



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

**inia** Instituto  
Nacional de  
Innovación  
Agraria

# GUÍA DE CONSERVACIÓN DE **SEMILLAS DE TARWI EN EL** BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIA



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
DIRECCIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA

**GUÍA DE CONSERVACIÓN DE  
SEMILLAS DE TARWI EN EL  
BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIA**

## GUÍA DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS DE TARWI EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIA

### MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO

**Ministro de Desarrollo Agrario y Riego**  
Felipe César Meza Millán

**Viceministro de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario**  
Jorge Luis Sáenz Rabanal

**Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego**  
Orlando Hernán Chirinos Trujillo

**Presidente Ejecutivo del Instituto Nacional de Innovación Agraria**  
Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

**Primera edición digital:**  
Junio, 2026

**Publicado:**  
Junio, 2026

**Disponible en:**  
<https://repositorio.inia.gob.pe/>

**ISBN:**  
-

**Editado por:**  
Av. La Molina 1981, Lima-Perú  
Teléf. (511) 240-2400  
[www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)  
Equipo Técnico de Edición y Publicaciones  
Janet Flores / **Teléfono:** 964173509 / **Correo electrónico:** comite\_publicaciones@inia.gob.pe

Todos los derechos reservados.  
Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso

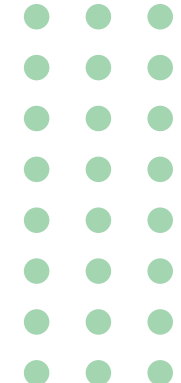
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2026-06118

**Autores:** Eunice D. Peña-Elme, Kevin A. Ortega-Quispe, Nery A. Amaro-Camarena, Solanch R. Patricio-Rosales, Lucia C. Enríquez-Pinedo, Miguel A. Mayco-Toykin, Rita C. Girón-Aguilar / **Editora general:** Emely E. Lazo-Torreblanca / **Revisión de contenido:** Marko G. García Gutierrez / **Diseño y diagramación:** Luis E. Calderon Paredes

# Tabla de contenido



	Presentación	7
1.	Introducción	9
2.	Colección de Tarwi del Banco de Germoplasma del INIA	11
3.	Conservación de semillas ortodoxas	13
4.	Colecta	17
5.	Limpieza	19
6.	Registro	21
7.	Determinación de humedad	23
8.	Secado	25
9.	Prueba de germinación	29
10.	Almacenamiento	35
11.	Monitoreo	37
12.	Regeneración	39
13.	Referencias bibliográficas	41
14.	Anexo	45





# Presentación



El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), organismo técnico especializado del estado peruano adscrito al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) y ente rector del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA), cumple la misión de gestionar la innovación y valorar la agrobiodiversidad mediante el desarrollo y transferencia de tecnologías que contribuyan al desarrollo sostenible del sector agrario nacional.

La Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología (DRGB) es el órgano de línea a cargo de conducir la colección, identificación, evaluación y conservación de las especies cultivadas o domesticadas continentales, con la finalidad de poner en valor los recursos genéticos de la agrobiodiversidad. En el cumplimiento de tal función, esta Dirección ejecutó el proyecto Mejoramiento de los servicios de investigación en la caracterización de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en 17 departamentos del Perú (ProAgrobio), que incluyó acciones de investigación y difusión de sus resultados.

En el contexto de dicho proyecto, en la Estación Experimental Agraria Santa Ana (Huancayo, Junín) se instaló la colección nacional de accesiones de tarwi, cuyas semillas son conservadas siguiendo los procedimientos descritos en el presente documento denominado **“Guía de conservación de semillas de tarwi en el Banco de Germoplasma del INIA”**, que resume la experiencia acumulada de más de dos décadas por los especialistas del INIA responsables de dicha conservación. Por lo tanto, el INIA pone este documento a disposición de investigadores, profesionales, productores y público en general interesados en la conservación y valoración de la diversidad de este grano andino que puede contribuir a la seguridad alimentaria.

**Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.**  
Presidente Ejecutivo  
Instituto Nacional de Innovación Agraria



# 1. Introducción

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa endémica de la región andina de América del Sur (Gulisano et al., 2023). En los últimos años, se ha posicionado como un superalimento debido a su alto contenido de proteínas y ácidos grasos y es un alimento que contiene cantidades significativas de Fe, Zn y B en sus semillas (Vera-Vega et al., 2022). Numerosos estudios han investigado el perfil nutricional y las aplicaciones potenciales de sus semillas en un amplio rango de productos de uso final, desde proteínas, aceites y aditivos alimenticios hasta cosméticos, medicinas y biopesticidas (Gulisano et al., 2023). Su potencial agroindustrial, sumado a su valor nutricional, determinan que el cultivo del tarwi sea de interés, tanto en el ámbito nacional, como en el internacional.

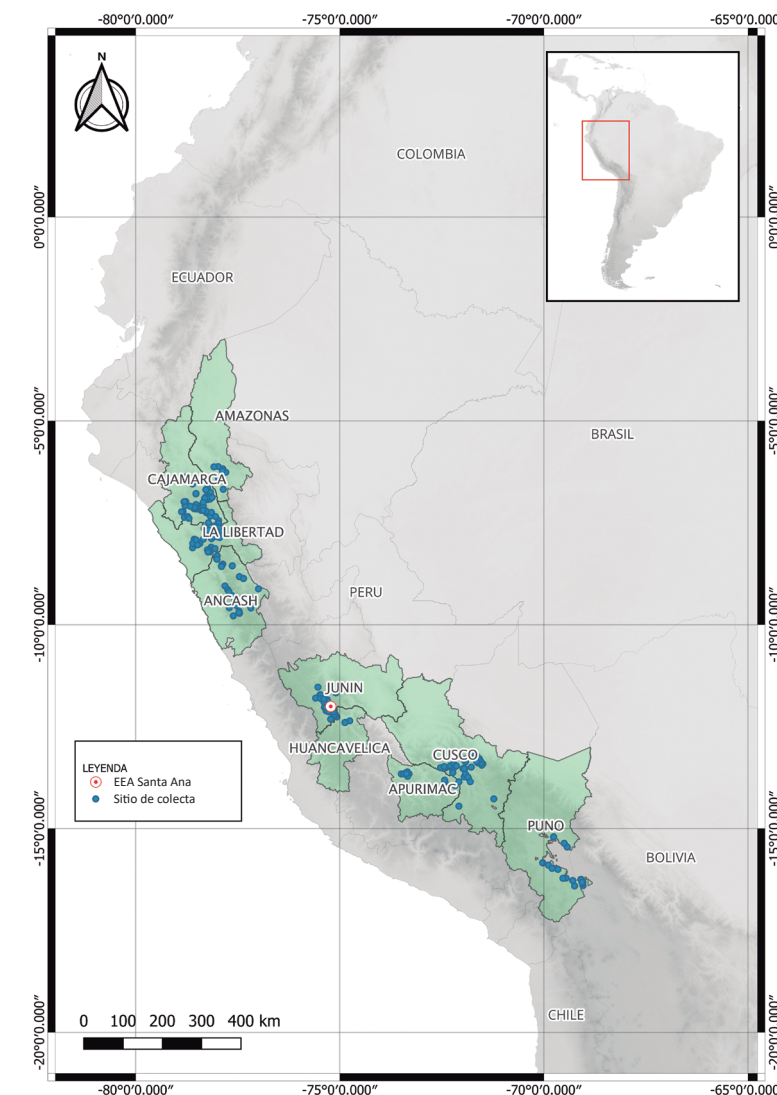
La producción nacional de tarwi en 2020 fue de 15 809 t, con una superficie cosechada de 11 307 ha y un rendimiento promedio de 1398 kg/ha; concentrándose el 85 % de la producción en los departamentos de La Libertad, Cusco, Apurímac, Puno y Huánuco (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2021).

Los bancos de germoplasma salvaguardan colecciones de recursos genéticos con el propósito general de conservar y, a largo plazo, hacer accesible el germoplasma para mejoradores, investigadores y otros usuarios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2014). Con esa orientación, el Banco de Germoplasma del INIA cuenta con una colección de tarwi cuya finalidad es conservar la diversidad genética de dicha especie y su puesta en valor a través de las investigaciones orientadas a la identificación de accesiones promisorias por características relacionadas con la precocidad, la productividad, la tolerancia a plagas y enfermedades, el contenido de nutrientes minerales, proteínas, grasas y alcaloides; y la adaptación al cambio climático en nuestro país.

La conservación de semillas es un componente importante de la gestión de esta colección y sus aspectos técnicos más relevantes son presentados en este documento.

## 2. Colección de Tarwi del Banco de Germoplasma del INIA

El Banco de Germoplasma del INIA incluye una colección de tarwi conformada por 1057 accesiones que fueron colectadas entre 1979 a 1981 en los departamentos de Amazonas (9), Áncash (109), Apurímac (26), Cajamarca (310), Cusco (321), Huancavelica (9), Junín (106), La Libertad (70) y Puno (97) (Figura 1). Esta colección es conservada en la Estación Experimental Agraria Santa Ana, distrito El Tambo, provincia Huancayo, departamento Junín.



**Figura 1.** Procedencia de las accesiones de la colección de tarwi (*L. mutabilis*) del Banco de Germoplasma del INIA conservada en la Estación Experimental Agraria Santa Ana (Huancayo, Junín)



### 3. Conservación de semillas ortodoxas



La mayoría de especies hortícolas y de cultivos anuales o bienales producen semillas ortodoxas, entre las que se encuentran las legumbres (Walters y Towill, 2016) y, por ende, las semillas de tarwi.

Las semillas ortodoxas se caracterizan porque es posible hacerlas secar hasta contenidos de humedad de 10 % o menos y en esta condición, almacenarlas con éxito a temperaturas de subcongelación (Bonner, 2008). Estas semillas pasan por un periodo de secado durante su maduración, pueden resistir la deshidratación hasta 5 % de humedad y pueden almacenarse hasta por varias décadas a temperaturas de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Berjak y Pammenter, 2010).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) ha normado las condiciones requeridas para el almacenamiento de semillas ortodoxas considerando dos alternativas:

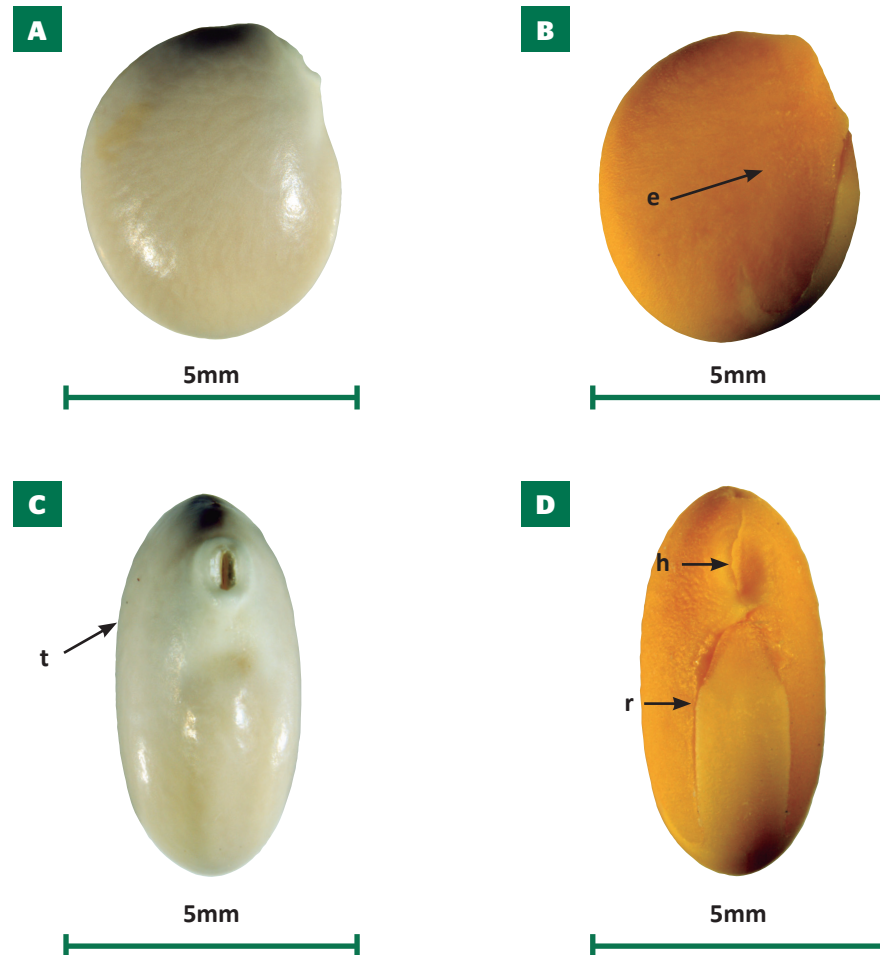
**Temperatura de  $-18 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa del  $15 \pm 3\text{ }%$**  para almacenamiento a largo plazo de muestras de colecciones base, dentro de recipientes herméticos.

**Temperatura de  $5-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa de  $15 \pm 3\text{ }%$**  para almacenamiento a mediano plazo de muestras de colecciones activas, dentro de recipientes no necesariamente herméticos.

El conocimiento de las funciones de las diferentes estructuras de la semilla (Figura 2) contribuye al manejo apropiado de las mismas, teniendo especial importancia la cubierta seminal, conocida como testa, cuya función es proteger a la semilla de patógenos e insectos, por lo que debe evitarse dañarla durante la limpieza (Motis, 2010).

La conservación de semillas se realiza en un banco de semillas para:

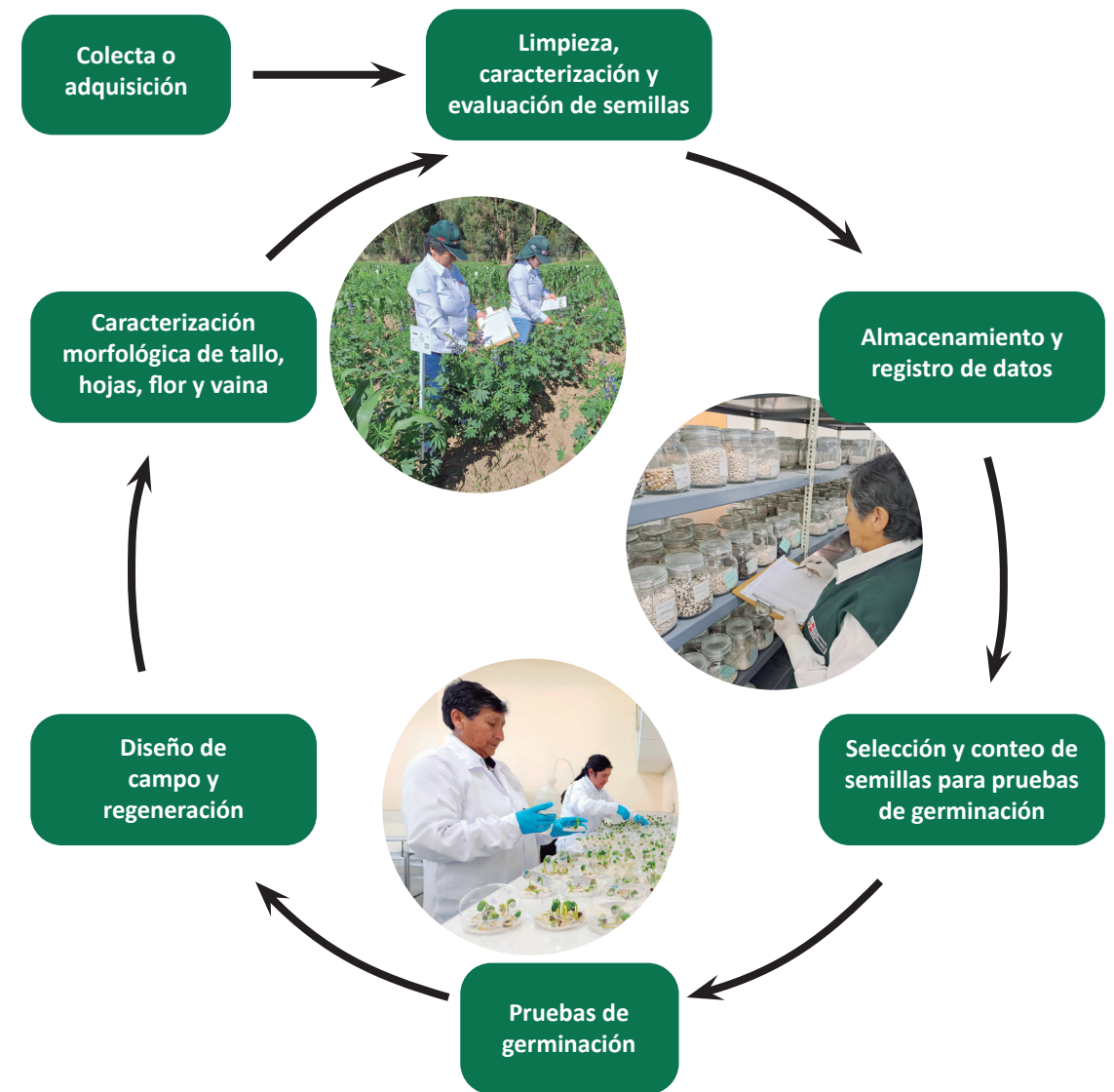
- Controlar la erosión o pérdida de la variabilidad genética.
- Preservar y mantener viables las semillas.
- Tener germoplasma disponible para los programas de mejoramiento genético.



**Figura 2.** Partes de una semilla de tarwi (*L. mutabilis* 'INIA 445-Masacanchino'): (A) Vista superior con testa, (B) vista superior sin testa, (C) vista lateral con testa y (D) vista lateral sin testa

**Nota:** e: endospermo, h: hilo, t: testa, r: radícula.

El proceso de la conservación de semillas está resumido en la Figura 3 y descrito en las siguientes secciones.



**Figura 3.** Proceso de conservación de semillas de la colección de tarwi del Banco de Germoplasma del INIA



## 4. Colecta

La colecta de germoplasma es el proceso de obtención de muestras de semilla representativas de poblaciones vegetales silvestres o variedades de especies cultivadas, asegurándose que las semillas sean viables, es decir, que puedan germinar y originar plantas semejantes a las plantas madre si son sembradas en ambientes similares (Rojas y Pinto, 2010). Las fuentes de recolección principales son campos y almacenes de agricultores, pero también es posible obtener muestras en ferias rurales, mercados y lugares de expendio, así como también en hábitats silvestres y en poblaciones silvestres y semisilvestres presentes en las parcelas de los agricultores (*ibidem*). La colecta de germoplasma se hace para conservar la diversidad de la especie, para obtener germoplasma que pueda usarse en mejoramiento genético o para encontrar poblaciones que no estén disponibles en bancos de germoplasma (Rojas y Pinto, 2010, citando a Sevilla y Holle, 2004).

La recolección de las semillas debe hacerse cuando éstas se encuentren completamente maduras (Figura 4). La madurez se reconoce por el color amarillo de las vainas y cuando al mover la planta, se oye el sonido del movimiento de los granos dentro de las vainas (Tineo, 2002).

Es necesario mantener un registro de la información relacionada con la procedencia de las muestras colectadas, denominada datos de pasaporte. Esta información es consignada en un formulario denominado Ficha de Recolección de Germoplasma (Anexo 1). Dicho formulario cuenta con la información mínima necesaria sobre los datos de procedencia de las poblaciones colectadas y datos morfológicos y etnobotánicos necesarios para la caracterización (Rojas y Pinto, 2010, citando a Rojas, 2002).



Figura 4. Semillas de tarwi maduras aptas para ser colectadas para su conservación como germoplasma



## 5. Limpieza

La limpieza consiste en eliminar las impurezas que acompañan a las semillas colectadas, como semillas de otras especies, semillas anormales (pequeñas, malformadas, quebradas, enfermas), restos vegetales, insectos, tierra, arena, etc. (Doria, 2010). Esta limpieza debe hacerse inmediatamente después de la colecta o antes del ingreso de las semillas al banco de germoplasma (Figura 6) para asegurar la calidad y la pureza del material genético que se va a conservar.



**Figura 6.** Limpieza de semillas de tarwi para asegurar su pureza antes de iniciar su conservación como germoplasma



## 6. Registro

Consiste en asignar a cada una de las muestras que ingresan al banco de germoplasma el número de accesión que la identifica y se vincula al registro de la información necesaria para el inventario, la conservación, la distribución y otros aspectos del manejo del germoplasma (Rao et al., 2007).

El germoplasma se identifica con:

- Número de accesión.
- Peso total de la muestra.
- Porcentaje de germinación.
- Porcentaje de humedad.
- Fecha de la última siembra.
- Fecha de ingreso a la cámara fría.





## 7. Determinación de humedad

El contenido de humedad de las semillas es el factor más importante que determina la velocidad de su deterioro y su longevidad en condiciones de almacenamiento, por lo que es importante determinarlo antes de almacenarlas para predecir su potencial de vida en almacenamiento (Rao et al., 2007). En relación con esto, se ha establecido que, con contenidos de humedad entre 5 % y 14 %, por cada incremento de 1 % en el contenido de humedad, la vida de la semilla se reduce a la mitad (Harrington, 1972).

Actualmente, en varios bancos de germoplasma se utilizan sensores de humedad digitales (Figura 7) para calcular el contenido de humedad de las semillas, cuyo fundamento es el hecho que las semillas ganan o pierden humedad rápidamente, dependiendo de su entorno (Rao et al., 2007).



**Figura 7.** Uso de un medidor de humedad digital para la determinación del contenido de humedad de semillas de tarwi



## 8. Secado

El secado consiste en reducir el contenido de humedad de las semillas al nivel recomendado para el almacenamiento, con el objetivo de evitar su deterioro e incrementar su longevidad (Rao et al., 2007). Con esto se reduce la frecuencia de regeneración del material genético.

Existen varios métodos de secado de semillas y la elección del método a utilizar en una instalación debe hacerse después de considerar factores como el equipo disponible, el número y tamaño de las muestras a procesar, las condiciones climáticas locales y del costo de mantenimiento.

El desecamiento de las semillas ortodoxas se lleva a cabo en dos etapas:

### PRESECADO BAJO SOMBRA

El presecado bajo sombra es la forma más efectiva de reducir el contenido de humedad en las semillas hasta un 10 % y esto se realiza bajo condiciones ambientales de 25 °C y 39 % de humedad relativa, siendo más eficiente el proceso de presecado, cuanto más baja sea la humedad del ambiente (Instituto Nacional de Investigación Agraria [INIA], 2004).



## SECADO MEDIANTE GEL DE SÍLICE

El secado de semillas en cámaras con gel de sílice es un método económico y eficiente para deshidratar semillas para su conservación como germoplasma (Bacchetta et al., 2008). El procedimiento utilizado está basado en el descrito por Rao et al. (2007), con algunas modificaciones:

- Coloque el gel de sílice con autoindicador anaranjado y seco en un desecador o frasco de vidrio con cierre hermético (Figura 8). El peso del gel de sílice debe ser tres veces mayor al de las semillas para acelerar el secado de las mismas.
- Coloque las semillas en sobres manila con su respectivo código y consérvelas cerca al gel de sílice.
- Mantener el desecador a temperatura fresca (aproximadamente 20 °C).
- Cambie el gel de sílice a diario o cuando este se torne blanco.
- Haga secar el gel de sílice calentándolo a 100 °C hasta que adquiera el color anaranjado intenso. Deje que se enfríe en un recipiente hermético antes de reutilizarlo.
- Deje las semillas en el recipiente con el gel de sílice hasta que el contenido de humedad esté en el rango requerido (4% a 8 %). Este porcentaje de humedad es un requisito previo para el almacenamiento.
- Empaque las semillas en recipientes adecuados cuando estas hayan alcanzado el contenido de humedad recomendado, verificando que el porcentaje de germinación y la sanidad de la semilla sean aceptables.



Figura 8. Desecador con gel de sílice utilizado para el secado de semillas de tarwi



# 9. Prueba de germinación

La prueba de germinación es el método más exacto y confiable para determinar la viabilidad de las semillas al calcular la proporción de aquellas que pueden germinar en condiciones favorables y producir plántulas normales (Rao et al., 2007). En la Colección de Tarwi del Banco de Germoplasma del INIA la prueba de germinación consiste en el procedimiento indicado en la (Figura 9). La germinación se verifica al observar la formación de la radícula (Figura 10). El resultado de la prueba se expresa como porcentaje de germinación.

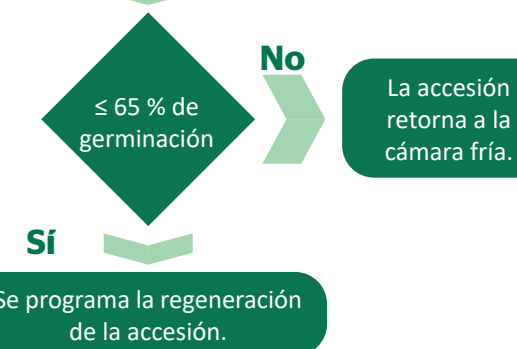
Como se verá más adelante, el monitoreo de la viabilidad de las semillas almacenadas requiere de varias pruebas de germinación, realizándose la primera antes de iniciar el almacenamiento y, las posteriores, cada dos años.

1. Preparación de accesiones a evaluar:
  - ✓ Revisión del registro de pruebas de germinación.
  - ✓ Elaboración de la lista de accesiones a evaluar.
  - ✓ Retiro de recipientes de la cámara fría.

2. Preparación de muestras a evaluar:
  - ✓ Determinación de la cantidad de semilla.
  - ✓ Rotulado de placas Petri.
  - ✓ Desinfección de semillas.

3. Prueba de germinación:
  - ✓ Colocación de semillas y humedecimiento.
  - ✓ Ingreso a la incubadora.

4. Evaluación:
  - ✓ Primera evaluación al tercer día.
  - ✓ Segunda evaluación al décimo día.



**Figura 9.** Diagrama de flujo de la prueba de germinación para semillas de tarwi del Banco de Germoplasma del INIA

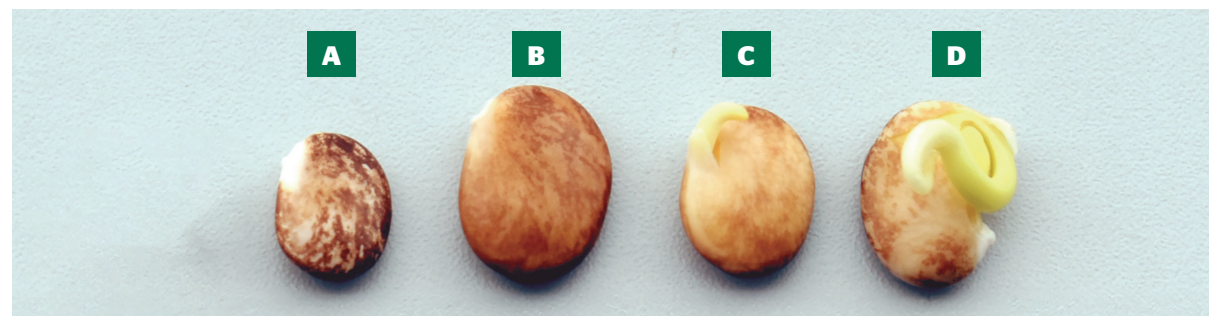


Figura 10. Proceso de germinación de la semilla de tarwi: (A) Semilla seca, (B) semilla hidratada, (C) inicio de la germinación y (D) crecimiento inicial de la radícula

## PREPARACIÓN DE MUESTRAS A EVALUAR

**Determinación de la cantidad de semilla.** Para determinar la cantidad de semilla a utilizar en la prueba de germinación se debe tener en cuenta:

- La cantidad de semillas existentes por accesión para determinar el tamaño de la muestra para la prueba y el número de pruebas, según lo indicado en la Tabla 1.
- La uniformidad física de las semillas existentes (presencia de vanas e infestadas).
- Las condiciones de almacenamiento.

En la colección de tarwi, normalmente, se toman 10 semillas como muestra, con cinco repeticiones por accesión.

Tabla 1. Determinación del tamaño de muestra de semillas de una accesión para realizar la prueba de germinación (Davies et al., 2015)

Tamaño de la accesión <sup>1</sup>	Tamaño de prueba <sup>2</sup>	Número de pruebas <sup>3</sup>
≥ 1000	25 - 50	4-10
≥ 500	25	2-4
≥ 250	10	2-4
< 250	No hacer prueba	0

**Nota.** (¹) Número de semillas de la accesión, excluyendo vanas e infestadas. (²) Número de semillas para la prueba, excluyendo vanas e infestadas. (³) No debe usarse más del 10 % de la colección.

**Rotulado de placas Petri.** Es un paso necesario para identificar la accesión a la que pertenecen las semillas colocadas en cada placa Petri.

**Desinfección de semillas.** Sumergir las semillas en hipoclorito de sodio (NaClO) al 7 % por 10 minutos y enjuagar con agua destilada durante 2 minutos.

## PRUEBA DE GERMINACIÓN

Colocación de semillas y humedecimiento. Esto consiste en los siguientes pasos:

- Por cada placa Petri utilizada en la prueba de germinación, se debe recortar un círculo de papel del diámetro de la placa y se colocará en el fondo de la misma (Figura 11). El material empleado puede ser papel filtro —con una conductividad inferior a 40 mS/m y un pH entre 6.0 y 7.5— o papel toalla blanco de doble capa. Cabe mencionar que esta actividad debe realizarse en un medio aséptico.
- Desinfectar la placa con alcohol de 70°.
- Humedecer el papel con agua destilada, colocar las semillas en posición y, finalmente, colocar la tapa rotulada.
- Colocar la placa en la incubadora.

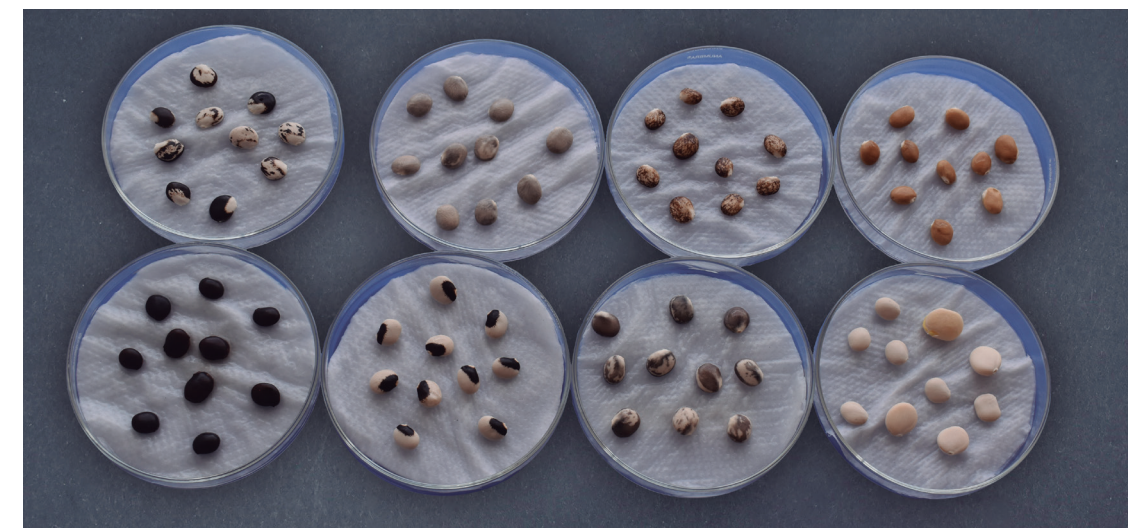


Figura 11. Placas Petri con semillas de tarwi dispuestas para una prueba de germinación

## EVALUACIÓN

- Contar las semillas germinadas (Figura 12), asegurándose de observar el desarrollo de la radícula y determinar si tiene una longitud mayor a 3 mm.
- Se recomienda realizar la evaluación cada tres días, considerando las siguientes variables: porcentaje de semillas germinadas, porcentaje de semillas con buen vigor, porcentaje de semillas enfermas y porcentaje de semillas anormales o duras.
- Los conteos se realizan en las semillas distribuidas en tres placas petri, y los resultados se expresan como el porcentaje respecto al número total de semillas evaluadas.



**Figura 12.** Prueba de germinación con semillas de tarwi: (A) Placas Petri con semillas en prueba, (B) observación de la germinación y (C) semillas germinadas y no germinadas



# 10. Almacenamiento

El almacenamiento de semillas consiste en conservarlas en condiciones ambientales controladas que permitan mantener su viabilidad durante períodos prolongados, lo cual, por lo general, se logra con un contenido de humedad bajo y una temperatura baja; es así como las colecciones base son almacenadas a temperaturas entre  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y las colecciones activas pueden almacenarse en diferentes combinaciones de temperatura (entre  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y contenido de humedad de la semilla (entre 3 % y 11 %, en base fresca) que garantizan una viabilidad de por lo menos 65 % durante 10-20 años (Rao et al., 2007).

El contenido de humedad recomendado para la conservación de semillas de tarwi es de 4-7 % para la conservación a largo plazo (más de 10 años) y de 7-8 % para la conservación a medio plazo (menos de 10 años). En la colección de semillas de tarwi se almacenan las semillas con un contenido de humedad de 10-12 % y un porcentaje de germinación inicial de 95 %. Las semillas con estas características son envasadas en frascos herméticos con las etiquetas de identificación correspondientes (Figura 13) y estos frascos son puestos en la cámara fría a una temperatura entre  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Figura 13. Semillas de tarwi almacenadas en frascos de vidrio con tapa hermética en el Banco de germoplasma del INIA

# 11. Monitoreo

Considerando que la viabilidad de las semillas disminuye durante el almacenamiento y que la cantidad de semillas disponibles disminuye con el retiro de semillas para distribución y para realizar las pruebas de germinación, se hace necesaria la verificación regular de la calidad (viabilidad) y cantidad (número o peso) de las semillas almacenadas con el objetivo de determinar si es necesario regenerar o multiplicar una accesión (Rao et al., 2007). En la Colección de Tarwi del Banco de Germoplasma del INIA, el monitoreo de la calidad incluye la determinación de la viabilidad de las semillas almacenadas cada dos años mediante una prueba de germinación, cuyos resultados pueden ser contrastados con una escala de viabilidad (Tabla 2). El criterio de decisión aplicado en este monitoreo depende del porcentaje de germinación. Si dicho valor es mayor que 65 % para una accesión, se decide mantenerla almacenada y si es igual o menor que 65 %, se decide programar su regeneración. Con respecto al monitoreo de la cantidad de semillas almacenadas, éste consiste en mantener actualizado el registro de entradas y salidas (Figura 14).

**Tabla 2.** Escala de viabilidad de semillas de tarwi según el resultado de la prueba de germinación

ESCALA	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	CALIFICACIÓN
1	95-100	Alto
2	66-94	Moderado
3	≤ 65	Bajo



**Figura 14.** Monitoreo de las semillas de tarwi del Banco de Germoplasma del INIA almacenadas en frascos de vidrio con cierre hermético



# 12. Regeneración

La regeneración del germoplasma consiste en la siembra y cosecha de semillas con las mismas características de la muestra original con el objeto de incrementar la cantidad de semillas disponibles (Rao et al., 2007). Debe llevarse de tal manera que se mantenga la integridad genética de la accesión cuyo germoplasma se quiere regenerar (Macías-Quiroz, 2017).

En la colección de germoplasma de tarwi se programa la regeneración de una accesión cuando su porcentaje de germinación es menor o igual que 65 %. La regeneración comienza tomando 150 semillas, que son sembradas en una parcela de 20 m<sup>2</sup>, colocando 3 semillas por golpe, con los distanciamientos de 90 cm entre surco y 80 cm entre plantas. Es imprescindible sembrar dos líneas de maíz alrededor de la parcela de cada accesión. Con esto se evita el cruzamiento entre accesiones y se asegura la autenticidad y representatividad genética de la accesión regenerada. La parcela debe ser identificada y señalizada correctamente.





# 13. Referencias bibliográficas



Bacchetta, G., Ballesteros, D., Belletti, D. P., Brullo, S., Bueno-Sánchez, A., Cagelli, L., Cano-Castillo, M., Carasso, V., Carrió, E., Casas, J. L., Caujapé Castells, J., Cervelli, C., Draper, D., Escribà-Baeza, M. C., Fenu, G., Gómez-Campo, C., Gorian, F., Grillo, O., Güemes, J., Jiménez-Alfaro, B., Marques, I., Mattana, E., Mulè, P., Nepi, M., Pacini, E., Pavone, P., Piotto, B., Pontecorvo, C., Prada, A., Serrano Martínez, F., Venora, G., Vietto, L., y Virevaire, M. (2008). *Conservación ex situ de plantas silvestres*. Obra Social La Caixa y Gobierno del Principado de Asturias. Red Ambiental de Asturias. [https://medioambiente.asturias.es/detalle-publicaciones/-/categories/766752?\\_com\\_liferay\\_asset\\_categories\\_navigation\\_web\\_portlet\\_AssetCategoriesNavigationPortlet\\_articleId=783125&articleId=783125&title=Conservaci%C3%B3n%20ex%20situ%20de%20plantas%20silvestres](https://medioambiente.asturias.es/detalle-publicaciones/-/categories/766752?_com_liferay_asset_categories_navigation_web_portlet_AssetCategoriesNavigationPortlet_articleId=783125&articleId=783125&title=Conservaci%C3%B3n%20ex%20situ%20de%20plantas%20silvestres)

Berjak, P., y Pammenter, N. W. (2010). Semillas ortodoxas y recalcitrantes. En J. A. Vozzo (Ed.), *Manual de semillas de árboles tropicales* (pp. 143-156). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Bonner, F. T. (2008). Storage of Seeds. En F. T. Bonner y R. P. Karrfalt (Eds.), *The Woody Plant Seed Manual* (Chapter 4, pp. 85-95). Agriculture Handbook 727. United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service. <https://www.fs.usda.gov/nsl/Wpsm%202008/Chapter%204.pdf>

Davies, R., Di Sacco, A., y Newton, R. (2015). *Germination testing: procedures and evaluation*. Technical Information Sheet 13a. Millennium Seed Bank Partnership. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29338.85440>

Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: Su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362010000100011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011)

Gulisano, A., Lippolis, A., van Loo, E. N., Paulo, M.-J., y Trindade, L. M. (2023). A genome wide association study to dissect the genetic architecture of agronomic traits in Andean lupin (*Lupinus mutabilis*). *Frontiers in Plant Science*, 13, 1099293. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1099293>

Harrington, J. F. (1972). Seed Storage and Longevity. En T. T. Kozlowski (Ed.), *Seed Biology Volume III Insects, and Seed Collection, Storage, Testing, and Certification* (pp. 145-245). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-395605-7.50009-0>

Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). (2004). *Conservación de semillas ortodoxas*. Hoja divulgativa N° 14. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). <https://hdl.handle.net/20.500.12955/273>

Macías-Quiroz, E. (2017). *Identificación del manejo y conservación de semilla de arroz (Oriza sativa), para mantener su potencial genético en bancos de germoplasma* [Trabajo de titulación, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio digital de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/686>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2021). Análisis de mercado – Tarwi 2021. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/1213>

Motis, T. (2010). *Almacenamiento de semillas. Pasos y tecnologías*. Nota técnica # 63. Notas técnicas de ECHO. Educational Concerns for Haiti Organization (ECHO). <https://www.echocommunity.org/es/resources/91570760-fc0c-40e1-ac78-a21034033994>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* (edición revisada). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/3/i3704s/i3704s.pdf>

Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M. E., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). *Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma*. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8. Bioversity International. <https://hdl.handle.net/10568/1946>

Rojas, W., y Pinto, M. (2010). Colecta de germoplasma. En W. Rojas, J. L. Soto, M. Pinto, M. Jäger y S. Padulosi (Eds.), *Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia* (pp. 39-53). Bioversity International. <https://hdl.handle.net/10568/104701>

Tineo, J. I. (2002). *Cultivo del tarwi* (2.ª ed.). Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/899>

Vera-Vega, M., Jimenez-Davalos, J., y Zolla, G. (2022). The micronutrient content in underutilized crops: the *Lupinus mutabilis* Sweet case. *Scientific Reports*, 12, 15162. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19202-8>

Walters, C., y Towill, L. (2016). Seeds and Pollen. En K. C. Gross, C. Y. Wang y M. Saltveit (Eds.), *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. Agricultural Handbook Number 66 (Revised February 2016). United States Department of Agriculture (USDA).



# 14. Anexo

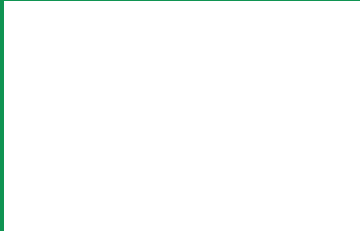
**Anexo 1.** Ficha de Recolección de Germoplasma utilizada por el INIA para registrar información de cada accesión que ingresa a la Colección de Germoplasma de Tarwi.

## FICHA DE RECOLECCIÓN DE GERMOPLASMA

01. CÓDIGO NACIONAL		02. FECHA DE INGRESO	
03. EXPEDICIÓN			
04. PAÍS		05. FECHA DE COLECTA	
06. NOMBRE DE COLECTORES			
		07. CÓDIGO DE COLECTA	
08. NOMBRE (S) LOCAL (ES)			
09. IDIOMA		10. GRUPO ÉTNICO	
11. GÉNERO		12. ESPECIE	
13. SUBESPECIE/VARIEDAD/TIPO			
14. PAÍS		15. DEPARTAMENTO	
16. PROVINCIA		17. DISTRITO	
18. LOCALIDAD			
19. PREFERENCIA	A..... km de ..... en dirección ..... (N/S/E/O)		
20. LATITUD		21. LONGITUD	
22. ALTITUD			
23. MAPA Y REFERENCIA DEL MISMO			
24. CATEGORÍA DE LA MUESTRA			
① SILVESTRE                      ② MALEZA                      ③ LÍNEA MEJORADA ④ RAZA NATIVA                      ⑤ CULTIVAR AVANZADO                      ⑥ OTRO .....			
25. FUENTE DE LA MUESTRA			
A) HABITAT SILVESTRE			
① BOSQUE    ② ARBUSTOS    ③ PRADERA    ④ DESIERTO    ⑤ TUNDRA			
B) TIPO DE PREDIO			
① CAMPO    ② HUERTO    ③ JARDÍN    ④ BARBECHO    ⑤ PASTURA    ⑥ ALMACÉN			
C) MERCADO			
① CIUDAD    ② PUEBLO    ③ URBANO    ④ OTRO .....			
D) UNIVERSIDAD/INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN .....			
E) OTRO .....			

<b>26. PARTES ÚTILES DE LA PLANTA</b>		
① TALLO/TRONCO	② RAMA	③ HOJA
④ CORTEZA	⑤ RIZOMA	⑥ FLOR/INFLORESCENCIA
⑦ FRUTO	⑧ SEMILLA	⑨ RIZOMA
⑩ TUBÉRCULO	⑪ OTRAS (especificar) .....	
<b>27. USOS DE LA PLANTA</b>		
① ALIMENTICIO	② MEDICINAL	③ TINTOREO
④ BEBIDA	⑤ FIBRA	⑥ CONSTRUCCIÓN
⑦ ARTESANAL	⑧ FORRAJE	⑨ BIOCIDA
⑩ CULTURAL	⑪ ORNAMENTAL	
⑫ LEÑA	⑬ OTRO (especificar) .....	
<b>28 TIPO DE MUESTRA</b>		
① SEMILLA	② MATERIAL VEGETATIVO .....	③ OTRO .....
	(Especificar)	(Especificar)
<b>29. NÚMERO DE PLANTAS ENCONTRADAS:</b>	<b>30. TIPO DE MUESTREO:</b>	<b>31. NÚMERO DE PLANTAS MUESTREADAS:</b>
1. Por sitio <input type="text"/>	1. Al azar <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. Tamaño/área del sitio (m <sup>2</sup> ) <input type="text"/>	2. Otro .....	
<b>32. SE TOMARON FOTOGRAFÍAS</b> ① SÍ ② NO   <b>NÚMEROS DE FOTOGRAFÍAS TOMADAS</b> <input type="text"/>		
<b>33. PRÁCTICAS DE CULTIVO:</b>		
① Roza/Tumba/Quema ② Irrigación ③ Transplante ④ Terrazas ⑤ Temporal/Secano		
<b>34. ÉPOCAS DE PRODUCCIÓN (aproximado)</b>		
1. Mes(es) de siembra .....		
2. Mes(es) de cosecha .....		
<b>35. OBSERVACIONES DEL SUELO:</b>		
① Textura: .....		
② Pedregosidad: .....		
③ Drenaje: .....		
④ Profundidad: .....		
⑤ Color: .....		
⑥ pH: .....		
<b>36. FISIOGRAFÍA</b>		
1. Aspecto: .....		
2. Pendiente: .....		
<b>37. RELIEVE FOTOGRÁFICO</b>		
① TEXTURA		
② DRENAJE		
③ COLOR		
④ ONDULADO		
⑤ PEDREGOSIDAD		
⑥ PROFUNDIDAD		
⑦ PH		
⑧ OTRO (especificar) .....		
<b>38. OTROS CULTIVOS EN EL ÁREA O EN ROTACIÓN:</b>		
<b>39. PESTES/PATÓGENOS:</b>		
<b>40. NOMBRE Y/O DIRECCIÓN DEL AGRICULTOR:</b>		
<b>41. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA POR</b>		
<b>42. INSTITUCIÓN</b>	<b>43. FECHA</b>	
<b>44. OBSERVACIONES</b>		





**D. : Av. La Molina 1981, La Molina**  
T. : (511) 240-2400  
[www.gob.pe/inia](http://www.gob.pe/inia)



PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

**inia** Instituto Nacional de Innovación Agraria

