

# EL CULTIVO DE LA PATACA Y UTILIDAD DE SUS TUBÉRCULOS

Por: Luis Ayerbe Mateo-Sagasta\* y José Ramón Conde García\*\*

## LA ESPECIE

### INTRODUCCION

La pataca es una planta de la familia de las compuestas, anual y herbácea, de nombre científico *Helianthus tuberosus* L. En italiano recibe el nombre común de girasole, y parece que a partir de él se ha originado, por deformación, la primera parte de su denominación en inglés, Jerusalem artichoke (alcachofa de Jerusalén). En francés se denomina Topinambour, y en español se conoce también como Námara y Aguaturma. Pertenece al mismo género que el girasol, con el que se puede cruzar con facilidad. Desde el punto de vista genético se trata de un alohexaploide complejo con una dotación cromosómica  $2n=102$ .

El cultivo es interesante por su elevada producción de tubérculos ricos en inulina y otros polifruetosanos. Dentro de Europa se ha extendido sobre todo en Francia, aunque la superficie dedicada al cultivo ha disminuido de forma constante durante los últimos cincuenta años. En España ocupa una superficie casi nula en la actualidad, de alrededor de 400 ha.

La pataca es aparentemente un cultivo en vías de desaparición, ya que en su utilidad inicial más importante, para la alimentación animal, ha sido sustituidas por otras plantas forrajeras. Por otro lado las necesidades de azúcar se cubren con otras especies productoras, como la remolacha azucarera, incluso produciéndose excedentes. Además la pataca presenta algunos inconvenientes sin resolver, como son la recolección en invierno, que se hace especialmente difícil en terrenos pesados, y también la mala conservación del tubérculo una vez cosechado.

El futuro de la pataca parece más bien ligado a la producción de la fructosa, un azúcar singular por su mayor poder edulcorante por unidad de peso, en relación con cualquier otro, y apto por tanto para la producción de alimentos hipocalóricos y en la dieta de los diabéticos. Sería muy interesante, para la expansión del cultivo, el conseguir un mayor perfeccionamiento de la mecanización, de la siembra y recolección. También ayudaría mucho la mejora genética, escasamente realizada hasta ahora en esta especie. A pesar de ello la productividad de hidratos de carbono de la pataca es muy elevada, semejante a la de la remolacha azucarera y superior a la de los cereales. La pataca puede producir hasta 80-90 toneladas de tubérculo por hectárea, con una riqueza en azúcar del 17% de este peso.

### CARACTERISTICAS DE LA PORCION AÉREA

Los tallos aéreos alcanzan una altura entre 1,5 y 4 m (foto 1), son ásperos al tacto, pubescentes y con un alto contenido en celulosa, de color verde variable, pueden ser simples o ramificados, erguidos y robustos. Las hojas son hirsutas, teniendo una disposición decusada las primeras en originarse (foto 2), para pasar luego a ser alternas. Por su forma son ovadas a ova-do-oblongas, de borde aserrado, con el peciolo alado. Las flores son pequeños capítulos, de 5-7,5 cm de diámetro, de color amarillo dorado (fotos 3 y 4), la polinización es entomógama (foto 5), y los frutos en cipsela.

### TUBÉRCULOS Y RAICES

La porción subterránea presenta raíces y tallos, los últimos reciben el nombre de estolones, sus extremos engrosados y a veces ramificados forman los tubérculos (foto 6), en ellos las yemas se encuentran también en disposición opuesta. Los brotes están protegidos por escamas, y pueden originar tubérculos secundarios según

las variedades y condiciones del suelo. En los tubérculos el número de entrenudos es proporcional a su edad, y el volumen de los mismos nos indica el ritmo de la tuberización. En los entrenudos se encuentran radículas, además cuando los brotes comienzan a germinar, en su base se forman también raicillas, que luego dan origen a las raíces de la futura planta. La peridermis (piel que rodea el tubérculo) es muy fina y su integridad sufre fácilmente al desecarse o ser golpeada, por eso los tubérculos son muy sensibles a los ataques de microorganismos, que pueden penetrar por las heridas.

Por su forma los tubérculos se clasifican como:

Piriformes: Con yema apical no prominente, pueden presentar ramificaciones secundarias, a veces dando origen a formas complicadas. Este tipo de tubérculos son característicos de los clones más pro-



Los tallos aéreos de la pataca pueden alcanzar los 4 m de altura. (Foto 1)

(\*) Dpto de Producción y Tecnología de Alimentos. CIT-INIA. Carretera de La Coruña, km 7. 28040 Madrid.

(\*\*) Dpto de Producción Vegetal: Fitotecnia. EUITA. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.



Las primeras hojas presentan una disposición decusada. (Foto 2)



Las flores son pequeños capítulos de color amarillo dorado. (Foto 3)

ductivos, pero son los que presentan menor riqueza en materia seca, alrededor del 18%.

**Tipo patata:** Con yema apical prominente y sin ramificaciones secundarias. La relación entre sus diámetros, mayor y menor, es inferior a 3 ( $L/1 < 3$ ). Su contenido en materia seca está alrededor de 20%.

**Tipo Fusiforme:** Los tubérculos son más o menos aguzados en sus dos extremos, no se ramifican. La relación entre sus diámetros mayor y menor es superior a 3 ( $L/1 > 3$ ), su contenido en materia seca se encuentra alrededor del 22%. Los tubérculos de este tipo se encuentran generalmente más dispersos que otros, alrededor del pie de la planta madre, lo que dificulta la recolección. Además las variedades con tubérculos fusiformes producen en general un rendimiento más bajo en peso.

Independientemente de la forma de los tubérculos, el contenido en materia seca es más elevado en la periferia del tubérculo que en el interior, por ejemplo, 22,4 y 16,4%, respectivamente para Violet de Rennes, una variedad de alta producción, de tipo piriforme. El color de los tubérculos puede ser violeta, como es el caso de la

variedad anterior, amarillo o blanco.

Aproximadamente un 17% del peso fresco de los tubérculos es azúcar, la mayor parte (80%), constituida por fructosa en forma polimerizada. La patata es sin duda el cultivo más capaz de suministro de este tipo de azúcar. Sin embargo también se encuentran polifruetosanos en otras conocidas especies vegetales como el Fleo (*Phleum pratense*), Dactilo (*Dactylis glomerata*), Cebada (*Hordeum vulgare*), Dalia (*Dahlia pinnata*) y Achicoria (*Cichorium intibus*).

#### ORIGEN GEOGRAFICO

La especie es originaria del norte de México (aproximadamente 30 grados latitud norte), desde donde se difundió a toda América septentrional. Los tubérculos eran conocidos por las culturas oriundas de esta parte del continente que los utilizaban como alimentos. Actualmente se encuentra bien adaptada en Canadá y EEUU, en la zona este, desde el norte de los Grandes Lagos hasta Georgia. En Europa, y en concreto en España fue introducida

en el siglo XVI.

#### FISIOLOGIA Y MEJORA

#### VARIETADES Y FENOLOGIA

Aunque generalmente se habla de variedades de patata, y nosotros también utilizaremos esta denominación, no existen auténticas variedades comerciales y normalmente se trabaja con clones, obtenidos por la multiplicación de los tubérculos. Entre los más conocidos, actualmente en Europa, se encuentran: Nahodka, K-8, Fuseau, Violet de Rennes y D-19 (llamado también Blanco precoz). Para dar una idea de la longitud de sus ciclos de crecimiento y desarrollo describimos a continuación algunos detalles fenológicos. Si se siembra a mediados de abril, en Madrid, utilizando un marco de plantación de 0,80 m entre líneas y 0,60 m entre plantas, el día 10 de julio todos los clones de referencia sombrean aproximadamente el 50 por ciento del suelo de las parcelas. A primeros de agosto el sombreado se extiende al



En segundo plano: parcela de patata en plena floración. (Foto 4)



La polinización de la patata es entomógama. (Foto 5)

## SEMILLAS • NUEVOS CULTIVOS



Detalle de los tubérculos de distintos clones. (Foto 6)

90 por ciento del suelo en todos los clones, excepto en el Nahodka, en el que se alcanza este valor hasta primeros de septiembre. Este último clon tiene las hojas erectas (foto 7), por lo que para una misma superficie foliar el sombreado del terreno resulta comparativamente inferior. Este carácter indica una cierta capacidad para adaptarse a la sequía, ya que las hojas reciben mayor cantidad de radiación durante la puesta y salida del sol, momento en que las temperaturas son más bajas, evitando una excesiva insolación en las horas de máximo calor cercanas al mediodía, al permanecer las hojas más o menos verticales, en la misma dirección que los rayos solares.

La floración se inicia durante la primera semana del mes de septiembre en todos

los clones citados, (que se pueden considerar tardíos), excepto el D-19 (muy precoz), en el que comienza hacia el 10 de julio. La marchitez de las flores se produce en la primera semana de septiembre en el caso del clon D-19, a finales de septiembre en el Nahodka y a mediados de octubre en el resto de los clones citados.

Las raíces se extienden en el suelo, si tienen oportunidad, por lo menos hasta 1 m de profundidad.

### CRECIMIENTO Y DESARROLLO. FORMACION DE LOS TUBÉRCULOS

La patata es una especie que posee una gran eficacia para formar azúcares a través del proceso fotosintético. En esta

labor es tan eficiente o algo más que el girasol, y superior a la mayor parte de las plantas C-3 (se llama así al grupo de plantas que fijan, en la fotosíntesis, moléculas de anhídrido carbónico, sobre moléculas de cinco átomos de carbono, que a continuación se escinden, para producir cada una dos moléculas de tres átomos de carbono). Otra circunstancia que favorece la productividad de la patata, es el poder disponer de un período de crecimiento largo, ya que posee una moderada resistencia a las heladas de primavera y otoño, y en definitiva tiene más tiempo para desarrollarse y producir.

En la figura 8 se representa el crecimiento de los tubérculos, tallos y hojas de la variedad tardía Violet de Rennes, expresado como peso acumulado de los distintos órganos a lo largo del tiempo.

Para llegar a obtener los tubérculos primero es necesario que se formen los estolones o tallos subterráneos. El número de estolones formado depende del número de tallos aéreos que tenga la planta y de la capacidad de ramificación de los estolones. Se trata de una característica de la variedad, aunque también influyen las condiciones medioambientales. El número de estolones por planta y por tanto el número de tubérculos puede variar aproximadamente entre 25 y 50 en el caso de densidades de población normales, y puede llegar a 100 si las plantas se encuentran aisladas (foto 9). La emisión de estolones comienza durante el mes de junio, y el esbozo de los primeros tubérculos ocho o diez días después. La evolución del peso de los tubérculos sigue una ley general de crecimiento en "S", al principio muy lento, para luego hacerse más rápido a partir aproximadamente de los 100 días después de la siembra. Esta etapa de crecimiento rápido coincide también con un incremento de la actividad fotosintética en las hojas, y se considera que es precisamente la demanda del tubérculo la que estimula a la fotosíntesis (efecto sumidero).

Los tubérculos se inician por un frenado del alargamiento del estolón, y crecimiento isodiamétrico de su extremidad, que se va cargando poco a poco de reservas. A diferencia de la patata, la tuberización de la patata no frena totalmente el crecimiento del estolón, por eso sus tubérculos son más alargados normalmente que los de la primera.

En los tallos se acumula, a lo largo del período vegetativo, gran cantidad de reservas hidrocarbonadas. Cuando llega la floración se frena totalmente el crecimiento de la parte aérea y sus sustancias de reserva son translocadas a los tubérculos. En el caso de las variedades tardías, hasta el 50% del peso final de los tubérculos puede provenir de las reservas acumuladas en los tallos. En la variedad precoz D-

19 son más importantes los aportes fotosintéticos directos, para el llenado del tubérculo, que las reservas caulinares, que aportan sólo aproximadamente un 20% del peso final. La translocación de azúcares desde los tallos a los tubérculos se realiza incluso después de la pérdida total de las hojas por la planta, por esta razón la recolección no debe hacerse nunca hasta que no se tenga la certeza de que los tallos están completamente secos. En definitiva la capacidad de acumulación de glúcidos en los tubérculos depende de la provisión directa por fotosíntesis y transporte desde las hojas, y del suministro de las reservas de los tallos (particionado). También depende de la competencia entre los tubérculos, y de que estos hayan crecido lo suficiente, es decir que tengan muchas células, para poder acumular los polifruetosanos. El crecimiento individual de los tubérculos depende, en parte, de su fecha de iniciación, siendo generalmente los que se originan en los estolones secundarios lo más pequeños.

#### REPRODUCCION SEXUAL Y VEGETATIVA

Para lograr una buena floración la latitud más adecuada se encuentra entre los 30 y 40 grados, por encima de los 45 grados la floración es aleatoria, la patata necesita días cortos y al mismo tiempo temperaturas relativamente elevadas para florecer. Las Islas Canarias en España, y países del norte de África, como Marruecos, Egipto y Túnez pueden ser lugares adecuados para la reproducción sexual de la especie. Aunque el cultivo se realice en una zona geográfica adecuada existe siempre un nivel alto de esterilidad, produciéndose normalmente pocas semillas viables. Esta circunstancia es habitual en plantas bien adaptadas a la reproducción vegetativa como es nuestro caso.



Parcela experimental de patata de la variedad Nahodka, mostrando sus hojas erectas. (Foto 7)

La patata es un alohexaploide complejo ( $2n=102$ ) y se piensa que esta especie procede de un cruzamiento interespecífico entre un *Helianthus* tetraploide de 68 cromosomas (*H. hirsutus*) y un *Helianthus* diploide de 34 cromosomas (*H. grosseratus, annuus o giganteus*). Esta constitución genética peculiar es responsable de que se produzcan segregaciones cromosómicas, a veces anormales, que originan gametos inviables.

Una semilla de patata es suficiente para obtener un clon, ya que a partir de la primera planta adulta originada se continúa con la reproducción vegetativa. Debido a que los clones existentes son fuertemente heterocigotos, esta semilla se puede obtener de un clon con caracteres interesante, o por cruzamiento de dos clones con características complementarias. Las técnicas de selección son semejantes a las utilizadas para la patata. La multiplicación de los clones no ofrece dificultades especiales debido a la ausencia de enfermedades producidas por virus. Estas características positivas conducen sin embargo, a la desprotección de los obtentores de nuevas variedades, por lo que la escasa mejora genética se ha hecho sólo en instituciones públicas, como por ejemplo en Francia, en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INRA), en la ciudad de Rennes. Debido a esta aparente facilidad en la producción de los tubérculos para siembra, por los propios agricultores, las llamadas variedades son generalmente heterogéneas, muchas veces mezclas de clones, y que no poseen las características mínimas que se deben exigir para un cultivo moderno. Si el cultivo de la patata es impulsado

en el futuro, sería muy importante conseguir una multiplicación controlada de clones, para mantener fijas sus características.

#### MEJORA GENÉTICA

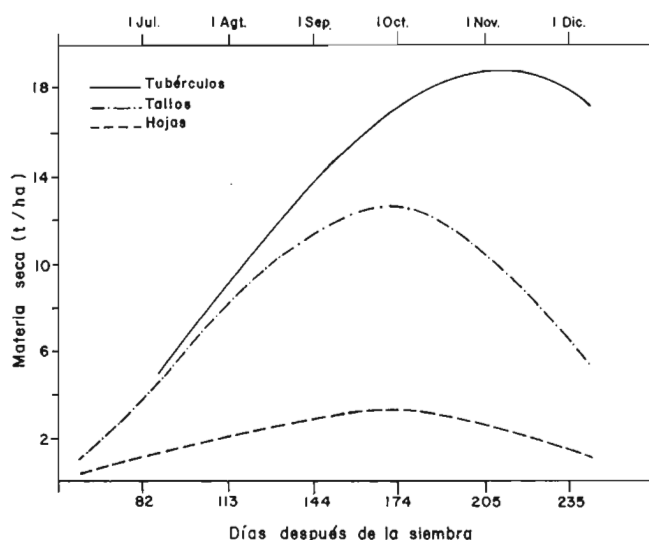
En general puede decirse que los trabajos de mejora en esta especie han sido muy escasos, y por lo tanto sus posibilidades futuras pueden ser grandes, tampoco se ha hecho una prospección de genotipos en el centro de origen en América del Norte, ni se han buscado clones adaptados a diferentes climatologías. Desde el punto de vista de la mejora los caracteres que se consideran más interesantes son el rendimiento y su estabilidad y también la resistencia a las enfermedades.

La proporción de azúcar sobre materia seca de los tubérculos, y de fructosa sobre el total de azúcar, varían muy poco, por esto la selección se debe hacer simplemente por el rendimiento en materia seca del cultivo. También un mayor contenido en materia seca abarata el transporte, y hace a los tubérculos menos sensibles a la podredumbre durante el almacenado.

Los caracteres que a continuación se indican son, siguiendo los criterios marcados por Spitters, los que se deben seleccionar para maximizar el rendimiento:

a) Producción de biomasa aérea elevada (implica gran producción de azúcar y almacenamiento temporal), debiéndose extender al máximo el período de crecimiento del cultivo. Esto se consigue con una cubierta vegetal que produzca el 100% de sombreado de terreno en un es-

Fig. 8



Rendimiento en materia seca de distintas fracciones de un cultivo de patata, en función de los días transcurridos después de la siembra (tomada de Spitters, con modificaciones).



Conjunto de tubérculos, aún unidos por los estolones a la planta madre. (Foto 9)

pacio corto de tiempo. Cultivares tolerantes al frío. Siembra con tubérculos grandes, (si es posible brotados). Cultivares de ciclo largo (adaptados al medio). Retraso en la senescencia foliar. Evitación del estrés por falta de agua y nutrientes.

b) Conseguir una elevada proporción de biomasa de tubérculo sobre la biomasa total (elevado índice de cosecha). Contribuyen a este resultado: El que gran parte de los fotoasimilados sean trasladados, al tubérculo nada más producirse. Que los tubérculos comiencen temprano su fase de crecimiento rápido. Una eficaz remoción de las reservas del tallo, que a su vez debe estar conectada con una elevada capacidad de almacenamiento por parte del mismo y con la presencia de suficientes tubérculos de gran tamaño (la fuente y el sumidero deben ser grandes).

c) Reducir al máximo las pérdidas durante la recolección y el almacenado: Los tubérculos deben ser de forma regular, poco ramificados, para que no arrastren tierra. Estolones de longitud mediana a corta, con lo que se consiguen tubérculos agrupados que facilitan la recolección. Poseer peridermis lo más gruesa posible y presentar un elevado contenido en materia seca.

Las mayores dificultades de la mejora son: La elevada tasa de esterilidad de los capítulos, dificultad de germinación de las semillas, y dificultad para reconocer los granos híbridos en los cruces.

Los principales caracteres que se utilizan para diferenciar los clones son: La forma de los tubérculos, el color de la peridermis de los tubérculos (blanco, amarillo o púrpura), la presencia de radículas en el extremo apical del tubérculo, y la presen-

cia o ausencia de antocianinas en los tallos, que es independiente de la de los tubérculos. Desde el punto de vista fisiológico el número de estolones se puede considerar como característica varietal, también la época de floración puede servir para distinguir variedades.

### RENDIMIENTO Y COMPOSICION DE LOS TUBÉRCULOS

La producción de tubérculos se estima, en condiciones óptimas, entre 60 y 90 t/ha de peso fresco. La materia seca del tubérculo es alrededor del 22,5%. El contenido en azúcar es del 17%, ambos porcentajes sobre peso fresco (el azúcar constituye el 75-80% del peso seco).

Los azúcares del tubérculo presentan la fórmula general:  $G-F-F_n$ , estando  $n$  comprendida entre 1 y 35.  $G$ =glucosa,  $F$ =fructosa. Para  $n$  mayor que 31 se tiene la inulina, que toma su nombre de la especie *Inula helenium*, se trata del polisacárido más estudiado de la familia de las compuestas. Fue aislado por primera vez de los tubérculos de pataca por Rose en 1804. De todas las plantas que producen inulina, la pataca es probablemente la que ofrece mayores rendimientos. Los polifruetosanos con valor  $n$  comprendido entre 1 y 31 son moléculas intermedias. La inulina constituye como máximo el 15% del peso seco de los azúcares, por lo que no es exacto referirse a los carbohidratos de la pataca como inulina, cuando en realidad predominan los compuestos intermedios entre la glucosa, la fructosa y la inulina. La fructosa potencial constituye entre el 75 y el 98% de los azúcares totales, siendo el

resto glucosa. La fructosa es el más dulce que la sacarosa. Por eso es muy a propósito para endulzar bebidas refrescantes a las que se quiere dar un bajo contenido calórico. En la actualidad este es el aprovechamiento más importante del cultivo. Los tubérculos de pataca, o los azúcares que se obtienen de ellos, son también alimentos adecuados para la dieta de los diabéticos, ya que bajos niveles de fructosa pueden ser metabolizados sin necesidad de insulina. Además otra ventaja consiste en que la fructosa es un azúcar menos cariogénico que la sacarosa. La evolución de los azúcares en la pataca es tal que la proporción fructosa/glucosa es más alta en septiembre que en diciembre, sin embargo se debe recolectar lo más tarde posible, ya que el rendimiento en azúcares se multiplica por tres o por cuatro en esa época.

Si se compara la pataca con la remolacha, no es fácil encontrar ventajas para la primera en cuanto al rendimiento bruto en peso fresco, pero de la pataca se puede decir que además de producir un azúcar específico, es más rústica y exige menos cuidados, aproximándose en rendimiento a la remolacha a medida que las condiciones del medio se hacen desfavorables. Hay que tener en cuenta, en relación con los rendimientos de tubérculo citados, que estos proceden de plantaciones experimentales, y que en grandes superficies el rendimiento será algo menor.

La densidad de los tubérculos puede llegar a ser de 1.080 kg/m<sup>3</sup>, pero la densidad media es sólo de 585 kg/m<sup>3</sup>. Es importante conocer esta cifra para hacer los cálculos necesarios cuando se dimensiona maquinaria industrial o instalaciones para almacenamiento.

Otros aprovechamientos de la especie son para la obtención de forraje verde o ensilado. Sin embargo hay que tener en cuenta que no se pueden aprovechar al mismo tiempo los tubérculos y los vástagos, siendo necesario elegir entre ambos productos. La máxima producción de forraje se produce en el momento de la floración o un poco antes.

### AGRONOMIA

#### EXIGENCIAS DEL SUELO

Para tener una referencia de tipo intuitivo, del tipo de suelo que necesita la pataca, podemos decir que crece bien en los terrenos que son también apropiados para el maíz.

Es importante que los suelos en los que se cultive la pataca sean capaces de un buen drenaje, de manera que se pueda realizar la recolección mecanizada en invierno. Los suelos pesados además de dificultar la entrada de las máquinas arran-

cadoras, por excesiva retención de agua, producen tubérculos más pequeños y con una mayor tendencia a la ramificación, por lo que arrastran más tierra al ser cosechados, con las dificultades que esto supone para su procesado posterior. Además en los suelos encharcados los tubérculos tienden a dispersarse más, con respecto al pie de las plantas, y a adoptar formas alargadas de menor peso. También se deben eludir los suelos pedregosos. En general son preferibles los suelos arenosos y bien drenados, que facilitan la recolección y buena formación de los tubérculos, aunque pueden tener el inconveniente de una insuficiente capacidad de retención de agua. La patata crece bien tanto en suelos silíceos como calizos, no siendo especialmente sensible al pH, que puede variar entre 4,4 y 8,6, sin que dentro de este rango disminuya el rendimiento con respecto a su valor potencial.

### PREPARACION DEL TERRENO, ABONADO

La preparación del terreno debe ser semejante a la que se realiza para la patata, dando una labor profunda para dejar el suelo bien mullido y aireado. En cuanto al abonado los autores que han tratado este tema recomiendan también dosis semejantes a las de la patata, por ejemplo 150 kg/ha de cada uno de los fertilizantes básicos: N2, P2O5. Aunque hay autores que proponen añadir del último hasta 300 kg/ha. El nitrógeno se recomienda dar, en parte, en forma de estiércol: 30-50 t/ha, aplicadas en otoño o invierno, que además de su valor fertilizante mejoran la estructura del suelo y su poder de retención de agua. El nitrógeno en forma mineral se recomienda aportarlo en dos fracciones, una en sementera, y otra en cobertera, en el momento de aporcar.

### SIEMBRA

Los tubérculos se deben enterrar entre 6 y 10 cm. La siembra a más profundidad retrasa la emergencia, debilita los brotes y hace que los tubérculos se desarrollen más profundos, haciendo difícil la recolección. Se puede sembrar con tubérculos enteros o troceados, cada unidad debe pesar aproximadamente 50 g, aunque éstas sean mayores no se incrementa el rendimiento, pero puede disminuir si son más pequeñas. Se recomienda sembrar entre febrero y abril, en Madrid se obtienen buenos resultados sembrando a mediados de abril o ligeramente antes. Para la siembra se pueden utilizar sembradoras de patatas. La mejor densidad de población se estima entre 30.000 y 40.000 plantas por hectárea. Se recomienda una distancia de 80 cm. entre líneas, que permite el aporcar

do y deja un buen espacio para la formación de los tubérculos. De acuerdo con esto, para obtener 35.000 plantas/ha se deben disponer a distancias de 80x35,7 cm. Para sembrar una hectárea se necesitan de 1.500 a 2.000 kg de tubérculo.

### CONTROL DE MALAS HIERBAS

El mismo cultivo de patata se puede emplear para eliminar malas hierbas de un terreno, ya que debido a su gran capacidad para sombrear el suelo tiene un elevado poder de competencia. Sin embargo el abandono inevitable en el suelo de algunos tubérculos, durante la recolección, hace que la patata pueda ser, ella misma, una mala hierba para los cultivos que siguen en la rotación.

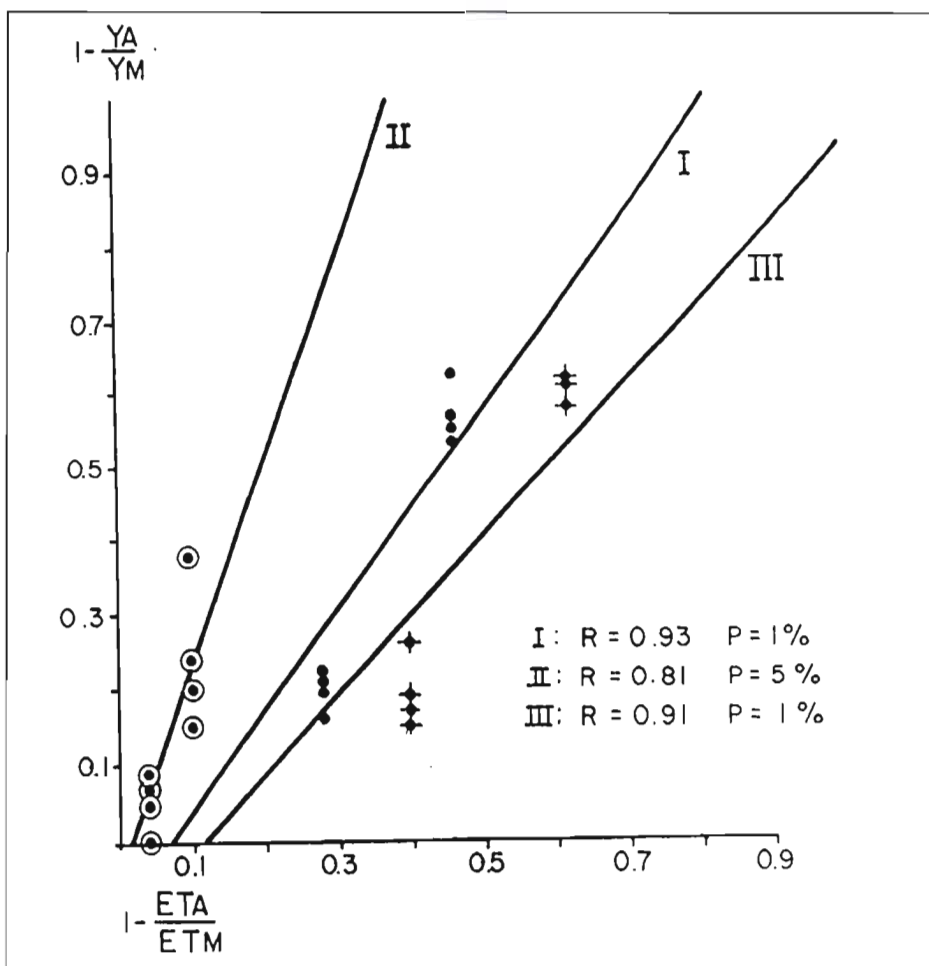
Independientemente de lo anterior, es imprescindible ejercer algún tipo de control de las malas hierbas durante las primeras etapas de crecimiento del cultivo. Generalmente se recomienda la escarda

mecánica, con dos pasos de cultivador, hasta que las plantas alcanzan 50 cm de altura. El paso de la reja debe ser superficial, 4-5 cm, para evitar dañar a los estalones en desarrollo.

También se puede realizar una escarda química, aunque la opinión general es que todos los herbicidas ensayados hasta ahora producen daños al cultivo, retrasando el crecimiento y disminuyendo el rendimiento de los tubérculos. Concretamente se han utilizado substitutos de la urea, como el linurón, a una dosis de 1 kg de materia activa por hectárea, se aplica antes de la brotación o durante la vegetación con plantas de hasta 5-6 hojas, este tratamiento resulta eficaz aunque no destruye hierbas adventicias tardías. También se ha empleado la trifluralina y la prometina.

### NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO

Se puede considerar a la patata como un cultivo exigente en agua, que en la zona



Déficits de rendimiento relativo del cultivo frente a déficits de evapotranspiración relativa en plantas que sufrieron estrés hídrico: I. En el periodo comprendido desde el momento en que el cultivo sombrea el 70% del suelo hasta el inicio de la floración. II. Desde la floración hasta el final del ciclo productivo. III. A lo largo de todo el ciclo de cultivo. Fig. 10.

# SEMILLAS • NUEVOS CULTIVOS

central de la Península Ibérica puede precisar para producir un rendimiento cercano al máximo (80 t/ha de peso fresco de tubérculo), al menos entre 500 y 600 l/m<sup>2</sup>. Aportaciones de la cuarta parte de agua pueden reducir el rendimiento en aproximadamente un 60%.

Las plantas se aclimatan bien a la escasez de agua, disminuyendo su crecimiento y aumentando su peso específico foliar (peso por unidad de superficie), es decir se hacen más carnosas, más crasas, disminuyendo su relación superficie/volumen. Con esto, al tener menor superficie transpirante, por unidad de volumen de hoja, se restringen las pérdidas por transpiración, sin que necesariamente se disminuya la cantidad de tejido fotosintético. La variedad Nahobka presenta además una adaptación especial a la sequía, debido a sus hojas erectas que le permiten captar más luz a primera y última hora del día, cuando las temperaturas son más moderadas, y evitar una insolación excesiva al mediodía, cuando las temperaturas son más elevadas.

En la figura 10 se han representado los déficits de rendimiento relativo del cultivo frente a los déficits de evapotranspiración relativa para:

I: Parcelas que sufrieron algún tipo de estrés hídrico en el periodo comprendido desde el momento en el que el cultivo sombrea el 70% del suelo, hasta el inicio de la floración.

II: Parcelas sometidas a estrés hídrico en la época que va desde la floración, hasta la muerte de las plantas.

III: Tratamiento en el que falta de agua, en mayor o menor grado, se produjo a lo largo de todo el ciclo del cultivo. Se observa que la última fase del desarrollo (recta II) es aquella en la que el rendimiento relativo se ve más afectado por la falta relativa de agua. Esto quiere decir que si los recursos hídricos escasean, la restricción de agua para riego deberá hacerse en cualquier etapa menos en esta, en la que los efectos sobre el rendimiento son más negativos. Por el contrario si el déficit hídrico se mantiene a lo largo del ciclo (recta III), su repercusión sobre el rendimiento es la mínima (entre las estudiadas), demostrándose así un aspecto de la capacidad de aclimatación de este cultivo a situaciones de estrés hídrico.

## RECOLECCION

El máximo rendimiento de forraje se produce inmediatamente antes de la floración (fig. 8), ya que después la mayor parte los fotoasimilados almacenados en los tallos se dirigen a los tubérculos. Si se realiza la siega de la parte aérea en este momento, la cantidad de ensilado que se puede obtener puede oscilar entre 25-50

t/ha. En esta época los tubérculos pueden alcanzar alrededor de un 40-60% de su rendimiento total.

Antes de recolectar los tubérculos, cuando se ha producido su madurez, es preciso retirar los tallos, bien con una segadora de maíz, o con una desbrozadora. Para la recolección de los tubérculos se pueden utilizar arrancadoras o cosechadoras de patatas, aunque convendría modificarlas debido al menor tamaño de los tubérculos de la patata, y a su mayor dispersión en el suelo. La recolección de los tubérculos se debe hacer en el otoño, cerciorándose siempre de que los tallos están antes completamente secos, ya que mientras conservan cierto verdor son capaces de exportar azúcares al tubérculo. Otro problema de la recolección temprana es la resistencia al arrancado que ofrecen los estolones, que tienen aún gran vigor. Si no se tiene una prisa excesiva para preparar el terreno para el cultivo siguiente, lo mejor es dejar los tubérculos en el suelo hasta el final del invierno o principio de la primavera, en esta época los estolones se han degradado completamente y la abscisión de los tubérculos es total, por otro lado el suelo es el mejor lugar para la conservación del tubérculo desde el punto de vista sanitario. Sin embargo también hay que tener en cuenta, que durante ese periodo se produce una cierta reducción del peso seco y del contenido en azúcar de los tubérculos.

## ROTACIONES

Después de recolectar se debe labrar profundamente al final de la primavera, para evitar lo más posible el rebrote. De todas maneras es casi imposible evitar cierta brotación escalonada de los tubérculos, que inevitablemente quedan en tierra, y que se puede prolongar hasta junio. Lo mejor es poner, a continuación de la patata, un cultivo forrajero como el trebol, también puede forrarse con avena y trigo: o maíz, centeno y patatas o nabos.

## ENFERMEDADES

La patata es una planta muy resistente a plagas y enfermedades, aunque no tanto como para no ser susceptible a algunas de ella. En particular es sensible al oidio (*Erysiphe cichoriacearum*). Nosotros sólo hemos detectado la enfermedad, en España, al final del ciclo, en las hojas más viejas y nunca ha sido necesario el tratamiento. Otra enfermedad de la patata es el mal del esclerocio, causada por el ascomiceto del suelo *Sclerotinia sclerotiorum*, ésta es, probablemente, la enfermedad más importante que afecta a la patata, sin embargo las plantas atacadas se suelen ver aisla-

das, o formando rodales, sin que los ataques presenten en general proporciones epidémicas. También se han descrito ataques de septoria y de mildiu.

La resistencia de la patata a las plagas la hace ideal, en una rotación, para sustituir a la remolacha azucarera, en campos infectados por nematodos.

## POST COSECHA

Conservación de los tubérculos después de la cosecha

Los tubérculos son difíciles de almacenar, por tener una piel fina que se rompe con facilidad, permitiendo las infecciones. Donde mejor se conservan es en el mismo suelo donde se han producido; en estas circunstancias, además, no son dañados por las heladas. Una solución parecida es el almacenado en silos hechos en tierra. También es eficaz, aunque más caro, el almacenado en sacos de plástico estancos, a baja temperatura (cerca de 0° C). Las infecciones disminuyen si se tiene precaución en la manipulación de los tubérculos, y si antes del almacenamiento se facilita la cicatrización de las heridas. También existe una cierta resistencia genética a la podredumbre, por ejemplo la variedad Violet de Rennes se conserva mejor que la Blanca Precoz. Los más importantes agentes de la podredumbre son: *Botrytis cinerea*, *Rhizopus nigricans*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Sclerotinia minor*, también se ha encontrado actividad en *Phoma exigua* y *Fusarium roseum*. Salvo excepciones los síntomas de los tubérculos atacados son semejantes, independientemente del agente causante de la podredumbre. Esta implica pérdida de materia prima, y por tanto disminución de ingresos para el agricultor, además de contaminación del medio y mayor peligro de propagación de la enfermedad. El almacenado del tubérculo es uno de los problemas más importantes vinculado a la producción comercial de la patata.

Con independencia de los ataques fúngicos al tubérculo, su contenido en azúcares totales, y por tanto en fructosa disminuye ligeramente durante el periodo de almacenado.

## UTILIZACION DE LA PATACA Y SUS DERIVADOS

El mayor interés de la patata, en la actualidad, es como fuente de fructosa, que como ya hemos dicho es el azúcar más dulce (por unidad de peso), que nos ofrece la naturaleza.

Se obtiene por hidrólisis de los polifruetosanos del tubérculo.



# Expoliva



Feria Internacional del Aceite de Oliva e Industrias Afines.

Jaén, del 20 al 23 de Mayo de 1993

Una ventana abierta al mundo del Aceite de Oliva y las industrias que intervienen en su producción.



Avda. de Madrid, 25 - Telf. (953) 27 49 76 - FAX. (953) 27 62 19 - JAEN (España)



Aceite de Oliva de la Comunidad Europea

Alimentos de Andalucía

Consejo Oleícola Internacional



## Novedades

### TEMA: MEDIO AMBIENTE



- **Planificación Rural:**

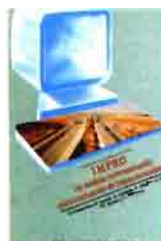
*Autor:* Domingo Gómez Orea  
(Coedición con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

400 pág.  
P.V.P.: 3.000 PTA

- **Evaluación de Impacto Ambiental:**

*Autor:* Domingo Gómez Orea  
222 pág.

P.V.P.: 2.500 PTA



- **IMPRO: Un Modelo Informatizado para Evaluación de Impacto Ambiental**

*Autores:* D. Gómez Orea, J. Aguado, T. Villarino, G. Escobar, M. Herrera y C. Bárcenas.

200 pág. Disquete  
P.V.P.: 2.500 PTA

### TEMA: OLIVAR Y ACEITE

- **Obtención del Aceite de Oliva Virgen:**

*Autores:* Luis Civantos, Rafael Contreras y Rosa Grana

280 pág.  
P.V.P.: 2.500 PTA



- **La Oleicultura Antigua:**

(El olivo; del pisado a la prensa de viga; el refranero)

*Autor:* Andrés Arambarri  
200 pág. 59 fotos color  
P.V.P.: 3.500 PTA

**Editorial Agrícola Española, S.A.**

Caballero de Gracia, 24, 3º izqda.  
28013 Madrid

Tel.: (91) 521 16 33 Fax: 522 48 72

# Agricultura

Revista agropecuaria

**PRESTIGIO Y PROFESIONALIDAD**

**FUNDADA EN 1928**  
**LA MAS ANTIGUA DEL SECTOR**  
**LA UNICA CONTROLADA POR O. J. D.**



**Opiniones**  
**Hoy por hoy**  
**Mercados agrarios**  
**Medio ambiente**  
**Colaboraciones técnicas**  
...

**EDICIONES DE LIBROS**

**EDITORIAL AGRICOLA ESPAÑOLA, S. A.**

C/ Caballero de Gracia, 24 3º, izq. 28013 Madrid

Tel.: (91) 521 16 33 Fax: (91) 522 48 72

Si los azúcares así obtenidos son fermentados se puede producir alcohol etílico o ácido láctico. El primero se puede utilizar también puede destinarse a la fabricación de licores, o para otros usos industriales. El ácido láctico se utiliza en la acidificación de alimentos y bebidas, también para tratamiento de tejidos en la industria textil, y en el curtido del cuero. Por su capacidad de formar polímeros se utiliza en la producción de resinas. En forma de lactato cálcico, como suplemento de la alimentación de las aves, y en farmacia como fuente de calcio.

Los tubérculo, como alimento para el hombre, se utilizan fundamentalmente en ensaladas, o como aperitivo en forma de conserva en vinagreta. También se utilizan los tubérculos enteros o troceados para la alimentación del ganado vacuno, ovino o de cerda.

## PRODUCCION DE ALCOHOL

Los procesos previos a la hidrólisis de los polisacáridos incluyen el lavado, troceado y triturado o prensado de los tubérculos, antes de proceder a la difusión de sus contenidos. Las pulpas que se obtienen como residuo, después de este proceso, constituyen alrededor del 30% del peso de los tubérculos y tienen un valor nutritivo de alrededor de 0,17 UF/kg. En muchas ocasiones, para conseguir un material homogéneo para la hidrólisis, antes de esta, se procede a una cocción de los tubérculos (15 minutos a 120° C), o simplemente un

tratamiento con vapor de agua.

La hidrólisis posterior puede ser ácida o enzimática, en el primer caso se emplean ácidos diluidos, a altas temperaturas, por ejemplo ácido sulfúrico en la concentración de 0,14-0,60 litros por cada 100 kg de tubérculo, a temperatura de 100-140° C, durante 10 minutos. El rendimiento de la hidrólisis, en estas condiciones, se acerca al 95%. Tienen un interés especial la hidrólisis llevadas a cabo a un pH cercano al de fermentación (pH=4,5), que se consigue añadiendo ácido sulfúrico concentrado en la proporción de 0,14 l por cada 100 kg de tubérculo. La fermentación alcohólica se lleva a cabo con *Saccharomyces cerevisiae*, durante 16-18 horas, a 30±2° C, lográndose así una fermentación del 98% de los azúcares. La inoculación con levaduras se hace a razón de 0,5 g de levadura por kg de pulpa de tubérculo original.

Se obtienen aproximadamente 80-100 l de alcohol por cada tonelada de tubérculo, se estima pues que las producciones de alcohol pueden oscilar, en términos prácticos, entre los 4.000 y 6.000 litros por hectárea. La patata puede producir cerca del doble de alcohol que un cultivo de maíz y aproximadamente lo mismo que un cultivo de remolacha azucarera. La patata es pues una estupenda productora de azúcar o alcohol, sobre todo si se tiene en cuenta la escasa mejora genética realizada hasta ahora en el cultivo.

Carrasco ha calculado el precio del litro de alcohol, en 1987, entre 50 y 65 pesetas, sobre la base de una planta productora capaz de rendir 1.000 HI de etanol por

día, operando 180 días al año, y estimando una amortización de 15 años.

## Referencias bibliográficas

— Ballesteros, M. 1988. Efecto de la humedad del suelo sobre la productividad de plantas de patata (*Helianthus tuberosus* L.). Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias, Sección de Biológicas.

— Conde, J.R., Tenorio, J.L., Rodríguez-Maribona, B. and Ayerbe, L. Tuber yield of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in relation to water stress. *Biomass and Bioenergy* (en prensa).

— Fernández, J. and Carrasco, J.E. II Technical FAO/CNRE Consultation on Liquid Fuels from Biomass. St. Remmy les Chevreyses. Dec. 1987.

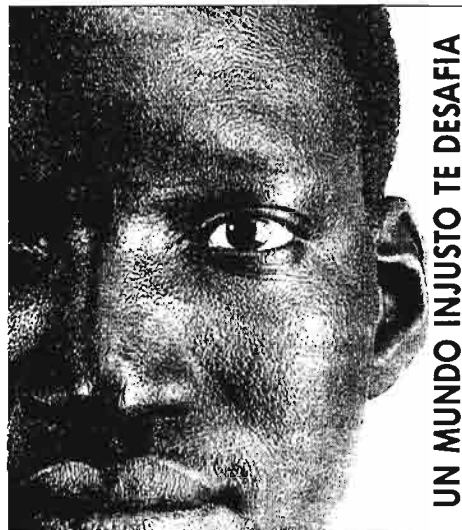
— Grassi, G. and Gosse, G. Eds. 1988. Topinambour. Report EUR 11.855, 213 pp. Commission of the European Communities, Luxembourg (Contiene las Actas del Seminario sobre Patata celebrado en Madrid el 30 sept. y 1 oct. 1987).

— Kosaric, N., Consentino, G.P. and Wieczorec, A. 1984. The Jerusalem artichoke as an agricultural crop. *Biomass* 5: 1-36.

— Sachs, R.M., Low, C.B., Vasavada, A., Sully, M.J., Williams, L.A. and Ziobro, G.C. 1981. Fuel alcohol from Jerusalem artichoke. *California Agriculture*, sept.-oct.: 4-6.

— Spitters, C.J.T. 1987. Genetic variation in growth pattern and yield formation in *Helianthus tuberosus* L. Proc. Workshop on "Evaluation of genetic resources for industrial purposes", EUCARPIA Section Genetic Resources. Federal Agric. Research Centre (FAL), Brasunschweig. BRD: 221-235.

— Stauffer, M.D., Chubey, B.B. and Dorrell, D.G. 1981. Growth yield and compositional characteristics of Jerusalem artichoke as they relate to biomass production. In: *Fuels from biomass and wastes*. Klass, D.L. and Emert, G.H. Eds. 592 pp. Ann Arbor Science Borough Green.



UN MUNDO INJUSTO TE DESAFIA

- 1.431 millones de personas no saben leer ni escribir. El 97,9 % están en los países del Tercer Mundo.
- En Africa sólo el 46 % de la población tiene acceso al agua potable.
- Cada día mueren 40.000 niños menores de 5 años.

Manos Unidas agradece la publicación gratuita de este anuncio

  
**Manos Unidas**  
**CAMPAÑA CONTRA EL HAMBRE**

### DONATIVOS:

En los principales Bancos y Cajas de Ahorro, en las 74 Delegaciones de MANOS UNIDAS y en su Comité Ejecutivo.

MANOS UNIDAS - Campaña contra el Hambre  
Comité Ejecutivo:  
Barquillo, 38, 2.º • 28004 Madrid • Tfno: (91) 308 20 20  
Fax: 308 42 08

Deseo recibir información de Manos Unidas

Nombre

Dirección

C.P.  Provincia