,08 | 4,43 |

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|-------|----|-------|------|---------|
| Modelo | 44,72 | 7 | 6,39 | 1,22 | 0,3762 |
| Bloque | 26,27 | 2 | 13,14 | 2,50 | 0,1316 |
| Nivel de Abono | 2,86 | 2 | 1,43 | 0,27 | 0,7671 |
| Variedad | 14,94 | 1 | 14,94 | 2,84 | 0,1226 |
| Nivel de Abono*Variedad | 0,64 | 2 | 0,32 | 0,06 | 0,9411 |
| Error | 52,53 | 10 | 5,25 | | |
| Total | 97,25 | 17 | | | |

Duncan: altura planta por niveles de abono

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 5,2529 gl: 10

| Nivel de Abono | Medias | n | E.E. |
|----------------|--------|---|--------|
| 0,5 | 51,17 | 6 | 0,94 A |
| 0,0 | 51,81 | 6 | 0,94 A |
| 1,0 | 52,13 | 6 | 0,94 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Duncan: altura planta por variedades

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 5,2529 gl: 10

| Variedad | Medias | n | E.E. |
|------------|--------|---|--------|
| Altiplano | 50,79 | 9 | 0,76 A |
| Larga Vida | 52,61 | 9 | 0,76 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 6. Resultado de programa de infostat de longitud de raíz (cm)

Longitud de Raíz

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Longitud de Raíz | 18 | 0,72 | 0,53 | 4,56 |

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 12,48 | 7 | 1,78 | 3,76 | 0,0290 |
| Bloque | 0,54 | 2 | 0,27 | 0,57 | 0,5813 |
| Nivel de Abono | 1,93 | 2 | 0,97 | 2,04 | 0,1808 |
| Variedad | 8,27 | 1 | 8,27 | 17,47 | 0,0019 |
| Nivel de Abono*Variedad | 1,73 | 2 | 0,87 | 1,83 | 0,2101 |
| Error | 4,73 | 10 | 0,47 | | |
| Total | 17,21 | 17 | | | |

Duncan: longitud de raíz por niveles de abono

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4734 gl: 10

| Nivel de Abono | Medias | n | E.E. |
|----------------|--------|---|--------|
| 1,0 | 14,76 | 6 | 0,28 A |
| 0,0 | 15,00 | 6 | 0,28 A |
| 0,5 | 15,54 | 6 | 0,28 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Duncan: longitud de raíz por variedades

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4734 gl: 10

| Variedad | Medias | n | E.E. |
|------------|--------|---|--------|
| Altiplano | 14,42 | 9 | 0,23 A |
| Larga Vida | 15,78 | 9 | 0,23 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 7. Resultado de programa de infostat de diámetro superior de raíz (mm)

Diámetro Superior de raíz

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Diámetro de Sup | 18 | 0,21 | 0,00 | 1,95 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 1,32 | 7 | 0,19 | 0,39 | 0,8873 |
| Bloque | 0,02 | 2 | 0,01 | 0,02 | 0,9784 |
| Nivel de Abono | 1,17 | 2 | 0,58 | 1,21 | 0,3375 |
| Variedad | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,03 | 0,8685 |
| Nivel de Abono*Variedad | 0,11 | 2 | 0,06 | 0,12 | 0,8891 |
| Error | 4,81 | 10 | 0,48 | | |
| Total | 6,13 | 17 | | | |

Duncan: Diámetro Superior de raíz por niveles de abono

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4812 gl: 10

| Nivel de Abono | Medias | n | E.E. |
|----------------|--------|---|--------|
| 1,0 | 35,25 | 6 | 0,28 A |
| 0,0 | 35,73 | 6 | 0,28 A |
| 0,5 | 35,83 | 6 | 0,28 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Duncan: Diámetro Superior de raíz por variedades

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4812 gl: 10

| Variedad | Medias | n | E.E. |
|------------|--------|---|--------|
| Larga Vida | 35,58 | 9 | 0,23 A |
| Altiplano | 35,63 | 9 | 0,23 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8. Resultado de programa de infostat de diámetro inferior de raíz (mm)

Diámetro Inferior de raíz

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Diámetro de Inf | 18 | 0,37 | 0,00 | 2,76 |

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 1,60 | 7 | 0,23 | 0,83 | 0,5870 |
| Bloque | 0,09 | 2 | 0,04 | 0,16 | 0,8550 |
| Nivel de Abono | 0,22 | 2 | 0,11 | 0,39 | 0,6839 |
| Variedad | 0,89 | 1 | 0,89 | 3,22 | 0,1029 |
| Nivel de Abono*Variedad | 0,40 | 2 | 0,20 | 0,73 | 0,5046 |
| Error | 2,76 | 10 | 0,28 | | |
| Total | 4,36 | 17 | | | |

Duncan: Diámetro Inferior de raíz por niveles de abono

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,2759 gl: 10

| Nivel de Abono | Medias | n | E.E. |
|----------------|--------|---|--------|
| 0,5 | 18,87 | 6 | 0,21 A |
| 1,0 | 19,03 | 6 | 0,21 A |
| 0,0 | 19,13 | 6 | 0,21 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Duncan: Diámetro Inferior de raíz por variedades

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,2759 gl: 10

| Variedad | Medias | n | E.E. |
|------------|--------|---|--------|
| Altiplano | 18,79 | 9 | 0,18 A |
| Larga Vida | 19,23 | 9 | 0,18 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 9. Resultado de programa de infostat de diámetro central de raíz (mm)

Diámetro central de raíz

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Diámetro de centro | 18 | 0,44 | 0,05 | 0,74 |

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|---------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 0,45 | 7 | 0,06 | 1,14 | 0,4109 |
| Bloque | 0,07 | 2 | 0,03 | 0,61 | 0,5604 |
| Nivel de Abono | 0,01 | 2 | 5,0E-03 | 0,09 | 0,9167 |
| Variedad | 5,0E-03 | 1 | 5,0E-03 | 0,09 | 0,7732 |
| Nivel de Abono*Variedad | 0,37 | 2 | 0,18 | 3,25 | 0,0820 |
| Error | 0,57 | 10 | 0,06 | | |
| Total | 1,02 | 17 | | | |

Duncan: Diámetro central de raíz por niveles de abono

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0570 gl: 10

| Nivel de Abono | Medias | n | E.E. |
|----------------|--------|---|--------|
| 1,0 | 32,38 | 6 | 0,10 A |
| 0,5 | 32,43 | 6 | 0,10 A |
| 0,0 | 32,43 | 6 | 0,10 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Duncan: Diámetro central de raíz por variedades**

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0570 gl: 10

| Variedad | Medias | n | E.E. |
|------------|--------|---|--------|
| Altiplano | 32,40 | 9 | 0,08 A |
| Larga Vida | 32,43 | 9 | 0,08 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Anexo 10. Resultado de programa de infostat del peso de raíz (g)****Peso de Raíz**

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Peso de Raíz | 18 | 0,52 | 0,19 | 16,18 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|---------|----|--------|------|---------|
| Modelo | 2264,52 | 7 | 323,50 | 1,58 | 0,2481 |
| Bloque | 198,74 | 2 | 99,37 | 0,48 | 0,6301 |
| Nivel de Abono | 513,51 | 2 | 256,76 | 1,25 | 0,3276 |
| Variedad | 908,80 | 1 | 908,80 | 4,43 | 0,0617 |
| Nivel de Abono*Variedad | 643,47 | 2 | 321,73 | 1,57 | 0,2559 |
| Error | 2053,42 | 10 | 205,34 | | |
| Total | 4317,94 | 17 | | | |

Duncan: peso de raíz por niveles de abono

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 205,3416 gl: 10

| Nivel de Abono | Medias | n | E.E. |
|----------------|--------|---|--------|
| 0,0 | 81,68 | 6 | 5,85 A |
| 1,0 | 89,33 | 6 | 5,85 A |
| 0,5 | 94,70 | 6 | 5,85 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Duncan: peso de raíz por variedades**

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 205,3416 gl: 10

| Variedad | Medias | n | E.E. |
|------------|--------|---|--------|
| Altiplano | 81,47 | 9 | 4,78 A |
| Larga Vida | 95,68 | 9 | 4,78 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 11. Resultado de programa de infostat del rendimiento del cultivo (t/ha)

Rendimiento t/ha

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rendimiento t/ha | 18 | 0,73 | 0,55 | 8,65 |

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|--------|----|--------|-------|---------|
| Modelo | 271,39 | 7 | 38,77 | 3,96 | 0,0248 |
| Bloque | 4,28 | 2 | 2,14 | 0,22 | 0,8073 |
| Nivel de Abono | 247,55 | 2 | 123,78 | 12,64 | 0,0018 |
| Variedad | 19,22 | 1 | 19,22 | 1,96 | 0,1916 |
| Nivel de Abono*Variedad | 0,33 | 2 | 0,17 | 0,02 | 0,9832 |
| Error | 97,96 | 10 | 9,80 | | |
| Total | 369,35 | 17 | | | |

Duncan: rendimiento por niveles de abono

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 9,7962 gl: 10

| Nivel de Abono | Medias | n | E.E. |
|----------------|--------|---|--------|
| 0,0 | 32,03 | 6 | 1,28 A |
| 1,0 | 35,47 | 6 | 1,28 A |
| 0,5 | 41,03 | 6 | 1,28 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Duncan: rendimiento por variedades

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 9,7962 gl: 10

| Variedad | Medias | n | E.E. |
|------------|--------|---|--------|
| Altiplano | 35,14 | 9 | 1,04 A |
| Larga Vida | 37,21 | 9 | 1,04 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)