

Minireview

VIROSIS DE BATATA Y MANDIOCA EN ARGENTINA. SU MANEJO

Di Feo L, Martino J, Zanini A, Martinelli D, Luque A, Rodríguez Pardina P, López Colomba E, Tolocka P, Suasnabar R.

IPAVE, Córdoba, Argentina (Capítulo Centro)

Batata y mandioca son cultivos de gran importancia en la alimentación humana, debido a la composición nutricional de sus raíces. Además, todos sus órganos son aprovechables como alimento del ganado. Ambas especies poseen un gran potencial industrial y son materia prima para la producción de biocombustibles. Su demanda es creciente en el mercado internacional, por sus características de alimentos saludables. Las dos especies son “amistosas” con el ambiente, rústicas y con bajos requerimientos de insumos. Su propagación agámica favorece la dispersión y acumulación de las infecciones virales, que constituyen una de las principales limitantes en la producción. Esto es notable en batata, ya que los virus producen pérdidas en la cantidad y calidad de raíces reservantes en todo el mundo y, en particular, en Argentina, donde los horticultores tradicionales abandonan su cultivo con los consiguientes perjuicios económicos y sociales que esto trae aparejado. En cuanto a mandioca, existen algunas citas relativas a los patógenos virales y daños que causan en el cultivo en diferentes países del mundo, pero en Argentina el panorama de virosis era desconocido hasta hace dos años, cuando nuestro grupo de trabajo incursionó en la temática y pudo informar su presencia en la región de cultivo (NEA). Conocer la etiología y epidemiología de las virosis de ambas especies en el país, es fundamental para establecer un manejo adecuado que conlleve la menor incidencia de estas patologías y de sus efectos perniciosos en rendimientos y calidad del producto comercializable.

Importancia de la batata. Usos y regiones de cultivo

En relación a batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), es una convolvulácea originaria de Centro y Sudamérica que se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales y en zonas templadas del planeta. Se ubica entre las 10 especies vegetales más importantes destinadas a alimentación y rinde cerca de 130 millones t/año en 9 millones de hectáreas plantadas en el mundo. China es el principal país productor, con 80% del total cultivado; le siguen Uganda, Nigeria e Indonesia y Papúa Nueva Guinea.

Presenta amplia adaptabilidad y versatilidad de usos, merced a su gran diversidad. En la actualidad, está recibiendo atención especial como cultivo alimenticio para “salvar vidas” en países en desarrollo. Tanto sus raíces como el follaje se emplean en alimentación humana y animal; posee un mercado potencial para la exportación en fresco (Canadá, Inglaterra, Holanda, Bélgica, Suecia y otros) de aproximadamente 200.000 t/año, que excede a nuestra producción nacional, y del que Argentina aún no participa. Se prevé un incremento en el procesamiento de la batata para alimentación humana, animal y para la extracción de almidón, debido a sus múltiples posibilidades de uso industrial, entre ellas la producción de biocombustible y, además, se destaca como fuente de compuestos antioxidantes, fibra, minerales, vitaminas, y otros, que la ubican como uno de los diez alimentos que el ser humano no debería dejar de consumir. En países como los africanos, se favorece el cultivo de variedades con pulpa amarilla o anaranjada, con alto contenido de β -carotenos, con lo que se está logrando disminuir la incidencia de la ceguera infantil.

En los países en desarrollo, en los que se concentra el 95% de la producción, es la quinta especie alimenticia luego del arroz, trigo, maíz y mandioca. Sin embargo, en América Latina se producen sólo 1,85 millones t. Pese a sus ventajas como alimento y salvo en China y Nueva Zelanda, es un cultivo en retroceso. Argentina no escapa a este fenómeno, ya que según INDEC, la superficie con batata se redujo un 40% en 2002 respecto a 1998. La producción es de unas 120.000 t. La región pampeana (Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe) y el NEA son las de mayor superficie plantada (43 y 40%, respectivamente), el NOA posee el 15% y Cuyo, el 2% restante (SAGPyA, 2008).

Las virosis de batata

En relación a la disminución de la superficie cultivada, las virosis constituyen potencialmente la limitante de la producción de mayor relevancia. La propagación comercial vegetativa de la especie conduce a un incremento en la concentración de partículas virales y a su perpetuación en los tejidos vegetales, en perjuicio de los rendimientos.

En el mundo, se citan aproximadamente 30 especies virales de batata, de las cuales, en Argentina hasta el presente, han sido detectadas siete: *Sweet potato vein mosaic virus* (SPVMV), *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV), *Sweet potato mild speckling virus* (SPMSV), *Sweet potato chlorotic stunt virus* raza WA (SPCSV-WA), *Sweet potato leaf curl virus* (SPLCV), *Sweet potato virus G* (SPVG) y *Sweet potato virus C* (SPVC).

La falta de implementación de un programa de manejo continuo en el tiempo ha llevado a que las virosis aparecieran de manera recurrente en los cultivos de batata en el país. En la década del 70, la “batata crepa” y en la del 90, el “enanismo clorótico” (ocasionada por el potyvirus SPVMV, la primera y por dos potyvirus: SPFMV, SPMSV y un crinivirus: SPCSV, la segunda) fueron causales de mermas en la producción de raíces comerciales superiores al 84 y 60%, respectivamente

Problema actual de virosis de batata en Argentina. Desde la campaña agrícola 2009/10, luego de una década en que estas enfermedades no fueron notablemente perjudiciales en el cultivo, en la Pcia. de Córdoba comenzó a manifestarse el "encrespamiento amarillo" (EA), en batata cv. Arapey INIA, Morada INTA y en el clon Morada Selecta. El rasgo más notable de esta virosis es que la expresión de síntomas y daños es generalizada y acontece en todas las provincias en las que se cultiva batata, a diferencia de lo que ocurría con las anteriores. Es una patología con altísima incidencia en los diversos genotipos plantados en todas las regiones de cultivo.

Etiología. El EA es causado por cinco virus: tres potyvirus transmitidos de manera no persistente por *Myzus persicae*: SPFMV (razas O y RC), *Sweet potato virus G* (SPVG), *Sweet potato virus C* (SPVC); el crinivirus SPCSV-WA (raza del oeste africano), y el sweepovirus (begomovirus), *Sweet potato leaf curl virus* (SPLCV), cuyo vector es *Bemisia tabaci* (transmisión semi-persistente y persistente, respectivamente). Cabe destacar que SPVG, SPVC y SPLCV y la raza RC de SPFMV han sido informados recientemente en Argentina.

Es altamente probable que el cambio climático evidenciado en los últimos años haya provocado también modificaciones en las poblaciones de vectores y en los patógenos que transmiten. Al respecto, es destacable el desplazamiento desde zonas tropicales y subtropicales hacia otras más australes y templadas, de la mosca blanca *B. tabaci*, vectora de sweepovirus y de crinivirus.

Sintomatología. En los lotes de producción, las plantas afectadas por EA se agrupan en manchones cloróticos y enanos y, debido a que la enfermedad está provocada por cinco patógenos, poseen láminas de las hojas con síntomas variados: ampollado, mosaico intenso, moteado, punteado y anillos cloróticos, aclaramiento y, en ocasiones, engrosamiento de venas y distorsión o deformación (Fig.1). Esta sintomatología se presenta en el cv. Arapey INIA (Fig. 2), en Morada INTA (Fig. 3), GEM, etc. En clones con mayor cantidad de pigmentos antocianicos, el mosaico ocurre con alternancia de parches púrpuras y verdes en la lámina foliar, por ejemplo en el clon uruguayo conocido como “Morada Selecta”, donde las plantas enfermas se visualizan a campo, agrupadas en manchones violáceos (Fig. 3).

La parte subterránea de la planta se ve afectada no sólo por una marcada reducción en el número y tamaño de las raíces reservantes, sino que, en cultivares de pulpa amarilla como Arapey INIA, el color de la misma se torna muy pálido, debido a una significativa disminución en el contenido de β -carotenos, precursores de la vitamina A (Fig.4).

En infecciones simples, los virus involucrados en el EA no producen síntomas o éstos son casi imperceptibles y esporádicos. Por ejemplo, SPFMV puede causar un punteado, a veces un moteado disperso en hojas inferiores en otoño, cuando las temperaturas comienzan a ser moderadas; SVPG causa síntomas semejantes y SPCSV, transmitido por moscas blancas, desencadena, a veces, un mosaico internerval casi imperceptible en las hojas viejas. En el caso de SPLCV, algunos cultivares como Okinawa 100 manifiestan sólo un leve curvado hacia arriba de los bordes de la lámina foliar. Los síntomas severos aparecen en infecciones mixtas de SPCSV, agente que sinergiza con los restantes virus (Fig. 5).

En Colonia Caroya, Dpto. Colón, Pcia. de Córdoba, el EA, causa una marcada disminución en los componentes del rendimiento de batata cv. Arapey INIA, cercana al 90% para peso y número de raíces comerciales. Los mismos resultados se obtienen en experimentos dirigidos (Fig. 6), en donde, además, se determinó una significativa reducción en el contenido de β -carotenos.

El EA es, sin lugar a dudas, la patología viral más grave que se haya presentado hasta ahora en el cultivo en Argentina, por la magnitud de daños y por la expresión sintomatológica reportada en la totalidad de las áreas productoras. Esto conlleva un grave problema social, pues productores tradicionales se ven obligados a abandonar el cultivo. En la actualidad, éste es el crítico panorama que se presenta en todas las provincias batateras, donde, ante la escasez de propágulos, los horticultores adquieren plantines de diferente origen y sanidad dudosa, con la consiguiente introducción de virus previamente ausentes en la región y pérdidas significativas en la producción y calidad de raíces reservantes.

Manejo de las virosis de batata

Por los motivos que se han detallado, se evidencia la urgente necesidad de controlar las virosis presentes en batata en Argentina. Una de las alternativas es el mejoramiento para resistencia, que ha tenido un éxito limitado en el cultivo. Éste es difícil de mejorar (alohexaploide, altamente heterocigota, con complejas tasas de segregación, autoincompatible y con importantes niveles de incompatibilidad cruzada; con muchos genotipos en los que la floración es reducida o está ausente; muchos de sus caracteres de importancia económica, incluidos los determinantes de resistencia, se heredan cuantitativamente). Por otra parte, la gran variabilidad de virus que afectan a la especie también dificulta el estudio de la resistencia, que resulta aún más engorroso en el caso del EA, por la cantidad de patógenos que se encuentran involucrados.

El medio más eficiente y económico y de corto plazo de control de virosis es la *iniciación de los cultivos con "semilla" probada para virus* (obtenida a partir del cultivo *in vitro* de meristemas, combinado con termoterapia) siempre y cuando se lleve a cabo dentro de un plan de manejo integrado con otras prácticas desarrolladas a tal fin. El uso de cultivo de tejidos para generar materiales de propagación limpios debería ser un componente integral de cualquier programa de manejo de enfermedades virales. El mismo, además, permite controlar otros patógenos y recuperar el rendimiento y la calidad de los cultivares. Los sistemas de producción, multiplicación y distribución de materiales de plantación de sanidad controlada son muy beneficiosos en caso de operar de manera continuada y complementaria con prácticas culturales que tienden a impedir la reinfección viral de los propágulos, teniendo en cuenta que los agentes virales pueden diseminarse rápidamente mediante vectores (áfidos y moscas blancas, principalmente).

Los pasos seguidos en IPAVE para obtener propágulos de batata de sanidad controlada son: a) Elección y control sanitario de una planta dadora de meristemas (determinación de la presencia o no de virus e identificación); b) Aplicación de las técnicas de eliminación de virus (termoterapia y cultivo *in vitro* de meristemas); c) Propagación de las plantas saneadas (micropropagación *in vitro*, rusticación y macropropagación *ex vitro*); d) Control sanitario de las plantas regeneradas (para los virus presuntamente eliminados).

Las plantas obtenidas por cultivo de meristemas (Fig.7) no necesariamente estarán libres de todos los virus, por lo que deberán ser sometidas a control sanitario para los cinco virus involucrados en el EA antes de iniciar su micropropagación *in vitro* a gran escala y posterior macropropagación *ex vitro*. Dicho control se realiza mediante métodos de detección biológicos (injerto sobre plantas indicadoras, especialmente *Ipomoea setosa*), serológicos (DAS-ELISA, TAS-ELISA y NCM-ELISA), moleculares (PCR y RT-PCR) y por observaciones al microscopio electrónico. Sólo las plantas libres de virus se seguirán multiplicando *in vitro* (Fig. 8) y *ex vitro*. En este último caso, las mismas serán aclimatadas en invernadero antes de su trasplante a jaulones con malla antiáfidos donde se constituirán en plantas madres, a partir de las cuales se obtendrán plantines enraizados (Fig. 9) que, finalmente se entregarán como “semilla” básica de sanidad controlada a multiplicadores (productores elite, cooperativas, estaciones experimentales, etc.) (Fig.10). Los mismos los multiplicarán en terrenos aislados de otros cultivos comerciales de batata y con baja presión de insectos vectores de virus (áfidos y moscas blancas) o, preferentemente, en invernaderos con malla antiáfidos, a los fines de obtener suficiente material de propagación destinado a los lotes comerciales (Fig. 11, 12 y 13).

El saneamiento de los cultivos de batata de una determinada zona de producción, dependerá no sólo del empleo de material de plantación de sanidad controlada para virus y otros patógenos sistémicos. Este será sólo el inicio de un proceso que deberá complementarse con un manejo integrado y prácticas fitosanitarias que, en lotes de multiplicación y en los destinados a la producción comercial, impidan el ingreso y la diseminación de virosis. El tiempo de renovación de “semilla” dependerá de la incidencia de los diferentes virus involucrados en la enfermedad (cantidad de inóculo) y del tamaño de las poblaciones de insectos vectores presentes en la zona considerada. En las condiciones actuales, los productores deben renovar anualmente sus propágulos, para lograr un “saneamiento” progresivo de las diferentes regiones de cultivo.

Algunos aspectos que se deben considerar en el manejo sanitario son los siguientes:

Naturaleza de los plantines. Evitar el uso de material de plantación adquirido en otras regiones productoras de batata, que conlleva la introducción inadvertida de patógenos foráneos. Es importante que el productor inicie sus cultivos con “semilla” probada para virus. En caso contrario, el material de plantación debe provenir de lotes en donde la incidencia de virosis sea mínima, medida que disminuye las posibilidades de tomar estacas desde plantas infectadas.

Aislamiento de lotes. Los lotes en donde se realiza multiplicación de plantines de sanidad controlada y los comerciales en los que se plantó material de estas características, tienen que distanciarse al menos 100 m de otros cultivos, ya que es difícil que los vectores de virus recorran esa distancia en poco tiempo.

Descarte de plantas infectadas (roguing). Permite remover las fuentes de virus y se limita su dispersión por los vectores dentro de un cultivo, especialmente en el primer mes luego de la plantación. Es un medio efectivo para controlar complejos virales en los que interviene el SPCSV (que sinergiza con otros agentes virales, aumentando concentración de los mismos, con aparición de síntomas y daños). Sin embargo, es una medida inadecuada para el control de virus que no ocasionan síntomas aéreos, por el contrario, se favorecería su dispersión de un ciclo de cultivo a otro.

Rotación de cultivos. Las raíces y estacas de plantas de batata infectadas sobreviven en el suelo produciendo plantas enfermas, desde las cuales la virosis se diseminará rápidamente en el nuevo cultivo.

Destrucción de residuos de cosecha.

Eliminación de especies silvestres. El control de otras plantas hospedantes silvestres convolvuláceas (*Ipomoea*) cercanas a los lotes con batata probablemente reduzca significativamente la incidencia de las enfermedades virales, ya que las mismas constituyen no sólo reservorios de virus (son susceptibles a la mayoría de estos patógenos y los concentran) sino también de sus vectores.

Manejo de la población de moscas blancas para el control de sweepovirus y de crinivirus. Estos patógenos se transmiten de manera persistente y semipersistente, respectivamente, por lo que el control químico, sumado a la erradicación de malezas, suele resultar eficiente para el manejo de las virosis en las que los mismos están involucrados.

Plantación de barreras de cultivo. Las barreras de maíz son altamente eficientes para proteger los lotes. Hay estudios que indican que las mismas deben rociarse regularmente con plaguicidas para eliminar los insectos que pudieran quedar atrapados, sobre todo cuando la temperatura es elevada y la humedad escasa.

Protección cruzada. Esta medida es sólo viable para pequeñas extensiones de cultivo. Ocurre con razas del mismo virus o con virus íntimamente relacionados. En Japón, experimentalmente, se logró, luego de inocular plantas de batata con una raza suave del SPFMV, que infecciones posteriores con la raza severa *russet crack* no dieran síntomas o bien que éstos fueran muy suaves.

Importancia de la mandioca. Usos y regiones de cultivo.

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), al igual que batata es un cultivo de demanda creciente, especialmente en países en desarrollo, donde constituye la base de la seguridad alimentaria. Es una euforbiácea con centro de origen en la Cuenca Amazónica, que se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta la provincia de Córdoba, Argentina. Es el cuarto cultivo alimenticio en importancia luego del arroz, trigo y maíz, y se reporta como un componente básico en la dieta de más de 1.000 millones de personas (FAO/FIDA, 2000). Según la FAO (2013), la producción mundial de raíces de mandioca se ha incrementado en un 60% desde 2000, y la ONU considera que dejará de ser un alimento para pobres para convertirse en el cultivo del siglo XXI. Además, es alternativa potencial como fuente agroindustrial en la producción de bioetanol a partir de su almidón, para reducir la dependencia de los materiales fósiles.

La planta se destaca por la explotación comercial de todas sus partes. El principal producto son sus raíces, proveedoras de energía y nutrientes para animales y humanos y constituyen la segunda fuente de almidón, luego del maíz. El almidón de mandioca es el más comercializado a nivel internacional y se destina a industria del papel, colas, textiles, resinas, maderas compuestas, fármacos, edulcorantes, alcohol, y a la elaboración de harina, almidón y otros productos para alimentación humana de gran valor agregado sobre los que se pondrá énfasis según análisis de nuevas tendencias.

El cultivo en nuestro país, está localizado en el Noreste, donde la provincia de Misiones posee la mayor superficie cultivada (alrededor de 25.000 hectáreas) y también la más relevante actividad industrial instalada. Le siguen Corrientes y Formosa, con 1.880 y 1.625 ha, respectivamente, utilizadas para el autoconsumo y, eventualmente, para renta. Por su parte, Chaco destina 1.000 ha a este cultivo, empleadas principalmente para autoconsumo, y unos pocos productores lo realizan como actividad rentable.

Las virosis de mandioca

Por ser una especie que, como batata, comercialmente se propaga de manera agámica (estacas de tallo) es afectada por patógenos sistémicos, entre los que merecen especial atención los virus, ya que tienden a acumularse en sucesivos ciclos de cultivo, con significativas consecuencias negativas en los rendimientos y en la calidad de raíces tuberosas. En el mundo, se han aislado al menos 19 virus diferentes que afectan a mandioca; sin embargo, otros siguen sin describirse.

En Centro y Sudamérica se identificaron 11 especies, entre ellas *Cassava common mosaic virus* (CsCMV), un potexvirus miembro de la familia *Alphaflexiviridae*, causal de la enfermedad del "mosaico común de la yuca", además de un complejo viral en el que estarían involucrados *Cassava frogskin associated virus* (CsFSaV), *Cassava torrado-like virus* (CsTLV) y *Cassava polero-like virus* (CsPLV).

CsCMV adquirió mayor relevancia en el sur de Brasil y en Paraguay, pero su presencia también ha sido determinada en Perú, Colombia, África y Asia. Las plantas afectadas desarrollan mosaico y clorosis en hojas, que aumentan su severidad en zonas subtropicales de Sudamérica, debido a los prolongados períodos fríos. En estas condiciones, han sido detectadas pérdidas de rendimiento de hasta un 60%. Esto sucede porque CsCMV interfiere en la fotosíntesis y compromete el crecimiento de las raíces, influenciando negativamente la productividad del cultivo y reduciendo entre 10 y 50% el contenido de almidón.

CsFSaV está asociado con síntomas radiculares graves (enfermedad del "cuero de sapo"), causales de mermas en la producción superiores al 90%. Este virus se distribuye en Brasil, Venezuela, Costa Rica, Panamá y Perú, y la patología en la que participa es la principal limitante de la producción de mandioca en

Latinoamérica. Es una enfermedad producida por un complejo viral en el cual estarían involucradas distintas razas del reovirus CsFSaV, perteneciente al género *Oryzavirus* y un fitoplasma, que al encontrarse en infección simple, no induce síntoma foliar, ni radical en plantas indicadoras de mandioca.

En Colombia, se han realizado estudios acerca de nuevas especies virales asociadas a la enfermedad del “cuero de sapo” que afectan al cultivo de mandioca. Entre ellas, se menciona a CsTLV y a CsPLV, pertenecientes al género *Torradovirus* y *Luteovirus*, respectivamente.

Problema actual de virosis de mandioca en Argentina. El ingreso indiscriminado de germoplasma de mandioca destinado a la propagación que ocurre desde países limítrofes (Brasil y Paraguay), la multiplicación agámica de la especie y el intercambio de ramas entre provincias productoras, han favorecido la dispersión inadvertida de diversos patógenos virales, lo que conduce la expresión de síntomas variados en los cultivos (distintos grados de mosaico, clorosis y deformación de la lámina foliar).

Estudios biológicos, serológicos, moleculares y de microscopía electrónica (Fig.14) permitieron establecer por primera vez en el país (Misiones, Corrientes, Formosa y Chaco), la presencia generalizada de CsCMV en cultivos de mandioca con síntomas de mosaico foliar (Fig. 15).

Análisis moleculares establecieron la ocurrencia de infecciones simples y mixtas de CsCMV con patógenos recientemente informados en la región mandioquera del país: CsFSaV y CsTLV, de gran importancia por estar involucrados en la enfermedad de “cuero de sapo”. En la Fig. 16 se observan diferentes grados de severidad de síntomas foliares en plantas muestreadas en el NEA, dependiendo de la ocurrencia de una infección mixta o simple. Los síntomas observados varían desde puntos amarillos casi imperceptibles, localizados especialmente en los bordes de las hojas, hasta un mosaico severo en todos los lóbulos, con alternancia de verde normal y parches de color amarillo, intenso y marcada distorsión foliar, pasando sucesivamente por diferentes grados de moteado y mosaico.

En IPAVE, y por primera vez en Argentina, se produjo un antisuero para el diagnóstico rápido, eficiente y confiable de CsCMV, que fue ajustado para su empleo en NCM-ELISA, DAS-ELISA y PTA-ELISA y es imprescindible como primera medida para los estudios epidemiológicos que ese están llevando a cabo y para el manejo de las virosis en las que este agente está involucrado en cultivos de mandioca del NEA. De acuerdo a los mismos, hasta el momento, éste es el virus más prevalente.

Complementariamente, se planifican ensayos experimentales para el estudio de las mermas potenciales de rendimiento ocasionadas en infecciones simples y mixtas por estos virus, ya que no es posible realizar estimaciones en los lotes comerciales, debido a la ausencia de patrones de comparación sanos.

Manejo de las virosis de mandioca

Cuarentena. Es necesario fortalecer los sistemas de vigilancia fitosanitaria y de cuarentena para impedir el ingreso o movilización de material vegetativo procedente de áreas afectadas por las virosis, dentro del territorio nacional.

Material de plantación. Emplear ramas provenientes de cultivos sanos para iniciar los cultivos.

Desinfección de herramientas. CsCMV es muy estable y puede propagarse por transmisión mecánica en los machetes y en implementos usados en las labores agrícolas, por lo que se aconseja lavar las herramientas con detergentes o con solución de cloro, de modo de minimizar los riesgos de transmisión primaria.

Eliminación de plantas con síntomas. La mejor oportunidad para identificar y eliminar las plantas afectadas por CsCMV es en los rebrotes, pues los síntomas aparecen en las primeras hojas.

Eliminación de residuos de cosecha. Realizar incineración de los mismos, especialmente de tallos.

Control de vectores. De los virus mencionados, sólo existen presunciones de vector aéreo para CsFSV, pero no de experiencias relativas a la disminución de su incidencia por aplicación de plaguicidas.

Resistencia genética. Estudios de campo efectuados en otros países indican que existen diversos niveles de resistencia a la enfermedad “cuero de sapo” entre variedades de mandioca, y que las resistentes tendrían menores pérdidas de almidón y de rendimiento en relación a las susceptibles.

Saneamiento de clones. Al igual que en batata, la estrategia de control de las virosis en mandioca debe estar dirigida básicamente a la limpieza y saneamiento de clones. Para ello, también se recurre a la combinación de termoterapia y cultivo de meristemas, que deben integrarse con técnicas pertinentes de detección de virus.

Referencias

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2002. Censo Nacional Agropecuario.
- FAO. (2013) Save and Grow: Cassava. A guide to sustainable production intensification. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma.
- FAO/FIDA. (2000) (Fondo Internacional del Desarrollo Agrícola/Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). La economía mundial de la yuca: hechos, tendencias y perspectivas., Roma, Italia. 59 p.
- SAGPyA. 2008. Información de Producción Hortícola. Dirección de Mercados Agroalimentarios. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/dma/hortalizas/hortalizas.php>.

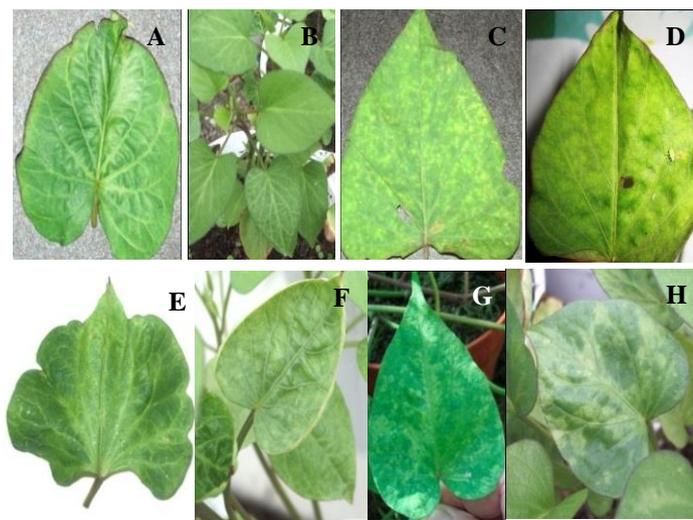


Fig. 1. Variabilidad de síntomas foliares provocados por el “encrespamiento amarillo” en el cv. Arapey INIA de batata: ampollado, engrosamiento y aclaramiento de nervaduras (A); aclaramiento de nervaduras (B); punteado clorótico (C); moteado clorótico con ampollado (D); notable reducción y deformación de la lámina foliar (E); curvado hacia arriba del borde de la hoja, mosaico y ampollado (F); bandeado clorótico de venas, mosaico, anillos cloróticos (G); mosaico con diseños cloróticos (H)



Fig. 2. Síntomas de “encrespamiento amarillo” en cv Arapey INIA: mosaico, aclaramiento de nervaduras, ampollado, deformación de la producción (A) y follaje con



Fig. 3. Síntomas de “encrespamiento amarillo”, en cv. Morada INTA: manchones cloróticos y enanos (A) y detalle de hojas con disminución de su superficie y aclaramiento de nervaduras (B) (Derecha) y en el clon Morada Selecta: manchón púrpura-anaranjado en un lote de producción (A); detalle de manchón (B) y síntomas de mosaico y diseños lineales púrpuras alternando con parches verdes (C) (Izquierda)



Fig. 4. Disminución en el peso y número de raíces reservantes. Izq.: producción de 10 plantas libres de virus; Der.: producción de 10 plantas enfermas con “encrespamiento amarillo” (A). Disminución del contenido de β -carotenos (Izq.: plantas libres de virus; Der.: planta enferma crónica) (B)

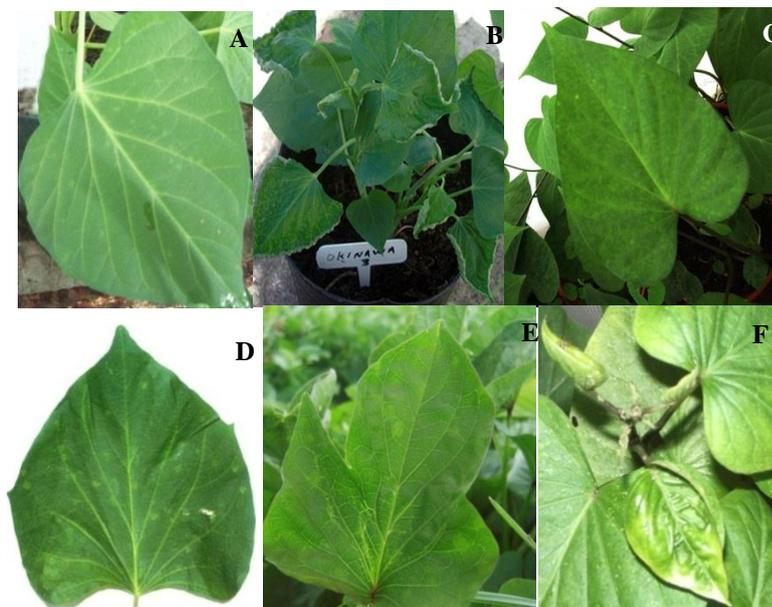


Fig. 5. Infección simple con SPFMV (A: punteado clorótico en cv Arapey INIA y E: manchas cloróticas en el clon Morada Selecta); B: con SPLCV (curvado hacia arriba de los bordes de las hojas del cv. Okinawa 100) ; C: con SPCSV (leve mosaico internerval en hojas viejas); D: con SPVG (puntos cloróticos en el clon Sombrerito). F: ampollado y enrulado de hojas nuevas por ataque del áfido (pulgón) *Myzus persicae*.

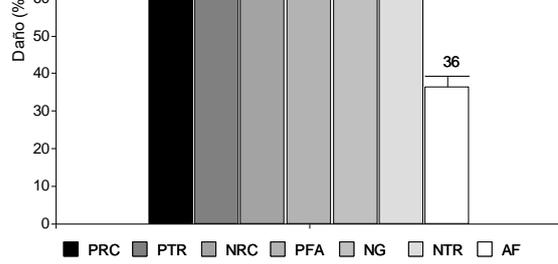


Fig. 6. Disminución potencial de caracteres componentes de rendimiento de batata (plantas con “encrespamiento amarillo” vs. plantas libres de virus) en ensayo experimental (IPAVE).

Ref.: PRC y PTR: peso de raíces comerciales y peso total de raíces; NRC Y NTR: número de raíces comerciales y número total de raíces; PFA: peso fresco de la parte aérea; AF: área foliar; NG: número de guías



Fig. 7. Regeneración de plantas de batata de sanidad controlada a partir del cultivo *in vitro* de meristemos: Termoterapia en fitotrón (A); extracción de meristemos en medio aséptico (cámara de flujo laminar) (B); meristema apical regenerando en medio de cultivo *in vitro* (C); nuevas plantas regeneradas *in vitro* a partir de meristemos (D)

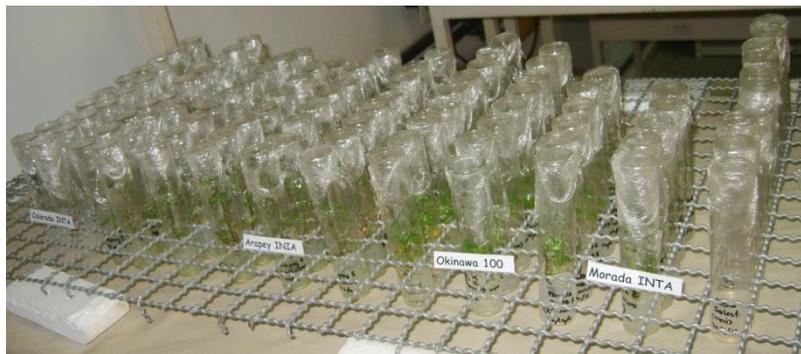


Fig. 8. Multiplicación *in vitro* de diferentes genotipos de batata



Fig. 9. Multiplicación de plantas madres libres de virus de diferentes cultivares en un jaulón con malla antiáfidos del campo experimental del IPAVE-CIAP-INTA Córdoba



Fig. 10. Plantines probados para virus del cv Arapey INIA, listos para ser entregados a multiplicadores elite



Fig. 11. Módulo de multiplicación de plantines de batata de sanidad controlada en la EEA INTA El Colorado. Formosa.



Fig. 12. Multiplicación de propágulos de sanidad controlada en un jaulón con malla antiáfidos en la Escuela de la Familia Agrícola de Colonia Caroya (Dpto. Colón. Pcia. de Córdoba). Transplante en noviembre (A) e interior del jaulón en marzo (B)



Fig. 13. Multiplicación de plantines de sanidad controlada en jaulón antiáfidos de la Cooperativa Agrícola de Malabrigo. Santa Fe

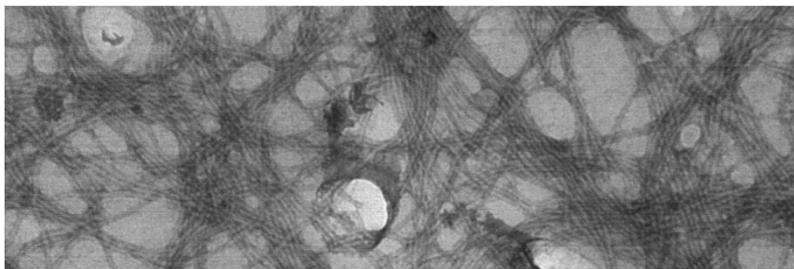


Fig. 14. Fotografía al microscopio electrónico de un preparado de tinción negativa de viriones correspondientes a *Cassava common mosaic virus* (CsCMV), provenientes de una purificación



Fig. 15. Síntomas de mosaico foliar en mandioca, ocasionados por *Cassava common mosaic virus* (CsCMV)



Fig. 16. Plantas de mandioca con síntomas de mosaico foliar provocados por infecciones virales. En infección simple con CsCMV proveniente de Misiones (A), Chaco (B) y Formosa (D); en infección mixta: CsCMV + Cassava frogskin associated virus + Cassava torrado-like virus, provenientes de Misiones (E). Plantas C: grado 0 y F: grado 3 aún no analizadas, procedentes de Misiones.

Agradecimientos: Los autores del presente artículo agradecen a productores, extensionistas e investigadores, con cuya colaboración hicieron posible la concreción del mismo. Entre ellos a: Héctor Martí (Coordinador de PE dentro del Proyecto Nacional de Hortalizas, Flores y Aromáticas, INTA San Pedro); Mario Gerber (Coop. Agrícola Malabrigo suc. Romang); Rosa Hoyos, Hugo Passamano Eduardo Alberto y Hugo Fretes (INTA Formosa); Jorge Balonga, y Juan Carlos Anriquez (CEDEVA Formosa); Clara Contardi y productores de Colonia Molina (Mendoza); Elena Gagliano (INTA Concordia, Entre Ríos); Fernando Miguel Fernández (INTA Santiago del Estero); Néstor Zamudio, Cosme Cusumano y Rodrigo Borioni (INTA Famaillá, Tucumán); Eduardo Riera, Gimena Marcattini y Fernando Pedri (EFA Colonia Caroya, Córdoba); Rodolfo Pletsch (INTA Corrientes); Diana Ohashi y Martín Domínguez (INTA Cerro Azul, Misiones); Antonio Uset (INTA Puerto Rico, Misiones); César Preussler (INTA Montecarlo); Ricardo Medina (IBONE, Corrientes); Atilio Carignano (Soc.Rural de Jesús María, Córdoba); Héctor Ártico, Alfonso Cargnelutti, Sebastián Ambrosich, Jorge y Agustín Taurizano (productores de batata de Córdoba y San Pedro).