

3. MEJORAMIENTO DE LA PAPA

Pedro León Gómez C.*

3.1. TAXONOMIA.

El género solanum abarca unas 2.000 especies agrupadas en 2 subgéneros. El subgénero Pachystemonum comprende 5 secciones de las cuales la sección tuberarium involucra las papas cultivadas y silvestres. Tuberarium comprende a su vez dos subsecciones: Basarthrum que incluye las especies no tuberíferas, Hyperbasarthrum comprende las especies tuberíferas.

Según Hawkes (1963) la subsección Hyperbasarthrum comprende 17 series las cuales involucran más o menos 158 especies, cuyo grado de ploidía va desde diploides hasta hexaploides o sea que en ellas se pueden encontrar números somáticos de cromosomas de 24, 36, 48, 60 y 72.

TUBEROSAS es la serie más importante desde el punto de vista del agricultor porque comprende las especies cultivadas. Sin embargo, desde el punto de vista del Fitomejorador las otras series también son importantes, porque son fuente de resistencia para varios factores con los cuales él trabaja; por ejemplo la serie Acaulia que involucra especies silvestres, soporta bajas temperaturas hasta -9°C , característica deseable que es factible de involucrar a variedades cultivadas en base a cruzamientos.

La serie Tuberosa comprende 33 especies cuyo grado de ploidía va desde diploides ($2N=24$) hasta pentaploides ($2N=60$). Sin embargo, las diploides y tetraploides son las especies más difundidas en nuestro medio. En las diploides ($2N=24$) sobresalen algunas especies de solanum phureja o papa criolla caracterizada por su precocidad, corto período de reposo del tubérculo y buena calidad culinaria. Las especies tetraploides ($2N=48$) comprende a Solanum tuberosum y Solanum tuberosum subespecie andígena. La primera se cultiva principalmente en Europa y parece que se originó a partir de semilla sexual colectada en Solanum tuberosum subespecie andígena y que en base a selección, se obtuvieron variedades adaptadas a días largos caracterizadas por un corto período vegetativo de 4 a 5 meses, ojos superficiales y en general buena forma del tubérculo. Solanum tuberosum subespecie andígena o papa de año, es la clase de papa que se cultiva en un 90% en Colombia y se caracteriza por tener un período vegetativo largo, ojos profundos, tubérculo de forma regular, buena calidad culinaria y período de reposo del tubérculo largo.

* Ingeniero Agrónomo, M.S. Genetista del Programa de Tuberosas del ICA Tibaitata.

3.2. CARACTERISTICAS DEL MEJORAMIENTO.

La papa es una planta autógama con un porcentaje de polinización cruzada que varía del 5% al 25% dependiendo de las condiciones ambientales y de la variedad. En el mejoramiento de la papa se deben tener en cuenta las siguientes características :

3.2.1. Número de cromosomas .

Al hacer los cruzamientos entre o dentro especies cultivadas o silvestres, se deben tener en cuenta el número y las características de cromosomas de los progenitores, no solo para establecer el número de retrocruzamientos que deben hacerse para tratar de recuperar las características deseadas, sino también para predecir o diagnosticar esterilidad causada por desbalance en el número cromosómico de los descendientes.

3.2.2. Herencia tetrasómica .

Solanum tuberosum posee herencia tetrasómica o sea que por cada cromosoma diferente hay 4 homólogos, a diferencia de las plantas diploides, como el maíz, que poseen 2 homólogos por cada cromosoma diferente. Este aspecto es importante por cuanto si se parte de una planta heterocigota para una característica y se autofecunda, para que en los descendientes haya la posibilidad de que se presente una planta homocigota recesiva, se necesita como mínimo una población de 36, mientras en las diploides se necesitan tan solo 4 plantas.

3.2.3. Heterosis y segregación .

Su constitución genética es heterocigota para muchos caracteres y para obtener homocigosis se requieren varias autofecundaciones, lo que puede traer como consecuencia la acumulación de genes desfavorables y la presencia de individuos degenerados.

Debido a esta constitución altamente heterocigota, cuando se autofecunda una variedad se presenta una amplia segregación. Se considera que para que se presenten dos genotipos iguales en esta segregación debe tenerse por lo menos un millón de plántulas.

3.2.4. Incompatibilidad .

En algunas especies diploides, como Solanum phureja, se presenta autoincompatibilidad entre el polen y el estigma de una misma planta o clon y por tanto se dificulta la purificación de una variedad para determinar característica. Además muchos híbridos interespecíficos o intervarietales, con estériles por el desbalance no solo en el número cromosómico sino también en la homología de los cromosomas.

3.2.5. Degeneramiento de las variedades por las enfermedades .

Así como el agricultor o el mejorador seleccionan tipos de plantas o genotipos superiores, la selección natural también va actuando sobre las enfermedades creando o fomentando genotipos más competitivos de acuerdo a los nuevos genotipos de sus hospederos. Es así como en el hongo Phytophthora infestans que causa la gota, hasta 1956 se habían identificado 6 razas. En 1973 el número de razas reportadas era de 65. Lo mismo sucede con las otras enfermedades que afectan la papa cuyo aumento de diversidad puede ser mayor o menor de el de la gota, dependiendo de las condiciones ambientales.

No se puede predecir la duración de una variedad en manos de los agricultores, existen ejemplos de variedades que a los seis meses de entregadas a los agricultores han tenido que recogerse por la susceptibilidad que muestran a ciertas enfermedades de un momento a otro; mientras que otras permanecen con la misma sanidad que presentaron 15 años atrás.

El degeneramiento de las variedades no sólo se manifiesta en la reducción del rendimiento sino también en la calidad del tubérculo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el mejorador debe tener un grupo de híbridos listo para en cualquier momento reemplazar las variedades que tiene el agricultor. O sea que el mejoramiento de la papa no se puede suspender por haber entregado 4 ó 5 variedades buenas al agricultor, sino que debe ser continuo tratanto cada vez de obtener genotipos superiores en competición a los de las enfermedades.

3.2.6. Reproducción asexual .

Como ventaja para su mejoramiento está la de ser de reproducción vegetativa, lo que favorece la fijación de cualquier híbrido en cualquiera de las etapas del plan de mejoramiento.

3.3. OBJETIVOS Y METODOS DE MEJORAMIENTO.

El objetivo principal que persigue todo programa de mejoramiento, es el involucrar en una sola variedad todas las ventajas que beneficien al agricultor. En el caso de la papa los aspectos que beneficien al agricultor en nuestro medio aparte del rendimiento son :

3.3.1. Resistencia a plagas y enfermedades limitantes del cultivo .

1. Gota (Phytophthora infestans): Es una enfermedad generalizada en todas las zonas cultivadoras de papa, siendo una de las más desbastadoras del mundo. Los daños que causa en Colombia son muy graves debido a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del hongo.

Uno de los requisitos que debe cumplir toda variedad mejorada que se piense entregar a los agricultores es resistencia a tolerancia a la gota. El grado de resistencia puede establecerse en estado de plántula mediante inoculación artificial en el semillero antes de hacer el trasplante al campo, o después de varias generaciones de propagación asexual mediante hepifitotias naturales en el campo.

Las fuentes de resistencia parcial o de campo, se encuentran principalmente en Solanum tuberosum subespecie andígena.

.2. Rhizoctoniasis (Rhizoctonia solani) : Es una enfermedad que se ha incrementado en los últimos años especialmente en Cundinamarca, Boyacá y Nariño no solo puede reducir el rendimiento sino también la calidad de los tubérculos. Actualmente se considera que toda variedad que se entregue a los agricultores debe tener una calificación máxima de 2 en la escala de 0 a 4 (resistencia a susceptibilidad). El grado de resistencia se establece en el invernadero mediante la inoculación artificial de los tubérculos. El programa de Fitopatología está desarrollando una técnica para hacer las inoculaciones en estado de plántula y parece que a partir de 1976 la podremos utilizar eficientemente.

Varietades andígenas de Perú y Bolivia son hasta el momento las principales fuente de resistencia.

.3. Nemátodo (Heterodera spp.) : Ha sido detectado en el sur del país y se ha comprobado que en algunos casos puede afectar el rendimiento hasta en un 70%.

El grado de tolerancia de un híbrido se determina directamente en el campo, utilizando poblaciones altas de quistes (más de 50 huevos de Heterodera spp. por gramo, de suelo).

Parece que uno de los sistemas de defensa de la planta a este organismo es su exuberancia radicular. Algunos de los híbridos entre variedades de S. tuberosum y andígena se han mostrado bastante tolerantes al nemátodo.

.4. Pseudomonas solanacearum : Esta bacteria afecta la papa cuando se cultiva entre alturas de 1.500 y 2.000, o sea se presenta principalmente en la zona papera de Antioquia, donde hay años que el grado de afección llega hasta un 85% en los cultivos de la zona, la tolerancia a la bacteria se puede determinar en estado de plántula inundando el semillero con la bacteria o en estado de tubérculo sembrándolo directamente en un campo con suficiente inóculo.

Las fuentes de resistencia se han detectado únicamente en algunos clones colombianos de Solanum phureja.

5. Virus : Las enfermedades causadas por virus son de las más limitantes del cultivo. En Colombia la de mayor frecuencia es el enrollamiento de la hoja transmitido principalmente por aphidos. Se considera que cualquier variedad que se entregue al agricultor debe tener tal grado de tolerancia o resistencia que soporte al menos dos siembras consecutivas, al cabo de las cuales el agricultor debe renovar su semilla.

Para seleccionar híbridos con tolerancia a resistencia a los virus, se elimina toda planta desarrollada a partir de semilla sexual que muestra síntomas de virus, así como también en la primera generación de propagación asexual se elimina todo híbrido que muestre la sintomatología. De esta manera se asegura que el material seleccionado soporte al menos 2 siembras consecutivas, sin que su rendimiento sea disminuido, por causa del virus, en zonas como Tibaitatá donde la población de aphidos es bastante alta.

La fuente de resistencia depende del tipo de virus con que se está trabajando. Para enrollamiento, por ejemplo, se puede encontrar fuentes de resistencia en S. acaule.

3.3.2. Tolerancia a bajas temperaturas.

En Colombia las heladas producen pérdidas de mucha consideración económica cada año. El 90% de la superficie cultivada está en peligro de que en determinadas épocas del año, la temperatura baje hasta producir heladas en los cultivos y por consiguiente la pérdida total de la inversión.

Existen varios sistemas para establecer el grado de tolerancia de una planta a las bajas temperaturas, entre los métodos artificiales se pueden citar las "Cámaras de Crecimiento" y "Electrolitos lixiviados". Sin embargo, aunque estos métodos pueden dar una idea del grado de resistencia de una planta o híbrido, no son muy confiables por la cantidad de variables que están actuando sobre la planta en el momento de ocurrir la helada. Indudablemente el método más confiable son las pruebas de campo naturales que se pueden hacer en zonas altas donde más o menos con regularidad ocurren varias heladas cada año.

Las fuentes de resistencia se encuentran principalmente en especies silvestres como Solanum acaule, S. vernei, S. commersonii, S. brevicaulis y S. multidisectum.

3.3.3. Precocidad.

El período vegetativo de las variedades que cultiva actualmente el agricultor varía entre 5 y 7 meses. Sería beneficioso para el agricultor el poder contar con variedades cuyo período vegetativo fuese de 4 a 4½ meses, ya que disminuiría las aplicaciones de fungicidas e insecticidas y estarían sus cultivos menos expuestos a las bajas temperaturas. Además, el agricultor podría disponer del lote en que sembró la papa para otro cultivo de rotación en ese mismo año.

Como fuente de precocidad disponemos de algunas variedades nativas de Solanum phureja como yema de huevo, bandera y criolla. También en la subespecie andígena hay algunos números de origen boliviano y peruano que son bastantes precoces.

3.3.4. Características del tubérculo.

Teniendo en cuenta las exigencias de los agricultores, como de los consumidores, se deben seleccionar los tubérculos en base a: tamaño, forma, profundidad de los ojos, color de la piel y de la carne, Aparte de las características anteriores también se debe tener en cuenta la reacción de los tubérculos a la luz, brotación, almacenamiento y calidad culinaria.

3.4. SISTEMAS DE MEJORAMIENTO UTILIZADOS.

Desde mediados del siglo XIX se inició el mejoramiento genético de la papa en Europa. Sin embargo, aún hoy el germoplasma introducido en S. tuberosum ha sido muy limitado, por lo tanto su variabilidad y potencialidad en caracteres genéticos no es comparable con andígena.

Los cruzamientos S. demissum x S. tuberosum, seguidos de retrocruzamientos a S. tuberosum fueron la base en el presente siglo para obtener resistencia a Phytophthora infestans. Sin embargo la aparición de nuevas razas del hongo redujeron completamente las esperanzas de obtener inmunidad a este parásito. Hoy los programas de mejoramiento para resistencia a gota están orientados hacia la obtención de tolerancia o resistencia parcial, debido a varios genes, empleando como progenitores especies silvestres e cultivadas.

La base del mejoramiento en Colombia han sido los híbridos de S. tuberosum x S. t. sub. andígena, cuyas características principales han sido gran vigor y altos rendimientos, precocidad y calidad del tubérculo intermedia entre las 2 subespecies.

Entre los sistemas más empleados para conseguir su mejoramiento, se pueden citar los siguientes :

- a. Introducciones
- b. Cruzamientos intervarietales
- c. Cruzamientos interespecíficos
- d. Retrocruzamientos, se utilizan como complemento del método anterior.
- e. Autofecundaciones
- f. Selección clonal
- g. Mutaciones. Las mutaciones naturales o inducidas pueden servir eventualmente en el mejoramiento.