

EVALUACIÓN DE CINCO VARIEDADES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PATACAMAYA

(Artículo de investigación)

Ruth Aida Yana Carlo¹, Medardo Wilfredo Blanco Villacorta², Estanislao Poma Loza³

Resumen

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental Patacamaya, perteneciente a la facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, con el objetivo de evaluar la introducción de nuevas variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), con esta investigación se conoció el comportamiento fenológico, agronómico y su adaptabilidad de las variedades de zanahoria (roja, morada-naranja, violeta-naranja y rábano) haciendo una comparación con la variedad testigo (chantenay) se pudo obtener diferencias significativas entre estas variedades. La variable peso de raíz de la variedad (chantenay) alcanzó 57.33 g, y las variedades (morado-naranja, rábano y roja) presentaron valores similares con una media 47; 45; 38.33 g. Por el contrario, la variedad (violeta-naranja), presenta 36 g en peso de raíz. Respecto al diámetro de raíz, la variedad (rábano) registró 39.33 mm, sin embargo, la variedad (morado-naranja y rábano) presentaron datos similares de 34.33 y 32.33 mm respectivamente, la variedad (violeta-naranja y roja) obtuvieron 26 y 24.33 mm en relación diámetro de raíz. Este estudio también comprendió la medición del diámetro del cilindro vascular, lo cual presentó datos entre 19 a 9 mm para la variedad (rábano y violeta-naranja) respectivamente. También se midió el porcentaje de sólidos solubles de las variedades de zanahoria, la cual registró datos de 14 a 11 % de grados Brix de la variedad (roja y chantenay) respectivamente.

Palabras clave: zanahoria (*Daucus carota* L.), zanahorias de colores, grados brix.

INTRODUCCIÓN

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es uno de los cultivos de mayor consumo a nivel nacional. El consumo per cápita en Bolivia de zanahoria es de 7.1 gramos/día/persona, lo cual indica que el consumo nacional de hortalizas es de 23.9 kg/persona/año, siendo que el mínimo recomendable es del 49 kg/persona/año y el óptimo de 97 kg/persona/año (OAP, 2021). La zanahoria es uno de los diez productos básicos de la seguridad alimentaria en Bolivia y de la canasta familiar (MDRYT, 2017).

Los cultivos agrícolas más visibles en la región del Altiplano, específicamente en Patacamaya son cultivos de: papa, haba, cebolla y forrajes. Al respecto Lima (2021), indica que en los últimos años cultivo de papa y haba (cultivos tradicionales de la zona) se volvieron más susceptibles a factores climáticos (heladas) y plagas y enfermedades se volvieron más resistentes, lo que motivo a los agricultores a introducir el cultivo de zanahoria, debido a que este cultivo es más resistente a factores climáticos adversos principalmente heladas.

Las variedades de zanahorias ayudan a crear diversidad de especies y lo más importante de estas variedades es el aporte de diferentes tipos de antocianinas la cual cada uno de los colores nos ayuda prevenir diferentes enfermedades. El objetivo del presente estudio fue: evaluación de cinco variedades de zanahoria, bajo ambiente protegido en la Estación Experimental Patacamaya, donde se evaluaron

¹ Egresada, Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. yanaruth94@gmail.com

² Docente Investigador, Estación Experimental Patacamaya, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9266-9972>. mwblanco1@umsa.bo.

³ Docente Investigador, Estación Experimental Patacamaya, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. e_poma75@yahoo.es

variables fenológicas, agronómicas y se cuantifico la cantidad de solidos solubles (grados brix) de cada una de las cinco variedades de zanahoria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El trabajo se llevó acabo en predios de la Estación Experimental Patacamaya, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, ubicada en el Altiplano Central, provincia Aroma del departamento de La Paz. Situada geográficamente a coordenadas de 17°55` de latitud sur y 67°57` de longitud oeste, con una altitud de 3687 m s.n.m.

Metodología

El material biológico que se empleó para la investigación son semillas de cinco variedades que presentan las siguientes características: zanahoria roja (atomic red), zanahoria morado-naranja (purple dragón), zanahoria violeta-naranja (purple haze F1), zanahoria rábano (redondo mercado de Paris) chantenay (EnGraineToi, s.f.). El diseño experimental utilizado para el estudio es un diseño de bloques completamente al azar, donde se trabajó con cinco variedades de zanahoria y tres repeticiones.

El modelo lineal, aditivo que se emplea es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + B_j + T_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Dónde: Y_{ij} = una observación; u = media general; B_j = efecto j - esimo bloque (humedad); T_i =efecto i -esimo (variedades de zanahoria); ε_{ij} = error experimental.

La información se procesó mediante el análisis de varianza (ANVA) y cuando se evidenció las diferencias significativas (5% de probabilidad), se realizó la prueba de comparación múltiple de medias usando el test de Duncan al 5 %. Todos los análisis se realizaron utilizando Infostad, las variables evaluadas fueron: peso de raíz, diámetro de raíz, diámetro del cilindro vascular, grados °Brix.

RESULTADOS

Peso de raíz

La Tabla 1, registra que existe diferencia significativa entre los bloques, lo cual indica que estos presentan diferencia en humedad gravimétrica en el suelo lo que influyó en el peso de raíz. En cambio, no existe diferencia significativa entre variedades, por lo tanto, los pesos de raíz de las cinco variedades son similares. Por otra parte, el análisis presenta un coeficiente de variación de 21.51 lo cual indica que se tiene un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 1. ANVA para el peso de la raíz.

| F.V | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|------------|---------|----|--------|------|---------|---------------|
| Bloque | 1254.53 | 2 | 627.27 | 6.77 | 0.019 | * |
| Variedades | 843.6 | 4 | 210.9 | 2.28 | 0.1496 | N.S |
| Error | 740.8 | 8 | 92.6 | | | |
| Total | 2838.93 | 14 | | | | |
| CV | 21.51 | | | | | |

N.S = No significativo; * = significativo

La Tabla 2, muestra mediante la prueba Duncan que la variedad V3 (chantenay) alcanzó un peso de raíz de 57.33 g, sin embargo, las variedades V4, V2 y V1 morado-naranja, rábano y roja presentan pesos de raíz similares de 47, 45 y 38.33 respectivamente, por el contrario, la variedad V5 (violeta-naranja) solo posee 36 g en peso de raíz. Estos resultados obtenidos quedan confirmados con el estudio encontrado por Mamani (2019) en su tesis titulado “Evaluar el comportamiento agronómico de una variedad de zanahoria (*Daucus carota* L.) bajo la incorporación de tres abonos orgánicos en el municipio de Achocalla”. Lo cual señala que el mejor resultado en el promedio de peso de raíz de zanahoria chantenay presentó con el tratamiento 4 al 20 % alcanzando un peso de 90.25 g por planta seguidamente del tratamiento 3 con (15 %) con un peso de 75.98 g por planta el tratamiento 2 al (10 % de abono liquido) alcanzó un peso de 65.85 g por planta y por último el tratamiento 1 (0 % testigo) tuvo un peso de 57.30 g por planta. Aspecto que difiere con los resultados obtenidos por Nina (2020) que muestra los datos obtenidos de la zanahoria sin follaje al momento de la cosecha, lo cual indica que el mejor tratamiento lo obtuvo con el uso de la zanahoria morada a campo abierto con 43.90 g de peso promedio, por otro lado, se tiene zanahoria chantenay (invernadero) alcanzó 41.3 g, mientras a campo abierto se obtuvo 28.37 g y la zanahoria rosada a (campo abierto) obtuvo 28.37 g y en invernadero llegó a 19.3 g, el tratamiento más bajo en cuanto a rendimiento fue la zanahoria morada en invernadero con 15.40 g de peso promedio.

Tabla 2. Prueba Duncan para el peso de raíz.

| Variedades | Media (g) | Error | Agrupamiento Duncan | |
|--------------------|-----------|-------|---------------------|---|
| V3 Chantenay | 57.33 | 5.56 | A | |
| V4 Morado-naranja | 47.00 | 5.56 | A | B |
| V2 Rábano | 45.00 | 5.56 | A | B |
| V1 Roja | 38.33 | 5.56 | A | B |
| V5 Violeta-naranja | 36.00 | 5.56 | B | |

Test Duncan alfa = 0.05

Diámetro de la raíz

La Tabla 3, registró que no existe diferencia significativa, lo cual indica que los bloques se encuentran uniformes en cuanto la humedad del terreno. En cambio, entre las variedades se tiene alta significancia, lo cual indica que al menos una de las cinco variedades es diferente en cuanto a diámetro de raíz. Por otro lado, se tiene un coeficiente de variación de 11.56 %, lo cual indica un buen manejo de las unidades experimentales y la toma de datos.

Tabla 3. ANVA para el diámetro de la raíz.

| F.V | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|------------|--------|----|--------|------|---------|---------------|
| Bloque | 26.13 | 2 | 13.07 | 1 | 0.4096 | N.S |
| Variedades | 454.27 | 4 | 113.57 | 8.69 | 0.0052 | ** |
| Error | 104.53 | 8 | 13.07 | | | |
| Total | 584.93 | 14 | | | | |
| CV | 11.56 | | | | | |

N.S =No significativo; ** = altamente significativo

El análisis de la prueba Duncan al 5 %, (Tabla 4) indica que la variedad V2 (rábano) registró un diámetro de raíz de 39.33 mm, mientras que las variedades V3 y V4 (Chantenay, morado-naranja), registraron valores de 34.33 y 32.33 mm, en cambio la variedad V5 (Violeta-naranja) alcanzó 26 mm, culminando el análisis se encuentra la variedad V1 (roja) con un diámetro de raíz de 24.44 mm. Estos resultados son corroborados por López (2005), utilizando la “prueba Duncan muestra que la variedad Nantesa y chantenay andina, presentaron mayor diámetro de raíz, con 3.54 y 3.46 cm; en cambio, la variedad tradicional y Red Core presentaron los menores diámetros, con 2.93 y 2.66 centímetros respectivamente”. También concuerda con el estudio realizado por Morales (1995) en su libro “cultivo de

zanahoria” en lo cual indica que el diámetro de la raíz varía de 2 a 6 cm en la corona que presentan diferentes formas (cónica, globosa, cilíndrica) color (blanduzca, amarilla, anaranjada, rojiza y purpura).

Tabla 4. Prueba Duncan para el diámetro de raíz

| Variedades | Medias (mm) | Error | Agrupamiento Duncan | |
|--------------------|-------------|-------|---------------------|---|
| V2 Rábano | 39.33 | 2.09 | A | |
| V3 Chantenay | 34.33 | 2.09 | A | |
| V4 Morado-naranja | 32.33 | 2.09 | A | B |
| V5 Violeta-naranja | 26.00 | 2.09 | B | |
| V1 Roja | 24.33 | 2.09 | C | |

Test: Duncan alfa = 0.05

Diámetro del cilindro vascular

La Tabla 5, registró que no existe diferencia significativa entre bloques, lo cual indica que los bloques tuvieron un comportamiento homogéneo con respecto a la humedad, durante el ciclo de estudio. En relación a las variedades existe alta significancia, lo cual indica que una de las variedades alcanzó un diámetro de cilindro vascular diferente al resto de las variedades, en función a su crecimiento y anatomía. Por otro lado, se registró un coeficiente de variación de 18.92 %, se tiene un buen manejo de las unidades experimentales y la toma de datos.

Tabla 5. ANVA para el diámetro del cilindro vascular.

| F.V | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|------------|--------|----|-------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 48.93 | 2 | 24.47 | 3.55 | 0.0786 | N.S |
| Variedades | 275.73 | 4 | 68.93 | 10.01 | 0.0033 | ** |
| Error | 55.07 | 8 | 6.88 | | | |
| Total | 379.73 | 14 | | | | |
| CV | 18.92 | | | | | |

N.S = No significativo; ** = altamente significativo

La Tabla 6, muestra que la variedad V2 (rábano) logro alcanzar 19.33 mm de diámetro de cilindro vascular, por otra parte, las variedades V3, V4 y V1 (chantenay, morado-naranja, roja) reportaron 18.67, 12 y 10 mm de diámetro de cilindro vascular respectivamente, la variedad V5 (violeta-naranja) presentó menor diámetro de cilindro vascular de 9.33 mm. Es consistente con la literatura de Morales (1995) que indica que considera de mejor calidad aquellas que el cilindro externo o corteza está formado por tejido flemático, mientras el cilindro interno o corazón está formado por tejido xilemático. La corteza concentra una mayor cantidad de sustancias de reserva. El color de la raíz se debe a los carotenos (en la anaranjada) y las antocianinas (en las rojizas), aunque la intensidad del color depende mucho de la temperatura durante el crecimiento de la raíz. También concuerdan con el estudio realizado por Vergara et al., (2019) en un artículo científico titulado “Zanahoria morada: potencial materia prima para color y antioxidante en Chile”, menciona que las zanahorias más deseables para color son aquellas que presentan una mayor proporción de corteza exterior, ya que el xilema es generalmente leñoso y descolorido, por lo tanto, una zanahoria fibrosa a leñosa no es apta para procesamiento. El índice de cosecha óptimo para zanahoria de color purpura esta entre 5-7. Las zonas de acumulación de carotenos son en las células más viejas del floema y del xilema color de la intensidad de color de la zanahoria depende del contenido de carotenoides de la raíz. Los estudios también concuerdan con García (s.f.). En la investigación que realizo en el “cultivo de zanahoria” indica que el floema constituye durante toda la estación de crecimiento más del 60 % del peso fresco total de la raíz. Las raíces con una relación floema/xilema más alta tienen mayor peso específico y contenido más elevado de azúcares totales y sacarosa.

Tabla 6. Prueba Duncan del diámetro del cilindro vascular

| Variedades | Medias (mm) | Error | Agrupamiento Duncan |
|--------------------|-------------|-------|---------------------|
| V2 Rábano | 19.33 | 1.51 | A |
| V3 Chantenay | 18.67 | 1.51 | A |
| V4 Morado-naranja | 12.00 | 1.51 | B |
| V1 Roja | 10.00 | 1.51 | B |
| V5 Violeta-naranja | 9.33 | 1.51 | B |

Test Duncan alfa = 0.05

Grados Brix

La Tabla 7, muestra que no existe diferencia significativa entre los bloques, lo que indica los bloques tuvieron un comportamiento uniforme con respecto a la humedad, durante el ciclo de estudio. Se tiene diferencias altamente significativas en cuanto a las variedades, lo cual indica que una de las variedades presentó mayor cantidad de sólidos solubles en relación al resto. Valor que refleja su potencial genético bajo las condiciones de invernadero (microclima), expresada en sus características fisiológicas y agronómicas. Por otro lado, se registró un coeficiente de variación de 5.01 %, lo cual indica un adecuado manejo de las unidades experimentales y toma de datos.

Tabla 7. ANVA para sólidos solubles.

| F.V | SC | gl | CM | F | p-valor | Significancia |
|------------|-------|----|------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 2.53 | 2 | 1.27 | 2.29 | 0.1114 | N.S |
| Variedades | 17.73 | 4 | 4.43 | 10.23 | 0.0031 | ** |
| Error | 3.47 | 8 | 0.43 | | | |
| Total | 23.73 | 14 | | | | |
| CV | 5.01 | | | | | |

N.S = No significante; ** = significante

La Tabla 8 muestra mediante la prueba Duncan, dos grupos de variedades claramente diferenciados, por un lado, están las variedades V1, V4 y V5 (roja, morado-naranja, Violeta naranja) las cuales alcanzaron una media 14.33, 14.0 y 13.67 % de sólidos solubles respectivamente, en cambio el siguiente grupo correspondiente a la variedad V2 y V3 (rábano y chantenay) alcanzaron medias de 12 y 11.6 % de sólidos solubles respectivamente. Además, los resultados fueron comparados con el estudio que realizó Bremes y Loásiga (2013) en su monografía titulada "Conservación de lasca y puré de zanahoria utilizando la técnica métodos combinados por infusión húmeda y seca a temperatura ambiente". Indica que el pH de la zanahoria se mantuvo en un rango de 5.7-7 y los °Brix de 12-18, la materia prima presentó un olor característico, sabor simple, textura firme y el color anaranjado. Sin embargo, tiene una proximidad con los resultados obtenidos por Real (1997), indica que realizando un análisis físico químico a la zanahoria chantenay que uso para su investigación encontró lo siguiente: sólidos solubles (° Brix) = 9, sólidos totales (g/100 g base húmeda) = 12.79, pH de 6.14.

Tabla 8. Prueba Duncan de sólidos solubles de cinco variedades de zanahoria.

| Variedades | Medias (%) | Error | Agrupamiento Duncan |
|--------------------|------------|-------|---------------------|
| V1 Roja | 14.33 | 3 | A |
| V4 Morado-naranja | 14.00 | 3 | A |
| V5 Violeta-naranja | 13.67 | 3 | A |
| V2 rábano | 12.00 | 3 | B |
| V3 Chantenay | 11.67 | 3 | B |

Test Duncan alfa = 0.05

CONCLUSIONES

De las cinco variedades de zanahoria la que alcanzó mayor diámetro de raíz es la variedad V2 (rábano) con 39.33 mm, seguida de 34.33 de la variedad V3 (chantenay) y 32.33 mm para la variedad V4 (morado–naranja). En cuanto a la longitud de raíz la variedad V5 (violeta–naranja) alcanzo 14.33 cm como el valor más alto y la variedad V2 (rábano) tan solo alcanzo 4 cm de longitud de raíz, considerando que estas variedades son de carácter gourmet.

Con respecto al diámetro del cilindro vascular se llega a concluir que los valores más altos alcanzados a los 45 días después del trasplante se dan para las variedades V2 y V3 (rábano y chantenay) con 19.33 y 18.67 mm y el valor más bajo lo registró la variedad V5 (violeta–naranja) con 9.33 cm, característica fundamental para las exigencias de zanahorias” baby” en el rubro gourmet.

En cuanto a el valor de solidos solubles tres de las cinco variedades: V1, V4 y V5 (roja, morado–naranja y violeta–naranja) se diferencian como variedades con valores altos, alcanzados: 14.33, 14 y 13.67 % de grados Brix, respectivamente (característica fundamental para evaluar el contenido de vitaminas, antocianinas y carotenoides presentes). La variedad V2 (rábano) alcanzó tan solo 11.67 grados Brix.

BIBLIOGRAFÍA

Bremes, Y., Loáisiga, H. (2013). Conservación de lasca y puré de zanahoria utilizando la técnica métodos combinados por infusión húmeda y seca a temperatura ambiente. Monografía. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Unan-León. Disponible en: <https://repositoriosidca.csuca.org/Record/RepoUNANL6057/Details>

EnGraineToi.(s.f.).selección de zanahoria dragón púrpura

García, M. (s.f.). El cultivo de zanahoria. Universidad de la República.

Lima, F. (2021). Productor de zanahoria. Kollpa

López, M. (2005). Comportamiento agronómico de seis variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.) bajo riego por cintas de aspersión, en la localidad de Mantecani (provincia Aroma). Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/11894>

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 Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés; Bolivia. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/23735>

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras MDRyT (2017). Hortalizas de la seguridad alimentaria. La Paz, Bolivia.

Morales, P. (1995). Cultivo de zanahoria. República Dominicana: Centro de información FDA.

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 Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25659>.

Observatorio Agroambiental Productivo OAP (2021). Programa Nacional de apoyo a la producción y comercialización de hortalizas. La Paz, Bolivia.

Real, CL. (1997). Tránsito de masa durante la deshidratación osmótica de zanahoria (*Daucus carota* L.). Santiago, Chile.

Vergara, C., Zamora, O., Álvarez, F., Kehr, E., Pinto, MT. (2019). Zanahoria morada: potencial materia prima para color y antioxidante en Chile. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4909>