

MANUAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.)

PROYECTO: “DESARROLLO DE
TECNOLOGÍAS PARA MEJORAR
LA PRODUCTIVIDAD DE
HORTALIZAS (CEBOLLA, TOMATE
Y ZANAHORIA), EN REGIONES
PRODUCTORAS
DE BOLIVIA”



AUTORIDADES

M. Sc. Luis Alberto Arce Catacora

Presidente del Estado Plurinacional de Bolivia

M. Sc. David Choquehuanca Céspedes

Vice Presidente del Estado Plurinacional de
Bolivia

Ing. Juan Yamil Flores Lazo

Ministro de Desarrollo Rural y Tierras

Windson July Martinez Ph. D.

Director General Ejecutivo

Instituto Nacional de Innovación Agropecuario
y Forestal (INIAF)

Autoridades del INIAF

Windson July Martinez Ph. D.
Director General Ejecutivo INIAF

Rogelio Maydana Apaza Ph. D.
Director Nacional de Innovación

M. Sc. Ramiro Fernando Figueredo Quisbert
Director Nacional de Semillas

M. Sc. Jose Luís Quispe Guanca
Director Nacional de Producción y Servicios

Ariel Santivañez Aguilar Ph. D.
Responsable Nacional del Proyecto Hortalizas

Equipo técnico INIAF Proyecto “Desarrollo de Tecnologías para Mejorar la Productividad de Hortalizas en Regiones Productoras de Bolivia”

M. Sc. Ariel Santivañez Aguilar Ph. D.
Ing. Marco Antonio Varias Alvares
Ing. José Antonio Orellana Ricaldez
Ing. Henry Murillo Guzmán
Ing. Irene Mercedes Gutierrez Limachi
Ing. Raul Villegas Sanabria
Ing. Ran Wara Onishi Gutierrez
Ing. Milka Orellana Huarachi
Ing. Edgar Brayan Castillo Pimienta
Ing. Anai Maritza Espejo Olmos
Ing. Wilber Castro Sandoval
Ing. Cesar Hernan Guerrero Cocasapa
Ing. José Marcelo Reguerin López
Ing. Viviana Mujica Belmonte
Ing. Oscar Orlando Meneces Arias
Ing. Celso Simón Mamani Flores
Ing. Deborah Ruth Mayta Quispe
Ing. Martin Rolf Uyardo Torrico
Ing. Misael Fernández Pacheco
Ing. Roger Ernesto García Vallejos
Ing. Fernando Fabricio Villca Quiroga
Ing. Yerco Millivoy Pozo Rocha
Ing. Ernesto Vasquez Ledezma
Ing. Erick Gonzalo Ortega
Lic. Andrea Ninoska Riveros Rossel
Lic. Catucia Velasquez Alborno
Tec. Sup. Franz Rubén Ávila Berrios
Vladimir Alex Caspa Copa
Yessica Sanga Tinta
Melissa Graciela Arispe Jaldin
Mayra Shirley Vallejos Soliz
Nely Flavia Cutipa Copa
Fernanda María Torrez Suzaño
Cesar Angel Ledezma Jamira
Cristhian Daniel Cuba Aduviri

Impresión y diagramación: INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y
FORESTAL – PROYECTO HORTALIZAS

ISBN: 978-9917-9785-8-9

Deposito Legal: 4-1-658-2025 P.O.

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal-INIAF

Fotografías: Proyecto “Desarrollo de Tecnologías para Mejorar la Productividad de Hortalizas
en Regiones Productoras de Bolivia”.

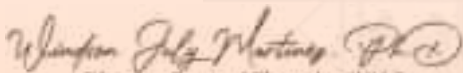
Diseño de impresión: El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal promueve el
uso justo de este documento. Cochabamba-Bolivia Septiembre, 2025

PRESENTACIÓN

El Gobierno de Bolivia, mediante el Decreto Supremo 29611 del 25 de junio de 2008, estableció el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAP) como una entidad descentralizada bajo tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT). Su misión principal es generar tecnologías, definir lineamientos técnicos y gestionar políticas públicas para impulsar la innovación en los sectores agropecuario y forestal, contribuyendo así a la seguridad y soberanía alimentaria del país.

En este marco institucional, el Estado Plurinacional de Bolivia implementó el Programa Nacional de Hortalizas, una iniciativa estratégica para garantizar el abastecimiento de hortalizas básicas en el mercado interno. Este programa promueve la producción primaria mediante la incorporación de innovación tecnológica, el cumplimiento de estándares de sanidad e inocuidad agrícola, y la facilitación del acceso a mercados formales. Para su ejecución, cuenta con la participación articulada del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), la Institución Pública Desconcentrada Soberanía Alimentaria (IPDSA) y el propio INIAP.

Dentro de sus acciones concretas, el INIAP ejecuta el proyecto "Desarrollo de Tecnologías para Mejorar la Productividad de Hortalizas (cebolla, tomate y zanahoria) en Regiones Productoras de Bolivia". Este proyecto está enfocado en fortalecer las capacidades técnicas de los productores de cebolla, tomate, zanahoria, haba y arveja, mediante la investigación de nuevas tecnologías, producción de semillas de calidad y transferencia de tecnologías agrícolas que permitan optimizar los rendimientos y la productividad. De esta manera, el proyecto busca impactar directamente en la seguridad alimentaria nacional, alineándose con los objetivos estratégicos del INIAP y del programa de hortalizas.


Director General Ejecutivo INIAP

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. BIOLOGÍA FLORAL.....	2
3. CICLO REPRODUCTIVO DE LA ZANAHORIA.....	2
3.1. Fase vegetativa.....	2
3.2. Fase reproductiva.....	3
4. IMPORTANCIA DE LA VERNALIZACIÓN.....	3
5. VARIEDADES REGISTRADAS EN EL INIAF.....	3
5.1. INIAF Larga Vida (tipo Nantes).....	4
5.2. Altiplano (tipo Chantenay).....	4
5.3. Montenegro 1 (tipo Chantenay).....	5
6. MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA.....	5
6.1. Método Semilla Raíz Semilla.....	5
6.2. Método Semilla Semilla.....	5
7. CATEGORÍAS DE SEMILLAS DE ZANAHORIA DEL CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS CNPSH.....	6
8. ADQUISICIÓN DE SEMILLAS PARA PRODUCCIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE ZANAHORIA.....	7

CAPÍTULO 2

1. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE ZANAHORIA EN LA ETAPA VEGETATIVA.....	8
2. SIEMBRA.....	8
a) Siembra al voleo.....	8
b) Siembra mecanizada en cama elevada.....	9
3. MANEJO AGRONÓMICO.....	10
3.1. Riego y manejo hídrico.....	10
3.2. Control de malezas.....	10
3.3. Nutrición y fertilización específica.....	11
3.4. Controles fitosanitarios.....	12
4. COSECHA DE LA RAÍZ MADRE.....	15
4.1. Cosecha manual.....	16
4.2. Cosecha mecanizada.....	16
5. SELECCIÓN DE PLANTAS MADRES.....	16
6. ETIQUETADO DE PLANTAS MADRES.....	17

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 3

1. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE ZANAHORIA EN LA ETAPA REPRODUCTIVA.....	18
1.1. Calendario de producción de semilla de zanahoria.....	19
2. TRASPLANTE DE LA PLANTA MADRE.....	20
3. MANEJO AGRONÓMICO.....	20
3.1. Riego y manejo hídrico.....	20
3.2. Control de malezas.....	22
3.3. Aporque.....	23
3.4. Nutrición y fertilización específica.....	24
3.5. Controles fitosanitarios.....	25
4. POLINIZACIÓN.....	28
4.1. Manejo de la polinización cruzada.....	28
4.2. Poda de umbelas.....	29
5. COSECHA DE SEMILLAS.....	29
5.1. Determinación del momento optimo de la cosecha.....	29
5.2. Técnicas de cosecha.....	30
a) Cosecha manual.....	30
b) Cosecha mecanizada.....	30
6. PROCESAMIENTO DE SEMILLA EN POST COSECHA.....	31
6.1. Pre-secado.....	32
6.2. Trilla.....	33
6.3. Beneficiado de semillas.....	34
6.4. Rendimiento.....	35
6.5. Almacenamiento y viabilidad.....	35
7. PRUEBAS EN LABORATORIO.....	35
7.1. Pruebas de pureza.....	35
7.2. Pruebas de humedad.....	35
7.3. Pruebas de viabilidad.....	35
GLOSARIO.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Comparación de ambos métodos de producción de semilla de zanahoria.....	6
Tabla 2. Requerimiento hídrico del cultivo de zanahoria.....	10
Tabla 3. Principales ingredientes activos para el control de malezas.....	11
Tabla 4. Deficiencia y exceso de los macro y micronutrientes.....	11
Tabla 5. Plan general de fertilización de zanahoria (kg ha ⁻¹).....	12
Tabla 6. Características de selección de plantas madres en zanahoria.....	17
Tabla 7. Calendario de producción de semilla de zanahoria (var. Altiplano) fase reproductiva.....	19
Tabla 8. Calendario de producción de semilla de zanahoria (var. Larga vida y Montenegro 1) fase reproductiva.....	19
Tabla 9. Requerimiento hídrico del cultivo de zanahoria para producción de semilla.....	21
Tabla 10. Características de los Herbicidas comunes.....	23
Tabla 11. Importancia de los macro y micronutrientes en la etapa reproductiva de la zanahoria.....	24
Tabla 12. Requerimiento de nutrientes en la etapa reproductiva de la zanahoria.....	25
Tabla 13. Requerimientos para la certificación de semilla de zanahoria de categoría certificada.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Inflorescencia de zanahoria var. Altiplano.	2
Figura 2. Parcela de producción de planta madre de zanahoria var. Altiplano en el municipio de Tiraque-Cochabamba.	2
Figura 3. Producción de planta madre de zanahoria var. Larga vida en cama elevada en el municipio Sipe Sipe – Cochabamba.	2
Figura 4. Ciclo reproductivo del cultivo de zanahoria (fase vegetativa y reproductiva).	3
Figura 5. Calendario agronómico de la var. INIAF Larga Vida.	4
Figura 6. Zanahoria (var. INIAF Larga Vida).	4
Figura 7. Calendario agronómico de la variedad. Altiplano.	4
Figura 8. Zanahoria variedad Altiplano.	4
Figura 9. Calendario agronómico de la variedad Montenegro 1.	5
Figura 10. Zanahoria variedad Montenegro 1.	5
Figura 11. Preparación de terreno con maquinaria en Capinota – Cochabamba.	8
Figura 12. Remoción de tierra con motocultor para siembra de zanahoria en Capinota – Cochabamba.	8
Figura 13. Preparación de suelo para siembra por voleo de zanahoria en Playa Ancha-Cochabamba.	8
Figura 14. Preparación de camas elevadas y siembra de semillas de zanahoria en el Municipio de Sipe Sipe – Cochabamba.	9
Figura 15. Orugas del gusano trozador.	12
Figura 16. Malformaciones en raíces de zanahoria causadas por nematodos.	13
Figura 17. Pudrición blanda en raíces de zanahoria (var. Montenegro 1).	15
Figura 18. Selección de raíz madre variedad Altiplano en la localidad de Soracachi – Oruro.	15
Figura 19. Cosecha manual de zanahoria planta madre, (var. INIAF Larga Vida) en el municipio de Capinota y (var. Altiplano) en Tiraque-Cochabamba.	16
Figura 20. Selección de plantas madres de zanahoria variedad Altiplano y Larga Vida con los técnicos responsables de certificación de semillas.	16
Figura 21. Inspecciones a la parcela de producción de zanahoria var. Larga vida en la fase vegetativa en la localidad de Sarcobamba – Capinota.	17
Figura 22. Etiqueta de planta madre de zanahoria var. Altiplano.	17
Figura 23. Campo de producción de semilla de zanahoria en el municipio de Totora.	18
Figura 24. Preparación de terreno con maquinaria en Playa Ancha – Capinota.	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 25. Trasplante de planta madre de zanahoria variedad Altiplano en la localidad Azul Qhocha – Totora.....	20
Figura 26. Riego por inundación en el cultivo de zanahoria en el Municipio de Sipe Sipe-Cochabamba.....	21
Figura 27. Riego por aspersión en el cultivo de zanahoria en el Municipio de Tiraque-Cochabamba.....	21
Figura 28. Riego por goteo en el cultivo de zanahoria en el Municipio de Sipe Sipe-Cochabamba.....	22
Figura 29. Control manual de malezas.....	22
Figura 30. Aporque de zanahoria variedad altiplano en Sipe Sipe – Cochabamba.....	23
Figura 31. Incorporación de abono orgánico al suelo antes de la siembra.....	24
Figura 32. Pulgones en el tallo de la zanahoria.....	25
Figura 33. Oídio en hojas de zanahoria (var. Altiplano).....	26
Figura 34. Quemadura de la hoja de zanahoria (var. Larga Vida) ocasionada por Alternaria.....	27
Figura 35. Polinización de las flores de zanahoria (variedad Montenegro 1).....	28
Figura 36. Plantación de cultivo de zanahoria en floración-maduración de semilla.....	29
Figura 37. Umbela en etapa seca.....	29
Figura 38. Cosecha manual de semilla de zanahoria variedad Altiplano en Totora – Cochabamba.....	30
Figura 39. Semilla de zanahoria cosechada variedad Altiplano.....	31
Figura 40. Inspección de campos semilleros de semillas de zanahoria, en la fase reproductiva en la comunidad de Azul Qhocha –Totora –Cbba.....	31
Figura 41. Flujograma del procesado de semilla después de la cosecha.....	32
Figura 42. Presecado de semilla de zanahoria en ambientes de Playa Ancha-Capinota.....	32
Figura 43. Umbela de zanahoria (Var. Larga Vida) madura lista para trilla.....	33
Figura 44. Trilla manual de zanahoria (var. Larga Vida) en el municipio de Sipe Sipe-Cochabamba.....	33
Figura 45. Trillado y pre-beneficiado de semilla de zanahoria variedad Altiplano.....	34
Figura 46. Beneficiado de la semilla de zanahoria.....	34
Figura 47. Semilla de zanahoria variedad Larga Vida.....	36
Figura 48. Flujograma de certificación de semilla de zanahoria.....	37

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La producción de semillas es el pilar fundamental de toda la cadena agrícola. Representa el primer eslabón en el camino hacia una alimentación sostenible y de calidad. Entre los diversos cultivos, la zanahoria (*Daucus carota* L.) se destaca como una hortaliza de gran importancia nutricional por su alto contenido en caroteno y económica a nivel mundial. Sin embargo, lograr una producción exitosa de este cultivo comienza con un elemento crucial: la semilla de alta calidad genética, física, fisiológica y sanitaria.

La zanahoria a nivel mundial, alcanza una producción anual de 27 millones de toneladas, liderada por China, Uzbekistán y Estados Unidos (Andalucía, 2022). En Bolivia, este cultivo reviste especial importancia por su incorporación en la dieta diaria, formando parte de platos típicos, remedios naturales y bebidas tradicionales (Observatorio Agroambiental y Productivo, 2022). Su adaptabilidad le permite cultivarse desde el altiplano hasta los valles mesotérmicos, con presencia en siete departamentos: Cochabamba, Potosí, Oruro, La Paz, Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz.

Desde el punto de vista agro-productivo, la zanahoria constituye un rubro estratégico por su doble contribución: garantiza la seguridad alimentaria y genera dinamismo económico local. Durante el ciclo agrícola 2022-2023, se registraron 6967 ha cultivadas que produjeron 96.768 toneladas, con un rendimiento promedio de 13.889 kg ha⁻¹ (Instituto Nacional de Estadística, 2025). Cochabamba emerge como el principal departamento productor (53.709 toneladas), seguido por Oruro (19.330 toneladas) y Santa Cruz (12.751 toneladas).

El INIAF, a través del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), es la principal institución del sector de semillas en Bolivia. Su misión es aumentar de forma sostenible la disponibilidad de semillas de hortalizas de alta calidad para los agricultores, trabajando con productores a pequeña y mediana escala. El centro ha realizado investigaciones para mejorar la calidad de las hortalizas a través de la producción de semillas que incrementen la productividad y calidad del producto. Actualmente, el CNPSH produce entre 6 a 8 mil kilos anuales de semillas que son comercializadas a nivel nacional con la marca "Valle de Oro", lo que genera un ingreso económico de 3 millones de bolivianos.

2. BIOLOGÍA FLORAL

Las flores de la zanahoria se agrupan en inflorescencias conocidas como umbelas, de forma aplanada y similar a un paraguas. Las flores son generalmente blancas las cuales son hermafroditas. Sin embargo, no ocurre la autofecundación, ya que las anteras liberan el polen antes de que el estigma sea receptivo, promoviendo la polinización cruzada (Gaviola, 2020).



Figura 1. Inflorescencia de zanahoria var. Altiplano.

El fruto que se desarrolla es un esquizocarpo que, al madurar, se divide en dos aquenios, los cuales contienen las semillas. Estas son de color pardo, presentan una superficie acostillada, y su peso varía entre 0,9 y 2,0 g por cada mil semillas (Gaviola, 2020; Torres & Suasnabar, 2022).

3. CICLO REPRODUCTIVO DE LA ZANAHORIA

La zanahoria de la familia Apiaceae. Presenta un ciclo biológico que se completa en un periodo de dos años (bienal). En la cual se identifican dos etapas:

3.1. Fase vegetativa (primer año)

El crecimiento de la zanahoria es lento al inicio, con la aparición de tres hojas verdaderas y una raíz pequeña. Después, la planta desarrolla ocho hojas y la raíz alcanza el 60% de su tamaño. Al madurar, la planta (denominada planta madre en la producción de semillas) tiene un tallo corto a nivel del suelo, unas diez hojas y la raíz primaria ha tomado su tamaño y forma final, que varían según la variedad (Forero, *et al.* 2015).



Figura 2. Parcela de producción de planta madre de zanahoria var. Altiplano en el municipio de Tiraque-Cochabamba.



Figura 3. Producción de planta madre de zanahoria var. Larga vida en cama elevada en el municipio Sipe Sipe-Cochabamba.

3.2. Fase reproductiva (segundo año)

Durante la fase reproductiva de la zanahoria, el meristemo apical cambia para dar origen a los componentes florales, lo que provoca la elongación del tallo y la floración. En este proceso, la planta consume las reservas acumuladas en la raíz, haciendo que esta se vuelve leñosa y pierda su valor comercial. Por ello, esta etapa se destina exclusivamente a la producción de semillas.



Figura 4. Ciclo reproductivo del cultivo de zanahoria (fase vegetativa y reproductiva).

4. IMPORTANCIA DE LA VERNALIZACIÓN

La vernalización es una estrategia reproductiva que permite a las plantas como la zanahoria, florecer y producir semillas en un periodo climático favorable después del invierno. Este proceso se define como la adquisición o aceleración de la capacidad de florecer a través de un tratamiento con frío, generalmente con temperaturas entre 0 y 10°C. Después de la vernalización y de un periodo de días largos, la planta se alarga y comienza a florecer (Alessandro, 2011).

5. VARIEDADES REGISTRADAS EN EL INIAF

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) de Bolivia ha registrado tres variedades de zanahoria adaptadas a las condiciones agroclimáticas del país, específicamente para las regiones del altiplano, valles interandinos y zonas mesotérmicas (INIAF, 2024).

5.1. INIAF Larga Vida (tipo Nantes)

Características

Raíces:

- 100-150 g de peso promedio.
- 12-15 cm de longitud.
- Corta y delgada.
- Hombros redondeados.
- Punta roma.
- Color naranja intenso.

Rendimiento:

- Duración del ciclo 90-150 días.
- Rendimiento 40 t ha⁻¹.

Zonas de producción (valles):

- Cochabamba (Sipe Sipe, Mizque, Punata, Capinota).
- Chuquisaca (Culpina, Las Carreras).
- Tarija (San Juan del Oro).
- Santa Cruz (Saipina, Comarapa, San Isidro).

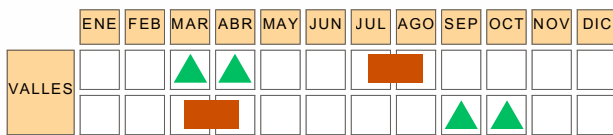


Figura 5. Calendario agronómico de la var. INIAF Larga Vida.



Figura 6. Zanahoria (var. INIAF Larga Vida).

5.2. Altiplano (tipo Chantenay)

Características

Raíces:

- 120-150 g de peso promedio.
- 15-18 cm de longitud.
- Corta algo estrecha.
- Hombros planos y redondeados.
- Punta roma.
- Color naranja intenso.

Rendimiento:

- Duración de ciclo en valles 180 días.
- Duración de ciclo en altiplano 180 días.
- Rendimiento 30 t ha⁻¹.

Zonas de producción (valles):

- Valles del departamento de Cochabamba, Chuquisaca, Tarija, Potosí.
- Altiplano de Oruro y La Paz.

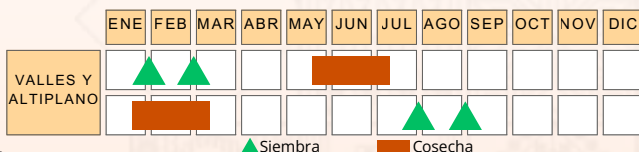


Figura 7. Calendario agronómico de la variedad Altiplano.



Figura 8. Zanahoria variedad Altiplano.

5.3. Montenegro 1 (tipo Chantenay)

Características

Raíces:

- 100–150 g de peso promedio.
- 12–15 cm de longitud.
- Corta algo estrecha.
- Hombros planos y redondeados.
- Punta roma.
- Color naranja intenso.

Rendimiento:

- Duración de ciclo en valles 130–150 días.
- Rendimiento 30–40 t ha⁻¹.

Zonas de producción (valles):

- Cochabamba (Sipe Sipe, Mizque, Punata, Capinota).
- Chuquisaca (Culpina, Las Carreras).
- Tarija (San Juan del Oro).
- Santa Cruz (Saipina, Comarapa, San Isidro).

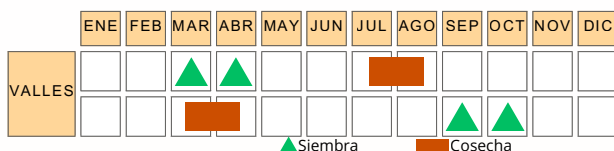


Figura 9. Calendario agronómico de la variedad Montenegro 1.



Figura 10. Zanahoria variedad Montenegro 1.

6. MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA

6.1. Método Semilla Raíz Semilla

En el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) se emplea el método de producción de semilla-raíz-semilla por su adherencia al ciclo biológico natural de la especie, el cual dura entre 14 y 15 meses. La técnica reproduce el ciclo bienal, dividiéndolo en:

1. Una fase vegetativa dedicada al desarrollo radicular.
2. Una fase reproductiva que se inicia con la cosecha, selección fenotípica de raíces y trasplante de raíces madre para inducir la floración y producción de semillas.

6.2. Método Semilla Semilla

La siembra se realiza en verano, permitiendo que las plantas alcancen un tamaño óptimo para vernalizarse en invierno. Aunque este método acelera la producción de semilla a 12 meses. Sin embargo, su uso no es recomendado porque impide la evaluación y selección de las plantas según la calidad de sus raíces.

Tabla 1. Comparación de ambos métodos de producción de semilla de zanahoria.

	Método "Semilla a Semilla"	Método "Raíz a Semilla"
Tiempo de Producción.	Aproximadamente 12 meses.	Entre 14 y 15 meses.
Vernalización.	Requiere vernalización (exposición a bajas temperaturas) para la inducción floral antes de la fase reproductiva.	Requiere vernalización para la inducción floral antes de la fase reproductiva.
Manejo del Cultivo.	El ciclo completo de la zanahoria, que incluye las fases vegetativa y reproductiva, se desarrolla en el mismo terreno.	La fase vegetativa se lleva a cabo en un ambiente inicial. Posteriormente, las plantas portadoras de semilla (plantas madre) se trasplantan a otro sitio para su fase reproductiva.
Selección de Plantas.	No se realiza una selección intensiva de las plantas con características deseables, lo que puede resultar en una variabilidad genética heterogénea y una menor uniformidad en la progenie. El ciclo completo de la zanahoria, que incluye las fases vegetativa y reproductiva, se desarrolla en el mismo terreno.	Se lleva a cabo una rigurosa selección de fenotipos ideales (selección de plantas madre) antes de la fase reproductiva, lo que asegura una mayor uniformidad y pureza de la variedad en las semillas resultantes.

7. CATEGORÍAS DE SEMILLAS DE ZANAHORIA DEL CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS CNPSH

- **Genética:** Semilla producida bajo la responsabilidad y control directo del obtentor de la variedad. Es la categoría más alta del proceso de producción de semilla certificada.
- **Pre-Básica:** Semilla resultante de la multiplicación de semilla genética. Esta categoría está destinada para semillas de aquellas especies que por su naturaleza requieren de una multiplicación vegetativa.
- **Básica:** Producida bajo la responsabilidad y control directo del obtentor responsable del registro de la variedad. Para producir esta categoría se deberá sembrar semilla de las categorías "Genética, Pre-básica, o Básica". Podrá ser mantenida dentro de su categoría siempre y cuando cumpla con los requisitos de calidad exigidos para la categoría. Se le otorgará una etiqueta oficial de color Blanco.
- **Registrada:** Semilla resultante de la multiplicación de semilla Básica. Se le otorgará una etiqueta oficial de color Rosado.
- **Certificada:** Semilla resultante de la multiplicación de semilla Registrada. Se le otorgará una etiqueta oficial de color Celeste.

8. ADQUISICIÓN DE SEMILLAS PARA PRODUCCIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE ZANAHORIA

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), mediante el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), es la única entidad autorizada en Bolivia para la provisión de semillas de las categorías genéticas y básicas, conforme a lo establecido en el Decreto Supremo N° 29611. En consecuencia, los productores y demás entidades semilleras están obligados a adquirir material de la categoría exclusivamente básica a través de esta institución para el inicio y planificación de su producción semillera.



CAPÍTULO 2



1. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE ZANAHORIA EN LA ETAPA VEGETATIVA

Condiciones del suelo

Para un crecimiento óptimo, se requieren suelos fértiles de textura ligera, como los franco-arenosos o francos, con buen drenaje y un pH ideal entre 5,5 y 7,0 (Hussen, 2021). Por el contrario, los suelos pesados con más del 35% de arcilla causan compactación. Esto resulta en raíces pequeñas, de menor peso, deformes y bifurcadas, incrementando el riesgo de enfermedades como la podredumbre (Tinoco, 2020).

Para un óptimo crecimiento de las raíces, la capa cultivable debe ser profunda y suelta. En suelos arenosos o francos, se recomienda arar a 30 cm de profundidad con dos pasadas de rastra. En cambio, en suelos pesados o arcillosos y compactados, es necesario usar un subsolador o arado de vertedera para trabajar a 40 cm y asegurar un buen desarrollo del cultivo.



Figura 11. Preparación de terreno con maquinaria en Capinota-Cochabamba.



Figura 12. Remoción de tierra con motocultor para siembra de zanahoria en Capinota-Cochabamba.

2. SIEMBRA

La siembra de la zanahoria se realiza directamente en el suelo. Para una germinación óptima, que ocurre entre los 10 y 15 días, se requiere una temperatura de 15°C a 20°C. A continuación, se describen los métodos para la producción de plantas madres:

a) Siembra al voleo

Consiste en esparcir las semillas manualmente sobre el suelo y cubrirlas con una capa de tierra. Requiere de 8 a 10 kg ha⁻¹ de semilla y es apto para terrenos planos (pendiente de 0%-2%).



Figura 13. Preparación de suelo para siembra por voleo de zanahoria en Playa Ancha-Capinota.



Figura 14. Preparación de camas elevadas y siembra de semillas de zanahoria en el Municipio de Sipe Sipe-Cochabamba.

b) Siembra mecanizada en cama elevada

La siembra mecanizada de zanahoria en camas elevadas se realiza en camas con una altura mínima de 30 cm y un ancho de 1 m, lo que optimiza el drenaje, la aireación, la uniformidad en el desarrollo radicular y facilita el manejo eficiente del riego. Esta técnica también permite un ahorro significativo de semilla, ya que al incrementar la precisión en la siembra, se emplea únicamente entre 4 a 5 kg ha⁻¹ para zonas de altiplano y 3 a 4 kg ha⁻¹ para zonas de valles cruceños. Es fundamental realizar una preparación profunda del suelo, asegurando buen drenaje y contenido adecuado de materia orgánica, además de trazar las camas a nivel para evitar encharcamientos que puedan afectar el cultivo.



NOTA: Cumplimiento del aislamiento.

La Resolución Administrativa INIAF N° 063/2014, que rige la certificación de semillas, exige una distancia de aislamiento mínima de un metro entre parcelas para la producción de plantas madres en el cultivo de zanahoria.



NOTA: Primera inspección de la fase vegetativa.

Por parte de los técnicos de la Dirección Nacional de Semillas DNS – INIAF se realiza la inspección entre los 60 días posteriores a la siembra y antes de la cosecha. En lo cual, el inspector verifica:

- La coherencia entre la información declarada y lo observado en el campo.
- El origen y trazabilidad de la semilla utilizada.
- La ubicación exacta, delimitación y superficie del campo semillero.
- Las prácticas de manejo agronómico implementadas.
- Las características varietales y el estado fitosanitario del cultivo.

3. MANEJO AGRONÓMICO

3.1. Riego y manejo hídrico

Cuando la precipitación anual es inferior a 600 mm, es esencial complementar el suministro de agua con sistemas de riego (Chicaiza & Conteron, 2023). La zanahoria, en particular, necesita una lámina de riego diaria de 2,5 a 4,0 cm para un desarrollo adecuado.

Tabla 2. Requerimiento hídrico del cultivo de zanahoria.

Detalle		Frecuencia de riego
Germinación y Emergencia.	Riegos cortos y frecuentes para mantener la humedad uniforme. El sistema recomendado es por aspersión o por goteo.	Cada 3 a 4 días, hasta que la planta tenga dos hojas verdaderas.
Crecimiento y Elongación.	Reducir frecuencia, para estimular desarrollo radicular. El sistema óptimo es por goteo o por gravedad.	Cada 7 a 10 días.
Maduración y Engrosamiento de la raíz.	Mayor demanda hídrica, más sensible al déficit. Se debe aportar agua de forma incremental para estimular el engrosamiento de la raíz. El sistema óptimo es por goteo o por gravedad.	Continua, sin interrupciones en la frecuencia.

3.2. Control de malezas

El manejo de malezas es fundamental para el éxito de la producción de plantas madre, ya que compiten por agua, luz y nutrientes. El período crítico para su control ocurre entre los 60 y 90 días después de la emergencia, pues las acciones tardías afectan la productividad.

Existen dos métodos principales para el control de malezas:

- Control Manual: Es difícil en siembras por voleo por el riesgo de dañar las plantas, pero resulta muy eficiente en la siembra mecanizada sobre camas elevadas, ya que las hileras definidas reducen la mano de obra y los costos.
- Control Químico: Una herramienta efectiva que utiliza herbicidas de preemergencia (aplicados después de la siembra) o de postemergencia (aplicados cuando el cultivo ya ha emergido).

Tabla 3. Principales ingredientes activos para el control de malezas.

Ingredientes activos	Linuron	Metribuzin	Haloxypop-R-methyl ester
Época de aplicación.	Preemergencia Postemergencia (una hoja verdadera).	Preemergencia Postemergencia (cinco o hojas verdaderas).	Postemergencia.
Dosis.	40–70 cc en 20 L de agua.	20 cc para 20 L de agua.	20cc para 20 L de agua.

Nota: Pérez Tapia, (2011).

3.3. Nutrición y fertilización específica

Es crucial realizar un análisis de suelo previo a la siembra para ajustar la fertilización y optimizar el rendimiento (Gaviola, 2020; Assunção *et al.*, 2016). La mejor estrategia de nutrición combina la aplicación de abonos orgánicos como compost, bocashi o humus antes de la siembra con el uso de fertilizantes químicos a posterior, lo que garantiza un desarrollo equilibrado y sostenible.

Tabla 4. Deficiencia y exceso de los macro y micronutrientes.

Macronutriente	Importancia	Deficiencia	Exceso
Macronutrientes			
Nitrógeno (N).	Aumenta el rendimiento, longitud y peso de la raíz.	Raíces delgadas y pequeñas.	Agrietamiento de las raíces.
Fosforo.	Contribuye a un mayor tamaño de la raíz y maduración temprana.	Disminuye la calidad del sabor y la vida útil en almacenamiento.	Poco común, puede causar deficiencia de Zn y Fe.
Potasio (K).	Mejora la translocación de azúcares, la firmeza, la pigmentación.	Reduce el rendimiento y la calidad de la raíz (azúcar y firmeza).	Muy raro, puede interferir con la absorción de Mg.
Micronutrientes			
Boro (B).	Contribuye al rendimiento de la raíz.	Agrietamiento, ahuecamiento y decoloración de la raíz.	Suprime el crecimiento de las raíces.
Zinc (Zn).	Contribuye al rendimiento de la raíz.	Retraso en el crecimiento.	Reduce el desarrollo de las raíces.

Tabla 5. Plan general de fertilización de zanahoria (kg ha^{-1}).

Días después de la siembra	Nutrientes kg ha^{-1}					
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	B	Zn
Siembra	50	100	140			
24-36	50	60	100	30	-	2
60-72	20	-	-	70	1	2
Requerimiento	120	160	240	100	1	4

3.4. Controles fitosanitarios

Durante esta etapa, es imprescindible aplicar estrategias fitosanitarias rigurosas para salvar el cultivo de plagas que comprometen de forma directa la integridad del sistema radicular, ya que estas plantas constituirán las plantas madre en la subsecuente fase reproductiva.

Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*)

El gusano cortador es la larva de una polilla de actividad nocturna. Las larvas, de color marrón o gris, se ocultan en el suelo durante el día y se enrollan en forma de rosquilla si son molestadas.



Figura 15. Orugas del gusano trozador.

Daños

Las larvas jóvenes se alimentan del follaje, mientras que las más grandes cortan los tallos de las plántulas cerca del suelo y causan daños en las raíces (Torres Suárez & Suasnabar Astete, 2022).



Control Químico

Se recomienda aplicar insecticidas organofosforados, como clorpirifos o diazinón, antes de la siembra. Como alternativa se podría aplicar Cypermethrin 10 cc para 20 L de agua.

Control Cultural

Se aconseja una buena preparación del terreno, recolección manual de pupas, uso de materia orgánica bien descompuesta, control de malezas y manejo adecuado del riego para asegurar un buen drenaje.

Gallina Ciega (*Pyllophaga* sp.)

Esta plaga es de mucha importancia no solo en la zanahoria, sino en casi todos los cultivos. El adulto es un escarabajo grande o mediano de color pardo oscuro a naranja parduzco. La hembra deposita sus huevos en el suelo a una profundidad de 2 a 10 cm, ya sea entre malezas o cerca de plantas hospederas. Las larvas en su fase adulta son de color blanco cremoso y tienen una forma de "C", con fuertes mandíbulas.

Las larvas son la etapa más destructiva; se alimentan de las raíces de la zanahoria, causando galerías, lo que afecta el rendimiento, el crecimiento y el valor comercial del producto.

En la siembra, se recomienda insecticidas organofosforados como el Diazinón. Otros ingredientes activos sugeridos son Fipronil, Bifentrina e Imidacloprid, aplicados al suelo. Como alternativa se puede aplicar Cypermethrin 75-100 cc para 20 L de agua.

Daños



Control Químico



Control Cultural



Control Biológico



La rotación de cultivos y la labranza profunda exponen las larvas a condiciones desfavorables y a depredadores naturales, reduciendo así su población.

Se usan trampas con feromonas para atraer y capturar a los escarabajos adultos. También se emplean nematodos entomopatógenos para reducir las poblaciones de forma sostenible.

Nematodos

Los nematodos son una de las plagas más devastadoras, ya que atacan directamente las raíces, causando serias reducciones en el rendimiento. Son gusanos muy pequeños, y las hembras adultas adquieren una forma redondeada e inmóvil dentro de la raíz.



Figura 16. Malformaciones en raíces de zanahoria causadas por nematodos.

Daños

Deforman la raíz de la zanahoria, formando agallas que afectan su crecimiento. Aunque las hojas se vean sanas, la raíz se vuelve irregular y es más susceptible a la pudrición. Estos daños son más comunes en suelos arenosos y franco-arcillosos.



Control Químico

Se usan nematicidas como etoprofos y fenamifos (organofosforados), y carbofuran (carbamatos) para controlar la plaga. Como alternativa se puede aplicar Acephate 1,0-1,25 kg ha⁻¹.

Control Cultural

Arar el terreno y exponerlo al sol de 2 a 4 semanas, inundar el campo por al menos dos semanas o realizar una solarización del suelo en áreas con alta radiación solar.

Bifurcación de la raíz

Causada por el hongo *Pythium sp.* Esta enfermedad está relacionada con el "mal de talluelo", y continúa dañando la raíz madre incluso después de la primera etapa del cultivo.

Sintomas

La enfermedad causa la bifurcación de la raíz, afectando su forma y valor comercial.



Control Químico

Los ingredientes activos recomendados son Triforina, Propamocarb clorhidrato e Iprodiona. Se recomienda aplicar Metalaxyl al 5% en una dosis de 20-40 g ha⁻¹.

Control Cultural

Es crucial evitar el exceso de agua y el encharcamiento, ya que esto favorece el desarrollo de la enfermedad. Además, un buen manejo general del cultivo y mantenerlo libre de malezas ayuda a prevenirla.



Figura 17. Pudrición blanda en raíces de zanahoria (var. Montenegro 1).

Pudrición blanda (*Erwinia carotovora*)

La bacteria penetra en las zanahorias a través de diversos tipos de heridas. En el campo, la podredumbre blanda suele asociarse con temperaturas cálidas y largos periodos de agua estancada debido a un drenaje deficiente, zonas bajas o tuberías de riego con fugas. Las raíces maduras de la zanahoria son las más susceptibles a la infección.

Daños

La raíz presenta una descomposición blanda, acuosa y viscosa con un olor desagradable, en el interior de la raíz, dejando la epidermis intacta. Los síntomas en el follaje incluyen amarillamiento, marchitamiento y caída de las hojas. Esta enfermedad puede manifestarse tanto en el campo como durante el almacenamiento (Condado, 2024).



Control Químico

Se pueden utilizar bactericidas a base de cobre para prevenir y eliminar el patógeno. La ciprofloxacina también ha demostrado ser útil para inhibir la enfermedad.

Control Cultural

Es fundamental asegurar un buen drenaje del suelo y evitar prácticas que puedan dañar las raíces. Se debe evitar el riego prolongado en zanahorias maduras durante los meses más cálidos.

4. COSECHA DE LA RAÍZ MADRE



Figura 18. Selección de raíz madre variedad Altiplano en la localidad de Soracachi-Oruro.

La planta madre, o raíz madre, es el individuo vegetal seleccionado rigurosamente según criterios morfológicos y fisiológicos (estructura, vigor, resistencia y eficiencia fotosintética) con el fin de producir semillas que aseguren calidad genética homogénea, uniformidad y alto rendimiento. La cosecha de las raíces de zanahoria se realiza una vez que el cultivo alcanza su madurez fisiológica.

4.1. Cosecha manual

En Bolivia, la cosecha manual es el método principal para recolectar la zanahoria. Este sistema requiere una baja inversión inicial y es ideal para cultivos con períodos de cosecha largos. Su mayor ventaja es la flexibilidad para ajustar la mano de obra, permitiendo contratar trabajadores adicionales cuando la maduración aumenta.



Figura 19. Cosecha manual de zanahoria planta madre, var. INIAF Larga Vida en el municipio de Capinota y var. Altiplano en Tiraque-Cochabamba.

4.2. Cosecha mecanizada

La cosecha mecanizada de zanahoria, que extrae las raíces tirando del follaje o directamente del suelo, reduce los costos por tonelada. Sin embargo, este sistema presenta desventajas importantes: una elevada inversión inicial, altos costos de mantenimiento y una inactividad estacional de hasta el 70%. Además, su uso está limitado a siembras mecanizadas en camas elevadas, siendo incompatible con el método tradicional de siembra por voleo.

5. SELECCIÓN DE PLANTAS MADRES

La maduración fisiológica es el momento ideal para seleccionar las raíces madre, ya que es cuando sus características visuales están en su máximo esplendor. Las raíces elegidas deben ser firmes, con un llenado uniforme y sin hombros verdes, mientras que se descartan las que presenten deformaciones, bifurcaciones o enfermedades. Se seleccionan únicamente las que tengan un fenotipo óptimo y homogéneo que cumpla con el estándar de la variedad.



Figura 20. Selección de plantas madres de zanahoria variedad Altiplano y Larga Vida con los técnicos responsables de certificación de semillas.

Tabla 6. Características de selección de plantas madres en zanahoria.

	Larga Vida	Altiplano	Montenegro
Peso.	100-150 g.	120-150 g.	100-150 g.
Longitud.	12-15 cm.	15-18 cm.	12-15 cm.
Forma.	Cilíndrica.	Cónica.	Cónica.
Hombros.	Redondeados.	Anchos planos redondeados.	Anchos planos redondeados.
Punta.	Roma.	Roma.	Roma.
Color.	Naranja intenso.	Naranja intenso.	Naranja intenso.



NOTA: Segunda inspección por parte de la DNS-INIAF en la fase vegetativa se verifica:

- La uniformidad del lote en cuanto a características morfológicas (color, forma y tamaño).
- La presencia de plagas o enfermedades que puedan afectar la calidad.
- Los criterios técnicos aplicados en la selección de plantas madre, de acuerdo a la variedad.



Figura 21. Inspecciones a la parcela de producción de zanahoria var. Larga vida en la fase vegetativa en la localidad de Sarcobamba-Capinota.

6. ETIQUETADO DE PLANTAS MADRES

Todo lote de raíz madre que cumpla con los requisitos de certificación en campo será acreedor a un certificado oficial (etiqueta) emitido por la Dirección Nacional de Semillas (DNS-INIAF). Este certificado tendrá una validez de 12 días a partir del inicio de la cosecha de las raíces.



Figura 22. Etiqueta de planta madre de zanahoria var. Altiplano.

CAPÍTULO 3



1. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE ZANAHORIA EN LA ETAPA REPRODUCTIVA

Condiciones de temperatura

Para la fase reproductiva de la producción de semilla de zanahoria, se requiere un clima predominantemente seco y soleado, con temperaturas óptimas entre 18°C y 24°C para asegurar una floración efectiva y una polinización viable, evitando así el estrés térmico.

Es crucial una baja humedad ambiental (50%-70%) y ausencia de lluvias durante la floración y maduración para prevenir enfermedades fúngicas y facilitar la dispersión del polen por el viento.

Adicionalmente, se necesitan días largos y alta luminosidad para estimular el desarrollo floral y garantizar un adecuado llenado de las semillas, resultando en mayor rendimiento y calidad.

Condiciones del suelo

El cultivo de zanahoria para producción de semillas requiere suelos con características específicas: profundidad entre 20-40 cm para permitir el desarrollo radicular, capacidad de retención hídrica, drenaje interno eficiente y adecuada aireación que favorezca el intercambio gaseoso (Mesa & Ramírez, 2012).

La preparación del terreno debe contemplar un laboreo profundo que favorezca el desarrollo radicular y facilite un drenaje adecuado. Esta labor se complementa con la incorporación de materia orgánica, como compost o estiércol, que contribuye a mejorar tanto la fertilidad como la estructura física del suelo. Asimismo, es esencial conservar un pH entre 6 y 7, rango óptimo para garantizar la disponibilidad de nutrientes y promover un crecimiento vegetativo equilibrado.



Figura 23. Campo de producción de semilla de zanahoria en el municipio de Totora.



Figura 24. Preparación de terreno con maquinaria en Playa Ancha-Capinota.

1.1. Calendario de producción de semilla de zanahoria

Tabla 7. Calendario de producción de semilla de zanahoria (var. Altiplano) fase reproductiva.

ACTIVIDADES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
Preparación de terreno.												
Trasplante de raíces.												
Labores culturales.												
Cosecha.												
Beneficiado.												
Acondicionamiento.												

Tabla 8. Calendario de producción de semilla de zanahoria var. Larga vida y Montenegro 1 fase reproductiva.

ACTIVIDADES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
Preparación de terreno.												
Trasplante de raíces.												
Labores culturales.												
Cosecha.												
Beneficiado.												
Acondicionamiento.												

2. TRASPLANTE DE LA PLANTA MADRE

Para su almacenamiento, se recomienda no exceder los tres días entre la cosecha y el trasplante. Este período es vital para evitar daños por frío y el ataque de patógenos. La cosecha, ya sea manual o mecánica, debe hacerse con cuidado para no dañar las raíces, y el follaje debe cortarse a una distancia de 3 a 5 cm de la raíz (Gaviola, 2020).

El proceso de trasplante de las raíces madre se realiza en surcos, donde es crucial mantener distancias adecuadas para optimizar el rendimiento. Se recomienda una separación de 70-80 cm entre surcos y 50-60 cm entre plantas, evitando densidades elevadas que generen un microclima excesivamente húmedo, condición que favorece el desarrollo de enfermedades foliares.



Figura 25. Trasplante de planta madre de zanahoria variedad Altiplano en la localidad Azul Qhocha-Totora.



NOTA: Cumplir con el aislamiento

La Resolución Administrativa INIAF N° 063/2014, que rige la certificación de semillas, exige una distancia de aislamiento mínima entre parcelas, lo que asegura el aislamiento necesario entre plantas, previene la contaminación genética y garantiza la pureza varietal.

Las distancias requeridas son:

- Para semilla Básica: 1000 metros para otras variedades.
- Para semilla Certificada: 600 metros para otras variedades.

3. MANEJO AGRONÓMICO

3.1. Riego y manejo hídrico

El éxito en la producción de semillas de zanahoria depende del adecuado manejo del agua, combinando la lluvia y el riego.

Tabla 9. Requerimiento hídrico del cultivo de zanahoria para producción de semilla.

Etapa	Detalle"	Frecuencia de Riego
Trasplante.	Riegos cortos y frecuentes para mantener la humedad uniforme.	Cada 3 a 4 días.
Prefloración.	Mantener la humedad del suelo sin encharcamientos.	Cada 5 a 7 días.
Floración.	Mantener una humedad constante y uniforme. El exceso de lluvia puede lavar el polen y afectar la fertilidad.	Cada 3 a 4 días.
Maduración de semillas.	Se requiere condiciones más secas y cálidas, por lo que se reduce la frecuencia de riego. Las lluvias excesivas pueden causar germinación prematura o reducir la viabilidad de las semillas.	Cada 7 a 10 días.

Métodos de riego

a) Riego por gravedad

Este método, óptimo técnica y económicamente para suelos llanos y pesados, utiliza la gravedad para distribuir el agua a través de surcos, aprovechando la pendiente natural del terreno. Se recomienda aplicar láminas de 46 mm, permitiendo una adecuada infiltración. Sin embargo, el exceso de humedad afecta negativamente al cultivo: dificulta la absorción de nutrientes e incrementa la incidencia de enfermedades (Regaber, 2025).

b) Sistema de riego por aspersión

El riego por aspersión, que simula la lluvia, es un método eficiente (hasta 80%) para terrenos irregulares y zonas con escasez de agua, ya que previene la compactación del suelo (Álvarez, 2024a). Sin embargo, no es recomendable en la etapa reproductiva de la zanahoria, pues el follaje voluminoso dificulta la distribución uniforme del agua y, en la floración, puede lavar el polen.



Figura 26. Riego por inundación en el cultivo de zanahoria en el Municipio de Sipe Sipe-Cochabamba.



Figura 27. Riego por aspersión en el cultivo de zanahoria en el Municipio de Tiraque-Cochabamba.

c) Sistema de riego por goteo

El riego por goteo es una técnica muy eficiente (hasta 90%) de agua. Al entregar el agua y los nutrientes directamente a las raíces, se minimiza la evaporación y se mejora la absorción. Este método también ayuda a controlar las malezas y las enfermedades al no mojar el follaje, y consume menos energía (Álvarez, 2024b).



Figura 28. Riego por goteo en el cultivo de zanahoria en el Municipio de Sipe Sipe-Cochabamba.

3.2. Control de malezas

La morfología de la zanahoria la hace particularmente vulnerable a la competencia con malezas por luz, agua y nutrientes. Además, estas malezas pueden albergar plagas y patógenos que afectan al cultivo (Mesa & Ramírez, 2012). Un manejo oportuno es crucial tanto para producción de raíz como de semilla, ya que un control deficiente puede reducir significativamente el rendimiento y favorecer problemas fitosanitarios.

Estrategias de control

El manejo de malezas debe empezar antes del trasplante, desde que se selecciona el terreno. Cualquier práctica cultural que impida la germinación y el crecimiento de las malezas es beneficiosa. Entre estas prácticas se incluyen:

- Preparación adecuada del suelo: Una óptima preparación del suelo ayuda a reducir la presencia de malezas.
- Densidad de siembra: Utilizar distancias de siembra adecuadas evita la proliferación de malezas al permitir que el follaje de la zanahoria cubra el suelo.
- Fertilización: Un programa de fertilización oportuno y suficiente, adaptado a la variedad de zanahoria y a la fertilidad del suelo, también ayuda a fortalecer el cultivo frente a la competencia.

Métodos de control de malezas

Control manual

Es una práctica común. Es más eficiente cuando las plantas madres están dispuestas en surcos, ya que las hileras definidas reducen la mano de obra y los costos. Por otro lado, el control mecánico con azadones debe ser muy cuidadoso para no dañar las raíces. Las heridas en las raíces facilitan la entrada de patógenos como la bacteria *Erwinia*, que es muy difícil de controlar con productos químicos.



Figura 29. Control manual de malezas.

Control químico (Herbicidas)

El uso de herbicidas es una herramienta efectiva para el control de malezas. Existen herbicidas de preemergencia (se aplican una vez terminado el trasplante) y herbicidas de postemergencia (se aplican después de establecer las plantas madres en el terreno).

Tabla 10. Características de los Herbicidas comunes.

Ingrediente activo	Momento de aplicación	Modo de acción	Dosis de aplicación
Linuron.	Preemergencia. Post-emergencia (una hoja verdadera).	Herbicida sistémico selectivo, controla malezas anuales de hoja ancha y angosta. Actúa como inhibidor del proceso fotosintético en los cloroplastos. Sus síntomas de daño se manifiestan con clorosis en los márgenes y ápices de las hojas, seguida de necrosis.	40-70 cc en 20 L de agua.
Metribuzin.	Preemergencia. Post-emergencia (cinco o hojas verdaderas).	Herbicida sistémico selectivo, controla malezas de hoja ancha y gramínea. Inhibe el fotosistema II, lo que interfiere en la síntesis de carbohidratos.	20 cc para 20 L de agua.
Haloxypop-R-methyl ester.	Post-emergencia.	Herbicida selectivo, controla malezas gramíneas anuales y perennes. Inhibe la acetil CoA-carboxilasa.	20 cc para 20 L de agua.

Nota: Pérez Tapia, (2011).

3.3. Aporque

El aporque es una técnica agrícola fundamental que consiste en acumular tierra alrededor de la base del tallo para proteger la parte superior de las raíces. Esta labor, que se realiza manualmente con herramientas como el azadón o chujchuca, es especialmente eficiente en plantaciones organizadas en surcos. Se recomienda integrar el aporque con las labores de deshierbe para aprovechar el momento y facilitar la incorporación de fertilizantes al suelo, mejorando así su asimilación por la planta.



Figura 30. Aporque de zanahoria variedad Altiplano en Sipe Sipe-Cochabamba.

El aporque en la fase reproductiva de la zanahoria debe ser ligero y preciso. Su objetivo es proteger la corona de la planta de la exposición solar sin causar daños mecánicos a la raíz ni a la base del tallo. Es crucial que se realice con suelo húmedo para evitar estrés, lo cual a su vez asegura una buena aireación que favorece el desarrollo radicular y una floración óptima.

Además de su función protectora, el aporque ofrece múltiples beneficios como el control de malezas, una mejor aireación del suelo y la conservación de la humedad. También ayuda a sostener la planta, protegiéndola del viento y del peso del follaje. Sin embargo, es fundamental evitar aporques profundos o frecuentes para no comprometer la estabilidad y el desarrollo de la planta, asegurando así una producción exitosa.

3.4. Nutrición y fertilización específica



Figura 31. Incorporación de abono orgánico al suelo antes de la siembra.

Previo al establecimiento del cultivo, es fundamental realizar un análisis de suelo que permita identificar los requerimientos específicos de nutrientes, dado que la zanahoria presenta alta demanda de potasio (K), fósforo (P) y boro (B). Cabe resaltar que deficiencias de potasio pueden afectar drásticamente el rendimiento de la semilla, reduciendo significativamente la producción de semillas.

Tabla 11. Importancia de los macro y micronutrientes en la etapa reproductiva de la zanahoria.

Macronutriente	Importancia
Macronutrientes	
Nitrógeno (N).	Su manejo equilibrado es crucial en las etapas de floración y producción de semillas para no afectar a otros nutrientes.
Fosforo.	Promueve la floración y la formación de semillas al aumentar la cantidad de umbelas y flores.
Potasio (K).	Indispensable para la correcta floración, y contribuye a un mayor vigor en semillas.
Micronutrientes	
Boro (B).	Esencial para la producción de polen y la formación de semillas, lo que aumenta el rendimiento.
Zinc (Zn).	Participa en procesos enzimáticos para una mayor producción y una maduración más rápida de las semillas.

Nota: Mohanta *et al.*, (2014).

Tabla 12. Requerimiento de nutrientes en la etapa reproductiva de la zanahoria.

Requerimiento nutricional	Nutrientes kg ha ⁻¹					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	B	Zn
Antes del trasplante	50	100	90			
21-28 días después del trasplante	30	30	90	30	-	-
Inicio de floración	20	50	60	70	1	5
Requerimiento	100	190	200	100	1	5

Nota: Trayanov, (2019).

3.5. Controles fitosanitarios

El control de plagas es un factor crucial en el cultivo de la zanahoria. Aunque muchos ataques se dirigen a las estructuras vegetativas como las hojas y raíces, su incidencia puede reducir el rendimiento y la calidad de las semillas. Por esta razón, se recomienda un manejo integrado que combine métodos preventivos, culturales, biológicos y químicos (Mesa & Ramírez, 2012).

Áfidos o Pulgones (*Myzus sp.* y *Aphis sp.*)

El pulgón verde (*Myzus persicae*) es una especie polífaga y un eficiente vector de virus en diversas plantas. Los áfidos son insectos pequeños, de cuerpo blando y ovoidal, que pueden ser de varios colores (verde, amarillo o negro). Forman colonias en el envés de las hojas y en las partes tiernas de la planta, como los brotes apicales y las hojas nuevas.



Figura 32. Pulgones en el tallo de la zanahoria.

Daños

Las ninfas y adultos succionan la savia, lo que deforma y amarillea las hojas y detiene el crecimiento. La melaza que secretan favorece el hongo de la fumagina, que limita la fotosíntesis (Torres Suárez & Suasnabar Astete, 2022).



Control Cultural

Evitar el riego y la fertilización nitrogenada excesiva, mantener una baja densidad de siembra, deshierbar a tiempo y usar barreras naturales.

Oídio (*Erysiphe umbelliferarum*).

La oidiosis es una enfermedad que puede causar pérdidas de moderadas a severas.



Figura 33. Oídio en hojas de zanahoria var. Altiplano.

Síntomas

Se forma un polvillo blanquecino en hojas y tallos, compuesto por esporas del hongo. En etapas avanzadas, las hojas inferiores pueden amarillear y secarse (Coca Morante, 2016).



Control Químico

Se recomienda aplicar fungicidas preventivos a base de azufre (caldo sulfocálcico) y alternarlos con fungicidas del grupo de las estrobilurinas (pyraclostrobim o azoxystrobim). Se puede aplicar Propiconazol y difenoconazol 0,2L ha⁻¹.

Control Cultural

Destruir los rastrojos del cultivo anterior, ajustar la densidad de siembra y aplicar fertilizantes orgánicos y químicos de manera equilibrada.

Alternaria (*Alternaria dauci*)

Esta enfermedad se desarrolla bajo condiciones de alta humedad y temperaturas elevadas. La temperatura óptima para el crecimiento de este hongo es de 22 a 28°C. El patógeno se dispersa a través del viento.



Figura 34. Quemadura de la hoja de zanahoria var. Larga Vida ocasionada por Alternaria.

Síntomas

Se presenta como manchas necróticas irregulares con un halo amarillo en las hojas. Las lesiones se unen, dando a la hoja un aspecto de quemadura (Gaviola, 2020).



Control Químico

Aplicar fungicidas preventivos o curativos. Se recomienda en la aplicación Mancozeb 2-3 kg ha⁻¹, Metalaxyl-M 100g para 20L de agua o Carbendazim 20-40cc para 20 L de agua.

Control Cultural

Controlar el riego para evitar encharcamientos, mantener el cultivo sin malezas, evitar altas densidades de siembra y usar suelos con buen drenaje.

Mildiu

Esta es una enfermedad que suele atacar bajo condiciones de alta humedad y temperatura alta.

Síntomas

La enfermedad se caracteriza por un polvo blanco sobre las hojas que impide la fotosíntesis. El daño puede ser severo, ya que cubre completamente el área foliar.



Control Químico

Se pueden usar fungicidas con azoxistrobina, propiconazol y mancozeb 1 L ha⁻¹. Es crucial combinarlos con un buen adherente, dispersante y humectante para asegurar que el fungicida sea efectivo.

Control Cultural

El riego por aspersión ayuda a reducir la gravedad de esta enfermedad y mejora la eficacia de los fungicidas aplicados.



NOTA: Primera inspección de la fase reproductiva.

Los técnicos del DNS- INIAF realizan la inspección antes de la floración. En ella, el inspector verifica:

- Verificación de límites y cumplimiento de aislamiento.
- Evaluación del estado general del cultivo.
- Control de superficie sembrada.
- Monitoreo de malezas, plagas y enfermedades.
- Identificación de riesgos potenciales para la calidad seminal.

4. POLINIZACIÓN

La zanahoria es una especie alógama con polinización entomófila, dependiente principalmente de insectos como dípteros (Bibionidae, Calliphoridae) e himenópteros (abejas) que son atraídos por los olores florales (Mesa & Ramírez, 2012). Este proceso es esencial, ya que sin polinizadores se genera un alto porcentaje de semillas infértiles.

Aunque puede ocurrir cierta autopolinización, predomina la polinización cruzada. Las poblaciones naturales de insectos son suficientes para una polinización efectiva. De manera alternativa, se puede realizar una polinización manual (con cepillo o a mano), pero este método tiende a reducir el rendimiento de la semilla.



Figura 35. Polinización de las flores de zanahoria variedad Montenegro 1.

4.1. Manejo y polinización cruzada

Para mantener la pureza varietal en la zanahoria y evitar la polinización cruzada, es fundamental gestionar los factores de riesgo como la acción de polinizadores, la biología floral y, especialmente, la falta de aislamiento entre cultivos. Por esta razón, la Resolución Administrativa N° 053/2014 exige cumplir con distancias mínimas de aislamiento de 1000 m para categoría básica y 600m para categoría certificada, mitigando así el riesgo de mezcla varietal.

4.2. Poda de umbelas

Mesa y Ramírez (2012) indican que la poda manual de umbelas de órdenes inferiores en estado de botón floral tiene un impacto positivo en la producción de semillas de zanahoria. Al eliminar estas umbelas, se logra un incremento en el rendimiento promedio de semillas en las umbelas de órdenes superiores (primero y segundo), se acorta el ciclo de producción y se mejora la calidad física de las semillas, que resultan más largas y con mayor peso. Aunque esta práctica no aumenta significativamente el porcentaje de germinación, es un método eficaz para optimizar la cantidad y el tamaño de las semillas. La poda se realiza manualmente con tijeras en el momento en que emergen las umbelas secundarias como botones florales.

5. COSECHA

5.1. Determinación del momento óptimo de la cosecha

La maduración de las semillas de zanahoria ocurre de manera irregular y escalonada, lo que obliga que la cosecha se extienda por varios días. La madurez comienza en las umbelas primarias y avanza de forma sucesiva hacia las umbelas de órdenes inferiores. Para asegurar que la semilla esté en su punto óptimo, es recomendable realizar varias pasadas de recolección cada 6-15 días, cosechando únicamente las umbelas que ya presentan una coloración café o pardo, un indicativo de madurez que se logra entre 4 y 6 semanas después de la polinización.

Un aspecto crucial a considerar es que las umbelas tienen una fuerte tendencia a desgranarse una vez que las semillas alcanzan la madurez. Por esta razón, se debe evitar esperar a que todas las semillas maduren por completo para prevenir pérdidas significativas por desgrane.



Figura 36. Plantación de cultivo de zanahoria en floración-maduración de semilla.



Figura 37. Umbela en etapa seca.

5.2. Técnicas de cosecha

La cosecha de semillas de zanahoria requiere un manejo cuidadoso y oportuno, ya que una recolección prematura afecta la calidad de la semilla, mientras que una tardía puede provocar pérdidas significativas por desgrane. Se recomienda cosechar las umbelas primarias y secundarias, que son las que producen semillas de mejor calidad. Es vital cosechar antes de que las semillas se agrieten y evitar las lluvias tardías, que pueden reducir drásticamente la producción.

Existen dos métodos de cosecha, cada uno con sus propias particularidades:

a) Cosecha manual:

En cultivos de pequeña escala, las umbelas se cosechan manualmente de forma selectiva a medida que alcanzan su madurez. La cosecha se realiza generalmente mediante el corte a 5-10 cm de las umbelas, en las primeras horas de la mañana o últimas horas de la tarde, aprovechando la humedad del rocío para minimizar la pérdida de semillas durante la manipulación.

b) Cosecha mecanizada:

Este método utiliza maquinaria como la corta-trilla y se realiza preferiblemente en las horas de la tarde, con temperaturas altas y baja humedad. Para acelerar el proceso, a veces se aplican productos químicos desecantes 48 horas antes de la cosecha.

Independientemente del método elegido, es fundamental manipular las umbelas con cuidado para prevenir el desgrane de las semillas, un problema común en este tipo de cultivos (Cornejo, 2011).



Figura 38. Cosecha manual de semilla de zanahoria variedad Altiplano en Totora-Cochabamba.



Figura 39. Semilla de zanahoria cosechada variedad Altiplano.



NOTA: Segunda inspección de la fase reproductiva

La DNS-INIAF realiza la inspección durante la floración. En ella, el inspector verifica:

- Análisis del desarrollo de umbelas.
- Evaluación de maduración seminal.
- Estimación de rendimiento potencial.
- Diagnóstico fitosanitario.
- Detección de malezas prohibidas.



Figura 40. Inspección de campos semilleros de zanahoria, en la fase reproductiva en la comunidad de Azul Qhocha-Totora-Cbba.

6. PROCESAMIENTO DE BENEFICIADO DE SEMILLAS EN POST COSECHA

Una vez cosechadas, las umbelas son sometidas a su procesamiento, con el fin de obtener la semilla final. Este proceso comprende varias etapas fundamentales: pre secado, trilla, pre beneficiado y registro de rendimiento.

6.1. Pre-secado

Al cosechar las umbelas maduras, las semillas de zanahoria tienen una humedad cercana al 50%. Para que puedan ser procesadas correctamente, es fundamental realizar un secado que reduzca este nivel. Esto se puede lograr de dos maneras:

- De forma natural, en climas secos, exponiendo las semillas al sol en mallas metálicas, lonas o bolsas de papel, durante un periodo de 4 a 5 días previo a la trilla.
- De forma artificial, en regiones más húmedas, forzando una corriente de aire (caliente o a temperatura ambiente) a través de las semillas.



Figura 42. Presecado de semilla de zanahoria en ambientes de Playa Ancha-Capinota.

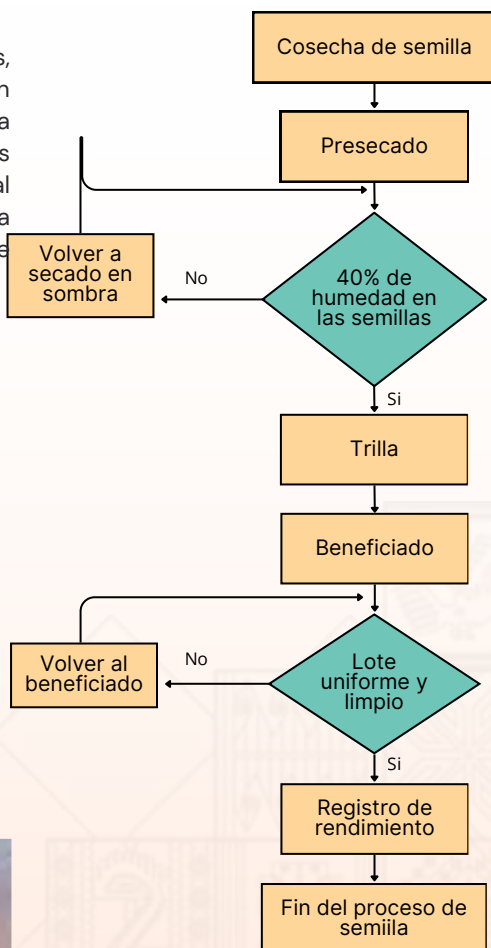


Figura 41. Flujograma del procesado de semilla después de la cosecha.

6.2. Trilla

La trilla constituye la operación fundamental para la separación de la semilla de la umbela. Este proceso debe ejecutarse cuando las umbelas presentan una textura quebradiza y un contenido de humedad óptimo, con el fin de minimizar daños a la semilla. Un ajuste inadecuado del equipo durante la trilla puede provocar daños mecánicos, tales como semillas partidas, constituyendo una de las principales fuentes de pérdida de calidad.

Existen dos métodos de trilla:

Manual: En cultivos de pequeña escala o cuando se busca minimizar pérdidas, el desgrane puede realizarse manualmente extrayendo las semillas directamente de las umbelas. Alternativamente, las umbelas pueden colocarse en una bolsa de plástico y agitarse para facilitar la separación. También es viable desgranar mediante la aplicación de presión manual o utilizando un rodillo o mazo sobre una superficie rígida. Aunque este método implica un mayor requerimiento de mano de obra, permite una reducción significativa en las pérdidas durante el desgrane.



Figura 43. Umbela de zanahoria (Var. Larga Vida) madura lista para trilla.



Figura 44. Trilla manual de zanahoria (var. Larga Vida) en el municipio de Sipe Sipe-Cochabamba.

Mecánica: Es el método más difundido. Se emplean trilladoras móviles o fijas que tienen un cilindro y un cóncavo. Para evitar daños a las semillas, se recomienda que el cilindro trillador tenga una velocidad entre 800 y 1100 rpm, según el diámetro del cilindro, y que sus batidores y cóncavos están recubiertos de goma. Es crucial inspeccionar la semilla al salir de la máquina para detectar cualquier daño mecánico. En el equipo de trillado también se realiza un pre beneficiado, ya que selecciona las umbelas y las sacas.



Figura 45. Trillado y pre-beneficiado de semilla de zanahoria variedad Altiplano.

6.3. Beneficiado de semillas

El beneficio o limpieza es el proceso que se realiza después de la trilla para eliminar los restos de umbelas y otras impurezas. Para el material más grueso, se utilizan cribadoras que separan las semillas de los residuos más grandes. Luego, se eliminan las espinillas de las semillas mediante frotamiento en un molino de martillo o con equipos de desbarbado. La limpieza final se realiza con una máquina aire-zaranda y una mesa vibradora, que permite clasificar las semillas por peso.

Antes de empacar, las semillas deben ser secadas hasta un nivel de humedad bajo para reducir la respiración y prevenir patógenos. Una vez secas, se pueden tratar con productos protectores (Mesa & Ramírez, 2012).



Figura 46. Beneficiado de la semilla de zanahoria.

6.4. Rendimiento

El rendimiento de las semillas de zanahoria varía según la variedad. La variedad M-1 presenta un rendimiento de 650 a 700 kg ha⁻¹; en cambio, la variedad Altiplano alcanza entre 750 y 850 kg ha⁻¹, mientras que la variedad Larga Vida supera los 850 kg ha⁻¹.

6.5. Almacenamiento y viabilidad

Las semillas ya procesadas se empaquetan en bolsas trilaminadas si la cantidad es pequeña, pero si es mayor, se almacenan en sacos. Todo el material debe guardarse en un ambiente bajo sombra, controlando la temperatura y la humedad. Para su almacenamiento, es fundamental mantener un ambiente fresco y seco, idealmente en cámaras con una temperatura de 7°C a 10°C y un 50% de humedad relativa.

7. PRUEBAS EN LABORATORIO

Después que se realice la cosecha, trilla y beneficiado de semilla, las muestras de semilla de al menos 30 g se llevan al laboratorio para su análisis.

7.1. Pruebas de pureza

Las pruebas de pureza en semillas determinan la proporción de semillas puras, materia inerte, semillas de otras especies y semillas de malezas en una muestra. Estos análisis son cruciales para evaluar la calidad de la semilla para la siembra, por lo que se deben cumplir con valores mínimos de pureza para la certificación (Tabla 21).

7.2. Pruebas de humedad

Un contenido de humedad adecuado es crucial para preservar la calidad de las semillas. Mantiene su viabilidad y capacidad de germinación, ya que previene el deterioro, los daños mecánicos y el desarrollo de enfermedades. Por esta razón, el control de la humedad es un factor esencial para la certificación de semillas de calidad, y se deben cumplir los valores mínimos establecidos (Tabla 21).

7.3. Pruebas de viabilidad

Las pruebas de viabilidad evalúan la capacidad de las semillas para germinar y dar origen a una plántula normal bajo condiciones favorables. Estos análisis son fundamentales para determinar la calidad de un lote de semillas y su potencial para uso agrícola. Además, las semillas deben cumplir con valores mínimos de germinación para ser certificadas, de acuerdo a la categoría correspondiente (Tabla 21).

Tabla 13. Requerimientos para la certificación de semilla de zanahoria de categoría certificada.

	Básica	Certificada
Pureza física (%mínimo).	97	98
Materia Inerte (% máximo).	3	2
Semillas de otros cultivos y/o atípicas (N° máximo en 30 g).	1	2
Semillas de malezas comunes (N° máximo en 30g).	5	10
Humedad (% máximo).	8	8
Germinación (% mínimo).	70	97

La validez del análisis del laboratorio es de dos años. La Oficina Departamental del INIAF emite la etiqueta de certificación, la cual debe ser adherida al empaque de semilla.



Figura 47. Semilla de zanahoria variedad Larga Vida.

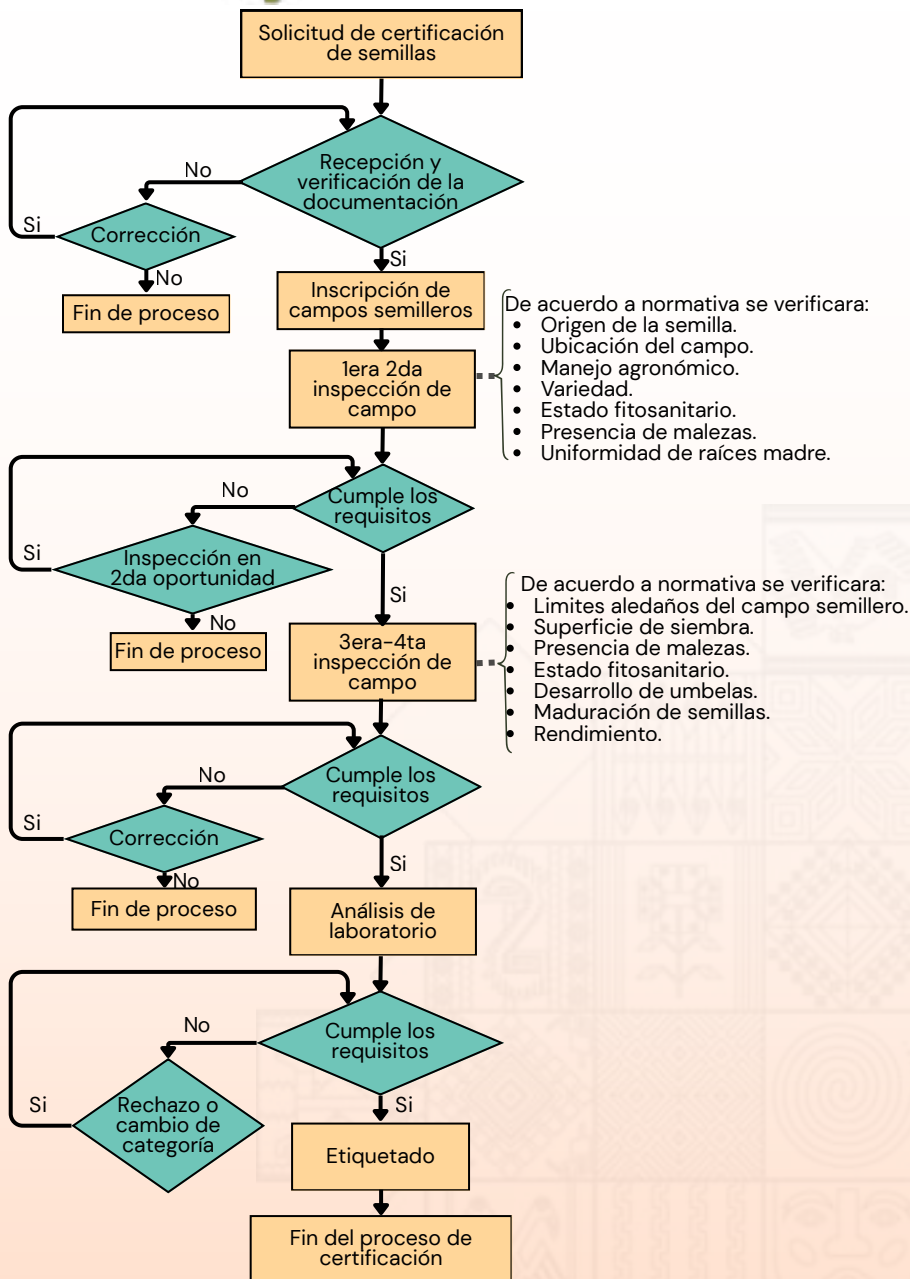


Figura 48. Flujograma de certificación de semilla de zanahoria.

GLOSARIO

A

Abonos orgánicos: Materiales como compost, bocashi o humus cuya aplicación se combina con fertilizantes químicos para garantizar un desarrollo equilibrado y sostenible del cultivo.

***Agrotis ipsilon* (Gusano trozador):** Larva de una polilla de actividad nocturna; las larvas se ocultan en el suelo durante el día y cortan los tallos de las plántulas y causan daños en las raíces.

Alternaria: Hongo que ocasiona la quemadura de la hoja de zanahoria.

Aquenios: Los dos cuerpos en que se divide el fruto (esquizocarpo) de la zanahoria al madurar, y que contienen las semillas.

Aporque: Práctica agronómica mencionada en la fase reproductiva del cultivo.

B

Barbecho: Labor agrícola que prepara el suelo mediante arado y rastreo antes de la siembra.

β -carotenos: Pigmentos antioxidantes precursores de la vitamina A, abundantes en zanahoria.

Bifurcación: Deformación radicular causada por suelos compactados o daño mecánico.

C

Calendario de producción: Programación de la producción de semilla de zanahoria en sus distintas fases.

Carbamatos: Tipo de nematicida como el carbofuran.

Caroteno: Compuesto que le otorga gran importancia nutricional a la zanahoria.

Categorías de semillas: Diferentes niveles de calidad de la semilla: Genética, Pre-Básica, Básica y Registrada.

CNPSH (Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas): Entidad del INIAF autorizada para la provisión de semillas de categorías genéticas y básicas en Bolivia.

D

***Daucus carota* L.:** Nombre científico de la zanahoria.

Diazinón: Insecticida organofosforado recomendado para el control de la Gallina Ciega en la siembra.

DNS-INIAF (Dirección Nacional de Semillas - INIAF): Entidad que emite el certificado oficial (etiqueta) para el lote de raíz madre que cumple con los requisitos de certificación.

GLOSARIO

E

- *Erwinia carotovora* (Podredumbre blanda): Bacteria que penetra en las zanahorias a través de heridas, asociada con temperaturas cálidas y agua estancada.
- Esquizocarpo: El fruto que se desarrolla de la flor de la zanahoria.

F

- Fenamifos: Nematicida organofosforado usado para controlar la plaga de nematodos.
- Fipronil: Ingrediente activo de insecticida sugerido para el control de la Gallina Ciega, aplicado al suelo.

G

- Gallina Ciega (*Pylophaga sp.*): Plaga cuyo adulto es un escarabajo pardo oscuro a naranja parduzco. Sus larvas son la etapa más destructiva, alimentándose de las raíces.

H

- Haloxifop-R methyl ester: Ingrediente activo para el control de malezas, de aplicación a los 60-72 días después de la siembra.
- Hermafroditas (Flores): Flores de la zanahoria que contienen ambos sexos, aunque no ocurre la autofecundación (son protándricas).
- Hortalizas: Cultivos de los cuales el INIAF busca mejorar la productividad (cebolla, tomate y zanahoria).

I

- Imidacloprid: Ingrediente activo de insecticida sugerido para el control de la Gallina Ciega, aplicado al suelo.
- INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal): Entidad descentralizada de Bolivia bajo tuición del MDRYT, que establece lineamientos y gestiona políticas para la innovación agropecuaria y forestal.
- Inflorescencias: Agrupación de flores de la zanahoria, conocidas como umbelas.
- Inocuidad alimentaria: Aspecto que garantiza el Programa Nacional de Hortalizas en la producción primaria.
- IPDSA (Institución Pública Desconcentrada Soberanía Alimentaria): Entidad que participa en la ejecución del Programa Nacional de Hortalizas.

GLOSARIO

L

- Lignificación: Endurecimiento de tejidos radicales por floración prematura o estrés.
- Linuron: Herbicida selectivo para control de malezas en postemergencia.

M

- MDRYT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras): Entidad bajo cuya tuición se estableció el INIAF.
- *Meloidogyne* spp. (Nematodos): Organismos que causan malformaciones y agallas en las raíces de zanahoria, volviéndolas irregulares y susceptibles a la pudrición.
- Mesotérmicos (Valles): Zonas donde se puede cultivar la zanahoria, además del altiplano.
- Metribuzin: Herbicida para control de malezas en pre y postemergencia, de aplicación a los 24–36 días después de la siembra.
- Micronutrientes: Elementos cuya deficiencia o exceso impacta en la nutrición del cultivo.

N

- Nematicidas: Sustancias químicas como etoprofos, fenamifos y carbofuran usadas para controlar nematodos.
- Nutrición: Aspecto del manejo agronómico que debe ser ajustado mediante análisis de suelo previo a la siembra.

O

- Oídio: Enfermedad que se observa en las hojas de zanahoria.
- Organofosforados: Tipo de insecticida como el Diazinón o nematicidas como etoprofos y fenamifos.

P

- pH (Ideal): Se requiere un pH ideal entre 5,5 y 7,0 para un crecimiento óptimo en suelos francos.
- *Phyllophaga* sp. (Gallina Ciega): Plaga de escarabajo cuya larva daña las raíces.
- Planta madre (o Raíz madre): Individuo vegetal seleccionado rigurosamente por criterios morfológicos y fisiológicos para producir semillas.
- Protándrica: Característica de las flores de zanahoria, donde las anteras liberan el polen antes de que el estigma sea receptivo, promoviendo la polinización cruzada.
- *Pythium* sp.: Hongo causante de la bifurcación de la raíz.

GLOSARIO

Q

- Quemadura de hojas: Enfermedad causada por *Alternaria dauci*.

R

- Raleo: Eliminación manual de plantas excedentes para optimizar espacio y recursos.
- Rendimiento: Cantidad de semilla obtenida, se mide en el proceso de post cosecha.

S

- Sanidad agrícola: Estándar de cumplimiento promovido por el Programa Nacional de Hortalizas.
- Seguridad alimentaria: Objetivo del INIAF y del proyecto al impulsar la innovación y optimizar los rendimientos.
- SENASAG (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria): Entidad que participa en la ejecución del Programa Nacional de Hortalizas.
- Solarización: Técnica de desinfección de suelos usando calor solar.
- Soberanía alimentaria: Objetivo del INIAF al impulsar la innovación y la producción de semillas de calidad.

T

- Tomate: Una de las hortalizas que trata el proyecto para mejorar su productividad en regiones productoras de Bolivia.
- Trilla: Proceso de procesamiento de la semilla en post cosecha.

U

- Umbela: Nombre de la inflorescencia de la zanahoria, de forma aplanada y similar a un paraguas.
- Umbelífera: Antiguo nombre de la familia Apiaceae, por sus inflorescencias en umbela.

V

- Vernalización: Adquisición o aceleración de la capacidad de florecer a través de un tratamiento con frío, generalmente con temperaturas entre 0 y 10°C.

Z

- Zanahoria (*Daucus carota* L.): Hortaliza bienal de la familia Apiaceae, de gran importancia nutricional y económica, con un ciclo biológico que se completa en dos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alessandro, M. S. (2011). ESTUDIO GENÉTICO Y MOLECULAR DE LA RESPUESTA A LA VERNALIZACIÓN EN ZANAHORIA (*Daucus carota* L.).

Alvarez, A. (2024a, diciembre 17). Riego por aspersión: Definición y elementos principales. Hydro Environment - Innovación Agrícola en un click. <https://hydroenv.com.mx/id408/>

Alvarez, A. (2024b, diciembre 17). Riego por Goteo: Historia, Principios y Ventajas para tu Cultivo. Hydro Environment - Innovación Agrícola en un click. <https://hydroenv.com.mx/id441/>

Andalucía, J. (2022). DATOS BÁSICOS DE LA ZANAHORIA SECTOR HORTÍCOLAS AL AIRE LIBRE. <https://ws142.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servicio/FrontController?ec=default&action=DownloadS&table=11114&element=4186149&field=DOCUMENTO>

Assunção, N. S., Clemente, J. M., Aquino, L. Â. de, Dezordi, L. R., & Santos, L. P. D. dos. (2016). Carrot Yield and Recovery Efficiency of Nitrogen, Phosphorus and Potassium. Revista Caatinga, 29(4). <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n410rc>

BDP. (2023). FICHAS-AGRICULTURA-INTELIGENTE. <https://www.bdp.com.bo/wp-content/uploads/2023/12/FICHAS-AGRICULTURA-INTELIGENTE.pdf>

Chicaiza, O. W. T., & Conteron, D. T. (2023). RESPUESTA DEL CULTIVO DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*) A LA APLICACIÓN DE TRES LÁMINAS DE RIEGO EN LAS TERRAZAS DE BANCO DEL CAMPUS SALACHE-COTOPAXI, 2023.

Coca Morante, M. (2016). Manual práctico en manejo de principales enfermedades de cultivos hortícolas en Bolivia. <https://cebem.org/wp-content/uploads/2017/02/Manual-practico-en-manejo-de-cultivos-hortícolasRED.pdf>

Condado, K. (2024). Podredumbre blanda bacteriana / Zanahoria / Agricultura: Pautas para el manejo de plagas / Programa Estatal de Manejo Integrado de Plagas (MIP) de la UC (UC IPM). <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/carrot/bacterial-soft-rot/#gsc.tab=0>

Cornejo, A.-. (2011). Manual Técnico Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar.

Feng, Q., Hou, X.-L., Wang, G.-L., Xu, Z.-S., Tan, G.-F., Li, T., Wang, Y.-H., Khadr, A., & Xiong, A.-S. (2019). Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family. Recuperado 27 de julio de 2025, de <https://dx.doi.org/10.1038/s41438-019-0150-6>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Forero-Ulloa, F. E., Cely-Reyes, G. E., & Neira-Rodríguez, E. E. (2015). Requerimientos hídricos de la zanahoria (*Daucus carota* L.) durante tres etapas de su desarrollo. CIENCIA Y AGRICULTURA, 12(2), 43. <https://doi.org/10.19053/01228420.4390>
- Gaviola, J. C. (2020). Producción de semillas hortalizas. <https://es.scribd.com/document/501299475/Inta-Produccion-de-semillas-hortalizas-Gaviola-compressed>
- Hussen, A. (2021). The Efficacy of Sowing Date and Planting Density on Yield and Quality Seed Production of Carrot (*Daucus carota* L.) In Highlands of Ethiopia: A Review. J Plant Sci Agri Res, 5(4), 59. https://www.researchgate.net/profile/Arebu_Hussen/publication/36241898_Review_Article_Journal_of_Plant_Sciences_and_Agricultural_Research/links/62ed098088b83e7320adee53/Review-Article-Journal-of-Plant_Sciences-and-Agricultural-Research.pdf
- Instituto Nacional de Estadística. (2025). Cuadros Estadísticos-Agricultura. INE. <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-cuadros-estadisticos/>
- Instituto Nacional de Estadística (INE) y Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT). (2019). Bolivia: Superficie, producción y rendimiento por año agrícola según cultivo. <https://observatorioagro.gob.bo/wp-content/uploads/2021/11/BOLIVIA-SERIE-AGRICOLA-2017-2018p-y-2018-2019p.pdf>
- INIAF. (2024). REGISTRO NACIONAL DE VARIEDADES Y VARIEDADES PROTEGIDAS 2024. <https://iniaf.gob.bo/wp-content/uploads/2024/12/REGISTRO-DE-VARIEDADES-INIAF-2024.pdf>
- Mesa, J. F. V., & Ramirez, G. Z. (2012). PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN EL ORIENTE ANTIOQUEÑO.
- Mohanta, H., Hossain, M., Reza, MH, e Islam, MM (2014). EFECTO DEL ZINC, BORO Y MOLIBDENO EN EL RENDIMIENTO DE SEMILLAS DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.). Revista de Investigación Agrícola de Bangladesh , 38 (4), 563–572. <https://doi.org/10.3329/BJAR.V38I4.18869>
- Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP). (2022). Evaluación Campaña Verano 2021 – 2022 y Pronostico de Producción Campaña Invierno 2022 de los Cultivos de Cebolla, Tomate y Zanahoria. <https://observatorioagro.gob.bo/2022/08/29/evaluacion-campana-verano-2021-2022-y-pronostico-de-produccion-campana-invierno-2022-de-los-cultivos-de-cebolla-tomate-y-zanahoria/>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pérez Tapia, C. A. (2011). EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PRE Y POST EMERGENTES SOBRE ZANAHORIAS (*Daucus carota* L.) MINIATURA Y ESTANDAR [De Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112798/MEMORIA%20TITULO%20CAROLINA%20PEREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Regaber. (2025). Zanahoria · Regaber. Regaber. <https://regaber.com/zanahoria/>
- Silva, V. (2017). Manual para el Productor EL CULTIVO DE LAS HORTALIZAS.
https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortaliz.as.pdf
- Tian, Z., Dong, T., Wang, S., Sun, J., Chen, H., Zhang, N., & Wang, S. (2024). A comprehensive review on botany, chemical composition and the impacts of heat processing and dehydration on the aroma formation of fresh carrot. Food Chemistry: X, 22, 101201.
<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101201>
- Tinoco Azanza, V. A. (2020). Efecto de la densidad poblacional en parámetros morfológicos y agronómicos de la zanahoria (*Daucus carota*) en la granja Santa Inés.
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16150/1/TTUACA-2020-IA-DE00033.pdf>
- Trayanov, Al. (2019). Generative development of carrots (*Daucus carota* L.) during seed production depending on the fertilization. Agricultural Science and Technology, 11(3), 211–216. <https://doi.org/10.15547/AST.2019.03.036>
- Urbano Fernández, I. (2017). Determinación específica de Meloidogyne causante de la deformación radicular en zanahoria (*Daucus carota*). Pongora, 2744 msnm Ayacucho.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/087ffae-b388-4940-81a4-e2679a7309a1/content>
- Torres Suárez, G., & Suasnabar Astete, C. (2022). Fitosanidad del cultivo de zanahoria. Universidad Nacional del Centro del Perú.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/8083>



El futuro está en el campo



INIAF – MDRyT



iniaz.mdryt



iniaz.mdryt



iniaz.gob.bo



Dirección: Calle Cañada Strongest, Esquina Otero de la Vega, N° 1573.
Teléfono: 2 2148913 - 2 2124404-2 2113629 - 2 2124341.