

INVESTIGACIONES CARIOLÓGICAS SOBRE ALGUNAS VARIEDADES DE PAPAS SILVESTRES E INDÍGENAS CULTIVADAS EN AMÉRICA

por V. A. RYBIN ¹

Al decidir la cuestión del origen de la papa cultivada, la mayoría de los autores consideran solamente aquellas variedades que han obtenido una profusa distribución en Europa y Norte América. Sin embargo, estas variedades son más bien del mismo tipo y a pesar del hecho, en la opinión de algunos autores, de que fueron varias las formas botánicas comprendidas en la formación de la papa cultivada (BITTER, 1912, 1913, WIGHT, 1916), no parece probable que entre las variedades ahora existentes y cultivadas en Europa y Estados Unidos puedan encontrarse diferencias botánicas que posean valor taxonómico (BERTHAULT, 1911).

BUKASOV (1929), considera que la cuestión del origen de la papa podría decidirse solamente después de una minuciosa investigación de todas sus variedades cultivadas hasta ahora por los habitantes locales de los países de Centro y Sud América. Estas variedades son de una notable diversidad en comparación con las cultivadas en Europa y Estados Unidos. Actualmente se está realizando un estudio en detalle de una gran colección de ellas obtenidas por las expediciones del Instituto de Botánica aplicada, en Méjico, Guatemala, Colombia, Perú, Bolivia y Chile por BUKASOV S. M. y JUZEPCZUK.

A solicitud de BUKASOV, el autor de este escrito, ha emprendido la investigación citológica de este material, habiendo además, investigado un gran número de papas silvestres recogidas en diferentes regiones de Centro y Sud América. Del análisis de la literatura se desprende que la papa ha sido con frecuencia, objeto de investigaciones citológicas. Todos los autores que investigaron sobre la papa, solo se ocuparon de las variedades extensamente cultivadas en Europa, los Estados Unidos y el Japón. Las variedades americanas locales no fueron incluidas en la investigación. La mayoría de los autores mencionan para la papa cultivada el haploide, de 24, o el

1. Publicado en Bull. of Applied Botany, of Genetics and Plant Breeding; vol. XX, 1929; pp. 711-718. Leningrado. Traducción de la División de Estaciones Experimentales del M. A.

correspondiente diploide, de 48. En trabajos más antiguos se pueden encontrar otros números, pero ello se debe probablemente a errores en el recuento de los cromosomas, que en la papa presenta algunas dificultades. De que tales dificultades existen puede deducirse del hecho que la mayoría de los autores declaran los números dados por ellos como aproximados solamente, (NEMEC, 1899, MANO, 1905, YOUNG, 1923, MÜLLER, 1925). Por otra parte, los informes de LUTMAN (1925), que también indican el número 36, poco común para la papa, no resultó correcto al hacer la verificación. Los informes de YOUNG (1923), que indican el número somático 14-16 que difieren tanto de la mayor parte de los autores, se mantienen aparte. Estos datos son, sin embargo, apenas dignos de tomarse en cuenta. El autor contó los cromosomas en el tejido somático de los botones de la flor que son completamente inadecuados para ese propósito. De ahí que pueda admitirse con una gran probabilidad de que las variedades comerciales y selectas de Europa y Norte América tienen todas el número (48) de cromosomas somáticos. El autor ha investigado seis variedades selectas: La Alemana; *Fürstenkrone*; La Inglesa: *Epicure*; Las Americanas: *Cobbler*, *Green Mountain* y *Early Rose* y una variedad selecta desconocida obtenida en el Instituto de Agricultura de Lenigrado. Todas las variedades tenían 48 cromosomas (2n). La investigación en la división nuclear de las variedades mencionadas permite contar 24 cromosomas en las metafases de su división heterotípica como también homeotípica, (microfotógrafo 4 discos III) y averiguar si la división nuclear es enteramente normal.

Los datos sobre la citología de la papa silvestre que se encuentran en la Literatura no son numerosos, (SALAMAN, 1926, SMITH, 1927, VILORIN ET SIMOET, 1927, 1928, JÖRGENSEN, 1928), y se refieren a *Solanum utile* KLOTZSCH (—*demissum* Lindl. var. *Klotzschii* Bitt.) n-36, *Jamesii* Torr., *Chacoense* Bitt. y *S. Caldasii*, Humb. et Bompl. n-12, y *S. Fendleri* A. Gray n-24.

El número de *Solanum tuberífero* incluida en la Sección *Tuberarium*, es sin embargo, muy considerable (en la obra de BITTER (1912, 1913), "Solana nova vel minus cognita", fueron hechos hasta 70 diagnósticos para las especies de esta Sección).

Desde que la Sección *Tuberarium* no está dividida en grupos sistemáticos definidos y la posición sistemática de algunas de las formas silvestres recientemente descritas por BUKASOV y JUZEPCZUK no está enteramente clara, era necesario, al disponer del material en la tabla, aplicar el principio de la ubicación geográfica de las especies, aprovechándose a la vez de ciertos caracteres morfológicos. Una mirada a la tabla mencionada hace evidente la existencia de relaciones poliploides claramente expresadas dentro de la Sección *Tuberarium*. De ese modo, la opinión de JÖRGENSEN (1928), que la formación de las especies dentro del género *Solanum* se realizó por

medio de Poliploides, puede considerarse haber recibido confirmación para la inclusión en la Sección Tuberarium.

Para la presentación de las tres especies colectivas extremadamente poliformes de *S. medians* (representativa *S. Maglia* Schlecht. sp. colectiva Bitt., *S. Commerzonii* Dun. y *S. coyoacanun* Bukasov- sp. col. *Solanum cardiophyllum*-) había establecido el número de 36 cromosomas, no encontrado en literatura alguna para *Solanum*.

Las dos primeras de las especies colectivas mencionadas fueron supuestas primitivamente de haber tomado una parte importante en la formación de la papa cultivada. Investigaciones ulteriores más exactas (WITTMACK, 1904, 1914) han demostrado que no hubo evidencia para confirmar tal opinión, puesto que estas especies difieren fundamentalmente de la papa cultivada. Desde este punto de vista es interesante notar que con respecto a la papa cultivada ocupan también una posición aislada en cuanto al número de cromosomas. Dos de las especies de 36 cromosomas, *S. medians* y *S. coyoacanum* han demostrado división nuclear irregular, con formación de cromosomas bivalentes y univalentes; por lo tanto, parece que su conservación en condiciones naturales tiene que explicarse por la propagación vegetativa.

Resulta interesante comparar el número 48 establecido para *S. palustre* Poepp., con el haploide número 12 establecido por VILMORIN ET SIMONET (1928), para *S. Caldasii* Humb. et Bompl. Según BITTER, DUNAL confundía los diagnósticos de estas dos especies. La diferencia en su número de cromosomas indica evidentemente que las relaciones poliploides en las especies de *Solanum* de la Sección Tuberarium, en algunos casos, puede ser útil en la clasificación taxonómica de las formas.

En el sub-grupo de las especies peruano-bolivianas de los Andes, las especies *S. Bukasovii* y *S. araco-papa* establecido por JUZEPCZUK, son de gran importancia.

Estando morfológicamente casi relacionadas con las papas locales cultivadas, difieren de las otras especies de este grupo por el número de cromosomas, pues es 24. El mismo número de cromosomas, como se demostrará más adelante, caracteriza también a muchas nuevas especies de papas cultivadas en Perú y Bolivia.

En el mismo grupo, merecen mencionarse dos especies de papas silvestres (Curao 150 y Curao 151) que están morfológicamente relacionadas a la papa local cultivada. El número de cromosomas somáticos es de 36 en una y 48 en la otra.

En el sub-grupo de las especies mejicanas con una corola rodada (wheel-shaped corolla), 5 formas de *S. demissum* atraen la atención.

Su afinidad filogenética está confirmada por el número idéntico de cromosomas ($2n=72$).

S. Antipovichi Bukasov y *S. ajuscoence* Bukasov, (BUKASOV, 1929) que están algo relacionadas con la papa local cultivada, tienen cromosomas somáticos en número 48, como muchas de las variedades locales cultivadas en estas regiones.

El gran polimorfismo de las especies y formas pertenecientes a la Sección Tuberarium, juntamente con las relaciones poliploides claramente expresadas, es interesante no solamente desde el punto de vista teórico, sino también de gran importancia práctica, como se demuestra por la investigación de un número de formas híbridas. De ese modo la opinión de BITTER acerca de la naturaleza híbrida de una especie peculiar, *S. edinense* Berth. que no ocurre en estado silvestre, podría ser confirmada. Había también establecido la naturaleza híbrida de una forma dudosa obtenida bajo el nombre de demissum, pero diferenciando de la verdadera demissum por un número de caracteres morfológicos.

La utilidad de este medio citológico para el análisis de híbridos entre la papa cultivada y *S. demissum*. El híbrido F_1 de este cruzamiento indicó un número de cromosomas somáticos hasta 60 en correspondencia con el número de cromosomas de los progenitores mientras el híbrido más complejo proveniente del "Back cross" de este híbrido con la papa cultivada, indicó el número 48 de cromosomas somáticos, que concuerda enteramente con los datos de SALAMAN (1928) sobre el carácter de la segregación de los híbridos entre *S. tuberosum* y *S. utile* (Formación en F_1 de gametas con el número de cromosomas de las formas parentales y su mayor viabilidad en comparación con las gametas que son intermedias en cuanto al número de cromosomas).

Fueron investigados 236 ejemplares de papa cultivada recogidas por BUKASOV y JUZEP CZUK en Méjico, Colombia, Guatemala, Perú, Chile, durante las expediciones del Instituto de Botánica aplicada. La investigación se limitó principalmente al establecimiento del número de cromosomas somáticos en el meristema de la raíz. En algunas de las muestras fueron fijados los botones de la flor para la investigación de la división nuclear. En la fijación de la raíz se empleó el método de NAVASHIN, permitiendo con ello una determinación exacta del número de cromosomas. Este método no admitió establecer aspectos distintivos en la forma de cromosomas, la cual en preparaciones bien fijadas aparece algo así como figuras sinuosas. Tuvimos por lo tanto, que limitarnos a relaciones numéricas.

Desde que la investigación de la papa local americana realizada por BUKASOV y JUZEP CZUK (1929), había revelado la presencia de diferencias muy considerables pertenecientes en especial a caracteres que desempeñan una parte excepcionalmente importante en las sistemáticas de toda la Sección Tuberarium, la investigación de todo el material de la papa cultivada en América, asumió un interés particular. Con respecto a la cuestión general tocante al origen de

la papa, el material local recogido es de sumo interés desde que comprende una gran cantidad de ejemplares provenientes de ambos centros del antiguo cultivo de la papa: Perú-Bolivia, de una parte, y Chile (la isla Chiloe con las partes adyacentes del territorio Chileno), de la otra. De la investigación citológica se desprende que en la región de Perú-Bolivia, donde la diversidad de especies de papas cultivadas es particularmente grande, hay papas caracterizadas por tres diferentes números de cromosomas somáticos: 24, 36 y 48. En Colombia también se encontraron papas con 24 cromosomas. Las papas de 24 y 36 cromosomas difieren considerablemente de las de 48 cromosomas en la morfología de la hoja, como también en la morfología de la flor y el fruto, que en la mayoría de los casos permite distinguir las especies de 24 y 36 cromosomas, morfológicamente, del grupo representativo de 48 cromosomas. Entre las papas de 36 cromosomas ocurre, sin embargo, juntamente con las formas ya distinguidas, que algunas se parecen mucho a las formas de las papas de 48 cromosomas (BUKASOV, 1929), lo cual sugiere la probabilidad del origen híbrido de la primera. Por otra parte, las papas, de 36 cromosomas, morfológicamente bien caracterizadas, tienen también una división nuclear muy irregular, formando cromosomas bivalentes y univalentes con el polen morfológicamente heterogéneo. Estos hechos llevan a la conclusión de que todas las papas de 36 cromosomas son híbridos, solo queda una cuestión: si es que las papas de 36 cromosomas han sido originadas de una cruce entre las especies de papas cultivadas de 24 y 48 cromosomas o si su origen se debe a las formas silvestres de 36 cromosomas que han sido descubiertas en el curso de la presente investigación. Mientras este aspecto de la cuestión queda todavía un tanto obscuro, cabe constatar que tanto en los grupos de 36 como de 24 y 48 cromosomas, BUKASOV y JUZEPCZUK (1929), han individualizado un número de grupos morfológicamente bien caracterizados, parte de los cuales, en la opinión de los autores, debieran constituir especies (los diagnósticos y detalles de todas las especies se publican por BUKASOV y JUZEPCZUK). Los caracteres que les sirvieron para individualizar un número de especies y formas separadas del conjunto de papas cultivadas en América, desempeñan un gran papel en la sistemática de las especies silvestres cultivadas de la Sección Tuberarium. Los autores dicen a ese respecto: "Las diferentes formas de la colectiva *Solanum tuberosum* difieren una de la otra y de algunas especies silvestres tuberosas de *Solanum*, consideradas por algunos autores como especies independientes, por caracteres más importantes y más agudos que los que constituyen la diferencia entre estas especies.

Estos hechos, juntamente con el carácter estrictamente endémico de las papas indígenas de América, sugieren la idea de que

han sido originadas de especies silvestres, las cuales fueron a menudo desunidas geográficamente.

El origen polifilético de la papa cultivada, ha sido a menudo considerado como una suposición (BITTER 1912, 1913; WIGHT, 1916 BUKASOV y JUZEPCZUK, 1929). Ahora esta suposición ha encontrado abundante confirmación en los datos cariológicos, debido a la circunstancia de que entre los grupos silvestres representativos de *Solanum tuberosum* existen relaciones poliploides claramente expresadas. El número de cromosomas quedó el mismo aún después de que *Solanum tuberosum* había sido introducido en cultivo, como resultó por la presente investigación y esto es una importante evidencia en favor del origen heterogéneo de la papa cultivada.

Ulteriores investigaciones citológicas de las papas indígenas de América, permitirían, probablemente, un conocimiento más exacto sobre la ubicación de la región de origen de la mayoría de las formas europeas.— Desde este punto de vista, es interesante hacer notar, que la investigación de 36 muestras de papa de la isla de Chiloe, ha encontrado 48 cromosomas somáticos; es decir, el mismo número que para las variedades comerciales de Europa y Estados Unidos.

Las papas andinas están destacadas en una especie especial *S. andigenum* Juz. et Buk., mientras que para las papas chilenas queda el nombre *S. tuberosum*. Entre las últimas fueron descubiertas formas estrechamente relacionadas con las variedades cultivadas en Europa y Norte América; este hecho, podría servir como prueba de peso, en favor de la opinión ampliamente difundida de que las formas Europeas y Norte Americanas se ha originado en Chile, desde que las restantes papas de 48 cromosomas de Sud América, ya investigadas morfológicamente, no parecen según BUKASOV, haber tomado parte alguna en la formación de las variedades comerciales de Europa y Norte América.

Al investigar un gran número de raíces de la papa cultivada, como también de la silvestre, que se necesitaba para el presente trabajo, se encontraron, en un número de casos, quimeras cromosómicas.

El tejido tetraploide ocupaba en casos individuales un lugar diferente en la sección transversal del meristema de la raíz. En ciertos casos fueron encontradas puntas de raíces que consistían enteramente de tejido tetraploide.

Desde que se descubrieron muchos hechos interesantes, de gran importancia para el problema del origen de la papa cultivada y su utilización práctica en la agricultura, nos hemos propuesto extender considerablemente la investigación citológica sobre esta planta.

La presente investigación está llevándose a cabo en la Sección de Pomología y Desarrollo Vegetativo, del Instituto de Botánica Aplicada de Leningrado (Rusia).