

Betarraga

Beta vulgaris L. var. crassa (Alef.) J. Helm

Gabriel Saavedra Del Real, Ing. Agrónomo MSc, PhD



Centro de origen y características botánicas

La betarraga, al igual que la acelga, espinaca y remolacha azucarera, pertenece a la familia Chenopodiaceae. Esta familia también contiene a la maleza llamada Quingúilla (*Chenopodium álbum*), muy difícil de controlar en estos cultivos (Goldman y Navazio, 2008).

La betarraga se ha cultivado y mejorado genéticamente durante milenios, pero solo en los últimos cuatro o cinco siglos la raíz de forma hinchada que conocemos hoy ha estado utilizable. Esta especie es, irónicamente, uno de los progenitores de la remolacha azucarera y, por lo tanto, ocupa un lugar único en la domesticación de un importante cultivo industrial. El origen de la betarraga se encuentra relacionado con la especie *Beta marítima*, acelga marina o acelga bravía, originaria del norte de África, que ya se cultivaba hace 4.000 años. De esta especie primitiva se desarrollarían, posteriormente, la acelga, con abundante follaje, y la betarraga, de raíz carnosa y esférica. Los pobladores de la costa mediterránea consumían las hojas de ambas especies, mientras que la raíz de la betarraga era utilizada como remedio medicinal o fármaco, en forma de unguento contra los dolores de muelas y cabeza. Aunque fue consumida por los romanos durante su dominio en Europa, sería en el siglo XV cuando se introduciría en la dieta de países como Francia y España, aunque como antaño, tan sólo se comerían sus hojas. Ya en el siglo XVI se popularizaría el consumo de la raíz de la betarraga en los países citados, además de introducirse en Alemania e Inglaterra. Durante este período de transición, entre las zonas mediterráneas y el norte de Europa, o tal vez como resultado de la introducción de este cultivo de hojas con la migración humana al norte de Europa, la selección de formas con raíces hinchadas resultó en las raíces que hoy conocemos (Ford-Lloyd, 1995). En el siglo XVII, la betarraga se cultivaba en Europa y se extendió a muchas otras regiones del mundo. Las primeras formas de raíces utilizadas desde este período son: (1) raíces redondas y en forma de globo, que son el tipo más común; (2) globo aplanado o tipos egipcios; y (3) tipos cilíndricos, que tienen un valor específico en el mercado de procesamiento (Goldman y Navazio, 2008).

Las plantas son herbáceas bianuales, la polinización es alógama y generalmente anemófila. Durante el primer año forma una roseta de hojas de limbo entero o lobulado, con superficie lisa o rugosa y de pecíolos largos suculentos (Figura 1a). Paralelamente, hipertrofia la parte superior de su raíz, formando un tubérculo hipocotíleo, de forma alargada, redondeada o aplastada, y de color rojizo a amarillento. Es carnoso y acuoso en su estado comestible. Si se corta el tubérculo transversalmente se pueden observar capas concéntricas (Figura 1b). El segundo año emite el tallo floral que acaba en una inflorescencia compleja, larga y laxa. Forma glomérulos que contienen de dos a tres semillas. En un gramo se contabilizan 60-70 semillas. Tienen una capacidad germinativa de 4- 6 años. (Goldman y Navazio, 2008).

En la betarraga, generalmente se observan tres fases de crecimiento:

- Juvenil
- Adolescencia
- Maduración y reproducción sexual (2º año de cultivo)



a) Hojas



b) Raíz

Figura 1. Morfología de hoja y raíz de betarraga

Al someter las plantas a temperaturas de 4-10 °C durante 15 a 30 días se logra una floración prematura, por lo que pierden el interés comercial. Cuando está en fase cotiledonal es muy poco resistente al frío. Tratar las plantas con fotoperíodos cortos después de la etapa de vernalización puede evitar la floración prematura. De todos modos, existen variedades más resistentes a la emisión de flor prematura. En variedades sembradas en los meses de verano se pueden dar zonas con contraste de color entre las capas concéntricas de las raíces, perdiendo su valor comercial (Figura 2) (Goldman y Navazio, 2008).



Figura 2. Raíz de betarraga con contraste de color (arriba) y normal (abajo)

Estadísticas productivas regionales

La betarraga, según la superficie utilizada, ocupa el lugar 19 entre las hortalizas cultivadas en Chile. Durante 14 años se sembraron 1.420 hectáreas en promedio, con una fluctuación de más o menos 194 hectáreas, representando el 1,9 % de la superficie total nacional de hortalizas.

La última temporada registrada por ODEPA (2022) indicó que el total sembrado de betarraga en la temporada 2020/2021 fue de 1.769 hectáreas, como se presenta en el cuadro 1. La mayor producción se concentra en las regiones Metropolitana y Valparaíso con 67 % del total, mientras que La Araucanía se ubica en el quinto lugar con 5,5 % en superficie detrás de Coquimbo y Maule.

Cuadro 1. Superficie sembrada con betarraga y su distribución regional. Temporada 2020/2021 (ODEPA, 2022)

Regiones	Hectáreas	Porcentaje (%)
Arica y Parinacota	44,0	2,5
Atacama	15,6	0,9
Coquimbo	137,0	7,7
Valparaíso	191,8	10,8
Metropolitana	999,4	56,5
O'Higgins	36,9	2,1
Maule	161,5	9,1
Ñuble	12,6	0,7
Biobío	28,6	1,6
La Araucanía	96,9	5,5
Resto del país	45,1	2,5
Total	1.769,4	

Entre 2013 y 2021, la superficie de betarraga en la Región de La Araucanía presentó una tendencia al alza (Figura 3). El valor más bajo se registró en el año 2013 con 42,9 hectáreas, mientras que el mayor fue el año 2021 con 96,9 hectáreas. El promedio de estos nueve años ha sido de 80,6 hectáreas, con una fluctuación cercana a 15,5 hectáreas. Este cultivo ha ido tomando mayor importancia en la región, dada la calidad del producto obtenido que podría ser de interés para la industria de tinturas.

Las betarragas producidas en la Región de La Araucanía son comercializadas en muchos mercados del país. Al hacer un análisis de los últimos tres años de volumen y precio,

basado en datos de ODEPA, estos indican una cantidad de aproximadamente 1,1 millones de unidades comercializadas anualmente provienen de la región. La comercialización se realiza en mallas de 15 kilos y/o paquetes de cinco unidades. El mayor volumen de venta es durante los meses de mayo a junio, mientras que el mejor precio se obtiene entre enero y marzo. Al tomar los precios reales de los tres años y promediarlos, da como resultado \$122 por unidad comercializada.

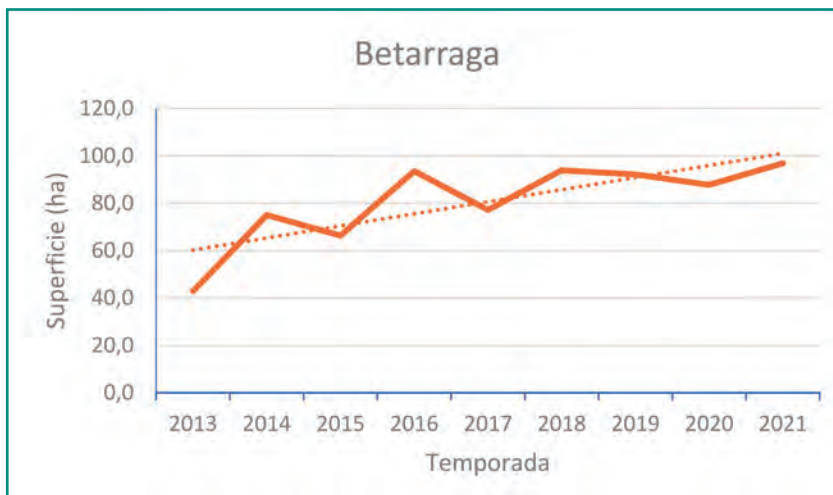


Figura 3. Fluctuación de superficie sembrada con betarraga y tendencia en la Región de La Araucanía (ODEPA, 2022)

Requerimientos agroclimáticos, época de siembra y ciclo de desarrollo

El cultivo prefiere climas suaves y húmedos, aunque se adapta bien a otras condiciones. La mejor calidad la alcanza cuando su cultivo se realiza en períodos fríos, donde la temperatura óptima de germinación se sitúa alrededor de 15 °C, tardando unos 15 días en brotar. Como la mayoría de los cultivos que se aprovechan por su raíz, prefiere suelos de consistencia media, que no sean húmedos. En suelos de tipo arenoso se obtiene mayor precocidad; en los pesados se producen deformaciones de las raíces, siendo en éstos las labores de cultivo más costosas. El pH más favorable es el comprendido entre 7,0 y 7,5. Es una planta altamente resistente a la salinidad (Goldman y Navazio, 2008).

En la Región de La Araucanía, la época de siembra de este cultivo varía de acuerdo al agroclima o territorio donde se va a realizar el cultivo (Cuadro 2). Este cultivo presenta un ciclo entre 90 a 120 días desde siembra a cosecha, dependiendo de la variedad y de las condiciones meteorológicas del territorio. Siembras a inicios de primavera demoran menos en alcanzar madurez de cosecha.

Por ser un cultivo de raíz, este se puede conservar un período de tiempo en el suelo antes de ser cosechado, aunque ya tenga la madurez necesaria, ya que se corre el riesgo que la raíz se ponga muy fibrosa y poco palatable.

Cuadro 2. Épocas de siembra de betarraga según zona agroecológica (Kehr y Bastías, 2016)

Zonas agroecológicas	Inicio	Fin
Secano interior	01 septiembre	30 noviembre
Secano costero	01 octubre	30 noviembre
Valle central	01 octubre	30 enero
Precordillera	01 octubre	30 diciembre

Es una planta bianual, con un ciclo de vida de dos años. El primer año acumula reservas en la parte superior de la raíz formando el tubérculo. El segundo año emite un tallo que da lugar a la floración. En la figura 4 se muestran las etapas de crecimiento de la betarraga desde siembra de semilla a senescencia en primer año de cultivo.



Figura 4. Ciclo de crecimiento y desarrollo de la betarraga (Fuente: adaptado de Dreamstime, 2022)

Agronomía del cultivo

Distribución espacial y población

Esta hortaliza es de siembra directa en surcos espaciados entre 0,70-0,75 m o en mesas de 1,2 m de ancho con seis hileras por mesa. En siembra mecanizada se realiza a chorro continuo, o con sembradora de discos (5 cm sobre hilera), o manual. Se usan

aproximadamente 7 a 9 kg de semilla por hectárea, 1.000 semillas pesan alrededor de 17 a 18 g, dando una población de aproximadamente 400 a 500 mil plantas, dependiendo del tipo de semilla (monogérmica o poligérmica) (Saavedra y otros, 2022).

Necesidades hídricas

El cultivo tiene varios períodos críticos al déficit hídrico. El primero es el momento de la germinación y emergencia de las plantas, donde la cama de semilla debe tener la suficiente humedad para los dos procesos. Mientras que el segundo, corresponde al período de máxima demanda hídrica cuando el cultivo tiene la máxima cobertura foliar y se produce la traslocación de azúcares a las raíces.

En Australia, la demanda hídrica del cultivo de remolacha es de 2.500 a 3.500 m³/ha por temporada con un requerimiento total de riego de aproximadamente 2.200 a 3.000 m³/ha, lo que indica ineficiencias y pérdidas por drenaje. Esto produciría un rendimiento de cultivo cercano a 16 - 24 t/ha para remolachas pequeñas y 30-40 t/ha para remolacha industrial (Water for profit, 2022). La demanda bruta de agua para la Región de La Araucanía muestra en promedio 350±45 mm/ha (Cuadro 3). La metodología utilizada para el cálculo se indica en el Anexo 1.

Cuadro 3. Demanda bruta de agua por el cultivo de betarraga por zona agroecológica en la Región de La Araucanía

Zonas agroecológicas	Mes de inicio de siembra	Demanda bruta (mm/ha)
Secano interior	Septiembre	317
Secano costero	Septiembre	281
	Octubre	312
	Noviembre	352
Valle Central	Octubre	319
	Noviembre	357
	Diciembre	400
	Enero	328
Precordillera	Octubre	345
	Noviembre	383
	Diciembre	436

Necesidades nutricionales

La betarraga extrae 1,6 kg de nitrógeno; 1,0 kg de P_2O_5 , 3,5 kg de K_2O y 0,08 kg de boro por tonelada producida en una hectárea. El fósforo, potasio y boro se deben aplicar antes de siembra incorporando con el último rastraje o localizado al surco. El nitrógeno se debe aplicar parcializado, la mitad de la dosis se realiza posterior al control de maleza, con malezas de dos a tres hojas verdaderas, y la otra mitad a los 15 días después de esta aplicación. Además, la betarraga extrae 6,0 kg de nitrógeno por tonelada producida como absorción total (Cuadro 4).

Cuadro 4. Absorción total de nutrientes y extracción de cosecha (raíces) expresada en kilos por tonelada producida de betarraga (Ciampitti y García, 2007)

Nutrientes	Absorción total (kg/t)	Extracción de cosecha (kg/t)
Nitrógeno (N)	6,0	3,5
Fósforo (P)	0,7	0,4
Potasio (K)	8,5	3,5
Calcio (Ca)	1,9	-
Magnesio (Mg)	1,2	0,6

Manejo de enfermedades

Existen muchas enfermedades que afectan a la betarraga, pero solo algunas tienen importancia en La Araucanía. Así, el tizón, roya y mildiu son las más comunes, enfermedades que se pueden controlar haciendo rotaciones de cultivo con especies no familiares de la betarraga. Es decir, no después de acelga o espinaca, menos si hubo remolacha azucarera anteriormente. En el cuadro 5 se muestra una lista de enfermedades y sus síntomas para betarraga, las que están reconocidas en el país.

Cuadro 5. Listado de enfermedades reconocidas por el SAG en Chile para el cultivo de la betarraga (Acuña, 2008)

Fitopatógenos	Síntomas
<i>Alternaria brassicae</i> , <i>A. brassicicola</i> alternariosis	Manchas foliares con necrosis café de los tejidos, a veces concéntricas o anilladas
<i>Cercospora beticola</i> viruela o cercosporiosis	Manchas café, necróticas, 2-3 mm diámetro, con borde púrpura a café oscuro y centro café claro, en hojas y pecíolos, con perforación de los tejidos del centro de las manchas
<i>Cylindrocarpon destructans</i> (sin. <i>C. radicola</i>)	Amarillez foliar y desecación de la planta, asociada a pudrición radicular
<i>Erysiphe betae</i> (anam. <i>Oidium</i> sp.) oídio	Hojas con presencia de micelio de color blanquecino y aspecto pulverulento. Necrosis foliar y defoliación
<i>Fusarium solani</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> fusariosis	Amarillez, marchitez y necrosis foliar. Pudrición seca y necrosis de la raíz, con decoloración del sistema vascular
<i>Macrophomina phaseolina</i> (anam. <i>Sclerotium bataticola</i>) tizón ceniciento del tallo	Plantas con amarillez y desecación foliar. Pudrición de la base del tallo, con coloración gris y presencia de microesclerocios negros
<i>Peronospora schachtii</i> (sin. <i>P. farinosa</i>) mildiú	Manchas foliares amarillas o verde pálido, con desarrollo de micelio y esporas blanco grisáceos en el envés
<i>Phoma betae</i> , <i>Pythium ultimum</i> <i>Rhizoctonia</i> sp. pudrición de la corona, caída	Ennegrecimiento del cuello, pudrición radicular de consistencia seca. Caída de almácigos.

Fitopatógenos	Síntomas
<i>Polymyxa betae</i>	Parásito obligado de raicillas, sin síntomas específicos. Vector de virosis (BYNVV de la remolacha)
<i>Ramularia beticola</i> ramulariosis	Manchas foliares circulares de 5 - 10 mm de diámetro, color blanco grisáceo a café claro y con borde café o púrpura
<i>Rhizoctonia solani</i> rizoconiosis	Plantas con amarillez y necrosis foliar. Raíces con lesiones como canchales y grietas
<i>Sclerotinia</i> sp. esclerotiniosis	Amarillez y necrosis foliar asociada a pudrición acuosa de la base de tallos, con micelio blanco algodonoso y esclerocios negros e irregulares
<i>Septoria betae</i> septoriosis	Manchas necróticas en hojas, de color café claro y con pequeños cuerpos negros en el centro (picnidios)
<i>Streptomyces</i> sp. sarna	Raíz comestible con lesiones sarnosas, de color café claro, de 5 mm o más de diámetro, superficiales y con aspecto corchoso y/o reticulado
<i>Uromyces betae</i> (sin. <i>U. beticola</i>) roya	Pústulas o uredosoros de color café rojizo en el envés y haz de las hojas y en pecíolos.
<i>Verticillium</i> sp. verticilosis	Plantas con amarillez, marchitez y defoliación, asociadas a pudrición de raíces, a veces con decoloración del tejido vascular de base del tallo y raíces
Alfalfa mosaic virus (AfMV) Virus del mosaico de la alfalfa Beet mosaic virus (BtMV) Virus del mosaico de la remolacha Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) Rizomania	Manchado clorótico o clorosis intervenal en hojas viejas y semimaduras. Hojas más coriáceas, brillantes, quebradizas. Mosaico o moteado clorótico en hojas nuevas. Plantas con detención del crecimiento, amarillamiento pálido y marchitez. Hojas con venas necróticas amarillas

Las alternativas de control químico (preventivo o curativo), son bastante escasas para este cultivo. Los productos autorizados por el SAG se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Ingredientes activos y productos comerciales para control de enfermedades en betarraga (SAG, 2022)

Enfermedad	Agente	Ingrediente activo	Producto comercial
Caída de plantas	Complejo de hongos	Folpet	Folpan 50 WP
		Captan	Captan Gold 80 WG
Cercospora	<i>Cercospora beticola</i>	Azoxistrobina / Difenconazol	Amistar Top
Oidio	<i>Erysiphe betae</i>	Aceite de Árbol de Té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	Timorex Gold
Roya	<i>Uromyces betae</i>	Azoxistrobina / Difenconazol	Amistar Top

Manejo de plagas

En el cuadro 7 se muestran los ingredientes activos y su nombre comercial aprobados por el SAG al 11/10/2022, para su uso en betarraga, donde las principales plagas en la región son áfidos, minahojas y gusanos cortadores, aunque el langostino puede ser una plaga menor, pero trasmite virosis que dañan el rendimiento.

Cuadro 7. Ingredientes activos y productos comerciales aprobados para betarraga y su acción sobre plagas (SAG, 2022)

Ingrediente activo	Nombre comercial	Acción
Abamectina	Fast 1.8 EC, Vertimec 18 EC, Abamax 1.8 % EC	Ácaros, minahojas
Acetamiprid/Lambda Cihalotrina	Gladiador 450 WP, Kanda, Juno 45 % WP	Áfidos
<i>Besuveria bacciana</i> Cepa ATCC 74040	Naturalis L	Áfidos, trips, polillas
Carbarilo	Carbaryl 85 WP	Cuncunillas y gusanos cortadores, polillas, minahojas, trips, langostinos
Espirotriamato	Movento 100 SC	Áfidos
Fenoxicarb	Insegar 25 WG	Mosquita blanca

Fenperoximato	Acaban 050 SC	Ácaros
Gamma-cihalotrina	Zoro, Bull	Áfidos, langostinos, polillas
Imidacloprid/ Deltametrina	Muralla Delta 190 OD	Áfidos
Lambda-cihalotrina	Karate con tecnología Zeon, Karate con tecnología Zeon 050 CS, Knockout, Ninja, Invicto 50 SC, Lambda Cihalotrina 50 SC	Áfidos, minahojas, langostinos, trips, cuncunillas, polillas
Tiametoxam/Lambda-cihalotrina	Engeo 247 ZC, Orbita SC	Áfidos, langostinos, cuncunillas, polillas,

Manejo de malezas

El control de malezas debe comenzar con una anticipada y buena preparación de suelos, de manera de permitir que las malezas emerjan y puedan ser eliminadas con las labores siguientes, o con un barbecho químico Glifosato Monoamonio (Rango 75 WG, Rangoclan 75 WG). Posteriormente, un herbicida de pre siembra se puede aplicar incorporado como Cloridazona (Pyramin DF, Chloridazon 430, Cloridazon 43F), que puede ser repetido en aplicaciones de pre y post emergencia, alternando también con Metamitrona (Metamitron 70G, MM 70 WG, Goltix Compact 90 %WG, Thinnex 70 WG, Sizer 70 WG), o en post emergencia, solamente, con Fenmedifam/Desmedifam/Etofumesato (Betanal Expert, PDE Max, PDE EW), Betanal se aplica a partir de 1-2 hojas verdaderas de las malezas y se puede repetir la aplicación 10 días después. Para mejorar el control de malezas gramíneas, estas aplicaciones se pueden reforzar en post emergencia con graminicidas como Tepraloxidima (Aramo), Quizalofop-p-etilo (Assure Pro) o Quizalofop -p-tefurilo (Sector T). Todos los productos presentados están autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para el cultivo de la betarraga al 11/10/2022 (www.sag.gob.cl) (Saavedra *et al.*, 2022).

Índice de cosecha

El índice de cosecha es el diámetro de las raíces, el que debe tener aproximadamente entre 7 y 10 cm, dependiendo de la variedad (Figura 5).



Figura 5. Tamaño de raíz de betarraga lista para cosechar

Poscosecha

Este cultivo presenta menores pérdidas de peso en poscosecha. Por ser una raíz, tiene una mejor protección del órgano de consumo. Evaluaciones realizadas por INIA Carillanca en el Programa GORE Hortalizas (Cuadro 8), el promedio de pérdida de peso a las dos horas al sol fue de 5,2 %, mientras que protegido solo fue 2,9 %, o sea una diferencia de 2,3 %. Pero a las cuatro horas de exposición después de cosechado, al sol tuvo 8,4 % de pérdida en peso y a la sombra 5,2 %, o sea 4,2 % de diferencia.

En cuanto a la expresión varietal, después de dos horas de exposición a pleno sol, en promedio la variedad Manzú F1 fue la que tuvo menor pérdida de peso con 3,7 %, mientras que la de mayor pérdida fue Detroit Darko con 6,8 %. A las dos horas, pero con sombra, Detroit Darko fue la de mejor comportamiento, ya que solo disminuyó 1,9 % de peso, pero la de mayor pérdida fue Prestige F1 con 4 %.

A las cuatro horas de exposición de las raíces a pleno sol, Detroit Darko fue la de mayor pérdida de peso, con un promedio de 10,4 %, mientras que Manzú F1 fue la de menor pérdida con solo 5,9 %. A la sombra, Prestige F1 fue la de mayor pérdida con 7,1 %, mientras que Boro F1 fue la de menor pérdida con 4 %. Probablemente, estas diferencias se deben al grosor y porosidad de la cubierta de la raíz, además de la retención de humedad interna al tener tejido más firmes.

Cuadro 8. Pérdida de peso en porcentaje después de dos y cuatro horas de exposición al sol o cubierto con malla raschel

		Freire		INIA Carillanca		Maquehue	
		2 horas	4 horas	2 horas	4 horas	2 horas	4 horas
Detroit Darko	Luz	5,0	6,4	2,5	5,3	13,0	19,6
	Sombra	2,3	2,3	1,4	2,4	2,1	7,6
Red Ace	Luz	4,9	7,7	5,0	10,6	5,8	3,8
	Sombra	1,6	3,2	3,3	6,3	3,8	5,7
Prestige F1	Luz	4,5	7,2	1,8	6,2	7,3	14,6
	Sombra	3,4	5,1	2,7	7,2	6,0	9,0
Boro F1	Luz	4,9	6,6	5,3	8,7	5,6	8,5
	Sombra	3,3	3,3	1,1	2,5	3,4	6,2
Manzú F1	Luz	3,4	5,9	3,7	8,4	4,0	3,3
	Sombra	3,0	4,0	2,3	3,9	3,3	7,0
Chata de Egipto	Luz	4,3	7,5	1,9	5,3	11,1	14,8
	Sombra	3,1	5,2	0,5	2,3	7,0	10,0

Productividad

La productividad de betarraga está dada por el peso individual de raíces y población a cosechar con calibres apropiados para su comercialización. El peso individual y la época de cosecha van muy ligados a la acumulación térmica del cultivo en el período desde siembra a cosecha. En La Araucanía la suma térmica promedio a cosecha es de 1.057 ± 216 grados-días de base 5, incluyendo a varios territorios donde se tuvieron unidades demostrativas del Programa GORE-INIA Hortalizas. Basado en esta información, una extrapolación de fecha estimada de cosecha se hizo para los territorios involucrados en el Programa (Cuadro 9).

Cuadro 9. Épocas de cosecha de betarraga según fecha de siembra y grados-días acumulados para cinco territorios de la Región de La Araucanía

Territorio	Siembra	Cosecha	Siembra	Cosecha
Secano interior: Chol Chol	Septiembre	1ª semana de marzo		
Valle central: Temuco	Octubre	2ª quincena de enero	Enero	1ª quincena de abril
Valle central: Maquehue	Octubre	2ª quincena de enero	Enero	1ª quincena de abril
Cautín sur: Freire	Octubre	Fines de enero	Diciembre	1ª quincena de marzo
Precordillera Vilcún	Octubre	Principios de febrero	Diciembre	1ª quincena de marzo
Malleco Sur: Renaico	Septiembre	1ra quincena de febrero	Noviembre	2ª quincena de enero

Rendimiento

El rendimiento esperado es de 28 a 30 t/ha, o bien 25 mil paquetes de 5 unidades amarradas de las ramas o sin ramas en bolsas de plástico para la Región de La Araucanía. En evaluaciones realizadas en INIA Carillanca durante las temporadas 2019/2020 y 2020/2021 se obtuvo resultados potenciales en las zonas de Vilcún y Maquehue, con un promedio general entre 24 y 30 t/ha, respectivamente, estimando una población cosechada de 125.000 plantas/ha (Cuadro 10). En él la respuesta de las variedades a diferentes fechas de siembra pueden ser apreciadas para cada localidad, evaluadas en las unidades demostrativas del Programa INIA-GORE Hortalizas.

Cuadro 10. Rendimiento potencial de distintas variedades de betarraga en dos fechas de siembra en las localidades de Maquehue y Vilcún, Región de La Araucanía

Variedades	Maquehue (t/ha)		Vilcún (t/ha)	
	Fechas de siembra			
	26/11/19	20/10/20	11/12/19	7/10/20
Detroit Darko	12,0	19,1	16,2	29,8
Red Ace	18,4	24,0	15,7	41,2
Prestige F1	9,2	20,3	9,9	17,1
Boro F1	20,7	29,7	27,0	26,2
Manzú F1	24,3	26,1	16,8	37,8
Chata de Egipto	22,6	29,3	17,0	28,4

Rendimiento industrial

El rendimiento industrial se basa en el contenido de materia seca (hacer láminas deshidratadas y conservas) y pigmentos (extracción para la industria). Pero el contenido de sólidos solubles se debe considerar, ya que estos azúcares saborizan dichos productos.

La materia seca en promedio fue de 13,1 %, en dos años de evaluación en las diferentes localidades de unidades demostrativas. La mejor combinación para obtener alta materia seca fue en Freire con la variedad Prestige F1, mientras que la más baja estuvo en INIA Carillanca con la variedad Manzú F1 (Cuadro 11). Además, INIA Carillanca fue en promedio la localidad de menor producción de materia seca en betarraga.

Cuadro 11. Contenido de materia seca (%) en betarraga, promedio de dos años en localidades de la Región de La Araucanía

Variedades	Localidades		
	INIA Carillanca	Freire	Maquehue
Boro F1	10,4	11,7	12,9
Chata de Egipto	12,1	15,0	13,2
Detroit Darko	13,3	11,7	13,9
Manzú F1	10,2	13,3	15,1
Prestige F1	13,7	20,0	15,8
Red Ace	13,5	13,3	14,6
Promedio	12,2	14,2	14,2

Respecto a los sólidos solubles, o azúcares acumulados, el promedio general fue de 11,5°Brix. La mejor interacción para obtener altos niveles de azúcar estuvo en Maquehue con el híbrido Prestige F1 con 14,5°Brix, tal como se muestra en el cuadro 12. Mientras que la menor acumulación de azúcar estuvo en INIA Carillanca con el híbrido Boro F1 con 9,2°Brix. El mejor promedio lo presentó Freire, aunque no tan distante de Maquehue, ambos tuvieron una leve diferencia de 0,2°Brix, INIA Carillanca presentó el menor promedio con 10,6°Brix. Dichas diferencias entre localidades, probablemente son a causa de las diferencias térmicas entre territorios, el valle central presenta temperaturas más elevadas, pero con mayor duración en el día, a diferencia de la precordillera que tiene temperaturas menores durante el día.

Cuadro 12. Contenido promedio de sólidos solubles (°Brix) en betarraga para dos años de evaluación en diferentes localidades de la Región de La Araucanía

Variedades	Localidades		
	INIA Carillanca	Freire	Maquehue
Boro F1	9,2	12,1	11,1
Chata de Egipto	11,8	13,5	12,2
Detroit Darko	9,7	11,4	10,7
Manzú F1	10,1	12,5	11,8
Prestige F1	11,4	12,4	14,5
Red Ace	11,8	12,1	12,6
Promedio	10,6	12,3	12,1

Valor nutricional y nutracéutico

La betarraga es una buena fuente de betacaroteno, antioxidantes y fibra, por lo que tiene beneficios para la salud. Es una excelente fuente de ácido fólico, vitamina C y potasio. Específicamente, 100 g de ácido fólico cubren un tercio de las necesidades diarias de un adulto, un sexto de vitamina C y un 8 % de potasio y magnesio. Además, éste contiene una cantidad apreciable de fósforo y apenas aporta calorías (41 por 100 g). Otros nutrientes que se encuentran en cantidades nada despreciables son las vitaminas B1, B2, B3 y B6, y los minerales hierro y yodo. Todos los nutrientes, especialmente el hierro, se asimilan mejor cuando la betarraga se consume en forma de jugo. El jugo de betarraga favorece la producción de óxido nítrico, que ayuda a regular la presión arterial. Contiene betalainas (pigmentos), confiriendo un poder antioxidante, y disminuyen los triglicéridos, control de la glicemia y contribuyen a combatir la aterosclerosis (Salud y nutrición, 2022). En el cuadro 13 se muestra el contenido de elementos nutricionales en betarraga (Cinco al día, 2022).

Cuadro 13. Información nutricional de betarraga cruda

Betarraga cruda	100 g
Energía (Kcal)	43
Proteínas (g)	1,6
Grasa total (g)	0,2
Hidratos de carbono disponibles (g)	6,8
Fibra dietética total (g)	2,8
Sodio (mg)	78
Potasio (mg)	325
Vitamina A (μ ER)	2
Vitamina C (mg)	4,9
Vitamina E (mg ET)	0
Ac. Fólico (μg)	109
Calcio (mg)	16
Hierro (mg)	0,8

La betarraga contiene arginina, betaína, histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina, tirosina y tirosinasa (Jiangsu New Medical College, 1979). El uso se recomienda como hemostático, estomacal, tratamiento para la disentería, y como un remedio popular contra el cáncer en la medicina árabe, estadounidense, alemana y mexicana.

En China, la raíz de betarraga se usa como tónico para las mujeres y se dice que contiene hormonas sexuales femeninas. Los constituyentes informados son saponisido, fitosterol, materia grasa, betaína, leucina, tirosina, isoleucina, arginina, histidina, fenilalanina, ureasa y tirosinasa (Perry 1980). La betarraga contiene numerosos principios activos, incluye acetamida, ácido aconítico, alanina, alantoína, aluminio, L-arabinosa, abginina, ácido ascórbico, bario, betaína, cadmio, ácido cafeico, calcio, carbohidratos, β-caroteno, ácido clorogénico, cromo, ácido cítrico, cobre, ácido p-cumárico, cistina, ácido dâucico, farnesol, grasa, ácido ferúlico, folacina, formaldehído, ácido glutâmico, glicina, kaempferol, leucina, ácido linoleico, ácido α-linolénico, litio, lisina, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, niacina, nitrógeno, ornitina, ácido oxálico, ácido oxicitrónico, ácido palmítico, ácido pantoténico, pentosanos, quercetina, rafinosa, raphanol, riboflavina, ácido salicílico, selenio, serina, β-sitosterol, ácido esteárico, estroncio, tiamina, α-tocoferol, ácido tricarbálico, ácido vanílico, xilosa, zinc y circonio (Duke 2001).

Referencias

Acuña, R. 2008. Compendio de fitopatógenos de cultivos agrícolas en Chile [monografías]. 1ra. Ed. Servicio Agrícola y Ganadero. División Protección Agrícola. Programa Vigilancia Agrícola. 122 p. En: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/62712>

Cinco al día. 2022. En: <https://5aldia.cl/frutas-y-vegetales/betarraga/>

Dreamstime. 2022. Etapas de crecimiento de la remolacha. En: <https://es.dreamstime.com/etapas-del-crecimiento-de-la-remolacha-establecimiento-planta-roja-las-remolachas-ciclo-vida-ra%C3%ADz-primaria-ilustraci%C3%B3n-vector-en-image1-42574669>

Duke, J.A. 2001. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants. Boca Raton, FL: CRC Press.

Ford-Lloyd, B.V. 1995. Sugarbeet and other cultivated beets. En: Smartt, J. y Simmonds, N.W. (eds). Evolution of crop plants. 2nd ed., Longman Scientific and Technical, Essex. 35-40.

Goldman, I. L. y Navazio, J. P. 2008. Table beet. En: Prohens, J. y Nuez, F. Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae. Handbook of Plant Breeding. Springer, New York. 219-240.

Jiangsu New Medical College. 1979. Dictionary of Chinese traditional medicine. 3 vols. Shanghai: Shanghai Sci Tech. Publ.

Kehr, E. y Bastías, M. 2016. Betarraga. En: Kehr, E. y Leal, Y. (eds.). 2016. Fichas Técnicas: Rubros agropecuarios de interés para sistemas productivos de La Araucanía [en línea]. Temuco, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 330. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6557> (Consultado: 18 octubre 2022). 19-22.

ODEPA. 2022. Estadísticas productivas. En: <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>.

Perry, L. M. 1980. Medicinal plants of east and southeast Asia. Cambridge, MA: MIT Press.

Saavedra, G., Kehr, E., Bastías, M., Fontanilla, C. y Sandoval, B. 2022. El cultivo de la betarraga en la Región de La Araucanía. Informativo N°145. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Carillanca. 4pp.

Salud y nutrición. 2022. <https://saludynutricion.pe/betarraga/>

Water for profit. 2022. https://www.growcom.com.au/_uploads/LWR/CB1_Beetroots.pdf