

Técnicas de conservación de raíces de batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) para la producción de plantines en el sudoeste bonaerense.

Trabajo de intensificación para la obtención del título académico de Ingeniero Agrónomo



González Codony, Pablo

Docente tutor

Mg. Ing. Agr. Belladonna, Damián

Docentes consejeros

Dr. Ing. Agr. Rodríguez, Roberto

Mg. Ing. Agr. Muscolino, Camila

Departamento de Agronomía - Universidad Nacional del Sur



Bahía Blanca - Agosto 2024



Agradecimientos

A mi familia, en especial a mis papás, que estuvieron siempre presentes desde el momento que decidí elegir qué estudiar y a lo largo de este camino. Por el esfuerzo constante, las encomiendas, los consejos a distancia y las visitas cumpleaños. Por el apoyo incondicional. A mis hermanos de convivencia, José, Lula y Ro, gracias por aguantarme y compartir esta etapa en todos sus momentos. Al resto de mis hermanos, que a distancia siempre me acompañaron y creyeron en mí.

A mi compañera Ari, por estar incondicionalmente, bancarme y ayudarme todos estos años. Por acompañarme a pesar de los altibajos y segundearme siempre.

A mis amigos y compañeros, los del comienzo y los que fui haciendo en el andar, fundamentales para que la vida universitaria sea simplemente increíble.

Al Centro de Estudiantes de Agronomía, cada persona con la que pude compartir en este espacio fue aportando también a la persona que soy hoy. Las horas compartidas de reuniones, jornadas, peñas y asados quedarán grabadas para siempre.

A la agropeña, a Martín y todos los que son parte, porque hicieron que los miércoles no fuera un día más, sino un día para cortar la semana bailando folclore y contagiando buena energía.

A Dami, que desde el momento que charlamos para que sea mi tutor estuvo siempre a disposición, en cualquier momento y a cualquier hora. A Cami y Roberto, que con su experiencia y sugerencias hicieron que este trabajo se pueda concretar.

A todos los que son parte del Departamento de Agronomía, docentes, no docentes, administrativos y personal de servicio que hacen posible la educación de excelencia todos los días.

Nada de esto hubiese sido posible sin la universidad pública, gratuita y de calidad, inclusiva y generadora de oportunidades. Gracias Universidad Nacional del Sur.

Sin el apoyo de estas personas e instituciones, este título no habría sido posible. A todos, mi profundo agradecimiento.

Pablo González Codony.

Bahía Blanca, Agosto 2024.

Resumen

La batata es una especie de origen americano que se cultiva en gran parte del mundo por sus propiedades alimenticias sobresalientes. Debido a su alto contenido de azúcares, es un excelente proveedor de energía, proteína de alto valor biológico, fibras, vitaminas y minerales. Dado que el inicio del cultivo en zonas templadas se realiza mediante la producción de plantines, es fundamental una buena conservación poscosecha que garantice una buena brotación de las batatas. En nuestro país la zona de mayor producción se encuentra en el norte de la provincia de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba. Desde el año 2019 los productores del cinturón hortícola de Bahía Blanca incluyen este cultivo con el fin de diversificar la producción local. Todos los años realizan la compra de los plantines necesarios en la localidad de San Pedro (Bs As), por ser el centro de producción más cercano (720 km). El objetivo de este trabajo fue evaluar técnicas de conservación de dos variedades de batata para la obtención de plantines de manera orgánica en el sudoeste bonaerense, con el fin de brindar información útil para la producción local. Las variedades con las que se trabajó fueron Beauregard y Arapey, adquiridas del mercado de la ciudad. Para el ensayo se realizaron dos métodos de conservación, cámara de frío (C) y trinchera (T). Ambas variedades se colocaron en los dos métodos de conservación por un período de 66 días, al finalizar se registró la pérdida de peso y se plantaron en invernadero, separando variedades y métodos. La variedad Arapey del tratamiento C arrojó menor pérdida de peso y mayor producción de plantines que la del tratamiento T. Los porcentajes de pérdida de peso por respiración para el tratamiento T estuvieron dentro del rango recomendado por la bibliografía. Para Beauregard no se obtuvieron resultados debido al ataque severo de hongos. Resta analizar parámetros de conservación como las condiciones de la trinchera al igual que la procedencia del material a conservar. Dado que el cultivo de batata es relativamente nuevo en la región y existe poca información sobre métodos de conservación alternativos, este trabajo marca un punto de partida para futuras investigaciones locales.

Tabla de contenido

1. Introducción	5
1.1 Taxonomía	5
1.2 Origen y distribución	5
1.3 Descripción botánica y filogenia	6
1.4 Valor alimenticio	9
1.5 Ecofisiología del cultivo	10
1.6 Manejo del cultivo	12
1.6.1 Preparación del suelo	12
1.6.2 Producción del material de propagación	12
1.6.3 Trasplante	14
1.6.4 Manejo del riego	14
1.6.5 Plagas y enfermedades	14
1.6.6 Manejo de malezas	16
1.6.7 Manejo de cosecha y poscosecha	17
1.7 Importancia socio-económica y zonas de producción	18
2. Hipótesis	20
3. Objetivos	20
3.1 Objetivo general	20
3.2 Objetivos específicos	20
4. Materiales y métodos	21
4.1 Seguimiento de la conservación en cámara	23
4.2 Plantación de los almácigos	23
4.3 Seguimiento del almácigo	24
4.4 Cosecha de plantines	25
5. Resultados y discusión	26
5.1 Pérdida de peso durante la conservación	26
5.2 Efecto de la temperatura durante el ensayo	27
5.3 Efecto de la humedad durante el ensayo	29
5.4 Cosecha de plantines	30
6. Consideraciones finales	32
7. Bibliografía	33
8. Anexo	35

1.Introducción

1.1 Taxonomía

La batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam.), también conocida como camote en México, boniato en Uruguay o kumara en Perú, fue descrita en 1791 por Lamarck y pertenece a la familia de las Convolvuláceas. Es la única especie de importancia alimenticia dentro de la familia, a la que también pertenecen las “campanitas” o “correhuelas” (Huamán, 1992).

1.2 Origen y distribución

Es una planta de origen americano y aunque no se sabe exactamente el lugar de origen, se estima que este estaría entre la zona de Yucatán (México) y el río Orinoco en Venezuela, ya que es la región en donde se encuentra la mayor diversidad genética de esta especie. Otra de las hipótesis es que su origen sería el territorio que hoy se conoce como Perú y Ecuador, ya que se encontraron restos de batatas que datan de entre 8000 y 10000 años atrás (Siliquini, 2023). Era cultivada por los mayas y los incas, difundiendo hacia Oceanía por los navegantes polinesios que volvían de Sudamérica. Esto último explicaría los nombres similares con los que llamaban a la batata los quechuas de Perú, “cumar”, y como se la conoce en Nueva Zelanda, “kumara” (Línea Kumara, Figura 1). En el siglo XV luego de sus viajes, Colón llevó la batata a Europa (Línea Batata, Figura 1) y desde Europa fue llevada a África, India y al sudeste asiático por exploradores portugueses en el siglo XVI. En esa misma época fue llevada desde México a Filipinas por los españoles (Línea Camote, Figura 1) (Martí, 2018).



Figura 1. Origen (verde) y líneas de distribución de la batata en el mundo. Tomada de Martí, 2018.

1.3 Descripción botánica y filogenia

Es una planta herbácea y perenne que se cultiva como anual. Su crecimiento puede ser erecto, semi-erecto o postrado, siendo este último el más común. Los tallos, que crecen horizontalmente sobre el suelo, son cilíndricos y varían en longitud según la variedad y las condiciones ambientales, generalmente miden entre 50 cm y 2 m, aunque en algunos casos pueden alcanzar los 5 m. Predominan los colores verdes, aunque también pueden ser morados, y es común ver combinaciones de verde y morado en la parte apical y en los nudos como también variaciones en su pilosidad, pudiendo encontrarse tallos glabros o pilosos. Los entrenudos también varían en longitud, desde unos pocos centímetros hasta 10 cm. Suelen tener ramificaciones primarias, secundarias y terciarias, cuyo número total varía entre 3 y 30, dependiendo del material genético y el ambiente. Las hojas de la batata son simples y están arregladas en espiral sobre los tallos (Figura 2), presentan una gran diversidad de formas y en algunas variedades cambian de forma a medida que la planta se desarrolla (Cusumano & Zamudio, 2013). Se reconocen siete formas de hoja: redondeada, reniforme (forma de riñón), cordada (forma de corazón), triangular, astada (con tres lóbulos con el central en forma de lanza con los lóbulos basales más o menos divergentes), lobulada, y casi dividida. La cantidad de hojas por planta varía entre 60 y 300 y la caída de las mismas es un proceso normal, pudiendo perder alrededor del 50% de sus hojas a lo largo del cultivo (Martí, 2014).



Figura 2. Follaje de la planta de batata, variedad Arapey. Fuente propia.

A medida que la planta crece, los pecíolos de las nuevas hojas se alargan, permitiendo que estas hojas jóvenes intercepten la mayor cantidad de luz, sombreando a las más viejas. Los pecíolos también pueden girar para captar la máxima radiación posible (Martí, 2018).

El sistema radicular de la batata consta de tres tipos de raíces: fibrosas o finas, levemente engrosadas o tipo lápiz y reservantes o tuberosas (batatas). Las raíces fibrosas son las primeras en aparecer, son finas y muy ramificadas ya que son las encargadas de absorber el agua y los nutrientes, sin potencialidad de convertirse en reservantes. Las raíces de tipo lápiz si bien tienen potencialidad de convertirse en reservantes, por condiciones ambientales como exceso de nitrógeno, temperatura inadecuada o falta de oxígeno no se desarrollan como tales. Las raíces reservantes son similares a las de tipo lápiz en cuanto a su estructura, pero se engrosan si las condiciones son favorables. En las raíces reservantes se distinguen: un extremo proximal que es la unión con el tallo y en el cual se encuentran gran cantidad de yemas adventicias de las cuales se originan los brotes, además se distingue una parte central engrosada y en un extremo distal o cola (Figura 3) (Martí, 2014).

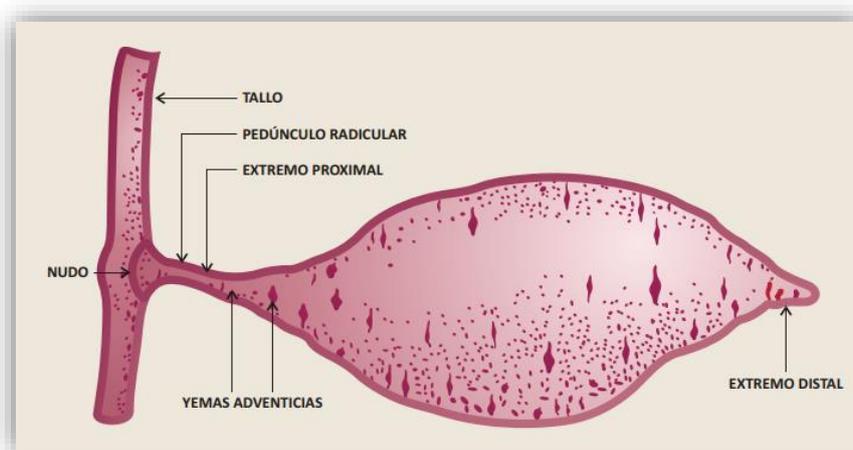


Figura 3. Partes de una raíz reservante de batata (Tomada de Cusumano & Zamudio, 2013).

Las batatas pueden presentar distintas formas según el cultivar, desde redondeada a oblonga larga. A su vez, la disposición de las raíces reservantes en la planta es también variable según el cultivar y es un criterio de selección en el mejoramiento ya que influye en labores como la cosecha. Existen cultivares con las raíces reservantes en forma de racimo, alrededor del tallo, otras que forman un racimo abierto u otras en que las raíces reservantes se desarrollan a una distancia considerable del tallo y expresan una forma dispersa. Las variedades con disposición de las batatas en racimo cerrado o semi abierto son las más elegidas para la producción ya que facilitan tareas de manejo como la cosecha mecánica. (Figura 4).

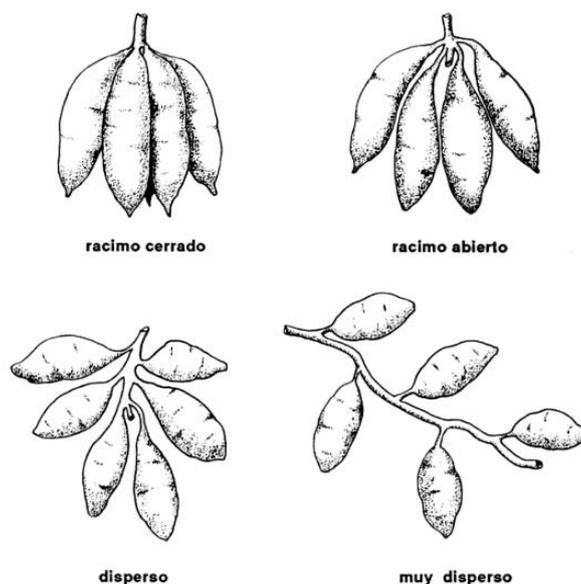


Figura 4. Disposición de batatas en la planta (tomado de Huamán, 1992).

Las inflorescencias son del tipo cima, formando botones de primer, segundo y tercer orden, aunque también pueden formar flores solitarias. La corola está formada por cinco pétalos que se unen en forma de embudo, con forma de campanitas y generalmente de color lila, aunque hay cultivares de con flores de color blancas. La floración en la batata es variable según el cultivar, aunque bajo condiciones normales de cultivo algunas variedades no florecen, otras producen muy pocas y otras florecen en gran cantidad (Huamán, 1992).

El fruto es una capsula más o menos esférica con una punta terminal, pudiendo ser pubescente o glabro. Cada cápsula contiene de 1 a 4 semillas aplanadas en un lado y convexas en el otro, de forma irregular, angular o redondeada. El color puede variar entre negro y marrón, mientras que el tamaño es de aproximadamente 3 milímetros. La germinación de la semilla es difícil y requiere de escarificación mecánica o química (Huamán, 1992).

En el género *Ipomoea* hay especies diploides y tetraploides y a su vez, hay dos grupos de compatibilidad. *I. batatas*, junto con *I. trifida* e *I. litoralis*, está en el grupo de las autoincompatibles y se considera altamente autoincompatible. Sin embargo, hay variaciones dentro de estas especies, con algunas variedades autocompatibles. La autoincompatibilidad es una estrategia reproductiva que evita la autofecundación y promueve la diversidad genética. En la batata, este sistema es homomórfico esporofítico, lo que significa que no depende de la morfología de los órganos reproductivos y está determinado por el genotipo de la planta. Se pueden identificar tres tipos de cruzamientos en batata: fertilidad recíproca, incompatibilidad recíproca e incompatibilidad unilateral, esta última mostrando relaciones de dominancia entre alelos (Martí, 2018).

La batata también presenta problemas de esterilidad, y se debe a su biología floral y a su condición de hexaploide con 90 cromosomas, lo que causa desequilibrios en el material cromosómico y problemas en la germinación y viabilidad de las plántulas. También la esterilidad puede ser causada por anomalías cromosómicas, genes de esterilidad, desorientación del tubo polínico o fallas en la unión de los órganos reproductivos. La autoincompatibilidad y la incompatibilidad cruzada limitan la mejora genética, ya que padres con características deseadas pueden pertenecer al mismo grupo de incompatibilidad, impidiendo la producción de semillas viables al cruzarse (Martí, 2018). Estos inconvenientes para la reproducción sexual son algunos de los fundamentos que explican por qué es un cultivo que se reproduce de manera asexual en la producción comercial.

1.4 Valor alimenticio

Debido a su alto contenido de azúcares, la batata es un excelente proveedor de energía, también aporta proteína de alto valor biológico y fibras con sustancias pécticas, hemicelulosa y celulosa que influyen sobre la textura. Es una fuente importante de elementos nutritivos como vitamina A, beta carotenos, niacina, riboflavina y vitamina C, además de minerales como potasio, hierro, calcio y aminoácidos como la metionina, esencial para la vida humana y con frecuencia ausente en productos de origen vegetal (Tabla 1). La gran capacidad antioxidante que tiene la batata en cualquiera de sus presentaciones hace que tome gran relevancia incluirla en las dietas, contribuyendo a la prevención de enfermedades como cáncer, cataratas, reumatismos, entre otras (Cusumano & Zamudio, 2013). Cabe destacar que las propiedades varían según el cultivar, habiendo variedades que tienen distinta proporción de azúcares o gran contenido de carotenos, como los tipos de pulpa naranja, en contraposición a los de pulpa blanca.

Tabla 1. Composición nutricional de la batata por kilogramo de peso fresco. Elaborado a partir de Cusumano & Zamudio, 2013.

Valor nutricional	Cantidad
Carbohidratos	248-344 g
Proteínas	11,3-18,0 g
Vitamina A	8 U. Internacionales
Niacina	6,0-12,9 mg
Riboflavina	0.6-0.7 mg
Hierro	7,0-13,8 mg
Fosforo	420-488 mg
Calcio	280-350 mg
Ácido Ascórbico	220-400 mg

1.5 Ecofisiología del cultivo

La batata presenta tres fases de crecimiento bien diferenciadas en función de la acumulación de materia seca. En la primera fase, que incluye desde el trasplante hasta los 15 días posteriores, se produce el crecimiento radicular que asegurará el anclaje de la planta al suelo, mientras que la parte aérea expresa leve crecimiento. En esta fase se define el número de batatas finales, que dependerá de cada cultivar y de las condiciones ambientales. En la segunda fase, comprendida desde el fin de la primera hasta la mitad del ciclo, se registra un mayor crecimiento de la parte aérea por sobre la radical, acumulando el 60-70% del peso final en follaje y comenzando con la formación de batatas. La tercera fase es la de la formación de batatas o engrosamiento de las raíces de reserva, invirtiendo los destinos de materia seca del follaje hacia las raíces, completándose en el último periodo del cultivo, como se observa en la Figura 5 (Martí, 2018).

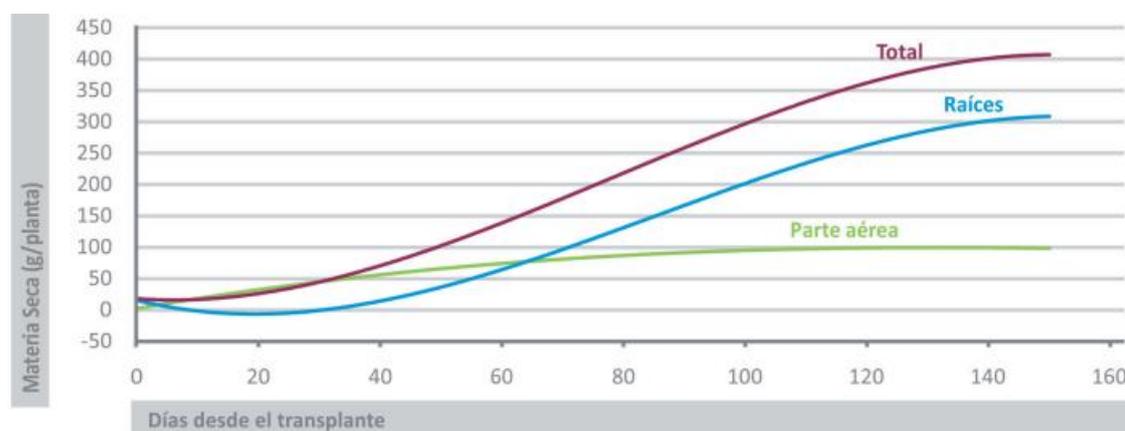


Figura 5. Comportamiento de la materia seca de la planta de batata en función del tiempo. (tomada de Martí, 2018).

Al tratarse de un cultivo de origen subtropical se debe prestar atención al periodo libre de heladas, necesitando que el mismo sea de al menos 5 meses. La temperatura media ideal es de 24 °C y la alternancia de días cálidos con noches frescas contribuyen al máximo rendimiento, ya que durante la noche se produce la mayor translocación. Temperaturas nocturnas elevadas estimulan el crecimiento de la parte aérea por sobre las raíces reservantes, al igual que temperaturas de suelo mayores a 30 °C. La formación de raíces tuberosas se estimula con temperaturas de suelo de entre 20 y 30 °C, mientras que por debajo de 10 °C la planta deja de crecer (Martí, 2018).

En cuanto a necesidades hídricas, se requieren 500 mm durante el ciclo del cultivo, existiendo dos momentos críticos. El primero es luego del trasplante, ya que es el momento donde se forman los primordios de raíces tuberosas y se define el número de batatas por planta. El segundo momento es al inicio de la tuberización o formación de las raíces de

reserva, ya que un déficit en esta etapa afectaría el tamaño de las batatas, aunque no el número (Larenas *et al.*, 1994).

La batata se adapta a cualquier tipo de suelos, aunque prefiere suelos de textura liviana por sobre los suelos pesados. Es poco tolerante al anegamiento dados sus requerimientos de oxígeno. En cuanto a profundidad efectiva, resultan adecuados aquellos suelos que garanticen 20-60 cm para la exploración de las raíces. Es un cultivo moderadamente sensible a la salinidad, expresando síntomas de daño y reducción del rendimiento a partir de 1,5 mS.cm⁻¹ (Lago Castro, 2011).

Desde el punto de vista químico no es exigente en condiciones de pH ya que se comporta bien en rangos de 4 a 7. Tampoco es un cultivo exigente en fertilidad de suelo, sin embargo, hay dos nutrientes de mayor importancia en la nutrición del cultivo: Potasio (K) y Nitrógeno (N). El K es un elemento importante ya que participa en el transporte de los fotosintatos que engrosan las raíces de reserva. Por debajo de 100 ppm de K disponible hay respuesta a la fertilización. Por otro lado, un exceso de N favorece el desarrollo de la parte aérea de la planta en detrimento de las raíces. Por este motivo la relación ideal entre K y N disponible debe ser de 3:1. En cuanto al Fósforo, se esperan respuestas a la fertilización en valores por debajo de 1-2 ppm (por el método de Bray) (Di Feo, 2015). En la Tabla 2 se pueden observar las cantidades de nutrientes que extrae un cultivo de batata según rendimientos de 17 t ha⁻¹ y 20 t ha⁻¹, esperables para una producción en el norte de la provincia de Buenos Aires.

Tabla 2. Extracción de nutrientes según rendimiento. Elaborado a partir de Martí (2014).

Nutriente (kg/ha)	17 t ha⁻¹	20 t ha⁻¹
Nitrógeno	74	87
Fósforo	13	15
Potasio	127	150
Calcio	23	27
Magnesio	9	10,5
Azufre	6	7
Hierro	0,23	0,27
Boro	0,10	0,12
Manganeso	0,25	0,29
Zinc	0,09	0,105
Cobre	0,05	0,06
Molibdeno	0,008	0,009

En relación a la radiación y el fotoperiodo, es un cultivo que necesita alta intensidad de luz y los días cortos promueven la formación de raíces tuberosas, aunque depende en gran medida de las variedades.

1.6 Manejo del cultivo

1.6.1 Preparación del suelo

Previo a la plantación es recomendable acondicionar el suelo de manera de dejarlo libre de malezas, residuos y lo más refinado posible para facilitar el engrosamiento de las raíces reservantes. Dependiendo del estado del lote y del cultivo antecesor, se recomienda realizar una pasada de arado y una de rastra. La primera tiene como objetivo romper restos del cultivo anterior y la segunda se realiza para refinar bien la tierra. Es conveniente realizar la preparación del suelo 40 o 45 días antes del trasplante para poder intercalar las labores y lograr una buena preparación (Lago Castro, 2011).

1.6.2 Producción del material de propagación

Si bien la planta de batata produce semilla botánica o sexual, no se utiliza para producción comercial sino para mejoramiento genético. Para la producción comercial se utiliza la multiplicación vegetativa, asegurando la pureza varietal (Di Feo, 2015). La multiplicación puede realizarse por trozos de guías, por plantines o mediante multiplicación rápida, como se explica a continuación:

Propagación por trozos de guías: Este método es utilizado en regiones donde no existen heladas que perjudiquen al cultivo, de modo que la plantación se comporta como perenne. De esta manera, para iniciar un nuevo ciclo de cultivo se utilizan trozos apicales de 30 a 40 cm, quitando las hojas inferiores y enterrando al menos tres nudos (Martí, 2014).

Propagación por plantines: En aquellas regiones en donde el ciclo del cultivo finaliza por la presencia de heladas y no existe posibilidad de obtener trozos de guías para el comienzo de un nuevo ciclo, se debe recurrir a la elaboración de almácigos para la obtención de plantines. Para ello es importante contar con batata-semilla de buena sanidad y sin signos de daño o enfermedad, que hayan sido conservadas para tal fin (Di Feo, 2015). El sitio donde se realicen los almácigos debe estar libre de malezas, restos vegetales, suelo bien refinado y evitar lotes donde se haya realizado batata el año anterior para disminuir la incidencia de enfermedades. Se debe conformar la cama de siembra donde se colocarán las batatas semilla, y para ello se prepara un surco de 10 cm de profundidad y 1 m de ancho, por el largo necesario. Se colocan las batatas manualmente una al lado de la otra sin tocarse y se las cubre con suelo, luego se efectúa un riego para garantizar la correcta humedad de la tierra. Con el objetivo de mantener la temperatura del suelo entre 24 y 29 °C

y lograr lo más rápido posible la brotación, se coloca polietileno cristal de 150 micrones sobre el almácigo y se lo fija con tierra en los bordes. En las regiones en donde las temperaturas externas son muy bajas se puede agregar manta térmica debajo del polietileno o incluso colocar otro polietileno en forma de túnel. Los almácigos también se pueden realizar dentro de invernáculos con el fin de aumentar más aún la temperatura y acelerar el proceso. Los primeros brotes comienzan a aparecer aproximadamente a los 30 días de plantado el almácigo y se pueden cosechar a los 60 días, en trozos de 30 cm (Figura 6), dependiendo de las temperaturas y humedad del suelo. Los cuidados que requiere este tipo de almácigo son el desmalezado, riego cuando sea necesario y eliminación de plantas con síntomas de virus (Martí, 2018). Se utilizan entre 12 y 15 kg de batata por metro cuadrado de almácigo y el rendimiento varía según la cantidad de camadas de plantines que se puedan cosechar, ya que se pueden obtener rebrotes. Para tener valores de referencia, se puede estimar entre 300 y 600 plantines por metro cuadrado, en la primera camada y dependiendo del tipo de almácigo (Martí, 2014).



Figura 6. Plantines de batata enraizados (abajo) y sin raíz (arriba). Fuente: propia.

Propagación mediante multiplicación rápida: Cuando se cuenta con poco material para el inicio del almácigo y se desea hacerlo de manera rápida, se puede recurrir a la técnica de propagación por medio de segmentos de un nudo. Esta técnica consiste en hacer brotar a las batatas seleccionadas, mediante almácigo o en macetas y cuando los brotes tienen 5 nudos aproximadamente se cortan y fraccionan en segmentos de un nudo. Estos segmentos se plantan en bandejas de tipo plantineras o en macetas y luego de un mes se obtienen plántulas enraizadas (Figura 7). Se pueden obtener aproximadamente 40 plántulas por batata y de ellas entre 400 y 750 plantines luego de dos meses de plantados (Martí, 2018).



Figura 7. Segmento de un nudo (izq.) y plántula enraizada (der.) (tomada de Martí, 2018).

1.6.3 Trasplante

Luego de transcurrido el peligro de heladas, y con temperaturas de suelo entre 16 y 18 °C, se puede realizar el trasplante a campo. La extracción de los plantines del almácigo se puede realizar mediante corte con tijeras o manualmente, tomando varios plantines y desprendiéndolos del suelo, teniendo el recaudo de no descalzar las batatas. Para el trasplante se colocan los plantines sobre los bordos previamente formados, asegurando el buen contacto de raíces y parte subterránea con el suelo. El marco de plantación más común es de 0,80-1 m entre surcos y de 3-4 plantas por metro lineal, aunque puede variar según los cultivares. Esta actividad se realiza de forma manual en pequeñas extensiones, pero también existen trasplantadoras mecánicas para superficies mayores (Di Feo, 2015).

1.6.4 Manejo del riego

Si bien es un cultivo que puede tolerar condiciones de sequía, se ve afectado de forma considerable el rendimiento si la escasez de agua se da en los momentos críticos. El cultivo se adapta a cualquier sistema de riego, ya sea por goteo, aspersion o inundación (Larenas *et al.*, 1994).

1.6.5 Plagas y enfermedades

Las plagas de origen animal que afectan el cultivo se pueden clasificar en: insectos de suelo e insectos de follaje. Generalmente los daños causados por los insectos de suelo se hacen evidentes en la cosecha ya que, al desarrollarse debajo del suelo en alguna etapa de su vida, es dificultoso su control. Dentro de las especies se pueden mencionar: negro de la batata o taladrillo (*Typophorus nigritus nitidulus*), gusanos alambre (*Melanotus spp.*,

Agriotes spp., *Conoderus spp.*) y gorgojos (*Naupactus spp.*). Los adultos se alimentan del follaje y las larvas de las raíces, pudiendo encontrarse durante todo el ciclo del cultivo. Dentro de los insectos que se alimentan de follaje se pueden mencionar: pulgones (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*), moscas blancas (*Bemisia tabaci*) y trips (*Thrips tabaci*, *Frankliniella spp.*). Estos también pueden aparecer durante todo el cultivo, alimentándose de jugos vegetales y partes tiernas de las hojas, y su importancia radica en que son transmisores de virus que ocasionan importantes daños. Dentro de las medidas culturales de control se encuentran quitar los restos del cultivo anterior para eliminar fuentes de alimento, evitar plantar inmediatamente luego de gramíneas, rotación de cultivos y cosechar lo antes posible para no exponer demasiado tiempo las batatas a las plagas. Cabe destacar que son muy limitados los productos químicos para el uso en batata y que al ser de amplio espectro se vuelven peligrosos para la salud humana (Martí, 2014).

Las enfermedades que afectan al cultivo, ya sean de origen fúngico o bacteriano, pueden presentarse en las distintas etapas, desde almácigo hasta poscosecha. Por este motivo es importante asegurar la buena sanidad de la semilla para iniciar el cultivo, como también el buen manejo para los distintos momentos de la producción. Dentro de las enfermedades que afectan a los almácigos se pueden mencionar tizón esclerotial o raíz rosada, causada por *Sclerotium rolfsii* y cancro del tallo por *Rhizoctonia solani*, causantes de podredumbres en raíces y muerte de plantines. Durante el ciclo de cultivo y en poscosecha pueden aparecer enfermedades como la peste negra, causada por *Plenodomus destruens*, provocando clorosis, marchitamiento, podredumbre seca y muerte, siendo una de las principales que afectan en Argentina. Costra o roña, causada por *Monilochaetes infuscans*, produce manchas en las batatas que desmerecen la calidad y *Ceratocystis fimbriata* causante de podredumbre negra, ocasionando clorosis, marchitamiento, enanismo, defoliación y muerte de plantines. También existen diversas podredumbres y marchitamientos causados por especies de *Fusarium* y *Rhizopus*. Algunas prácticas culturales que contribuyen a reducir la presencia de enfermedades son: realizar rotaciones de al menos tres años y elegir lotes sin antecedentes de enfermedades, evitar variedades muy susceptibles, curar las batatas-semilla (5-10 días a 30-35 °C y 85-90% de humedad o con fungicidas), en lo posible usar guías o plantines certificados, evitar lastimar los plantines, desinfectar las herramientas utilizadas en los procesos de cosecha, lavado y acondicionamiento (Martí, 2018).

Las plagas y enfermedades son importantes por su impacto sobre el cultivo, pero las patologías que más afectan a la batata son las virosis. La propagación comercial vegetativa de la especie genera una concentración de las partículas virales en los tejidos, aumentando los riesgos de contagio y perjudicando los rendimientos. Los principales responsables de la

trasmisión de los virus son los vectores, en su mayoría con aparato bucal picador-suctor como pulgones y moscas blancas, por tal motivo es importante su control. Dentro de los síntomas que pueden causar se encuentran: enrulado hacia arriba de los márgenes de las hojas, reducción de entre 10 y 80% del rendimiento, manchas cloróticas, bordes violáceos de las hojas, corchosis interna de las raíces, enanismo clorótico, encrespamiento amarillo, entre otros. Como prácticas culturales para la prevención y manejo de los virus se puede mencionar: seleccionar material para la plantación que provenga de lotes libres de virus, destrucción de plantas tan pronto como manifiesten síntomas, rotación de cultivos, destrucción de residuos de cosecha, manejo y control de los vectores y plantación de barreras de cultivo (Di Feo, 2015).

1.6.6 Manejo de malezas

La problemática de las malezas en los cultivos radica en la competencia que ejercen por los recursos como luz, agua, nutrientes y espacio. En el cultivo de batata es importante mantener el control de las malezas desde el almácigo, con el fin de asegurar un óptimo desarrollo de plantines para un buen rendimiento final. Prácticas culturales como la densidad de siembra, uso de plantines vigorosos y sanos, fertilización adecuada, buena preparación de la cama de siembra y control de plagas y enfermedades contribuirán a un eficiente control de malezas. Dentro de las prácticas de control directo se pueden mencionar control mecánico, químico, físico y ecológico. El control mecánico se realiza mediante el uso de herramientas, manuales o con maquinarias, para lograr el descalce o corte de las malezas. Esta actividad se puede realizar con asadas, rastrillos, palas o con implementos como rastras, cinceles, escardillos, etc. Por otro lado, el control físico consiste en utilizar recursos como la radiación solar que, por medio de la cobertura del suelo con polietileno transparente, se logra aumentar la temperatura del mismo en los meses de calor, pudiendo alcanzar valores de entre 40 y 50 °C, y de esta manera eliminar malezas, patógenos y nematodos. Por su parte el control ecológico consiste en limitar a las malezas a alguno de los recursos vitales, el más utilizado es limitar el acceso a la luz y para ello se cubre el suelo con polietileno negro o restos vegetales. Por último, el control químico implica el uso de herbicidas para eliminar las malezas. Existen herbicidas de pre y pos trasplante y lo recomendable es no usarlos en forma aislada, sino en combinación con algún otro método, por ejemplo, mecánico, con el objetivo de no contaminar el medio ambiente, reducir costos y preservar la salud de las personas (Martí, 2018).

1.6.7 Manejo de cosecha y poscosecha

La cosecha de batata se realiza una vez alcanzado el tamaño deseado de las raíces reservantes, momento que puede ocurrir entre el mes 3 y el 6 desde la plantación, dependiendo del cultivar y de las condiciones ambientales durante el cultivo. Aunque la batata presenta gran plasticidad a la cosecha, se recomienda recolectarla cuando la planta haya disminuido la velocidad de crecimiento y antes de las primeras heladas, en zonas de ocurrencia, para evitar daños de las raíces. En general la cosecha en nuestro país se realiza de manera manual, previo descalce de las batatas con implementos como arado de reja o disco, sin dañar las raíces. Manualmente se colocan en recipientes como jaulas, bolsas, bins o bolsones para su posterior procesamiento. En esta actividad es muy importante evitar daños como cortes o golpes ya que pueden ser inicio de infecciones fúngicas o bacterianas que afecten la conservación poscosecha (Folquer, 1978).

Luego de la cosecha se deben acondicionar, y para ello se deben lavar para quitar restos de tierra principalmente. Se utilizan máquinas similares a las usadas para lavar papas o zanahorias, en donde a través de un cilindro de barras giratorio avanzan las batatas mientras se le aplica agua a presión. Luego por medio de zarandas se eliminan las batatas pequeñas y se separan las de gran tamaño para la industria. Por último, se empaquetan y distribuyen. Es importante resaltar que las batatas que se conserven como semilla para un nuevo cultivo no deben ser lavadas, ya que en este proceso pueden sufrir heridas que mediante la aplicación de agua aumentan el riesgo al ingreso de patógenos indeseables (Martí, 2014).

Como último tratamiento antes del almacenaje, las batatas deben “curarse”, es decir, pasar por un proceso de temperatura y humedad determinada para que se endurezca la piel, cicatricen las heridas realizadas en la cosecha y de esta manera evitar el ingreso directo de patógenos que causen podredumbres durante la conservación. Un buen proceso de curado se logra colocando las batatas en depósitos durante 4 a 7 días a temperaturas entre 27 y 30 °C, manteniendo la humedad relativa en 85-90% (Folquer, 1978).

Para asegurar la conservación de las raíces por 5 o 6 meses se recomienda conservarlas en cámaras con ambientes controlados, a temperaturas entre 13 y 15 °C y humedad de 85-95% (Folquer, 1978). Como las cámaras de frío representan grandes costos y en general los productores no disponen de este recurso, es posible conservar las batatas de una forma más económica y simple. Existen distintos métodos para la conservación a campo, pero uno de los más utilizados consiste en estibar batatas formando pilas de 1,5 metros de altura, cubrirlas con paja y residuos vegetales y sobre estos colocar polietileno negro de 100 micrones de espesor. Este método permite mantener la humedad y el calor liberado por el proceso de respiración de las raíces, asegurando una conservación

aceptable cercana a los 6 meses. Otro método consiste en realizar trincheras en el suelo para aprovechar la humedad de la tierra y mediante el agregado de paja como aislante entre capas de batatas sumado a polietileno en la cubierta exterior se logra la conservación (Larenas *et al.*, 1994).

1.7 Importancia socio-económica y zonas de producción

La batata es el quinto alimento más importante en los países en desarrollo debido a las propiedades sobresalientes, mencionadas anteriormente, y a sus adaptaciones ecofisiológicas. Se cultiva en más de 100 países con un registro de producción mundial anual estimada de 130 millones de toneladas. Esto hace que el cultivo se ubique en el quinto lugar luego del arroz, trigo, maíz y mandioca (Cusumano & Zamudio, 2013).

En lo que respecta a la producción por continentes, de los últimos 20 años Asia concentra la mayor producción representando el 75,6% del total, siendo China e India los mayores productores. Luego sigue África con 20,3%, el continente americano representa 3,2%, Oceanía 0,8% y Europa 0,1%, como se observa en la Figura 8 (FAOSTAT, 2022).

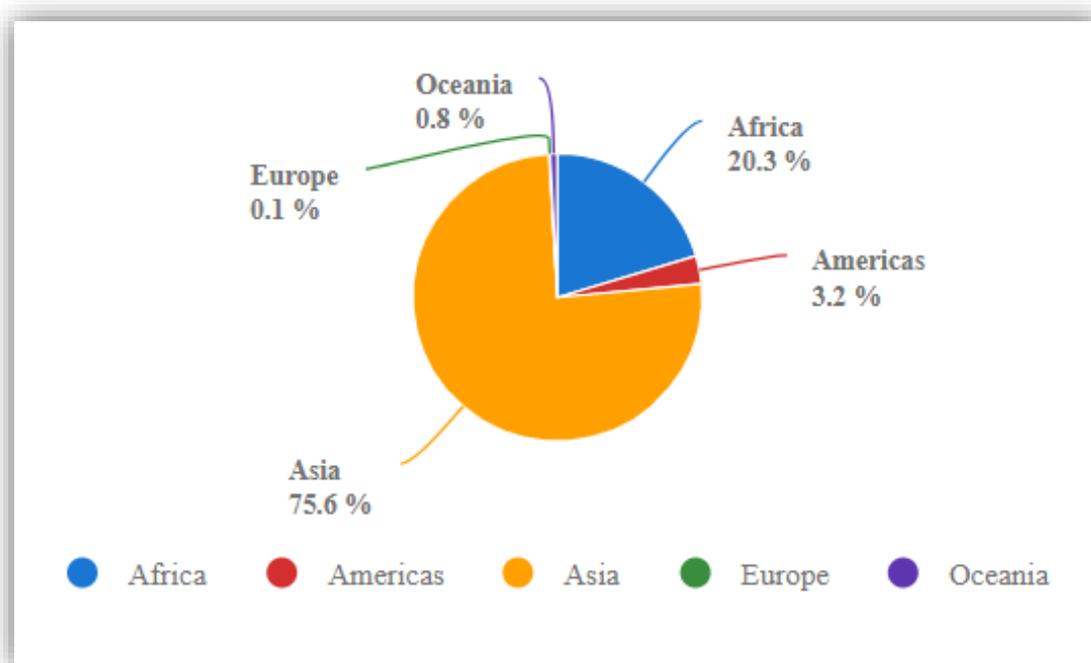


Figura 8. Participación en la producción de batatas según continentes (promedio 2002-2022). Tomado de FAOSTAT, 2022.

En Argentina históricamente se cultivaban poco más de 15.000 hectáreas, superficie que fue decreciendo debido principalmente a causa de las virosis, hasta llegar a las 10.000 hectáreas actuales. Las zonas donde se concentra la producción son: norte de la provincia de Buenos Aires, principalmente San Pedro, Jesús María (Córdoba), Romang (Santa Fe),

Formosa, Bella Vista (Corrientes), Colonia Molina (Mendoza), costa del río Uruguay (Entre Ríos) y varias regiones de Tucumán. La producción está principalmente a cargo de pequeñas y medianas empresas, en su mayoría familiares, siendo pocas las que plantan más de 100 hectáreas y que cuenten con equipamiento e instalaciones para el lavado, almacenamiento y transporte (Martí, 2018).

Con respecto a las variedades utilizadas, en la provincia de Buenos Aires, históricamente se trabajó con la variedad Morada INTA, creada por el INTA San Pedro, en la década de los 80'. En la actualidad, la mayor superficie cultivada corresponde a la variedad Arapey, muy conocida por el consumidor, de piel morada y pulpa color crema con puntuaciones moradas. Seguidamente la variedad Beauregard demostró un incremento en la producción, gracias a sus características de color de piel ocre y pulpa anaranjada, característica de la presencia de beta carotenos. A su vez, surge recientemente un nuevo cultivar denominado San Pedro 1 y que promete gran potencial (Ibern y Marcozzi, 2022).

En el sudoeste bonaerense el cultivo de batata comenzó a realizarse a partir del año 2019 de la mano de los productores del cinturón hortícola de Bahía Blanca, con el objetivo de ampliar la oferta de alimentos de producción local. Para iniciar el cultivo, los productores interesados se agrupan y realizan la compra de los plantines o guías a productores o viveros de la ciudad de San Pedro, 720 km al norte de Bahía Blanca. Es habitual que la coordinación de la compra la lleve a cabo un asesor externo, de instituciones como el INTA o la universidad, que se encuentra en contacto con los productores y facilita la logística. Las grandes distancias y las dificultades de conseguir un transporte refrigerado y directo a destino, sumado a la época del año (fines de noviembre), hacen que la calidad de los plantines en muchos casos no sea la ideal para el inicio del cultivo. Los productores observaban que los plantines no llegaban en buen estado ya que presentaban un alto grado de marchitez y deshidratación.

A partir de esto surgió la idea de realizar el presente trabajo, con el fin de poder conservar las raíces de batata para luego obtener los plantines de manera local y brindarles a los productores una alternativa más viable para el inicio del cultivo.

2. Hipótesis

La conservación poscosecha de raíces de batata y posterior producción de plantines en el sudoeste bonaerense, es viable bajo el método de conservación a campo del tipo trinchera.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar técnicas de conservación de dos variedades de batata para la obtención de plantines de manera orgánica en el sudoeste bonaerense.

3.2 Objetivos específicos

Contabilizar la cantidad de plantines obtenidos por variedad y por corte.

Cuantificar el rendimiento de plantines por kilogramo de batatas viables puestas en almácigo.

Comparar el comportamiento poscosecha de dos variedades de batata.

Analizar los parámetros de humedad y temperatura para el método de conservación en ambiente natural (trinchera) versus condiciones controladas (cámara de frío).

Generar información útil sobre conservación y obtención de plantines de batata para la región del sudoeste bonaerense.

4. Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el predio experimental y en los invernáculos del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur, en la ciudad de Bahía Blanca. El material vegetal para el inicio del ensayo se adquirió a través de la compra en el mercado fruti-hortícola de la ciudad y el resto de los recursos fueron dispuestos por el Departamento de Agronomía. Las variedades de batata con las que se trabajó fueron Arapey y Beauregard.

El día 14/07/2023 se colocaron 9,75 kg de batatas de la variedad Beauregard y 11,89 kg de Arapey en la cámara de frío, ubicada dentro del sector de invernáculos. Cada variedad se dispuso en un cajón plástico diferente, colocándole papel de diario en la base, entre y sobre las batatas y, por último, se las cubrió con polietileno como se observa en la Figura 9. La cámara fue programada para mantener una temperatura de 16°C y 90% de humedad.

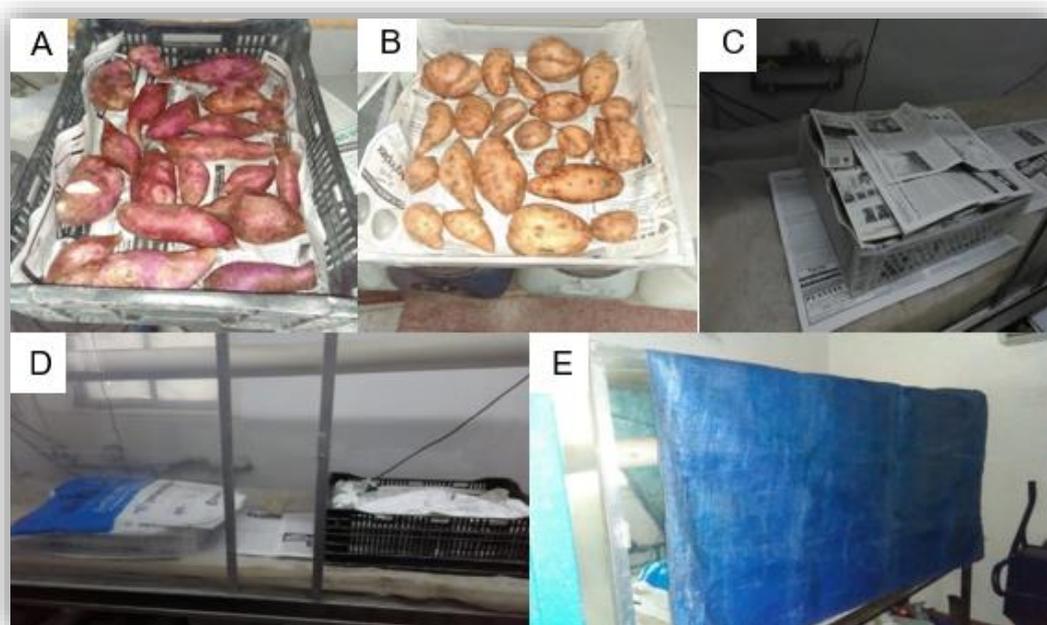


Figura 9. Disposición de las batatas en la cámara de frío. A) Variedad Arapey. B) Variedad Beauregard. C) Cobertura con papel. D) Cobertura con polietileno. E) Cobertor para disminuir la luminosidad.

Al mismo tiempo en el sector de invernáculos, donde el suelo es de textura arenosa, se preparó el otro tratamiento denominado “trinchera” y se evaluó la conservación de las mismas variedades que en la cámara. En un sitio sin riesgo de anegamiento se realizó la trinchera de dimensiones 60 x 60 cm y 60 cm de profundidad como se observa en la Figura 10.



Figura 10. Conformación de la trinchera.

En el fondo del pozo se colocó abundante paja de cereal bien compactada y sobre ella una capa de batatas, intercalando ambas variedades. Luego se colocó una capa de papel de diario, 3 cm de suelo arenoso sobre el papel y otro piso de paja. Sobre esta última se colocó un sensor (Hobo data logger), que registró los datos de temperatura y humedad durante el ensayo. La segunda capa de batatas intercaladas se colocó de la misma manera, quedando a 30 cm por debajo de la superficie, luego papel, suelo abundante paja encima, papel brillante y polietileno cristal de 150 micrones. Luego se le agregó suelo sobre él y por último el visor del instrumento de medición, protegido entre capas de papel y tapado con un recipiente (Figura 11). En total se colocaron en la trinchera 9,9 kg de la variedad Beauregard y 12,1 kg de Arapey.



Figura 11. Disposición de las batatas en la trinchera. A) Batatas intercaladas. B) Papel de diario. C) Tierra arenosa. D) Otro piso de paja. E) Cierre de la trinchera con protector del medidor.

4.1 Seguimiento de la conservación en cámara

El día 14/08 (30 días de conservación) se observó que en la cámara había batatas de la variedad Beauregard que presentaban formación de moho en superficie y ablandamiento de las raíces, se les quitó el moho y se agregó papel absorbente entre ellas. La variedad Arapey no presentaba inconvenientes a la vista. El día 16/08 (32 días de conservación) se limpiaron una por una las batatas de la variedad Beauregard, se movió de lugar el cajón que las contenía y se colocó polietileno debajo, ya que el piso en ese sector se encontraba con excesiva humedad. El día 24/08 (40 días de conservación) se limpiaron nuevamente las batatas de la variedad Beauregard, se les cambió el papel y se descartaron 1,350 kg porque se encontraban muy afectadas para continuar la conservación, como se observa en la Figura 12.



Figura 12. Batatas de la variedad Beauregard descartadas de la conservación.

El día 30/08 (46 días de conservación) se modificó el programador de humedad y se bajó de 90 a 70 %.

El día 18/09 se dio por finalizado el período de conservación (66 días desde el inicio) de ambos métodos, para continuar con la siembra del almácigo.

4.2 Plantación de los almácigos

El 18/09 se preparó el suelo mediante labranza manual dentro del invernáculo, realizando parcelas de 1 m², una para cada tratamiento y variedad. Se colocaron las batatas dentro de pequeños surcos una delante de otra, sin tocarse y fueron tapadas con 5 cm de suelo como se muestra en la figura 13. Previamente cada parcela fue fertilizada debajo de la línea de las batatas, evitando el contacto directo, con un fertilizante orgánico llamado ORGANUTSA© de grado equivalente 4-2-4-6-6. Antes de ser tapadas fueron rociadas con

alcohol de ajo, preparado a partir de seis dientes de ajo con medio litro de alcohol fino y medio de agua y 15 días de maceración, con el fin de prevenir posibles plagas animales y enfermedades. Las batatas de la variedad Beauregard, de ambos tratamientos, se plantaron igual a pesar de verse afectadas parcialmente por pudriciones.

Luego de terminada la plantación se efectuó un riego manual abundante y se colocaron las mangueras de riego por goteo. Por último, se colocó manta térmica sobre todas las parcelas y sobre ella polietileno transparente, con el fin de aumentar la temperatura del suelo para favorecer el proceso de brotación (Figura 13).



Figura 13. Plantación de los almácigos. A) Colocación de las batatas. B) Tapado y riego manual. C) Colocación de las mangueras de riego por goteo. D) Cobertura con manta térmica. E) Protección final con polietileno.

4.3 Seguimiento del almácigo

La apertura y cierre del riego se realizó de forma manual durante el periodo del ensayo, manteniendo siempre el suelo a capacidad de campo. Periódicamente se realizaron observaciones para determinar humedad de suelo, presencia de malezas y aparición de brotes de batata.

El día 10/10 se realizó un desmalezado manual del almácigo con la ayuda de una herramienta tipo azada para tal fin. Se observaron plántulas de malezas tales como verdolaga (*Portulaca oleracea*), flor amarilla (*Diploaxis tenuifolia*), raigrás (*Lolium sp.*), cardo ruso (*Salsola kali*) y roseta (*Cenchrus spinifex*). El 28/10 (40 días desde la plantación)

se observaron los primeros brotes de la variedad Arapey, tanto las provenientes del tratamiento cámara como las de trinchera (Figura 14). Luego de 15 días desde la brotación se quitó la manta térmica y el polietileno para no afectar el crecimiento.

Transcurridos 60 días desde la aparición de los primeros brotes, el crecimiento de las plántulas de la variedad Arapey rondaba los 30 cm de longitud (Figura 14), de la variedad Beauregard no se observaron brotes.



Figura 14. Crecimiento de los plantines.

4.4 Cosecha de plantines

El día 14/12 se realizó la cosecha de plantines. Para ello se tomaron los brotes desde la base y se extrajeron del suelo, teniendo el recaudo de no descalzar las batatas de la tierra. Se cortaron en trozos de 30 cm con una tijera de podar y se le quitaron las hojas basales, dejando las últimas tres del extremo apical. Se separaron en los que tenían raíces y los que no, como se observa en la Figura 15. Cada tratamiento, para la variedad Arapey, se trabajó por separado para poder contabilizar la producción de brotes individualmente. Inmediatamente luego de ser cortados se colocaron en recipientes con agua para que no sufran estrés hídrico.



Figura 15. Plantines cosechados y listos para la plantación.

5. Resultados y discusión

5.1 Pérdida de peso durante la conservación

Una vez finalizado el proceso de conservación y previo a la plantación de los almácigos se calculó la pérdida de peso de las batatas sometidas a ambos tratamientos. Como se puede observar en la Tabla 3, la variedad Arapey del tratamiento trinchera fue la que mayor pérdida de peso presentó (23,42 %), seguido de la misma variedad, pero del tratamiento cámara (17,43 %). En contraposición, la variedad Beauregard del tratamiento cámara arrojó mayor pérdida de peso (13,8 %) que la misma variedad del tratamiento trinchera (6,26 %).

Tabla 3. Diferencias de peso durante el período del ensayo de conservación.

	Tratamientos			
	Beauregard cámara	Beauregard trinchera	Arapey cámara	Arapey trinchera
Peso al inicio del ensayo (kg)	9,75	9,90	11,89	12,10
Peso al final del ensayo (kg)	6,70	9,28	9,30	9,26
Pérdida de peso (%)	-13,80	-6,26	-17,43	-23,42

Es importante resaltar que las batatas de la variedad Beauregard, en ambos tratamientos, pero especialmente las almacenadas en cámaras de frío, fueron gravemente afectadas por el desarrollo de hongos patógenos. Un motivo por el cual fueron marcadamente afectadas por sobre Arapey puede haber sido la diferencia en el grosor y dureza de la piel, siendo más fina en Beauregard, además del desconocimiento de su procedencia y manejo previo. Por lo tanto, no podría asegurarse que la pérdida de peso de esta variedad fue menor que la de Arapey. Al ser atacadas por hongos y afectadas por un principio de pudrición húmeda, no es posible estimar la pérdida de peso real, asociada a la respiración de las raíces.

En ensayos realizados en la EEA San Pedro Martí (2014) obtuvo pérdidas del 10 % de peso en batatas almacenadas en cámara a 15 °C sin control de humedad, y del 30 % en batatas almacenadas en pilas con paja y plástico negro bajo tinglado. Si bien no se conocen las condiciones de humedad de dichos ensayos, se puede decir que para este caso las pérdidas de peso son esperables para el tratamiento cámara y la variedad Arapey (17,43%). Con respecto a las batatas almacenadas en pilas con paja y plástico negro, si bien el ambiente no es similar a la trinchera, se puede tomar como referencia ya que son

condiciones naturales de conservación, y en este caso la trinchera también arrojó valores de pérdida de peso razonables para Arapey (23,42 %).

5.2 Efecto de la temperatura durante el ensayo

Durante el período del ensayo, para el tratamiento trinchera, la temperatura dentro de la misma fue en aumento desde 8 °C en el comienzo, hasta 20 °C hacia el final del ensayo, expresando una tendencia lineal. Por su parte, la temperatura ambiental en el exterior manifestó gran amplitud térmica, registrándose valores desde 5 °C hasta 27 °C y variando mucho a lo largo del ensayo, como se observa en la Figura 16.

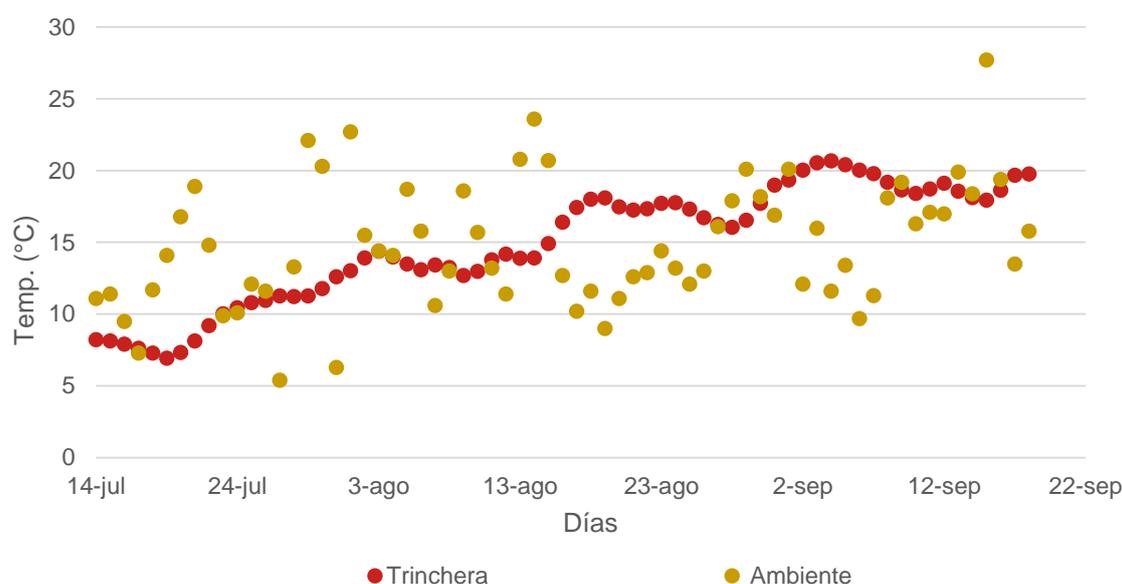


Figura 16. Evolución de la temperatura en el interior y en el exterior de la trinchera.

Se puede visualizar que la trinchera experimentó un efecto buffer al atenuar la variabilidad de temperatura exterior, y acompañó el aumento natural de temperatura ambiental de una manera armónica.

Según Folquer (1978), el rango de temperaturas para una óptima conservación poscosecha de batatas, es entre 13 y 15 °C. En este tratamiento dichas condiciones se superan en la segunda mitad del período de conservación. Según Martí (2014), un aumento de temperatura por encima de 18°C produce pérdida de peso por aumento de la respiración, brotado, y pérdida de calidad. Esta condición es la que se observó en el último tercio del período de conservación y explicaría, en parte, la diferencia en la pérdida de peso entre el tratamiento trinchera y cámara, para la variedad Arapey (Tabla 3). Como respuesta a el aumento de temperatura durante la conservación, se observaron algunas raíces de la variedad Arapey, del tratamiento trinchera, con signos de brotación. En la Figura 17 se puede observar la evolución de la temperatura en la trinchera acompañada de la

temperatura ideal de conservación. Se puede ver que luego de la mitad del período de conservación, la temperatura dentro de la trinchera comenzó a aumentar, incrementándose entre 10 y 30 % por encima de la ideal. Considerando que esta parte del ensayo no transcurrió de manera ideal con respecto a la temperatura, eso se vería reflejado en la pérdida de peso final.

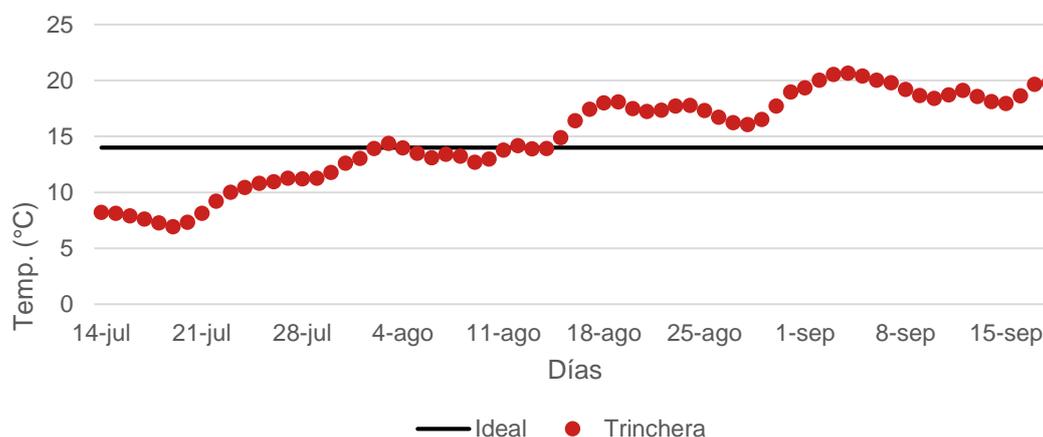


Figura 17. Evolución de la temperatura dentro de la trinchera con respecto a la ideal.

La evolución de la temperatura en el tratamiento cámara se puede observar en la Figura 18, donde se vé una tendencia uniforme y los valores de temperatura se ubican entre 8 y 15°C. Entre los días 25 y 31* de julio se observan aumentos de temperatura que fueron detectados a raíz de fallas en la programación de la cámara de frío. También se observa un aumento el último día de conservación (17/09)*, donde se indujo intencionalmente un aumento de la temperatura hasta 25°C, con el fin de estimular los procesos metabólicos en las raíces para el posterior proceso de brotación en el almácigo. En este tratamiento se observó menor pérdida de peso de la variedad Arapey (17,43 %) y en parte fue a causa del control de temperatura, cercano al ideal.

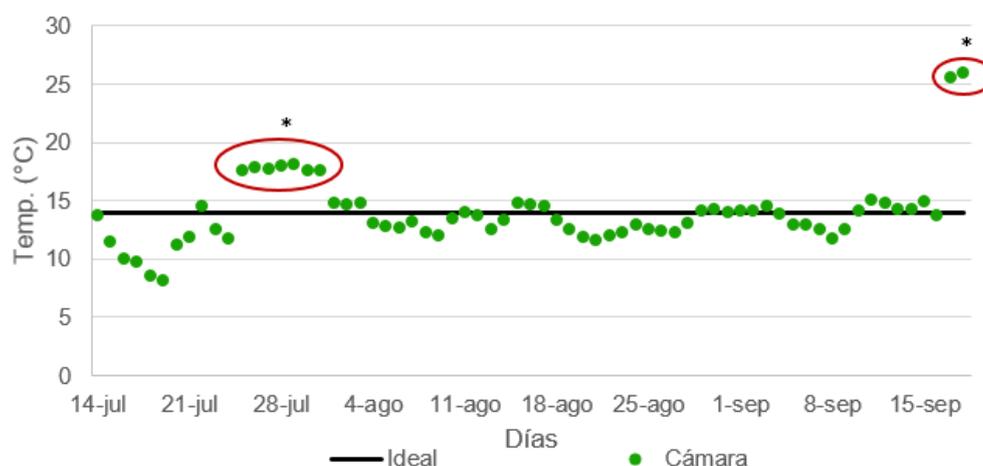


Figura 18. Evolución de la temperatura durante la conservación en cámara de frío.

5.3 Efecto de la humedad durante el ensayo

Con respecto a la humedad relativa (HR) en el tratamiento trinchera, se puede observar que la misma osciló entre valores de 50 % al inicio del ensayo, y 80 % a mediados del mes de agosto (Figura 19). Si se compara con la humedad ambiente, se puede ver que la trinchera también tuvo un efecto buffer, como lo fue con la temperatura, tanto para amortiguar los valores mínimos como máximos de humedad ambiente. Los valores obtenidos de HR dentro de la trinchera, se encuentran por debajo de lo recomendado por Martí (2018) o Folquer (1978) para conservación poscosecha, los cuales recomiendan valores de entre 85 y 90 % de HR como ideales.

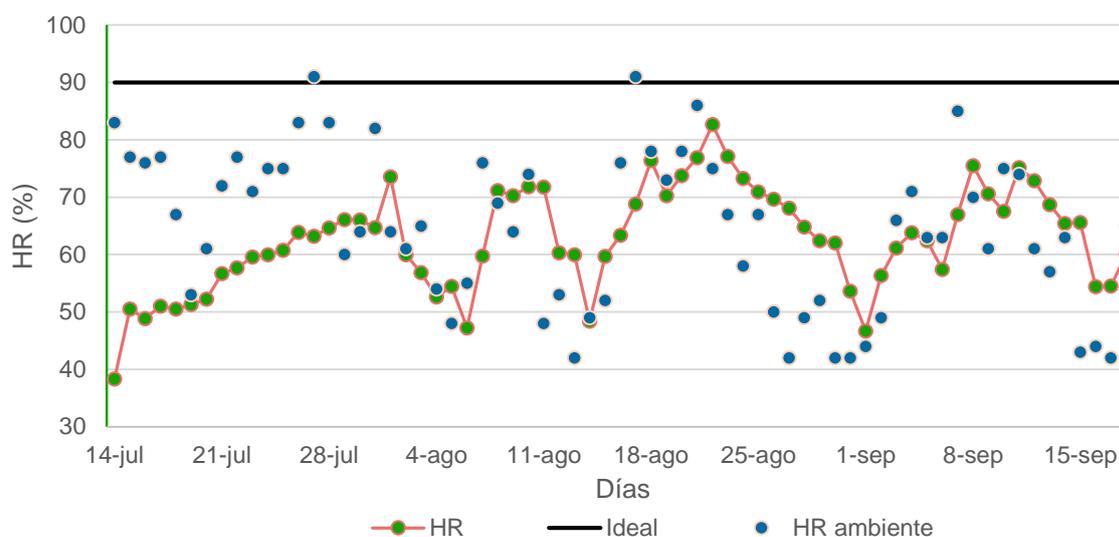


Figura 19. Humedad relativa durante el tratamiento trinchera y su comparación con la ambiental e ideal.

Por su parte el tratamiento en cámara de frío arrojó valores estables de HR de entre 80 y 88 % durante el período de ensayo (Figura 20). Cabe destacar la falla en programación, como se mencionó anteriormente, detectada para los días comprendidos entre el 25 y 31 de julio, donde se observa disminución de la HR por aumento de la temperatura.

Analizando los datos de temperatura y humedad en conjunto, se puede mencionar que las pérdidas de peso en el tratamiento trinchera, para Arapey, están directamente relacionadas con una menor humedad y con un aumento de temperatura en el último tercio del período, si se las compara con el ideal y con los datos de cámara de frío. Estas condiciones hacen que la tasa de respiración de las raíces aumente, debido a la combustión de los azúcares y en detrimento de las reservas. De todas maneras, los porcentajes de pérdida de peso son aceptables según Martí (2018), por lo que se puede inferir que este método es viable.

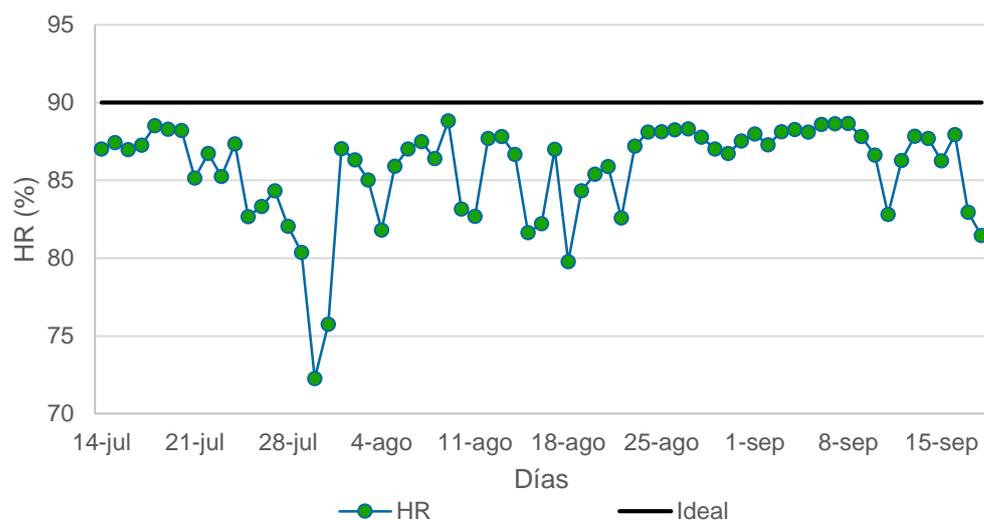


Figura 20. Humedad relativa durante el tratamiento en cámara de frío y su comparación con el ideal.

5.4 Cosecha de plantines

Como se mencionó anteriormente, al momento de la cosecha de plantines, se trabajaron separados los tratamientos de la variedad Arapey, con el fin de contabilizar los rendimientos por tratamiento. No se obtuvieron plantines de la variedad Beauregard, posiblemente porque al momento de la plantación se encontraban con un grado avanzado de podredumbre húmeda. Como se observa en la Tabla 4, la variedad Arapey del tratamiento cámara fue ampliamente superior en producción de plantines, tanto enraizados como en el total.

Tabla 4. Producción final de plantines de batata.

	Tratamientos			
	Beauregard cámara	Arapey cámara	Beauregard trinchera	Arapey trinchera
Brotos con raíz	-	65	-	42
Brotos sin raíz	-	117	-	46
Total	-	182	-	88

De igual manera en la Tabla 5 se puede visualizar la producción de plantines por kilogramo de batata plantada en el almácigo. Se observa a nivel más detallado que la variedad Arapey del tratamiento cámara produjo casi el doble de brotes enraizados que el tratamiento trinchera. En el caso de los plantines sin raíz la diferencia fue mayor ya que las

batatas provenientes de cámara desarrollaron mayor biomasa, pudiéndose obtener en algunos casos más de dos plantines por brote.

Tabla 5. Producción final de plantines de batata por kilogramo de batatas plantadas.

	Tratamientos			
	Beauregard cámara	Arapey cámara	Beauregard trinchera	Arapey trinchera
Kg de batatas plantados	6,70	9,30	9,28	9,26
Brotos con raíz/kg	-	7	-	4,5
Brotos sin raíz/kg	-	12,6	-	5
Total (plantines/kg)	-	19,6	-	9,5

Esto demuestra que, aún en las mismas condiciones de almácigo, las batatas conservadas en cámara de frío expresaron mayor vigor en el crecimiento, lo que resultó en mayor producción final, poniendo en énfasis la importancia de una buena conservación.

Si bien los resultados finales son inferiores a lo consultado en bibliografía (Martí, 2019), resta estudiar factores que posiblemente afecten la producción como puede ser la utilización de raíces destinadas a semilla en lugar de a mercado, el tipo de suelo, condiciones climáticas, fecha de siembra, fertilización de los almácigos, manejo sanitario, entre otros.

6. Consideraciones finales

Concluido este ensayo, podemos afirmar que las condiciones de conservación poscosecha de las raíces de batata destinadas a semilla para almácigo tienen un impacto significativo en la productividad de los plantines. Se demostró que, bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, el rendimiento final de los plantines fue superior en comparación con las condiciones de almacenaje en trinchera para la variedad Arapey. A pesar de ello y respondiendo a la hipótesis planteada, la conservación en trinchera sigue siendo una técnica viable y económica para los productores locales, ya que los resultados de conservación fueron razonables.

Un aspecto crucial a considerar es el origen del material a conservar. En este caso, se utilizaron batatas con un historial de cosecha y poscosecha desconocido, lo que pudo haber influido en los resultados del ensayo. Para futuros estudios y recomendaciones a los productores, es aconsejable utilizar raíces de producción propia o de origen conocido. Estas raíces no deben ser lavadas después de la cosecha, deben tener un buen proceso de curado y deben ser manipuladas lo menos posible para reducir heridas y minimizar el riesgo de ataques patógenos durante el proceso de conservación.

Además, es necesario estudiar las condiciones de construcción de la trinchera, incluyendo el tipo de suelo, la profundidad y los materiales de aislamiento, ya que estos factores pueden mejorar considerablemente los resultados de conservación. Investigaciones futuras sobre estas variables podría proporcionar una mejor comprensión y optimización de las técnicas de conservación en trinchera.

Dado que el cultivo de batata es relativamente nuevo en la región y existe poca información sobre métodos de conservación alternativos, este trabajo marca un punto de partida para futuras investigaciones locales. Estas investigaciones pueden contribuir significativamente al desarrollo y la sostenibilidad del cultivo de batata en la región, proporcionando a los productores herramientas y conocimientos para mejorar la conservación e independizarse en la producción de plantines. A medida que se realicen más estudios y se recopile más información, se podrán desarrollar prácticas de conservación más eficientes y adaptadas a las condiciones locales.

7. Bibliografía

Cusumano, C. O., & Zamudio, N. (2013). *Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán, Argentina*. Ediciones INTA; Estación Experimental Agropecuaria Famaillá.

Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/15951>

Di Feo, L. D. V. (2015). *Producción, multiplicación y manejo de propágulos de batata de sanidad controlada*. Córdoba, Argentina. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Ministerio De Industria, Comercio y Desarrollo Científico Tecnológico. Gobierno de la Provincia De Córdoba.

Disponible en: https://www.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2016/05/MANUAL-DE-BUENAS-PR%C3%81CTICAS-VERSI%C3%93N-2_DI-FEO.pdf

FAOSTAT, (2022). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

Folquer, F (1978). *La batata (camote) estudio de la planta y su producción comercial*.

Huamán, Z. (1992). *Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote*. Boletín de Información Técnica 25, Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.

Disponible en:

https://books.google.es/books?id=hIkspoOH9NMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Ibern, D. Marcozzi, P. (2022). Actualización de información productiva del cultivo de batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en el partido de San Pedro, Buenos Aires, Argentina Campaña 2017-2018.

Disponible en:

https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/4092/INTA_CRBsAs_Norte_EEASan%20Pedro_Ibern-et al_actualizacion_Batata_San_Pedro.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Lago Castro, L. (2011). *El cultivo de la batata: una oportunidad agroalimentaria para pequeños productores de clima cálido*.

Disponible en: <http://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13373>

Larenas, V., y otros 1994. *Producción y uso de la batata o camote*. Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA).

Disponible en: <https://cipotato.org/wpcontent/uploads/2014/11/SW50028.pdf>

Martí, H. R. (2018). *Producción de batata*. INTA Ediciones.

Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/15419>

Martí, H. R., Mitidieri, M. S., Di Feo, L. D. V., Segade, G., Constantino, A., Chiandussi, M. C., & Filippi, M. (2014). *Producción agroecológica de batata para el gran cultivo y la huerta familiar*. Ediciones INTA.

Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/2545>

Siliquini, O. A., Quiriban, A. E., Ponce, J. P., Riestra, D. R., Carassay, L. R., Weinmeister, S., & Muguero, A. F. (2023). *Comportamiento productivo de variedades de batata (Ipomoea batatas L.) en la provincia de La Pampa*.

Disponible en:

<https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/8932/v09n1a04siliquini.pdf?sequence=1>

8. Anexo

Luego de la cosecha de plantines, una parte de ellos se plantó en la huerta orgánica comunitaria que se desarrolla en el predio de Agronomía. El 14 de diciembre de 2023 se realizó el trasplante en dos surcos con riego por goteo y a una distancia entre plantas de 30 cm (Figura 21).



Figura 21. Trasplante de plantines.

Transcurrida una semana se observó que los plantines estaban perfectamente anclados al suelo (Figura 22).



Figura 22. Plantines anclados al suelo.

Con el transcurso del tiempo se observó el aumento en el crecimiento aéreo de las plantas, logrando cubrir casi completamente el suelo, como se observa en la Figura 23.



Figura 23. Crecimiento aéreo de las plantas de batata.

El 27 de abril de 2024 se realizó la cosecha de las batatas, se observa en la Figura 24 que presentaron buen tamaño en general. Por último, se colocaron dentro del invernáculo durante una semana para que se produzca el curado de las raíces.



Figura 24. Cosecha de las batatas.