

Las papas Suramericanas y su valor Genético

Consecuentes con nuestro interés en dar a conocer a los colegas y agricultores colombianos cierta clase de literatura interesante y útil, pero por otra parte inaccesible a ellos bien por el idioma o por las fuentes de publicación, presentamos a continuación este artículo anónimo publicado por el Imperial Bureau of Plant Genetics (For Crops other than Herbage) de Inglaterra, en septiembre de 1936. Los datos que aquí se presentan sobre las posibilidades genéticas de nuestras papas suramericanas son de gran valor para nosotros, máxime ahora, cuando estamos interesándonos cada vez más en el mejoramiento de tan importante cultivo. Por otra parte, complacemos así a numerosos colegas que nos habían solicitado esta publicación. La traducción del inglés ha sido efectuada en forma cuidadosa por el colega I. A. Carlos Giraldo, a quien presentamos un cordial agradecimiento. — D.

INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum*) fue introducida a Europa hace unos tres siglos y medio, siendo 1558 una de las fechas más comúnmente citadas como de su introducción. Los detalles reales de esta introducción permanecen oscuros y ha habido mucha discusión, que aún continúa, en cuanto al lugar exacto de donde se trajo primero a Europa y el país en donde se ha originado. Tanto en el uno como en el otro punto se han nombrado varios países, pero el más generalmente aceptado ha sido el Perú o algún país vecino. Muchos escritores y viajeros se han referido al descubrimiento de

papas silvestres en varias partes de Sur América, pero rara vez es posible saber por tales indicaciones, cuál es la especie a que se refieren o estar seguro de que el especimen en cuestión era una verdadera forma silvestre y no una "escapada" del cultivo. Sea cual sea la fuente de las introducciones naturales, al examinar la historia de la producción de papa en Europa, uno se impresiona por el hecho de que el material introducido consistiera nada más que de unas pocas plantas aisladas, y de estas pocas plantas se han originado todas las variedades de papa subsiguientes. No se hicieron más introducciones, exceptuando unas pocas variedades silvestres, las cuales fueron introducidas en una fecha posterior y no alteraron, en realidad, la situación por varios siglos. Todas las variedades de papa existentes, aún hasta nuestros días, con muy raras excepciones, se han originado de estas pocas primeras introducciones. Por ejemplo, de las variedades de papa existentes, por lo menos 300, dice Rathlef (1932) se derivan de la Early Rose, y casi otras tantas de la Daber. Este hecho tan notable, posiblemente único en la historia del fitomejoramiento, ha sido posible por la combinación de dos circunstancias. En primer lugar, que las primeras introducciones, contrariamente a la mayoría de las papas europeas actuales, eran fértiles y producían gran cantidad de semillas cuando se dejaban florecer naturalmente a campo raso, y segundo, que eran extremadamente heterocigotas. De las progenes por autofecundación de estas plantas y por cruzamiento entre ellas, se han originado todas las diversas formas de la papa doméstica como nosotros la conocemos.

Los progresos por un método tal de mejoramiento, notables como fueron, deben con todo tener algún límite, tanto más cuanto que el material original no se obtuvo por selección a base de cuidadosas consideraciones científicas, sino que fue, hasta donde nosotros podemos hoy juzgar, resultado del puro azar, hecha no por botánicos, sino por exploradores y, acaso, algún espécimen conseguido en los mercados locales. El material original estaba así probablemente muy lejos de representar las posibilidades genéticas de la papa y, en el curso de evolución de las papas actuales, posiblemente se han perdido o pasado por alto muchos genes primitivamente presentes. Fue una apreciación de esto lo que condujo a los botánicos rusos, encabezados por S. M. Bukasov, a estudiar el problema del mejoramiento de la papa sobre nuevas líneas, con el objeto de introducir nuevas fuentes de material genético, con el cual atacar los muchos problemas que aún permanecían sin solución. El punto de vista de Bukasov y de la escuela rusa es que se ha llegado al límite del progreso por el método de la intercombinación de las numerosas variedades, originarias todas de una fuente restringida, y que la única forma de alcanzar un progreso posterior, es ampliando el campo del material inicial usado para cruzamiento. "El mejoramiento de la papa estaba", para usar las pintorescas palabras del propio Dr. Bukasov

(1932) "cociéndose en su propio jugo, usando para la introducción de nuevas variedades siempre los mismos viejos padres e innumerables combinaciones. Se había llegado a un callejón sin salida, con muchos problemas aún sin resolver, tales como la gota y las enfermedades virulentas".

El principio aplicado por la escuela rusa en tales casos, es el método geográfico, desarrollado por N. I. Vavilov, jefe del Instituto de Industria Vegetal en Leningrado. El método se basa sobre el hecho, establecido en relación con un gran número de plantas cultivadas, de que **el número, amplitud y variedad de formas de una planta dada, aumenta a medida que nos aproximamos a la localidad en donde se originó y de donde han surgido sus diferentes formas.** El sitio de origen de un cultivo dado puede generalmente localizarse siguiendo la distribución de sus variedades y formas, hasta que se encuentre la zona en donde alcance su máxima diversidad, y a esta zona se la llama centro de diversidad o centro de origen. Allí se supone que la planta en cuestión ha surgido a la vida, y de allí han evolucionado sus numerosas formas en el curso del tiempo, y se han difundido en todas direcciones, hasta llegar a la actual distribución de la especie. En estos centros de origen frecuentemente es posible encontrar caracteres completamente desconocidos en la planta en cuestión, tal como ella aparece en otras áreas y con alguna frecuencia sucede que estos caracteres sean de importancia económica y, siendo de herencia dominante, no serían obtenibles en ninguna otra forma por hibridación. En esta categoría están incluidos muchos genes para la resistencia a enfermedades o plagas, genes que se encuentran en las llamadas formas primitivas, las cuales se hallan sólo en los centros de origen y en ninguna otra parte. Por consiguiente, aplicando este principio a la papa, se envió en 1925 una expedición desde Leningrado a investigar el lugar de origen de la papa y, esta expedición, que duró tres años o, por mejor decir, tres expediciones separadas enviadas en tres años sucesivos, colectaron más de mil especímenes de papas locales, las cuales fueron llevadas a Leningrado para su posterior estudio; los países cubiertos fueron en primer lugar México, Guatemala y Colombia, y después incluyeron Perú, Bolivia, Ecuador y Argentina. Los investigadores penetraron al corazón del país, a menudo en regiones donde los europeos rara vez o nunca habían puesto el pie, y alcanzaron una recompensa muy superior a sus más optimistas esperanzas. Desde el mismo principio de la investigación se vio claramente que las papas locales que estaban colectándose eran completamente diferentes de la papa doméstica común. La forma y color de los tubérculos y el tipo de planta eran diferentes y, en muchos aspectos las papas locales parecían más un tomate que una papa tal como nosotros la conocemos. Además, en lugar de la relativa uniformidad característica de la papa doméstica, se observó una extraordinaria variación en las formas nativas. Esta variación afectaba

todos los caracteres de la planta y las diferencias extremas entre las formas eran tan grandes, que en lugar de la sola especie **Solanum tuberosum**, bajo cuyo nombre siempre se había conocido la papa cultivada, se estableció una serie completa de especies distintas, las cuales difieren en buenos caracteres sistemáticos y, como después se demostró, en el número de cromosomas y principalmente también por ser interestériles en cruzamiento.

Esta gran multiplicidad de formas y de especies estaba asociada con la extraordinaria diversidad de condiciones bajo las cuales se encuentran las papas de Sur América. Dice Bukasov (1933): "la zona de cultivo de la papa nativa en Sur América se extiende desde los 40 grados hasta el Ecuador y aún hasta el trópico de Cáncer, abarcando 60 grados de latitud. Desde las costas del Pacífico, desde el nivel de mar, hasta altitudes de más de 4.000 metros, en la cordillera de los Andes, ya casi en sitios nevados, se cultivan diferentes especies de papa. En las alturas extremas hay heladas constantemente. Allí se han cultivado desde tiempo inmemorial sólo ciertas especies que no sufren debido a estas heladas. En los cálidos valles montañosos se cultivan otras especies. La precipitación pluvial en los sitios nativos de papa varía desde 2.000 mms. hasta la escasísima de 200 mms. anuales, en donde el cultivo es posible únicamente con irrigación artificial. Toda esta variedad de condiciones que, por otra parte están confinadas a zonas claramente demarcadas, separadas por amplias fajas de los desiertos y marismas más infértiles del mundo, por cadenas inaccesibles de montañas coronadas con nieves eternas, por selvas tropicales vírgenes impenetrables a otra vegetación, por los extensos valles inaccesibles de corrientes montañosas no navegables, o por golfos, todo esto ha creado las condiciones para la producción de especies de papa cultivada claramente diferentes y muy definidas, caracterizadas por resistencia a las heladas, madurez temprana, madurez tardía, fotoperíodo corto, fotoperíodo largo, etc., etc.". Es natural que una planta cultivada bajo esta gran diversidad de condiciones ambientales, mostrará gran diversidad racial, y si existen papas que estén adaptadas a cualquier conjunto particular de condiciones, es seguro que allí se encontrarán. Por ejemplo, en la papa doméstica, jamás se ha conocido una forma capaz de soportar las heladas, y siempre se ha aceptado tácitamente que con la aparición de las primeras heladas del otoño, la cosecha de papa estaba sentenciada a muerte. Sin embargo, en Sur América, las papas de las altas montañas están sujetas frecuentemente a heladas muy fuertes y permanecen indemnes. Esta propiedad de resistencia a las heladas la poseen por lo menos tres de las especies locales cultivadas, **S. Juzepczukii**, **S. ajanhuiri** y **S. Curtilobum**, y los mejoradores de papa están ahora enfrentados a una posibilidad enteramente nueva en el mejoramiento de la papa, y es la de producir formas resistentes a las heladas, con destino a las regiones septentrionales; esta mera po-

sibilidad hizo que el Departamento Sueco de Fitomejoramiento enviara una expedición a Sur América, siguiendo las huellas de las expediciones rusas, en el momento en que se conoció su trabajo.

SISTEMATICA Y CITOLOGIA

La separación de estos diferentes grupos de papa en especies distintas recibió absoluta confirmación cuando se examinaron citológicamente. Anteriormente, el número de cromosomas de la papa doméstica europea, $2n = 48$, era el único conocido en la papa cultivada, aunque se conocían otros números de especies silvestres. Sin embargo, la investigación citológica del nuevo material suramericano, reveló una serie de números cromosómicos que caracterizan las diferentes especies. Así, de las doscientas formas locales cultivadas, examinadas en primer lugar por Rybin (1930), 56 tenían un número de cromosomas diferentes a 48; 35 tenían el número diploide 24, y 27 resultaron ser triploides, con 36, número cromosómico éste que hasta aquel entonces nunca había sido registrado en la papa. Parecía claro que éste número se había originado por hibridación entre las especies de 24 y las de 48 cromosomas y, en efecto, los triploides son estériles, y la mayoría de ellos únicamente pudieron autopropropagarse vegetativamente. En la división reduccional mostraron todas las irregularidades propias de los híbridos interespecíficos entre especies que difieren en el número de cromosomas. Así, en la meiosis, no se formó placa ecuatorial regular en muchas de estas especies triploides y los cromosomas se dispusieron como bivalentes, trivalentes y univalentes en varias combinaciones, de tal modo que cuando ocurrió la separación hacia los polos, las células hijas recibieron números diferentes de cromosomas, encontrándose entre los números observados, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21 y 24. Fueron frecuentes el retardo y eliminación de cromosomas y se encontraron con frecuencia micronúcleos. Por otro lado, en algunos casos el número total de cromosomas excedía de 36, dando cabida a la suposición de que algunos de los univalentes se habían dividido. La formación de polen era generalmente irregular y la mayoría del polen no era viable. Sin embargo, se obtuvieron unas pocas semillas de algunas de las especies triploides, dando origen a plantas con números cromosómicos más altos, cercanos a 54, 56, indicando su probable origen de un gameto con el número no reducido de cromosomas.

Las especies de 24 y 48 cromosomas tienen divisiones reduccionales muy regulares y, por lo tanto, hay razones más que suficientes para suponer que los triploides son híbridos resultantes entre ellas. En apoyo de esto se encuentra el hecho de que la distribución de las especies triploides se reduce principalmente a las pequeñas áreas en donde se encuentran juntas las especies de 24 y las de 48 cromosomas; así, las especies de 24 se encuentran solamente al centro y sur del Perú y Bolivia, mientras que las for-

mas triploides ocurren solamente al sur del Perú, con especímenes ocasional en Bolivia y centro del Perú.

Además de las formas antes mencionadas, también se presentan ciertas especies cultivadas pentaploides; por ejemplo, **S. curtilobum**, con un número de 60 cromosomas somáticos. En toda esta extensa área se encuentran por doquiera papas silvestres creciendo en las laderas, además de las formas definitivamente cultivadas por los indios, y cuando se toman también en consideración estas especies silvestres el grupo de variación se extiende aún más. Se encuentra mucho mayor variación en los caracteres morfológicos y se agrega a la serie un nuevo número cromosómico, $2n = 72$. Se han establecido más de 30 de estas especies indígenas, en adición a las 13 especies cultivadas. Entre estas especies silvestres hay varias que antiguamente se habían anticipado como los más probables ancestros silvestres de la papa cultivada, pero el examen citológico de ellas solas demostró que este punto de vista era insostenible. Dos de los "ancestros" sugeridos como tales, **S. Maglia** y **S. Comersonii**, resultaron ser triploides; otro **S. edinense**, pentaploide con $2n = 60$; y **S. demissum**, hexaploide, con $2n = 72$. Esto inmediatamente descarta la posibilidad de que estas especies hayan dado origen directamente a la papa doméstica, y la diferencia en el número de cromosomas suministra una explicación del alto grado de esterilidad y escaso éxito que siempre se han encontrado en los intentos de cruzar estas especies con la papa doméstica, intentos que no raramente se han hecho en tiempos pasados, con el objeto de introducir nueva "sangre" a nuestra papa común.

ORIGEN

Los investigadores rusos han llegado, basados en estos nuevos datos, a un concepto muy diferente sobre el origen de la papa cultivada. Como ya se ha dicho, las papas silvestres son ubicuas en todas estas regiones y es imposible trazar una línea precisa de diferenciación entre las formas cultivadas y las silvestres, consistentiendo con frecuencia el cultivo, sólo en conservar un número suficiente de tubérculos para asegurar una cosecha al año siguiente. Con alguna frecuencia, aún esto se descuida y los esfuerzos de la población se limitan a coleccionar los tubérculos silvestres comestibles que cubren las colinas. Por consiguiente, se sostiene ahora la tesis de que el origen de la papa cultivada consistió simplemente en la gradual adopción de algunas de estas formas silvestres para uso doméstico y en la aplicación de medidas culturales especiales a ellas, en oposición a la mera colección de tubérculos de plantas de crecimiento netamente natural. Así pues, el proceso de domesticación está aún en progreso y la papa cultivada puede verse ante nuestros ojos *in statu nascendi*. Este proceso de domesticación se ha adelantado no en un solo punto, sino en varios diferentes independientemente y ha llevado a la producción, no de una, sino de una serie completa de papas culti-

vadas. Esto se refleja una vez más en el estrecho paralelismo que se observa entre las formas locales cultivadas y las especies silvestres correspondientes, de lo cual se encuentra un ejemplo muy claro en los números cromosómicos. Todos los números cromosómicos que se presentan en las especies silvestres de papa, con una excepción ($2a = 72$), se encuentran también en las formas cultivadas y las silvestres con el mismo número de cromosomas. Parece, pues, haberse establecido claramente el origen de la papa cultivada. El origen de las varias especies silvestres que dieron lugar a las formas cultivadas es más bien difícil de fijar, pero parece casi indudable que las especies pentaploides se han originado, similarmente, de tetraploide x exaploide y que las exaploides se han originado, en alguna forma, de las triploides, por duplicación de los cromosomas. Sin embargo, se encuentran grupos genéticamente diferentes, con el mismo número de cromosomas, pero de diferentes localidades; así, existen por lo menos seis tipos del grupo de 24 cromosomas, y cinco del de 36. La tabla siguiente da una lista de las especies encontradas en Sur América, ordenadas de acuerdo con la posición sistemática y el número de cromosomas, según Bukasov (1933).

Es interesante anotar que la papa más extendida en todas las regiones andinas es la especie **S. andigenum**, la cual se presenta tanto cultivada como silvestre y contiene 48 cromosomas, lo mismo que la papa doméstica europea. Esta especie crece a altitudes de 2.000 a 4.000 mts., partiendo de las montañas de la República Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y se extiende hasta Guatemala y México. Esta distribución tan extendida trae aparejado un amplio margen de variabilidad y se han identificado varios centenares de variedades que retienen su individualidad y su progenie sexual. El descubrimiento de esta papa, estrechamente relacionada con la papa doméstica, con el mismo número de cromosomas y capaz de dar híbridos fértiles con ella, pero en la extraordinaria variedad de formas en que existe, es quizá el resultado más notable de las expediciones rusas. En vez de "rejuvenecer" la papa cruzándola con especies silvestres supuestamente relacionadas, las cuales se han demostrado ahora que son diferentes en el número de cromosomas y, por ello, incapaces de dar cosa distinta de híbridos altamente estériles, los botánicos rusos se encontraron repentinamente con este notable margen de variabilidad en una especie tan estrechamente relacionada con la **S. tuberosum**, como para ser indistinguible por muchos aspectos y poder dar híbridos fértiles con ella. Los caracteres de **S. Andigenum** son principalmente más primitivos que los de **S. tuberosum**, observándose frecuentemente tubérculos coloreados, flores de color oscuro y muchos otros caracteres dominantes. El margen de variabilidad de los caracteres es también mayor y este grupo de papas es notorio en todos los aspectos por las características de los parientes primitivos de las formas cultivadas, que se encuen-

Esquema de la composición citológica de las papas silvestres y de las cultivadas

	24 cromosomas	36 cromosomas	48 cromosomas	60 cromosomas	72 cromosomas
	<p><i>S. Bukasovii</i> <i>S. arracc papa</i></p>	<p><i>S. Vallis Mexici</i> <i>S. Maglia.</i></p>	<p><i>S. Fendleri</i> <i>S. longipedicellatum</i> <i>S. Antipovickzii</i> <i>S. ajuscoense</i> <i>S. Fonckii</i> <i>S. leptostigma</i> <i>S. andigenum</i> <i>S. tuberosum</i></p>	<p><i>S. semidemissum</i></p>	<p><i>S. demissum.</i></p>
Tuberosa	<p><i>S. phureja</i> <i>S. gontocalyx</i> <i>S. stenotomum</i> <i>S. Rybinii</i> <i>S. ajanhuiri</i> <i>S. boyacense</i></p>	<p><i>S. chaucha</i> <i>S. tenuifilamentum</i> <i>S. mamilliferum</i> <i>S. choeclo</i> <i>S. Juzepczukii</i></p>	<p><i>S. tuberosum</i></p>	<p><i>S. curtilobum</i></p>	
Acaulia					
Conicibaccata	<p><i>S. subtilius</i></p>	<p><i>S. Commersonii</i></p>			
Pinnatisecta.	<p><i>S. chachoense</i> <i>S. Jamesii</i></p>	<p><i>S. Coyoacanum</i></p>			
Bulbocastana.	<p><i>S. bulbocastanum</i> <i>S. fernandezianum.</i></p>				
Etuberosa	<p><i>S. brevidens.</i> <i>S. fooserii</i> <i>S. muricatum</i></p>				
Basarthurum					

tran en los centros de distribución, lo cual es precisamente lo que los mejoradores de papa han estado necesitando para enriquecer su stock de genes utilizables.

La principal diferencia entre el grupo Andino, **S. andigenum** y la papa doméstica, está en la reacción a la duración del día. Cuando se cultivan bajo las condiciones normales del verano europeo, las papas andinas producen muy pocos tubérculos o no producen, y se experimentaron grandes dificultades para conservarlas cuando primero se introdujeron, hasta que se cayó en la cuenta de que su comportamiento era una expresión de su reacción fotoperiódica. Todas ellas son formas típicas para días cortos y sólo producen cosecha de tubérculos cuando se cultivan bajo condiciones de duración reducida del día, limitando artificialmente la iluminación a nueve o diez horas diarias en lugar de la luz diurna normal del verano. Esto mismo se aplica también a las otras especies andinas, y ninguna de las especies siguientes produce tubérculos bajo condiciones de días largos, mientras que sí los forman con bastante éxito en un día de nueve o diez horas: **S. acaule**, **S. Juzepczukii**, **S. demissum**, **S. semidemissum**, **S. Vallis Mexici**, **S. Antiopoviczii** y todas las especies estrechamente emparentadas con ella, **S. bulbocastanum**, **S. verrucosum**, **S. squamulosum**, **S. goniocalyx** y otras pocas. También la floración disminuye en la mayoría de las especies, cuando se cultivan bajo condiciones de días largos. Experimentos hechos por Hackbarth (1935) sobre las razas de **S. andigenum** de diferentes localidades de Sur América, mostraron una correlación definida entre la latitud del lugar de origen de la variedad y su reacción fotoperiódica; las variedades más septentrionales eran todas formas para días cortos, mientras que en latitudes más al sur, aparecieron formas neutrales, siendo las papas de Chile (**S. tuberosum**) formas típicas para días largos. Ciertas otras especies ensayadas por él, dieron también reacción para días cortos; por ejemplo: **S. Kesselbrenneri**, **S. goniocalyx** y **S. phureja** mientras que un clon de **S. curtilobum** (Luqui), se comportó como típica planta para días largos. Es la desatención a las exigencias fotoperiódicas de las especies sudamericanas de papa, lo que ha hecho que tanta parte del material previamente colectado se haya perdido o hecho a un lado como inútil. Aún en Estados Unidos la patria de Garner y Allard, descubridores del fotoperiodismo, no se ha evitado este escollo según señaló Bukasov, y se han perdido valiosas colecciones de papa, debido a no haber tomado en consideración las exigencias fotoperiódicas de las plantas. En Rusia, por otro lado, conservan las colecciones acomodando artificialmente el período diario de iluminación, y hay campos enteros equipados con cajas de madera sobre poleas, dispuestas en tal forma que las plantas pueden cubrirse a determinado momento en la tarde y descubrirse por la mañana, regulando así el período diario de la luz diurna a voluntad. En esta forma ha sido posible propagar con éxito ca-

si todas las especies año tras año por tubérculos, mientras que las plantas que no reciben este tratamiento no han formado tubérculos. El material se propaga también sexualmente, puesto que la mayoría de las especies, con excepción de los triploides y pentoploides estériles, producen semilla en abundancia al autofecundarse.

La reacción fotoperiódica peculiar de estas especies está, como es lógico, conectada con las condiciones de crecimiento particulares de las regiones en donde se encuentran. Las latitudes en donde ellas crecen principalmente, se hallan todas dentro del área tropical, desde el trópico de Capricornio en el Sur, hasta un meridiano de no más de 10 grados Norte. Ellas están acostumbradas, por lo tanto, a crecer en condiciones de día y de noche casi iguales. Es natural entonces que, aunque algunas de ellas puedan estar acostumbradas a grados considerables de helada, debido al clima de altas montañas en donde se han desarrollado, ninguna de ellas está adaptada, en lo más mínimo, al prolongado período de luz diurna de un verano septentrional, sino que, desde el punto de vista fotoperiódico, conservan la reacción fotoperiódica de día corto, característica de las plantas tropicales. Sin lugar a duda, es por esta razón que estas papas han tenido tan poco efecto sobre la historia de la papa en Europa, puesto que cuando se introdujeron allí, dieron la impresión de no ser más que plantas silvestres sin tubérculos y sin ningún valor.

Cómo es entonces, pudiera preguntarse, que la papa ha prosperado en Europa, vistas sus reacciones fotoperiódicas, inadecuadas para las condiciones europeas? Los investigadores rusos tienen también una respuesta para esta pregunta. Prosiguiendo su búsqueda más hacia el sur encontraron un conjunto de condiciones completamente diferente cuando llegaron a Chile y, especialmente, en la isla vecina de Chiloe; aquí, a una latitud de unos 40 grados sur, que corresponde aproximadamente a la Francia septentrional, encontraron un tipo de papa, el cual se vio que estaba ecológicamente mucho más cerca de la papa doméstica de Europa. También estaba caracterizada por 48 cromosomas diploides, se parecía a las papas domésticas en los caracteres morfológicos y era además, un tipo de día largo, en lo que se refiere al fotoperíodo. Sistemáticamente, se le clasificó como **S. tuberosum**, a diferencia de la **S. andigenum**, el tipo de día corto de los Andes. Los representantes chilenos de **S. tuberosum** son las únicas papas suramericanas que pueden cultivarse a campo raso en Europa, y que forman tubérculos cuando crecen en condiciones naturales, por ejemplo en Leningrado. Algunas de estas formas chilenas eran idénticas a dos variedades de papa europea bien conocidas: Up-to-Date y Early Rose. No se sabe, sin embargo, si estas dos son realmente de origen local o si han sido introducidas a Chile por colonizadores hace mucho tiempo. No obstante, todas las otras formas chilenas aunque claramente pertenecientes a la especie **S. tuberosum**,

eran bien diferentes en sus caracteres a cualquiera de las papas domésticas familiares, y se las mira como verdaderas formas endémicas. Ostentan hacia los caracteres hereditarios dominantes, tales como tubérculo y flores coloreados etc., la misma tendencia que se notó en **S. andigenum** en los Andes, encontrándose, por ejemplo, sólo dos formas con flores blancas, entre más de una docena con flores coloreadas. Su margen de variación es mucho mayor que el de **S. andigenum**, aunque mayor que el de la papa europea. Se parecen a ésta en que la mayoría de ellas son completa o parcialmente estériles.

Estas observaciones ponen en claro que existen dos centros principales de distribución de la papa en Sur América: Uno en la isla de Chiloé y las costas vecinas a Chile, en donde se presentan las variedades de **S. tuberosum** (sensu strictu), y el segundo en los Andes; este segundo centro contiene, con mucho, la mayor variedad de formas, correspondiente a la mucho mayor variedad de condiciones naturales, alcanzando su culminación en Bolivia, el país con el mayor número de condiciones ecológicas y en donde ocurre la mayor diversidad de tipos de papa. Se ha encontrado otro centro en México, pero es evidentemente un centro secundario, pues los primeros records demuestran que el cultivo de la papa era desconocido en México en la época de la conquista española.

Basándose en las características morfológicas, la reacción fotoperiódica y otros caracteres, Bukasov declara firmemente que el centro chileno es el que ha provisto a Europa de la papa y aún llega hasta afirmar que ninguna papa de cualquier otra zona ha contribuido al origen de la papa doméstica. El problema de cuáles son las formas precisas que han dado origen a la papa europea, permanece incierto, pues con la excepción de Up-to-Date y Early Rose, las cuales son posiblemente introducidas, no ocurre forma alguna que pueda decirse es idéntica a la papa doméstica, y un estudio cuidadoso de la información existente sobre las primeras introducciones de papa, ha demostrado que no puede encontrarse hoy en Chile ningún tipo que corresponda exactamente a éstas. Sin embargo, esto escasamente podría esperarse, y se cree con bastante confianza, que la primera introducción y todas las introducciones subsiguientes que han tenido alguna influencia en el desarrollo de la papa en Europa, han venido de Chile, dejando los vastos recursos de los Andes, incluida la **S. andigenum** la cual es bastante más rica que la **S. tuberosum** en amplitud de variación de caracteres, intocada totalmente, o inaccesible a todos los intentos y propósitos. La expresión de estos puntos de vista por Bukasov, ha estimulado un nuevo interés en la historia de la introducción de la papa en Europa, y puede ser interesante examinar las conclusiones alcanzadas en relación con esto por Fuess (1935), como resultado de un estudio de la primera literatura sobre el asunto. Las papas fueron observadas en el Perú en 1526 por Francisco

Pizarro, y en Chile por Diego de Almagro en 1533. La primera descripción de las papas fue hecha por Pedro de Cieza de León, quien en 1538 encontró papas en el Valle del Cauca (COLOMBIA), Quito (Ecuador) y Callao (Perú), creciendo siempre en grandes alturas y usadas secas, evidentemente en forma muy parecida al "chuño" de los indios de hoy. Las papas fueron mencionadas de nuevo en 1544 por Zárate y en 1557 por Cardan. En todas estas primeras referencias las plantas se mencionan por su nombre local de "papas" o "pappes", el cual es aún usado por las gentes de habla española de Sur América. Por estas primeras referencias parece establecido fuera de toda duda, que fueron los españoles quienes primero encontraron la papa y la trajeron a Europa, y esta primera introducción vino evidentemente del Perú o, por lo menos del centro Perú-Boliviano. Hay un record de un presente de papas enviado a Felipe II de España, desde el Cuzco, Perú. Algunas de estas papas fueron enviadas por el Rey al Papa, en Roma. En Italia los tubérculos fueron apodados "Tartufi" o "Tartouphi", por su parecido a las trufas, lo cual dio origen a la designación "Cartoufle" en Francia y "Kartoffel" en Alemania. El Papa, a su vez, dio dos tubérculos al famoso botánico Clusius, de Leiden, quien envió una porción de la progenie de éstos a un cardenal enfermo de Holanda, el cual traspasó algunos de ellos a Felipe de Sivry, prefecto de Mons. Parte del producto de estos dos tubérculos se envió después a los jardines reales de Viena y Frankfurt, y en verdad parece que todo el stock del antiguo grupo continental de papas debe su origen a estos dos tubérculos de Clusius. Se cultivaron principalmente en jardines botánicos e invernaderos y la papa siguió siendo por muchos años, más una curiosidad botánica que un cultivo comercial, como ahora lo conocemos. Se decía que las primeras muestras eran parecidas a la batata (***Ipomaea batatas***), lo cual agrega considerable dificultad a la tarea de investigar la historia primitiva de la papa y, en realidad, la papa es denominada por la gente de habla portuguesa "batata". Muchos de los records de la papa importada por Raleigh, Drake, Hawkins y otros, desde Virde 6 grados, dentro del círculo ártico, y a medida que avancen los na ***Glycine apios***, la cual también ha sido confundida con la papa. Se sabe ahora que la propia papa no se presenta silvestre en Virginia, ni hay datos de que se haya encontrado en México en la época del descubrimiento por Colón y Cortés. Se dice que Drake encontró verdaderas papas sólo en 1578 y esta vez de las nativas del archipiélago de los Chonos en Chile, y Cavendish las obtuvo, también de Chile en 1578. De allí que, aunque ciertamente la papa había sido conocida en Europa desde 1560, no sin bases la tradición atribuye su introducción a los marinos ingleses en una fecha alrededor de 1580. Fue esta segunda introducción la que proporcionó la verdadera papa doméstica con tubérculos amarillos y flores blancas, la cual prosperó en el clima húmedo y uniforme de Irlanda, tan similar al de su patria nativa en Chile, y

rápida-mente llegó a ser objeto de cultivos intensos y se esparció de allí a todas partes de Europa. A no ser por esta segunda introducción, la papa pudo haber seguido siendo lo que primero fue, ésto es, una rareza en los jardines de los amateurs y en los invernáculos de los príncipes. Es evidente, por supuesto, que ambos grupos deben haber contribuido al origen de las papas domésticas actuales, pero saber precisamente hasta dónde ha participado cada grupo, sigue siendo un objeto de incertidumbre y una fecunda fuente de especulación y controversia. Sin embargo, parece claro que la **S. tuberosum**, grupo de Chile, debido a sus particulares características ecológicas, haya desempeñado por lo menos el rol dominante y que desde su primera introducción la **S. andigenum** grupo del Perú, haya tenido poca o ninguna participación posterior en el mejoramiento de la papa.

El descubrimiento de esta gran riqueza de material en los Andes, después de transcurridos tres y medio siglos es un ruidoso tributo a los botánicos rusos, quienes han organizado y llevado a cabo las expediciones e investigado sobre el material de las colecciones. El material es de importancia desde el punto de vista del mejoramiento, por muchos diferentes aspectos. Primero que todo, está el problema de la introducción de la papa en nuevas áreas. Hasta hoy, siempre se ha mirado como un cultivo de la zona templada, capaz de crecer sólo en países con condiciones de cultivo más o menos similares a las de Europa septentrional. Cuando se han hecho introducciones a otros países, se ha obtenido la semilla de Escocia o algún otro país septentrional y el éxito de la introducción ha sido más o menos proporcionado a la similitud de condiciones existentes entre el nuevo país y las de la Europa septentrional. Se trasluce ahora, sin embargo, que la gran mayoría de las papas en su patria nativa, pertenecen a la zona tropical y están adaptadas a todas las condiciones asociadas con los países tropicales, incluso el fotoperíodo corto. La mayoría de ella ocurre en las áreas montañosas de estos países, a elevaciones considerables, pero por lo menos una especie, **S. phureja**, se encuentra normalmente en valles cálidos a altitudes mucho menores, y es una de las pocas papas en que la formación del tubérculo no es impedida por condiciones húmedas, cálidas, subtropicales. Se caracteriza por bajo contenido de almidón (3-10%), pero muy alto contenido de proteína. Parecería natural, por lo tanto, que el mejoramiento de la papa en la India, Kenya y otros países más cercanos al Ecuador que el nuestro, debería basarse como consecuencia sobre este material de papa andino, más bien que sobre material obtenido de Escocia, y puede pronosticarse como resultado una gran extensión del cultivo de papa en los países tropicales o subtropicales.

RESISTENCIA A LA HELADA

En el extremo opuesto está la introducción de papas a los paí-

ses en donde las bajas temperaturas han hecho imposible hasta hoy su cultivo. En toda la faja del extremo septentrional de Rusia el cultivo de la papa ha sido impedido por las heladas otoñales tempranas, y en todo el país el cultivo ha sido siempre precario, debido al riesgo constante de helada. Lo mismo debe suceder en otros países con un clima continental pronunciado. El descubrimiento de las papas resistentes a las heladas ha dado un aspecto muy diferente a esta situación. Este descubrimiento es descrito por Bukasov (1933) en las siguientes palabras: "En 1930, cuando las violentas heladas tempranas destruyeron parte de la colección, de papas que estaban en el terreno listas para cosechar, se vio en una forma bastante inesperada que, aunque todas las variedades cultivadas y la mayoría de los especímenes suramericanos habían perdido completamente su parte aérea, ciertas especies seguían aún vivas, verdes, y hasta florecidas".

La más resistente de todas es la especie silvestre **S. acaule**, la cual se encuentra a altitudes que alcanzan en ocasiones hasta los 5.000 metros y penetra hasta el mismo límite de las nieves eternas. Tanto su parte aérea verde como sus flores, permanecen indemnes a temperaturas de 8 grados C. Es una forma postrada, cuya apariencia es más de un yantén que de una papa, con las flores y los mamones protegidos de la helada por las hojas, y que produce tubérculos pequeños y escasos. Desafortunadamente es muy difícil de cruzar con otras especies y se han obtenido muy pocos híbridos aprovechables por cruzamiento directo. Recientemente se ha obtenido éxito cruzando esta especie por el método de hibridación compleja, en el cual ella se cruza con otras especies primitivas, y los híbridos se cruzan con **S. tuberosum**. Estos híbridos son frecuentemente mucho más fértiles que las especies originales, y Vesselovskii (1934) menciona un híbrido, **S. acaule x S. gonio-calyx**, el cual se cruza con bastante éxito con las papas domésticas Alma, Centifolia y otras; es resistente a la helada y sigue floreciendo aún a temperaturas de 5-7 grados C. También se dice que el híbrido con **S. phureja** es muy fértil.

Müller (1935) también menciona la importancia de la resistencia a la helada de la nueva especie y dice que, aunque **S. acaule** no ha sido cruzada con éxito con **S. tuberosum**, se han hecho híbridos de ella con algunas otras especies suramericanas, y estas pueden servir como vehículo para transmitir a la papa doméstica su resistencia a las heladas.

La especie silvestre **S. demissum** es también resistente a las heladas y se obtiene un poco más de éxito al cruzarla, habiéndola usado ya Klotsch con este fin.

La resistencia a las heladas se presenta también en la especie **S. Bukasovii** y en formas aisladas de **S. Commersonii**. **S. Bukasovii** se cruza, con alguna facilidad, con otras especies y, según

Bukasov (1932), muchos de los híbridos han heredado la resistencia. La resistencia a las heladas no sólo la poseen las especies silvestres, sino tres especies cultivadas diferentes a saber: **S. Juzepczukii** y **S. ajanhuiri**, las cuales se usan para preparar chuño, y **S. curtilobum**. Algunas de las formas de estas especies y sus híbridos, son tolerantes a temperaturas hasta de -8 grados C., y su descubrimiento ha abierto nuevas posibilidades en el mejoramiento de la papa y ha indicado el camino para hacer posible el cultivo de la papa en nuevas y vastas regiones, tanto en la Unión Soviética, como en cualquiera otra parte. Bukasov (1933) y Bukasov y Lechnovitz (1935) han registrado cruces muy satisfactorios de **S. curtilobum** con **S. tuberosum**, y mencionan ciertos híbridos que producen hasta 900 mgs. de tubérculos por planta y tienen un contenido de almidón de más del 26 por ciento, además de ser resistentes a las heladas. Aún más prometedores son los híbridos triples, obtenidos cruzando estos híbridos con Epicure, algunos de los cuales han dado producidos de 2500 gms. por planta, lo que viene a dar un producto por hectárea de más de 500 quintales. Actualmente se adelantan activamente en la U.R.S.S. trabajos de mejoramiento con todas estas nuevas papas y la papa tiene probabilidades de llegar a ser una de las plantas cultivadas más extendidas en el mundo, capaz de crecer casi en cualquier parte de la tierra, desde los húmedos valles tropicales hasta las heladas regiones de la zona ártica. Ya se está cultivando papa satisfactoriamente en la Estación Polar de Investigación de Hibiny, a una latitud de -6 grados, dentro del círculo ártico, y a medida que avancen los trabajos genéticos, se producirán formas de adaptación aún más amplias. Según Kovalenko (1932) y Bukasov (1932), se encuentra cierta resistencia a las heladas en algunas formas (v. gr.: var. **Pacus**) de **S. Andigenum** y debido a la facilidad de hibridación no debe ser difícil introducir ésto a **S. tuberosum**. Se ha encontrado que ciertas particularidades anatómicas, tales como números extraordinariamente grandes de estomas, xilema secundario pequeño, etc., son comunes a todas las formas resistentes al frío y Nasonov y Yager (1933), han demostrado que estas particularidades son transmitidas a la progenie junto con la resistencia, en el cruzamiento. Esto se ha observado en híbridos de **S. demissum** x **S. semidemissum** y **S. demissum** x **S. Antipoviczii**, los cuales se parecen bastante a **S. demissum**, y en híbridos de **S. acaule** x **S. aracc papa**, **S. Rybinii** x **S. Bukasovii** y **S. ajanhuiri** x **S. Bukasovii**, todos los cuales recuerdan al progenitor maternal, y **S. goniocalyx** x **S. Bukasovii**, el cual se parece a la especie paternal. Schick (1934) ha hecho observaciones sobre la resistencia a la heladas de las nuevas papas suramericanas y encontró que **S. acaule** es tolerante a temperaturas de -5 grados C. y **S. demissum**, **S. ajanhuiri** y **S. curtilobum** resisten hasta alrededor de -3 grados C. y recalca este autor el valor del nuevo material para ampliar las posibilidades del mejoramiento de la papa en general.

RESISTENCIA A LAS ENFERMEDADES

Otro aspecto por el cual son valiosas las especies suramericanas de papa es su resistencia a las enfermedades. Se dice que más del 80% de las variedades de **S. andigenum** son resistentes a la ve-ruga y gran cantidad de ellas se han reportado como resistentes a la gota (**Phytophthora infestans**). Hasta ahora las únicas papas conocidas verdaderamente resistentes a la gota, han sido las de la especie mexicana **S. demissum**, y con esta especie se ha adelantado mucho trabajo laborioso de hibridación. Los resultados, sin embargo, han sido desalentadores, debido en gran parte a la diferencia del número de cromosomas entre esta especie y **S. tuberosum**, pero el nuevo material ha revelado la existencia de un número de otras especies también poseedoras de resistencia a la gota. Entre éstas se encuentra **S. Antipoviczii**, otra especie de las montañas de México, que se dice es más resistente a la gota que cualquiera de las especies hasta ahora ensayadas. Esta y la especie afín **S. neoantipoviczii**, y una especie más, **S. ajuscoense**, ambas resistentes también a la gota, tienen todas las ventajas de ser de 48 cromosomas, lo mismo que la papa doméstica. Esta es la primera vez que se ha encontrado resistencia a la gota en papas con este número de cromosomas, y pueden ser ellas el medio de facilitar enormemente los trabajos genéticos para resistencia a esta enfermedad; siendo tetraploides, se cruzan con relativa facilidad con la papa doméstica y con **S. andigenum**, especialmente cuando se las usa como progenitor maternal, según lo dicho por Kovalenko y Sidorov (1933) en su extenso trabajo sobre la hibridación interespecífica con las nuevas especies. Por ser **S. Antipoviczii** una especie silvestre, sus híbridos son de muy bajo valor económico y será necesario llevar a cabo con ellos una gran cantidad de trabajos posteriores, retrocruzándolos al tipo doméstico, etc.; antes de producir a partir de ellos una papa de algún valor comercial. Sin embargo, esto no será difícil de efectuar, si se considera la igualdad en el número de cromosomas, y actualmente se está adelantando en la U.R.S.S. una enérgica campaña, usando ésta y las otras especies resistentes a la gota, en la confianza de convertir en realidad el sueño de los genetistas de papa durante todos estos años, cuál es la producción de una buena variedad resistente al **Phytophthora infestans**, el peor enemigo de la papa actualmente. Otro sistema que promete bastante es el de cruzar las especies silvestres entre sí y luego cruzar los híbridos con la papa doméstica. En esta forma se ha logrado un considerable aumento en el porcentaje de cruzamientos satisfactorios, habiendo resultado el híbrido **S. neoantipoviczii** x **S. Antipoviczii**, un polinizador excepcionalmente bueno, dando un 50% de éxito con la variedad Epicure. Otra especie, **S. Millanii**, ha sido descrita recientemente por Bukasov y Lechnovitz (1935), y se dice que es resistente tanto a la gota como a la helada. Se presenta en el territorio de Misiones en la Argentina, y refuta así la suposición de que las formas resisten-

tes a la gota se encuentran sólo en México. **S. Millanii** pertenece a la subsección **Commersoniana**, sección **Pinnatisecta** y está emparentada a **S. Commersonii** y **S. chacoense**, más estrechamente a la primera que a la última. La nueva especie **S. Henryii**, de Colonia, Uruguay, es también parcialmente resistente al **Phytophthora**. Es diploide y se la considera la forma primitiva del triploide **S. Commersonii**, el cual ocupa un área muy restringida en Montevideo. Hay también indicios, mencionados por Kovalev (1933), de que la resistencia al **Phytophthora** ocurre en ciertas formas de **S. andigenum** y sus híbridos con **S. Tuberosum** y en cruzamientos de ciertas variedades chilenas de **S. tuberosum** con la especie emparentada **S. leptostigma**; estas especies son ambas resistentes, lo cual presenta aún más posibilidades interesantes en el mejoramiento para resistencia a la gota. Si se confirma la resistencia a la gota en **S. andigenum**, el problema se simplificaría aún más.

Después del **Phytophthora infestans**, uno de los peores azotes de la papa está representado por las varias enfermedades virulentas, tales como "mosaico", "enrollamiento de la hoja", etc., a las cuales son susceptibles todas las variedades, a excepción de la **Katadín** y algunas nuevas variedades producidas en los Estados Unidos, para las cuales se reclama cierta resistencia. Aquí, otra vez, por lo menos una especie suramericana se dice que posee una resistencia a las enfermedades virulentas. Esta es **S. Rybinii**, la cual, como consecuencia, se está usando intensamente para cruzamiento, en la esperanza de que por este medio pueda combatirse con éxito una más de las muchas enfermedades de la papa.

UTILIZACION DE **S. ANDIGENUM**

Muy aparte de las nuevas especies primitivas, sin embargo, el nuevo material es importante en fitotecnia por el sólo hecho de ser fuente de nuevos genes para **S. tuberosum**. Habiendo estado sometida la papa doméstica en Europa durante siglos a un proceso de autofecundación y selección para un tipo muy especializado, ha perdido en el proceso un gran número de genes y caracteres, algunos de los cuales se han descartado deliberadamente y otros han desaparecido desconocidos de los fitotécnicos. Los genes perdidos eran principalmente dominantes, y por lo tanto, están perdidos para siempre, y la papa doméstica actual está compuesta en su mayor parte por genes recesivos. Esto es evidente al compararla con la **S. tuberosum** de Chile, pero es mucho más evidente aún, en relación con **S. andigenum**, la cual contiene una gran variedad de los genes dominantes correspondientes a los recesivos de la papa doméstica, muchos de los cuales dominantes no se había sabido que existieran. Los caracteres asociados con la papa doméstica están a menudo disimulados en **S. andigenum** por estos genes dominantes, y surgen solamente al cruzar con las formas recesivas. Otros de los nuevos dominantes representan ven-

tajas definidas, tales como la resistencia y la rusticidad ya mencionadas.

La posesión de esta reserva de genes perdidos, confiere un extraordinario interés a la especie **S. andigenum** para cruzamientos con **S. tuberosum**, con el fin de mejorar ésta por métodos ordinarios de hibridación. En los cruzamientos hasta ahora efectuados, diferentes variedades y diferentes combinaciones de variedades de los dos padres, han dado diferentes resultados; por ejemplo, en lo relacionado con la producción de tubérculos, según Emme y Veselovskaja (1935), ciertas variedades dieron mucho mejores híbridos que otras. Las diferencias en capacidad de producción son, evidentemente, una expresión de la diferente constitución genética de las varias razas, especialmente en lo referente a fotoperíodo, teniendo algunas razas la propiedad de transmitir su reacción de día corto a los híbridos de la F_1 , y otras no. Además, las variedades que dieron las progenies más productoras, estaban caracterizadas también por producción relativamente alta en condiciones de día largo, lo cual es otra indicación de que en ellas la reacción de día corto está menos fuertemente expresada. Sin embargo, también se observó segregación de una clase similar en la progenie de ciertas formas con reacción pronunciada de día largo, mostrando su heterozigosis e indicando que la herencia de este carácter es de alguna complejidad.

En muchos de los híbridos de **S. andigenum** x **S. tuberosum**, se combinan el gran número de tubérculos de la primera especie con el gran tamaño y producido de la última, por cuyo medio Veselovskii (1934) ha obtenido híbridos con producidos muy altos, que exceden al de cualquiera de los dos progenitores.

La propiedad característica de **S. andigenum**, de producir un gran número de tubérculos sobre estolones relativamente largos es, evidentemente, la herencia dominante, según los datos de Emme y Veselovskaja (loc. cit.). Los grupos de tubérculos también eran generalmente más bien irregulares en los híbridos, con considerable variación en el tamaño del tubérculo, variando también grandemente el carácter de los grupos según la variedad progenitora, mostrando las mismas variedades mencionadas como de alta producción, una tendencia a dar híbridos con grupos uniformes de tubérculos de alto valor comercial.

Como el territorio de la Unión Soviética contiene áreas en donde los días de verano son extremadamente largos y también otras en donde son relativamente cortos, los híbridos se someten a prueba, tanto bajo condiciones de día largo como de día corto.

Las observaciones de campo sobre los híbridos, demostraron que eran definitivamente más resistentes al **Phytophthora infestans** y también parcialmente a los virus, que la papa doméstica. Muchos de los híbridos con **S. andigenum** permanecieron muy sanos

en 1932 y lo mismo en 1933, mientras que las plantas de papa doméstica que las rodeaban estaban severamente atacadas por ambas enfermedades. También se dice que las cualidades para la mesa de muchos de los híbridos son bastante prometedoras.

Bukasov y Lechnovitz (1935) reportan resultados muy prometedores del cruce entre **S. andigenum** y **S. tuberosum**, habiendo dado muchos de los híbridos cosechas de más de 2.400 gms. por planta en la primera generación, debido evidentemente a la combinación de genes para la producción que eran diferentes en las dos especies, mostrando que también bajo este aspecto **S. andigenum** contiene genes que no se hallan en la papa doméstica.

En cruzamientos de tres variedades peruanas de **S. andigenum** con la variedad Jubel de **S. tuberosum**, Rathlef y Siebeneick (1934) notaron también una tendencia de la formación de numerosos tubérculos pequeños, hacia la dominancia, aunque se obtuvieron seedlings con alto producido, de algunas de las progenies. Se observó posteriormente que el sabor de las variedades peruanas era muy superior y se transmitía a la progenie, de modo que el valor culinario de la Jubel se mejoró en forma definida por el cruzamiento. Hablan estos autores sobre la presencia en las variedades peruanas de muchos genes dominantes ausentes en la papa doméstica europea. Pueden hallarse presentes en **S. tuberosum** otros genes característicos de **S. andigenum**, pero se encuentran sólo aislados, dispersos en un número de variedades separadas, mientras que en **S. andigenum** pueden encontrarse todos combinados en una sola forma. Se demuestra que la dispersión de los genes es el resultado del inbreeding continuado, y los autores dejan muy poca duda sobre el valor de **S. andigenum** en la hibridación para un mejoramiento posterior de la papa.

Rathlef (1936) también menciona el valor de **S. andigenum**, en la hibridación para resistencia a la verruga, mientras Schick (1934) ha hecho un estudio de los híbridos entre **S. andigenum** y **S. tuberosum** y encontró que la reacción de día corto era determinada por un gran número de genes dominantes e intermedios. La forma más conveniente de aprovechar **S. andigenum** para las condiciones europeas, es, en su opinión, cruzarla en cuantas combinaciones sea posible con **S. tuberosum**, para encontrar las combinaciones en que las propiedades indeseables de **S. andigenum** sean menos transmitidas. Un cruce, entre 49 combinaciones hechas en 1933, no mostró herencia de la reacción de día corto y los caracteres asociados; fue un cruzamiento con una forma ecuatoriana, D. 901, de **S. andigenum**. Esto muestra que la reacción de día corto puede ser muy fácilmente eliminada en algunas formas por la hibridación y es, según las palabras de Schick, un valioso punto de partida para la hibridación de strains de valor comercial. Los F_1 en cuestión estaban caracterizados por alto vigor, alta producción de almidón,

buena forma de tubérculo, gran resistencia a la roña y un gran número de tubérculos con pulpa de color amarillo subido.

El valor de las nuevas papas del grupo **S. andigenum** en la hibridación, ha sido probado también por Müller (1935). Indica él que los strains Ef., de donde se originaron sus strains W., las únicas papas resistente a la gota que hasta entonces se habían producido, no eran **S. tuberosum** pura, sino complicados híbridos de 48 cromosomas, entre algunas formas primitivas (posiblemente **S. andigenum**) de la parte central del continente suramericano. También se piensa que las extraordinariamente altas producciones de las razas W. sean indicadoras de la posibilidad, por el cruce de **S. tuberosum** con **S. andigenum**, de conseguir combinaciones génicas que produzcan cosechas mayores en el híbrido que en cualquiera de los progenitores, una vez que la reacción de día corto se haya eliminado por retrocruce a **S. tuberosum**. Müller concluye, sin embargo, que el mayor interés de la nueva especie es para las áreas subtropicales con luz y otras condiciones más parecidas a las condiciones de las regiones andinas.

PERIODO DURMIENTE CORTO

Además de los caracteres ya mencionados, se piensa que varias otras propiedades descubiertas en las nuevas papas puedan ser de algún interés en la hibridación. Entre éstas se halla la propiedad del brotamiento inmediato (de unas pocas semanas a un mes después de la arrancada de los tubérculos) que poseen **S. Rybinii** y **S. phureja**, lo cual da gran interés a estas dos especies en cuanto a la obtención de las cosechas de tubérculos por año. La misma propiedad se encuentra en **S. boyacense**, de Colombia, y **S. Kesselbrenneri**, del Ecuador. La madurez temprana es un factor esencial en la obtención de una cosecha satisfactoria de papas en la mayoría de los distritos de la Unión Soviética y esta propiedad del brotamiento rápido puede ser de una gran ayuda en la obtención de formas capaces de madurar en el menor espacio de tiempo posible.

VALOR CULINARIO

Schwarz y Kuzmin (1936) prevén posibilidades en la hibridación de la papa para mayor contenido de proteína. Por lo menos una especie, **S. phureja**, se ha encontrado que posee un contenido de proteína extraordinariamente alto. Esta especie, que contiene 14.09% de proteína, se cruzó con una especie de muy bajo contenido proteínico, **S. Rybinii**, que sólo tiene el 5.37%. Siendo ambas especies diploides, sus híbridos fueron, en gran mayoría muy fértiles e intermedios en la mayor parte de los caracteres, o como **S. phureja** pero más vigorosos que los progenitores. Algunos de los híbridos tenían un contenido de proteína que excedía aún el de **S. Phureja**, hallándose en una planta F₁ un 15.68%, mientras que en

otras era muy bajo, llegando hasta 8.53%. Se observó más segregación en F_2 y se saca en conclusión que el contenido de proteína está condicionado por varios genes. En vista de estos resultados, debe ser posible producir por selección papas con contenidos de proteína mucho más altos que los que nos son familiares. Se han obtenido resultados similares en relación con el contenido de almidón, y es posible que exista igual variación en un número de las otras propiedades químicas y físicas que se combinan para influir en el valor culinario de una papa y su valor como artículo dietético.

Las observaciones de Rathel y Siebeneick ya mencionadas, también se refieren al valor de **S. andigenum** en lo relacionado con sabor, en el cual muchas de sus formas son superiores a las variedades europeas.

CONCLUSION

Un exámen de los datos sobre el nuevo material de papa, deja muy poca duda de que se ha descubierto una gran reserva nueva de material, la cual, aún en el caso de que los investigadores rusos resultaran excesivamente optimistas, será indudablemente una valiosa fuente de nuevos caracteres en casi todas las ramas del mejoramiento de la papa. Todas las investigaciones hasta ahora llevadas a cabo sobre él, han demostrado que existe gran variación entre las diferentes variedades y aún entre los individuos de cada una de las diferentes especies, no sólo en el grado de expresión de un carácter determinado, sino también en la capacidad de transmitirlo y en el éxito del cruzamiento con otras formas. La primera condición esencial en cualquier proyecto de mejoramiento para hacer uso de este nuevo material es, por lo tanto, que todo él esté disponible al principiar para que, primero que todo, puedan hacerse experimentos con el fin de determinar cuáles son las formas y combinaciones de formas progenitoras más favorables para usar en el problema a resolverse. La omisión de esta condición conducirá, casi con seguridad al fracaso, puesto que lo más probable será que aquella combinación progenitora determinada más adecuada para conducir al éxito, no se escogerá y esta omisión es, posiblemente, responsable de que muchas veces en época anterior se haya fracasado en la obtención de resultados benéficos con el material introducido, pues las introducciones eran de naturaleza incompleta y al azar. Mucho puede aprenderse a este respecto de los botánicos rusos, quienes han equipado y enviado tres expediciones sucesivas a Sur América, a hacer colecciones y éstas todavía se están enriqueciendo y ensanchando utilizando todas las fuentes posibles, para que no se quede sin ensayar ninguna posible fuente de nuevos genes en la gran campaña pro-mejoramiento de la papa, una de las más ricas fuentes de alimento y energía para el hombre.

BIBLIOGRAFIA

BUKASOV, S. M.

- (The cultivated plants of México, Guatemala and Colombia). Suppl. 47, Bull. Appl. Bot. Genet. and Pl. Breed. 1930, pp. 553
- (The results of 11 years' work with the potato, carried on at the Institute of Plant Industry). Bull. Appl. Bot. Leningrad. 1932, Ser. A (4), 67-70.
- (Frost resistance in the potato). Bull. Appl. Bot. Leningrad, 1932, Ser. 2 (3) 287-97.
- (Revolution in the breeding of the potato). Lenin. Acad. Sci. Inst. Pl. Ind. Leningrad, 1933, pp. 44.
- (The potatoes of South America and their breeding possibilities. (According to data gathered by expeditions of the Institute of Plant Industry to Central and South America). Suppl. 58, Bull. Appl. Bot. Leningrad, 1933, pp. 192.
- (The great crisis in potato breeding). Bull. Appl. Bot. Leningrad, 1934, Ser. A (10), 51-60.

BUKASOV, S. M. and LECHNOVITZ, V.

Importancia en la fitotecnia de las papas indigenas de la América del Sur. (Importance of the native South American potatoes for plant breeding). Rev. Argent. Agron. B. Aires, 1935, 2, 173-83.

EMME, H. and VESELOVSKAJA, M.

Zur Frage der Bedeutung der Formen von *S. andigenum* Juz. et Buk. für die Züchtung. (The question of the significance for breeding of forms of *S. andigenum* Juz. et Buk.). Züchter 1935, 7, 25-29.

EMME, H., and VESELOVSKAJA, M. N.

(On the estimation of the value of forms of the new species of the potato *S. andigenum* Juz et Buk., as parents of new hybrid varieties). Bull. Appl. Bot. Leningrad 1935, Ser. A. (14) 5-14.

FUESS, W.

Die Urheimat der Kartoffel, ihre Einführung und Ausbreitung in Europa. (The ancestral home of the potato, its introduction and spread in Europe). Ernähr. Pfl. 1935, 31, 288-93.

HACKBARTH, J.

Versuche über Photoperiodismus bei südamerikanischen Kartoffelklonen. (Investigations on photoperiodism in South American potato clones). Züchter 1935, 7, 95-104.

JUZEP CZUK, S. W., and BUKASOV, S. M.

(A contribution to the question of the origin of the potato). Proc. U. S. S. R. Congr. Genet., Pl. and Animal-Breed., 1929, 3, 593-611.

KOVALENKO, G. M.

Hardy frost-resistant potato varieties. Bull. Appl. Bot. Leningrad, 1932, Ser. A (3), 127-30, also Amer. Pot. J., 1932, 9, 205-09.

KOVALENKO, G. M. and SIDOROV, F. F.

(Inter-species hybridization of the potato). Bull. Appl. Bot. Leningrad, 1933, Ser. A (7), 97, 106.

KOVALEV, N. V.

(A contribution to the question of breeding the potato for resistance to *Phytophthora*). Bull. Appl. Bot. Leningrad, 1933, Ser. A (7), 91-96.

MÜLLER, K. O.

Über Artkreuzungen bei der Kartoffel und ihre Bedeutung für die praktische Kartoffelzüchtung (Species crosses in the potato and their importance for practical potato breeding). *Angew. Bot.*, 1935, **17**, 253-65.

NASSONOV, V. A., and YAGER, F. CH.

(Anatomical peculiarities of stems and leaves in handy potato varieties). *Bull. Appl. Bot. Leningrad*, 1933, Ser. A (7), 107-16.

PISSAREV, V. E., and VESSELOVSKY, I. A.

(Materials for potato breeding). *Bull. Appl. Bot. Leningrad*, 1932, Ser. A (3) 131-50.

RATHLEF, H. von.

Die Stammtafeln des Weltsortiments der Kartoffel und ihre generativ fruchtbaren Sorten. (The genealogical tables of the world potatoes and the varieties which produce fertile flowers). *Kühn-Archiv*, 1932, **23**, 297-431.

— Die Kartoffeln von Peru und ihre Klassifikation. (The potatoes of Peru and their classification), *Kühn-Arch.* 1936, **42**, pp. 31.

RATHLEF, H. von, and SIEBENEICK, H.

Über einige Kreuzungen peruanischer Sorten von *Solanum andigenum* Juz. et Buk. mit Richters Jubel Fleisch farbe, Blütenfarbe und Knollenform bei der Kartoffel. (On some crosses of Peruvian sorts of *S. andigenum* Juz. et Buk. with Richter's Jubel and the genetics of colour of skin, tuber, flesh and flower and of tuber shape in the potato). *Genética*, 1934, **16**, 153-76.

RASUMOV, V.

(Frost resistance of some potato species). *Bull. Appl. Bot. Leningrad*, 1935, Ser (3), (6), 221-26.

RYBIN, W. A.

Karyologische Untersuchungen an einigen wilden und einheimischen kultivierten Kartoffeln Amerikas. (Cytological investigations on some wild and indigenous cultivated potatoes of America). *Z. indukt. Abstamm. u. VererbLehre*, 1930, **53**, 313-54.

— (Cytological investigation of the South American cultivated and wild potatoes, and its significance for plant breeding). *Bull. Appl. Bot. Leningrad*, 1933, Ser. 2 (2), 3-100.

SCHICK, R.

Untersuchungen über den Wert des *Solanum andigenum* für die Kartoffelzüchtung. (Investigations on the value of *S. andigenum* for potato breeding) *Züchter*, 1934, **6**, 273-80.

SCHWARZ, P. A., and KUZMIN, S. F.

Investigations of potato in genetic aspect. I. Protein content of certain species and hybrids of potato. *C. R. (Doklady) Acad. Sci. U. R. S. S.*, 1936, **1** (X) 187-90.

VESSELOVSKII, I. A.

(New stages of the work of potato breeding in the extreme north.) *Lenin Acad Agric. Sci., Inst. Pl. Ind. Leningrad*, 1934, *Problems of Northern Agriculture*, N° **4**, 73-80.