

Manual de manejo agronómico del yacón

(*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson)



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

EL PERÚ PRIMERO

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA - DRGB

Manual de manejo agronómico del yacón

(Smallanthus sonchifolius (Poepp. & Endl.) H. Robinson)

Proyecto 092_PI

“Variación del contenido de fructooligosacáridos (FOS) en accesiones promisorias de yacón: caracterización, clonamiento y análisis funcional de un fragmento de ADN complementario de la hidrolasa responsable de su degradación”.

MANUAL DE MANEJO AGRONÓMICO DEL YACÓN (*SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS* (POEPP. & ENDL.) H. ROBINSON)

Ministerio de Agricultura y Riego

Ministro de Agricultura y Riego

Ing. Jorge Luis Montenegro Chavesta

Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego

Econ. Carlos Alberto Ynga La Plata

Viceministra de Políticas Agrarias

Econ. Paula Rosa Carrión Tello

Jefe del INIA

Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph. D.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Proyecto 092_PI

“Variación del contenido de fructooligosacáridos (FOS) en accesiones promisorias de yacón: caracterización, clonamiento y análisis funcional de un fragmento de ADN complementario de la hidrolasa responsable de su degradación”.

Elaboración de contenido:

Blga. Rosa María Cabrera Pintado

Ing. Kiara Julissa Sánchez Jhong

Tco. Armando Linares Estrada

Equipo técnico:

Blga. Rosa María Cabrera Pintado

Ing. Eduardo Angeles Millones

Tco. Armando Linares Estrada

Ing. Kiara Julissa Sánchez Jhong

Editado por:

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Equipo Técnico de Edición y Publicaciones

Av. La Molina 1981, Lima - Perú

(51 1) 240-2100 / 240-2350

www.inia.gob.pe

Editor general:

Eliana Alviárez Gutierrez, M.Sc.

Revisión de contenido:

Betty Flores Gonzales

Heillen Calderón Castillo

Gabriela Salazar Alvarez

Diseño y diagramación:

Abner Fernando Mio Torrejón

Luis Carlos Arévalo Mercado

Jeams López Acaro

Publicado:

diciembre, 2019

Primera Edición:

diciembre, 2019

Tiraje:

2000 ejemplares

Impreso en:

Nombre de la imprenta: Vayu advertising & communications S.A.C.

RUC: 20604037361

Teléfono: 964389548

Dirección: De los ingenieros Nro. 110 Dpto. 102

Urb. Valle Hermoso Lima - Lima - Santiago de Surco

E-mail: ventas@vayucunicaciones.com

ISBN:

978-9972-44-043-4

Tabla de contenidos

1. Introducción	5
2. Nombres comunes	6
3. Composición nutricional	6
4. Condiciones agroecológicas	7
5. Material de propagación	8
5.1 Cepa o corona	8
5.2 Esquejes de tallo	9
5.3 Nudos individuales de tallo	10
5.4 Vitroplantas o plántulas <i>in vitro</i>	11
6. Preparación de terreno	12
7. Siembra	13
7.1 Época de siembra	13
7.2 Densidad de siembra	13
7.3 Plantación	13
8. Sistema de cultivo	13
9. Deshierbos y aporque	14
10. Abonamiento y fertilización	14
11. Riego	15
12. Plagas y enfermedades	15
12.1 Plagas	15
12.2 Enfermedades	15
13. Cosecha	16
14. Poscosecha	17
15. Referencias	18



1. Introducción

El yacón (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson), perteneciente a la familia Asteraceae y originaria de la región andina, es una planta perenne y de porte herbáceo que llega a medir entre 1.5 y 2.5 m de altura. Presenta raíces fibrosas y reservantes, siendo estas últimas engrosadas, fusiformes u ovadas y exteriormente de color blanco, crema o púrpura (Seminario, Valderrama y Manrique, 2003) (Figura 1). Además, han sido consumidas desde nuestros antepasados, quienes utilizaron esta planta como alimento refrescante y bajo en calorías.



Figura 1. Raíces reservantes de tres accesiones de yacón (raíz completa, corte longitudinal y transversal).

La mayor parte de las raíces comestibles están compuestas por agua (85 % a 90 %). Respecto al peso seco, del 40 % al 70 % se encuentra en forma de fructooligosacáridos (FOS), azúcares con efectos favorables para la salud humana. Destaca su alto poder antioxidante, por lo que es considerado un recurso potencialmente importante para el mercado de productos dietéticos y para personas que padecen diabetes (Valderrama, 2005).

El consumo del yacón está relacionado a los conocimientos tradicionales, es decir, conocimientos que poseen las comunidades locales que han sido transmitidos de generación en generación, habitualmente de manera oral y práctica; son conocimientos vivos y dinámicos, profundamente enraizados en la vida diaria de estas comunidades en relación con su entorno natural (Valderrama, 2005).

El presente manual está basado en las experiencias de las campañas del cultivo de yacón entre los años 2016 al 2018, instaladas en el anexo Cochamarca de la E.E.A. Baños del Inca (Cajamarca). Ha sido elaborado como uno de los productos del proyecto 092_PI: “Variación del contenido de fructooligosacáridos (FOS) en accesiones promisorias de yacón: Caracterización, clonamiento y análisis funcional de un fragmento de ADN complementario de la hidrolasa responsable de su degradación”.

2. Nombres comunes

En el norte del Perú es conocido como “yacón” o “llacón” y “lajuash”. En el centro del Perú se conoce como “aricoma” o “aricona”. En Ecuador es conocido como “jicama” o “jiquima” y en Colombia y Venezuela como “jiquima” y “jiquimilla” (López, 2005).

3. Composición nutricional

La planta produce raíces reservantes que son fuente importante de fructooligosacáridos (FOS), un azúcar no digerible que aporta pocas calorías y no eleva el nivel de glucosa en la sangre; por ello, tiene un impacto positivo en la lucha contra el colesterol, la diabetes y la osteoporosis (Lachman, Fernández y Orsák, 2003).

Las raíces reservantes y las hojas contienen compuestos fenólicos antioxidantes asociados a la prevención de ciertas enfermedades crónicas como la arteriosclerosis y la diabetes (Tabla 1).

Tabla 1
Contenido nutricional del yacón (100 g de raíz fresca sin cáscara)

Compuesto	Rango
Agua	85.0 – 90.0 g
Fructooligosacáridos (FOS)	6.0 – 12.0 g
Azúcares simples ¹	2.2 – 4.0 g
Proteínas	0.1 – 0.5 g
Potasio	185.0 – 295.0 mg
Calcio	6.0 – 13.0 mg
Calorías	14.0 – 22.0 kcal

¹ incluye sacarosa, fructosa y glucosa

Fuente: Siche, Armas, Lezama, Iparraguirre y Corcuera, 2012

4. Condiciones agroecológicas

El yacón puede ser cultivado en la costa, sierra y selva, hasta los 3 000 m.s.n.m. En suelos ubicados desde los 100 a 1 000 m.s.n.m. se recomienda para semilleros, ya que el rendimiento de raíces reservantes es bajo; mientras que los valles interandinos, en el rango altitudinal de 1 100 a 2 500 m.s.n.m. son mejores para la producción. El cultivo requiere suelos francos, de buen drenaje, profundos, porosos y provistos de materia orgánica. El pH óptimo es de 6.0 a 7.5 pero tolera suelos ligeramente ácidos (Valderrama, 2005). Se debe evitar sembrar en suelos arcillosos y salinos.

El cultivo tolera temperaturas desde 10 °C hasta 25 °C, siendo el rango de 14 °C – 20 °C óptimo para su crecimiento. Temperaturas menores a 10 °C retardan el crecimiento y disminuyen los rendimientos; temperaturas mayores a 26 °C, sin la humedad necesaria, la planta se estresa y detiene su desarrollo.

El yacón es susceptible a heladas y vientos fuertes y se desarrolla normalmente en un rango de 550 a 1 000 mm de lluvia anual (Valderrama, 2005).

El yacón no demanda horas luz e intensidad de luz específica; sin embargo, teniendo en cuenta las zonas de producción, se asume que debe recibir como mínimo nueve horas de luz. Además, puede crecer junto a otras especies forestales que le generan sombra o también puede crecer recibiendo luz solar directa (Seminario et al., 2003).

5. Material de propagación

La propagación con fines comerciales es por semilla vegetativa o asexual. El método tradicional es utilizando la cepa o corona. Sin embargo, existen otros métodos de propagación que superan la limitante de la tasa de multiplicación rápida que presenta el método tradicional.

5.1 Cepa o corona

La cepa de yacón es un tejido de reserva, ubicado entre el tallo y las raíces, el cual presenta yemas que dan lugar a nuevos brotes (Figura 2A).

Después de la cosecha, la masa irregular está formada y lista para ser utilizada como semilla; para ello, se divide en porciones llamadas propágulos (Figura 2B). Los propágulos deben presentar mínimo de 3 a 4 yemas y pesar de 50 gramos a 80 gramos aproximadamente. De una cepa se puede obtener hasta 35 fracciones.

Para evitar el daño por patógenos, se recomienda desinfectar con lejía (5 mL por cada litro de agua, durante 5 minutos) o aplicar ceniza en la zona de la herida (Seminario et al., 2003 y Valderrama, 2005).



Figura 2. Material de propagación. (A) Cepa o corona del yacón. (B) Propágulos en brotación.

5.2 Esquejes de tallo

Los tallos seleccionados para esquejes deben provenir de plantas de 5 meses a 6 meses (antes de la floración), de buena apariencia, sin evidencia de daño por plagas y/o enfermedades. Se cortan en esquejes de 10 cm a 20 cm, con un mínimo de dos nudos (Figura 3) y se desinfectan con lejía (5 mL por cada litro de agua, durante 2 minutos) (Seminario et al., 2003).



Figura 3. Esquejes de tallo listos para ser sembrados.

El enraizamiento se realiza en camas utilizando arena de río lavada como sustrato. Las medidas de la cama son 0.25 m de alto, 1 m de ancho y largo variable. El distanciamiento es de 10 cm entre líneas y 5 cm entre esquejes. Los esquejes se colocan inclinados, enterrando por lo menos un nudo (Valderrama, 2005).

A los 45 días, se obtiene del 98 % al 100 % de esquejes enraizados listos para trasplantar a campo definitivo (Seminario et al., 2003).

Mediante este método, se obtiene propágulos en menor tiempo y con una mayor tasa de multiplicación de plantas (40 % aproximadamente) que las obtenidas por porciones de cepa (Valderrama, 2005).

5.3 Nudos individuales de tallo

Este propágulo está compuesto, a diferencia del esqueje, de un nudo con porción de entrenudo en cada lado, de tal manera que tenga de 4 cm a 5 cm (Figura 4) (Valderrama, 2005).



Figura 4. Nudos de tallos del yacón.

Los criterios de selección de tallos y enraizamiento son similares a los descritos para esquejes, con la diferencia del tiempo de inmersión en lejía y la posición de los nudos en la cama de enraizamiento. Se recomienda desinfectar los nudos con lejía solo por 2 minutos, ya que pueden oxidarse. Estos deben colocarse de manera horizontal a la cama de enraizamiento. A los 50 días, se obtiene de 70 % a 98 % de nudos enraizados listos para ser trasplantados en el campo definitivo. Además, la tasa de multiplicación de la plantas es de 165 % más que por porciones de cepa (Valderrama, 2005).

5.4 Vitroplantas o plántulas *in vitro*

Corresponde a plántulas obtenidas mediante métodos biotecnológicos, específicamente cultivo de tejidos vegetales (Figura 5). Son plántulas regeneradas a partir de meristemas o yemas, desarrolladas en condiciones asépticas en soluciones nutritivas llamadas medios de cultivo. Esta técnica tiene múltiples beneficios, como la obtención de plantas libres de virus; mayor tasa de multiplicación que los otros métodos mencionados (330 %); además de producir plantas a gran escala en menor espacio y tiempo (Seminario et al., 2003).



Figura 5. Plántula *in vitro* de yacón en medio de cultivo.

6. Preparación del terreno

Previo a la siembra, las condiciones del suelo deben ser óptimas para el crecimiento y desarrollo de la planta. En el caso del yacón, la preparación del terreno es similar a la de otros cultivos: riego de machaco, dos pasadas de arado de disco, nivelación, trazado de terreno (Figura 6) y surcado.

Las dimensiones de los surcos son de 80 cm de distanciamiento y 30 cm de altura de lomo de surco (Valderrama, 2005).



Figura 6. Trazado del terreno.

7. Siembra

7.1 Época de siembra

La época de siembra dependerá de la disponibilidad de agua. En terrenos bajo secano, es decir, en terrenos en los que el ser humano no interviene en el riego, se recomienda sembrar a inicios de la época de lluvia, entre septiembre y octubre; mientras que en terrenos bajo riego se realiza entre mayo y agosto, para después de la cosecha disponer de las semillas (Valderrama, 2005).

7.2 Densidad de siembra

El distanciamiento recomendado entre plantas es de 0.7 m y de 0.8 m, resultando una densidad de 18 215 plantas/ha, considerando el riesgo de 2 % de pérdida por prendimiento (Valderrama, 2005).

7.3 Plantación

Para la siembra de los propágulos obtenidos por cepa, el suelo debe estar en capacidad de campo. Primero, se realiza un hoyo con ayuda de una lampa. Luego, se coloca un propágulo con los brotes hacia arriba en el lomo del surco. Finalmente, se cubre con tierra de tal manera que no demore el inicio del brote.

En el caso de esquejes y nudos de tallo enraizados, estos se deben mantener en agua mientras se trasplantan. Se abre un hoyo proporcional a la longitud de las raíces y se entierra hasta la base de los nuevos brotes (Valderrama, 2005).

8. Sistema de cultivo

En el Perú, el cultivo de yacón predomina en pequeñas parcelas de agricultores, como monocultivo (Figura 7) y/o con dos o más cultivos. Las asociaciones se hacen con frijol, maíz amiláceo y hortalizas en general. Además, se siembra en los bordes de campos de papa y maíz (Seminario et al., 2003).



Figura 7. Sistema de monocultivo de yacón en Cochamarca, Cajamarca.

9. Deshierbo y aporque

Las malezas compiten por espacio, luz, agua y nutrientes, ocasionando retardo en el crecimiento y desarrollo del cultivo; por esta razón, su control debe ser oportuno. Se recomienda desmalezar dos veces: el primer desmalezado se realiza entre los 30 días a 45 días y el segundo cuando se observa su reaparición. El deshierbo es manual, con lampa o azadón. Solo es necesario dos deshierbos debido a que la planta cierra el surco; es decir, el crecimiento del follaje impide la entrada de luz y por ende la aparición de malezas. Después del primer deshierbo, se recomienda aporcar con la finalidad de dar soporte mecánico, proteger las raíces y cubrir el fertilizante aplicado (Seminario et al., 2003).

10. Abonamiento y fertilización

Aplicar abono orgánico (compost, humus, gallinaza, entre otros) 5 t/ha en la preparación del terreno. También se puede agregar al momento de la siembra de manera localizada, sin estar en contacto con el propágulo.

En suelos pobres, se recomienda fertilizar con 140 kg/ha de nitrógeno, 120 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha de potasio (Machuca, 2007). El nitrógeno se puede fraccionar; la mitad en la siembra y la otra mitad a los 40 días, aprovechando la labor de aporque. Los fertilizantes más utilizados en el cultivo son: nitrato de amonio, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio. En todos los casos, se debe realizar un análisis de suelo.

11. Riego

El riego debe ser ligero y frecuente. Evitar encharcamientos y exceso de humedad, sobretodo en la etapa de llenado y maduración de raíces reservantes. En Cochamarca se aplica de 12 a 19 riegos por campaña (Seminario et al., 2003).

12. Plagas y enfermedades

12.1 Plagas

Las principales plagas del cultivo son: arañita roja (*Tetranychus urticae*), pulgón rojo (*Myzus nicotianae*) y mosca minadora (*Liriomyza* sp.). Las medidas de control integrado se centran en lo siguiente: eliminar hospederos y malezas, asociar con maíz, no exceder con el abonamiento de nitrógeno y usar trampas amarillas (Seminario et al., 2003).

12.2 Enfermedades

El principal problema es la pudrición de las raíces ocasionada por *Fusarium* sp., este hongo puede causar la pérdida total de la producción. Las medidas preventivas que se realizan son: elegir terrenos con drenaje eficiente, riegos ligeros, uso de sulfato de cobre en el canal principal de riego, eliminar plantas con síntomas del hongo y usar propágulos libres de daños (Seminario et al., 2003).

13. Cosecha

Entre los 8 meses y 12 meses del cultivo, se observa el secado de la planta y el cese de la floración (Figura 8). En ese periodo es considerado oportuno la cosecha de las raíces comestibles.



Figura 8. Plantas de yacón listas para la cosecha.

Un día antes de la cosecha, con la finalidad de manipular la cepa y facilitar el desgaje de las raíces comestibles, se corta el follaje dejando alrededor de 30 cm del cuello de la planta. Luego, se remueve el suelo humedecido a unos 25 cm a 30 cm de la planta. Finalmente, se separan las raíces reservantes de la cepa (Figura 9 y 10) (Valderrama, 2005).



Figura 9. Cosecha de yacón. (A) Corte de la parte aérea de la planta. (B) Retiro de las raíces reservantes.

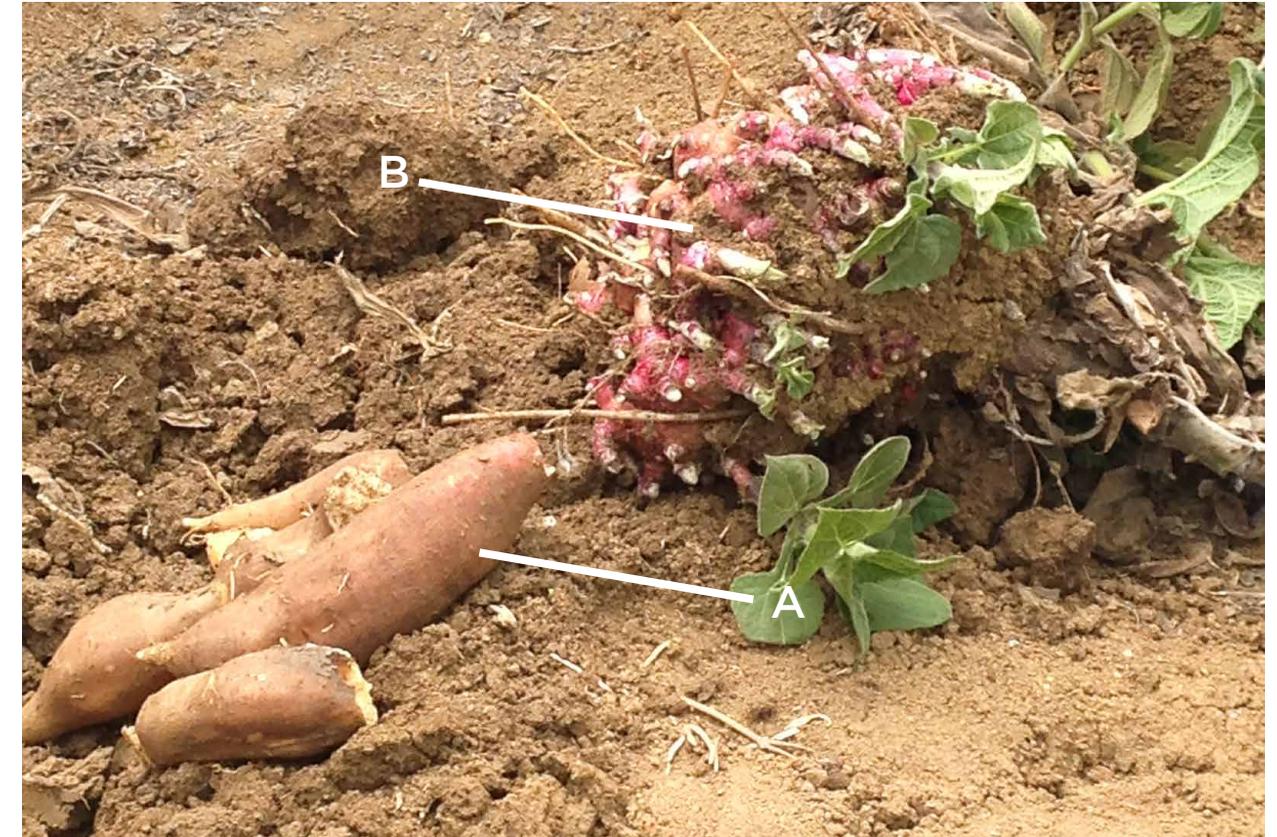


Figura 10. Separación de los productos de la cosecha. (A) Raíces reservantes. (B) Estructuras de propagación del yacón.

La cosecha es de forma manual con zapapico o barreta. Las cepas se dejan en el campo ya que pueden ser utilizadas para la siguiente campaña como semilla (Figura 10). Se recomienda exponer al sol las raíces reservantes para que aumente su dulzor. El rendimiento promedio es de 28 000 kg/ha bajo las condiciones de Cochamarca (Cajamarca) (Valderrama, 2005).

14. Poscosecha

Las raíces reservantes de yacón recién cosechadas deben mantenerse en un lugar con sombra, fresco y seco. Para su comercialización, se recomienda lavar con agua, secar y embalar en jabas de madera de 20 kg o en cajas de cartón. Las raíces reservantes se pueden almacenar de dos a tres meses a bajas temperaturas (4 °C), en ambientes secos y oscuros (Valderrama, 2005).

15. Referencias

- Lachman, J., Fernández, E. y Orsák, M. (2003). Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use-a review. *Plant soil and environment*, 49(6), 283-290
- López, S. E. (2005). *Caracterización morfológica, bioquímica y revisión del nivel de ploidía de Smallanthus Sonchifolius (Poepp. & Endl.) H. Robinson "Llacón" de tres Provincias ambientalmente diferentes de la región la Libertad* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/6002>
- Machuca, F. (2007). La Cadena de valor del yacón en la región Cajamarca. Análisis y lineamientos estratégicos para su desarrollo. Recuperado de http://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/3806/Cadena_valor_yacon_Cajamarca_analisis_desarrollo_2013_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Seminario, J., Valderrama, M. y Manrique, I. (2003). El yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Lima, Perú. Recuperado de http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf
- Siche, R., Armas, V., Lezama, R., Iparraguirre, R. y Corcuera, A. (2012). Aumento ebulloscópico de extracto de jugo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y determinación de gráficas de Dühring. *Agroindustrial Science*, 2(2), 146-152.
- Valderrama, M. (2005). Manual del cultivo de yacón. Experiencias de introducción y manejo técnico en el Valle de Condebamba. Cajamarca-Perú: PYMAGROS. Recuperado de <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/74455093814a213d6976637f4f71ad5f.pdf>





Instituto Nacional de Innovación Agraria

Av. La Molina 1981, La Molina
(51 1) 240-2100 / 240-2350
www.inia.gob.pe



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

ISBN: 978-9972-44-043-4



9 789972 440434