

Semilla Sexual para Generar y Conservar *in situ* la Variabilidad de la Papa Nativa en la Sierra Norte del Perú

Fidel Torres G.

Coordinador, Programa de Papa de la Central Peruana de Servicios
(CEPESER), Piura, Perú.

Resumen

Desde 1994, CEPESER (Central Peruana de Servicios) estudia y prueba el potencial de producción y de utilización *in situ* de la semilla sexual (SSP) como medio de generación de diversidad genética y de conservación de variedades nativas de papa de la Meseta Andina en la provincia de Ayavaca (3000 a 3400 msnm; 4° 55' S y 79° 51' O). Este es un nicho ecológico favorable para la diversidad genética de la papa en el Departamento de Piura, una región tropical cálida del norte peruano, donde es de gran importancia incrementar la variabilidad existente en esta especie tuberosa. En este trabajo hubo participación directa de los agricultores conservacionistas de esta región y de otros pisos ecológicos, que pueden usar este escaso recurso alimentario en Piura.

El trabajo que se hizo con estos agricultores tiene cuatro direcciones principales: (1) estimular la conservación de variedades nativas de papa mediante Ferias de Exposición e Intercambio; (2) evaluar el potencial de producción de semilla sexual (SSP) de las diferentes variedades nativas existentes en Piura; (3) evaluar tanto el vigor de las progenies de polinización libre (SSP-PL), obtenidas de las variedades nativas, para producir minitubérculos sanos en camas de crecimiento como su resistencia al trasplante al campo; y (4) evaluar y propagar junto con los agricultores las familias de tubérculos y las nuevas variedades que ellos seleccionen según sus preferencias y conveniencias.

Se estudiaron 25 variedades nativas de papa pertenecientes a las especies *Solanum x chaucha*, *S. tuberosum* spp. *andigena*, *S. goniocalyx* y *S. stenotomum*, en campos de agricultores interesados de diferentes pisos ecológicos (entre 1000 y 2200 msnm) que tienen buen potencial para la producción de papa y son poco vulnerables a las heladas que se presentan a partir de los 3000 msnm. En el piso de 1800 msnm, 17 de estas variedades han mostrado buen SSP y producen desde 0.35 g/planta (variedad Huagalina) hasta 2.78 g/planta (variedad Negra cashca). Algunas variedades, como Pechuquiceña (*S. chaucha*) tuvieron una producción de polen muy baja, pero abundante producción de SS, lo que sugiere la posibilidad de producir semilla híbrida por polinización natural. Además, su rendimiento de tubérculos estuvo entre 0.75 a 1.5 kg de papa por planta.

Las progenies PL evaluadas en el campo (camas de crecimiento) han mostrado buen vigor de plántula: obtuvieron de 17.0 a 18.7 para el coeficiente de velocidad de emergencia (CoV), mostraron una sobrevivencia de 80% a 98% a los 30 días después de la siembra, y su rendimiento de minitubérculos/m² estuvo entre 1.0 y 5.8 kg/m² (125 a 549 unidades/m²). En las cuatro altitudes ensayadas (1000, 1300, 1650 y 2200 msnm), el efecto ambiental se expresó como relación directa entre la altitud y el rendimiento; no se halló esta relación entre la altitud y el vigor

de emergencia de las diferentes progenies. Ocho progenies probadas por su resistencia al trasplante tuvieron porcentajes de sobrevivencia de 81% a 90%.

Los agricultores conservacionistas traen sus tubérculos-semilla de variedades nativas a las ferias y más tarde, al término de las evaluaciones de las progenies en camas de crecimiento, eligen las familias de tubérculos que necesitan para renovar sus reservas o para probar nuevos materiales surgidos de la segregación. El rendimiento en el campo de la multiplicación de los minitubérculos de las progenies Morada, Palta, Tutuma, Pechuquiceña y Culqueña son de 2.02, 1.40, 1.35, 1.0 y 0.41 kg/planta, respectivamente. Un resultado importante de este trabajo fue la producción de 400 kg de tubérculos segregantes que presentan las características de la variedad Pechuquiceña —casi perdida entre los agricultores de la Meseta Andina— a partir de 4.0 kg de minitubérculos obtenidos mediante sus semillas (PL). En la última Feria de Exposición de variedades nativas de papa, en 1998, los agricultores presentaron descendientes de papas nativas obtenidas a partir de la SS de éstas.

Introducción

La variabilidad, diversidad y fragilidad grandes de los ambientes de la sierra peruana exigen mucha creatividad si se desea lograr una agricultura sostenible y aplicar una estrategia de seguridad alimentaria; una forma de lograrlo es rescatando tecnologías eficientes de producción, almacenamiento y conservación (Torres 1995).

Si los agricultores controlan los recursos genéticos que necesitan, pueden tomar decisiones básicas sobre los materiales que producirán y la manera de hacerlo. Un ejemplo es la diversidad de especies y variedades mantenidas por los pequeños agricultores andinos como un recurso que posee un valor cultural grande y que provee seguridad alimentaria para enfrentar la gran variabilidad ambiental del medio en que viven (COINCIDE 1994).

La variabilidad genética del recurso natural no proporciona, por sí misma, un beneficio directo a las poblaciones que la conservan. La naturaleza produce variaciones sucesivas y la humanidad las aumenta en direcciones favorables que generan razas útiles muy diferentes de sus parientes silvestres. La utilidad y las formas acabadas de las especies que domestica el hombre no aparecen de repente de la sola variabilidad genética sino del proceso de selección acumulativa, como descubrió Darwin, y de la capacidad de las sociedades para reproducir, seleccionar y propagar la variabilidad que más les conviene. Este es el objetivo fundamental de la conservación *in situ* de los recursos genéticos. El empleo conciente de la semilla sexual (SS) por el agricultor que conserva, en sentido amplio, un recurso genético como la papa, no sólo mantiene la variabilidad de éste sino que lo incrementa y le permite evolucionar en el ambiente y en la sociedad en que el recurso se encuentra, sin necesidad de hacer grandes inversiones.

El objetivo de conservar los recursos fitogenéticos, como la papa, es mantener una diversidad suficiente para el presente y el futuro (Franco 1990). Los sistemas de conservación basados exclusivamente en la reproducción vegetativa de genotipos, ya sea en parcelas de agricultores como conservación *in*

situ o en 'bancos de genes' mediante cultivo de tejidos como conservación *ex situ*, permiten retener las características y combinaciones genéticas seleccionadas por los agricultores (CIP 1994), pero son sistemas que requieren una alta inversión y tienen elevados costos de mantenimiento; en regiones como Piura, muy vulnerables por la inestabilidad de las instituciones, los bajos presupuestos estatales y los periódicos eventos de El Niño, no se recomiendan.

En la Meseta Andina de la provincia de Ayavaca, en el Departamento de Piura, ubicada entre los 3000 y los 3500 msnm y a 4° 55' S, existen diversas *variedades nativas o tradicionales* de papa que son la base de la alimentación de la población que vive en ella. Sin embargo, se ha registrado un continuo descenso de la superficie cultivada con esas variedades y la extinción de algunas. Desde 1988, la Central Peruana de Servicios (CEPESER) se propuso rescatar y multiplicar vegetativamente *in situ* este germoplasma para mantener la diversidad que garantizará la seguridad alimentaria de esas poblaciones (Ramírez 1994). No obstante, al concluir este proyecto, la falta de mantenimiento y de control en los almacenes, la ausencia de áreas especializadas para la multiplicación de los genotipos, y las alteraciones climáticas desfavorables continuaron reduciendo la variabilidad rescatada. Por consiguiente, es indispensable emprender la regeneración y conservación de esas variedades, pero aplicando un sistema eficiente y barato.

La SS de polinización libre (PL), obtenida de cultivares nativos y conservada a largo plazo como fuente de variabilidad genética, se usa en el mejoramiento del cultivo y en la recuperación de genotipos perdidos por estrés biótico o abiótico. La gran diversidad genética que suele provenir de estas semillas permite seleccionar nuevos cultivares según las necesidades y preferencias de los agricultores (CIP 1994). Los antiguos agricultores andinos emplearon la SS para renovar sus reservas de tubérculos-semilla y producir nuevas variedades (Benz 1989; Golmirzaie y Mendoza 1988; Salman 1949), como ocurre hoy en algunas comunidades del Cuzco (Ortega 1990). El progreso logrado en el aumento del vigor de la semilla mejorando la nutrición de las plantas madre durante la formación de aquella (Pallais 1987), el control de factores externos durante su almacenamiento (Pallais 1995; Pallais y Falcón 1991), y la significativa interacción familia *por* ambiente respecto al rendimiento de tubérculos, son tres ventajas más del uso de SS como sistema apropiado y sostenible para la generación de variabilidad y la conservación *in situ* del germoplasma. Esta última interacción sugiere, además, que las variedades locales deberían emplearse como progenitores de familias productoras de semilla en áreas específicas (Golmirzaie et al. 1990).

El sistema de propagación clonal requiere de muchas multiplicaciones y de un exigente control sanitario en cada una de ellas para obtener un volumen de semilla suficiente para distribuir a los productores de una zona; el sistema de SS, en cambio, sólo requiere de 30 a 50 g para plantar 1 ha, lo que hace posible la expansión rápida de las variedades nativas. El sistema es, además, una forma barata y sostenible de almacenar reservas estratégicas de recursos genéticos para enfrentar posibles catástrofes naturales o la erosión genética.

Objetivos

Los objetivos de la presente investigación son los siguientes:

- Establecer la posibilidad de producir y usar la SS de papa para incrementar, mejorar y conservar *in situ* la variabilidad genética del germoplasma nativo de este cultivo existente en la Meseta Andina de Piura.
- Hacer trabajo con la participación y la toma directa de decisiones, sobre esta diversidad, de los agricultores que tradicionalmente la han conservado mediante propagación vegetativa; por causas naturales o socioeconómicas, esa diversidad disminuye progresivamente.
- Evaluar, con los mismos agricultores, tanto los de la Meseta Andina como los de otros pisos ecológicos de la Sierra de Piura, el potencial que tienen las variedades nativas para producir SS, así como su vigor, su rendimiento, su resistencia a factores adversos y su adaptación al medio.

Estas son las bases de un sistema alternativo, eficiente y barato, para acumular reservas estratégicas de la diversidad genética de este cultivo alimenticio en una región que lo necesita.

Materiales y Metodologías

Este estudio se hizo con 25 variedades nativas de papa obtenidas en las Ferias de Exposición de Papas Nativas y Tubérculos y llevadas allí por agricultores conservacionistas de la Meseta Andina de Piura.

Estas ferias se realizan anualmente promovidas por CEPESER y en ellas se exponen colecciones de variedades nativas de papa, ocas y ollucos, y se intercambia material genético. Se mantiene un registro de las principales variedades expuestas desde la primera feria exposición de 1995 (Cuadro 1), y un directorio de los principales agricultores que conservan esos materiales (Cuadro 2).

Las condiciones meteorológicas de la microcuenca de Ñoma aparecen en las Figuras 1 y 2.

Evaluación del SSP de PL de variedades nativas

Los experimentos de producción de SS (botánica) de papa se realizaron en los campos de tres agricultores de la localidad de Ñoma (1800 msnm) en un piso ecológico inferior al de la Meseta Andina, durante los años 1994 (agosto-noviembre) y 1996 (febrero-mayo y agosto-noviembre). Las variedades se plantaron siguiendo un diseño simple de bloques completos al azar perpendiculares a la pendiente. El manejo de las plantas destinadas a la producción de SS es distinto del que recibe el cultivo destinado a la producción de papa (Cuadros 3, 4 y 5).

- Los tubérculos de cada variedad se plantaron a distancias de 0.35 m entre plantas y 1.5 m entre surcos, se fertilizaron con 150-150-100 de N-P-K, como base, y luego se inició una secuencia de fertilizaciones fraccionadas de nitrógeno al inicio de la floración, a fin de optimizar la nutrición de la semilla. Las plantas recibieron un solo aporque para reducir la tuberización.
- Las condiciones ambientales en las que crecieron las plantas en el período agosto-noviembre de 1994 y 1996 fueron las siguientes: días de 12.5 horas; temperaturas promedio máxima y mínima de 24.7 y 12.4 °C, respectivamente; humedad relativa promedio de 64.5%; y ausencia de lluvias durante todo el período fenológico de las plantas. Para el período febrero-mayo de 1996, los valores de las temperaturas promedio máxima y mínima fueron 24 y 13.5 °C, 80% de HR y 720 mm de precipitación.
- El control sanitario evitó la presencia de plagas o enfermedades. El SSP de los genotipos se evaluó aplicando las escalas propuestas por Golmirzaie et al. (1990). Las bayas de PL se cosecharon 8 semanas después del inicio de la floración cuando las plantas estaban completamente senescentes. La semilla de las bayas fue desinfectada en una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% durante tres minutos, secada a temperatura ambiental de 23 °C y almacenada en frascos con arroz tostado a temperatura ambiental promedio de 30 °C durante 9 meses.

Evaluación de la semilla de PL producida por las variedades nativas

Las SS o botánicas de PL obtenidas de las variedades nativas se evaluaron bajo condiciones de campo en las parcelas de agricultores; se miden el vigor y el rendimiento de tubérculos de las plantas provenientes de ellas en camas de crecimiento de construcción rústica (**Cuadro 6**). Estas evaluaciones se hicieron en los años 1995, 1997, 1998 y 1999, en las siguientes localidades:

Localidad	Espacio ^a	Agricultor	Altitud (msnm)
Florecer	Meseta Andina	Evert Córdova	3200
Florecer	Meseta Andina	Luis Ramaycuna	3200
Culcas	Subcuenca San Jorge	Iginio Zurita	2200
Ambrosio	Microcuenca Ñoma	Eleno Cruz	1800
Ñoma	Microcuenca Ñoma	Pablo Domínguez	1650
El Palto	Microcuenca Ñoma	Wilberto García	1300
Poclús	Subcuenca San Jorge	José García	1100

- a. La subcuenca de San Jorge y la microcuenca de Ñoma se originan en la Meseta Andina.

Rendimiento de progenies PL en camas de crecimiento

Las camas de crecimiento o almácigos en que se evalúan las progenies PL en el campo se usan para medir el vigor y el rendimiento de tubérculos. Tienen las siguientes características: 1.3 m de ancho y 0.2 m de alto; el sustrato de crecimiento es suelo franco-arenoso desinfectado mediante solarización, al que se le aplica una capa de 2 cm de humus de lombriz. La fertilización total del sustrato por m² fue de 50 g de N, 50 g de P₂O₅ y 40 g de K₂O. La semilla se sembró a una distancia de 10 x 10 cm entre puntos de siembra y a 0.5 cm de profundidad y se colocaron tres semillas por punto. La unidad de observación y medición es de 1 m² y su diseño es de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La defoliación se hizo a los 95 días después de la siembra y la cosecha a los 105.

Tubérculos de primera generación de las progenies PL en el campo

Para evaluar el rendimiento de los tubérculos de la F1 producidos en las camas de crecimiento, se plantaron los minitubérculos provenientes de la SS-PL de Morada, Tutuma, Palta, Culqueña y Pechuquiceña, que se encontraban en brotación después de 50 días de almacenamiento, en el período febrero-junio de 1996 en la localidad de Ñoma (**Cuadro 7**). Las distancias de siembra fueron de 0.4 cm entre plantas y de 1.0 m entre surcos, y la fertilización fue de 150-100-80 de N-P-K. Las plantas se cosecharon a los 120 días de plantadas.

Resultados y Discusión

En el piso altitudinal de 1800 msnm, en la localidad de Ambrosio, en la microcuenca de Ñoma, 17 variedades nativas han mostrado buena capacidad de producción de SS, es decir, desde 0.35 g/planta en la variedad Huagalina hasta 2.78 g/planta en Negra cashca (**Cuadros 3, 4 y 5**). Algunas variedades, como Culqueña y Pechuquiceña (*S. x chaucha*), mostraron muy baja producción de polen, pero la producción de frutos fue abundante (**Cuadro 3**); esto hace posible la producción de semilla híbrida por polinización natural.

En el conjunto de las variedades, además de la producción de SS, el rendimiento de tubérculos estuvo entre 0.75 y 1.5 kg de papa por planta; esto indica que, aun bajo condiciones de mayor temperatura que las del ambiente de donde provenían (3200 msnm), expresan un buen potencial de adaptación para la producción de SS y de papas, una característica importante que permite extenderlas más por la región.

Los resultados muestran que estas variedades nativas no sólo son *fáciles de conservar* mediante sus SS sino que, además, pueden ser seleccionadas para obtener progenies de buena adaptación a la Sierra Central de altitud media (1000 a 2500 msnm) de Piura, por cruzamiento con clones adaptados al trópico cálido (Golmirzaie et al. 1990). Permiten, además, la obtención de progenies híbridas a partir de los propios genotipos nativos preferidos por los agricultores de la Meseta Andina, lo que amplía la capacidad que éstos tienen de seleccionar nuevas variedades *in situ* (Huamán 1987).

Semilla proveniente de PL de las variedades nativas

Esta es la etapa en que más intervienen los productores para caracterizar a la población segregante surgida de cada progenie. La apreciación visual del vigor y la sanidad de las plantas provenientes de SS que crecen en las camas de crecimiento abre nuevas expectativas a los productores para adoptarlas.

Las progenies PL evaluadas en el campo (en camas de crecimiento) han mostrado buen vigor de plántula, valores entre 17.0 y 18.7 para el CoV, valores de sobrevivencia de 86% a 98% a los 30 días después de la siembra, y un rendimiento de minitubérculos/m² entre 1.0 y 5.8 kg/m² ó 125 a 549 unidades/m² (**Cuadros 6 y 7**). En las cuatro altitudes experimentadas (1000, 1300, 1650 y 2200 msnm), el efecto ambiental se manifiesta como relación directa entre la altitud y el rendimiento, pero no entre el vigor de emergencia de las diferentes progenies y la altitud (**Cuadros 7 y 8**). Ocho progenies fueron probadas en su resistencia al trasplante y tuvieron porcentajes de sobrevivencia de 81% a 90% (**Cuadro 6**).

En la evaluación que se hace, al momento de la cosecha, de los minitubérculos obtenidos en las camas de crecimiento, los productores hacen su propia selección de familias de tubérculos segregantes según sus preferencias de adaptación, resistencia, rendimiento y calidad culinaria.

En esta etapa, los agricultores conservacionistas, que llevan sus tubérculos semilla de variedades nativas a las ferias, eligen las características fenotípicas de las familias de tubérculos que necesitan para renovar sus reservas disminuidas o para probar nuevos genotipos de la segregación. Estas reuniones de trabajo e intercambio sirven al objetivo común de conservar esta riqueza cultural. En la primera Feria de Exposición de Variedades Nativas de Papa, en septiembre de 1995, esos agricultores o sus familiares aportaron muestras de las variedades nativas que conservan; el 14 de diciembre de 1997, las 'hijas', o sea, los tubérculos de primera generación segregantes, de aquellas variedades retornan a la Meseta Andina gracias a los productores conservacionistas que participaron en este evento (**Cuadro 9**). Esta fecha es significativa porque cierra un ciclo de 3 años de investigación acerca de las posibilidades de la SS como medio de conservación y expansión de la variabilidad genética de papa existente en la Meseta Andina, tanto entre los pobladores de ese territorio como en las poblaciones de las microcuencas contiguas de menor altitud, que pueden beneficiarse consumiendo y produciendo papas en mayor cantidad y de mejor calidad.

Generación de Variabilidad en Parcelas de Pequeños Agricultores

Meseta Andina Altos de Frías

En febrero de 1998, diez agricultores conservacionistas solicitaron SS-PL de sus variedades nativas para producir minitubérculos. Cada uno recibió 10 g de cada progenie. En la Tercera Feria de Variedades Nativas de Papa, Oca y Olluco de la

Meseta Andina Altos de Frías, en Ayavaca (3300 msnm), a fines de septiembre de 1998, cuatro participantes presentaron material segregante que provenía de SS-PL de variedades nativas (**Cuadro 10**). Era evidente en éstas la presencia de nueva variabilidad gracias al trabajo de pequeños agricultores que empezaron a usar la SS, en áreas muy pequeñas, para renovar sus variedades a partir de la descendencia de esta semilla. Los otros seis agricultores que sembraron la SS-PL perdieron la cosecha por el exceso de humedad debido al evento El Niño-98.

Microcuenca de Ñoma y subcuenca de San Jorge

En los valles de altitud media (1200 a 2000 msnm) cuyas nacientes están en los bordes de la Meseta Andina, en los que no suele sembrarse papa, se han instalado parcelas de SS-PL de variedades nativas para que el agricultor seleccione genotipos convenientes, como se indicó antes (**Cuadro 10**). Estas variedades nativas tienen, en opinión de los agricultores de esta región, excelente sabor y gran valor nutritivo, superiores a los de las variedades comerciales; desafortunadamente, su semilla vegetativa nunca está a disposición de ellos.

Durante el período de septiembre a diciembre de 1998, se instalaron tres parcelas demostrativas que se cosecharán a partir del 23 de diciembre.

El rendimiento obtenido en la multiplicación de campo de los tubérculos de primera generación producidos en las camas de crecimiento fue de 1.0 a 2.0 kg/planta para Pechuquiceña, Tutuma, Palta y Morada; la excepción fue Culqueña, que tuvo el menor rendimiento (**Cuadro 7**). Mostraron las variedades el gran potencial de rendimiento (25 a 50 t/ha) que tienen estas familias provenientes de SS-PL. El resultado más importante de estos experimentos fue la producción de una familia de 400 kg de tubérculos de la variedad Pechuquiceña a partir de 4 kg, es decir, de 459 minitubérculos provenientes de semillas de PL. Se trataba de una variedad prácticamente perdida en los campos de los agricultores de la Meseta Andina, según se constató en la feria de 1995.

Los resultados obtenidos en este estudio de evaluación del potencial de producción de SS de seis variedades nativas y del vigor y potencial de rendimiento de tubérculos de sus semillas PL permiten suponer que, al igual que en Nicaragua (Torres y Olivas 1993; Torres et al. 1991) y, como lo proponen Golmirzaie y Tenorio (1993), con el clon TS-15 es posible producir SS de PL o híbrida de buena calidad en el trópico de altitud media y no solamente en regiones meridionales altas.

La producción de material vegetativo que contenga las características genéticas de los progenitores nativos permite no solamente conservar la diversidad genética actual a partir de sus similares sino, además, incrementarla y mejorarla multiplicando los nuevos individuos que surjan de los cruzamientos, sean éstos naturales o dirigidos. Por ejemplo, la variedad Pechuquiceña está casi perdida en la Meseta Andina; a partir de sus SS se han podido producir nuevos tubérculos de características muy semejantes a las de la variedad madre, lo que constituye un resultado relevante por las posibilidades que presenta. Los pequeños agricultores pueden adoptar fácilmente este sistema para conservar *in*

situ y optimizar la producción del germoplasma que han mantenido hasta hoy por su cuenta. Mediante la SS se puede garantizar, a bajo costo, la conservación del germoplasma nativo durante largos períodos de tiempo (Holle 1987; Huamán 1987; Pallais 1995), se evitan los elevados costos y problemas de los calendarios rígidos de siembra que exige todos los años el sistema de conservación basado exclusivamente en la multiplicación vegetativa (Querol 1988), y se mejora la productividad de estas variedades.

Referencias

- Benz J. 1989. Alternative propagation systems for warm climate potato production. Tesis (PhD). Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. 244 p.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). 1994. *Ex situ* conservation of potato: Genetic resources at CIP. CIP Circular 20(3):2-7.
- COINCIDE. 1994. Variabilidad genética de la papa. Aspectos socioeconómicos y culturales. Cuzco, Perú. 39 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1993. Recursos fitogenéticos. DEEP: Intercambio, educación y desarrollo. p 19.
- Franco S. 1990. Estrategia para la conservación in situ de especies nativas en la Sierra Norte de Perú. Informe técnico no. 2. Estación Experimental Agropecuaria y Forestal Baños del Inca, INIA, Cajamarca, Perú.
- Golmirzaie A.M.; Mendoza H.A. 1988. Estrategias de mejoramiento para la producción de semilla sexual de papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Circular CIP 16(4):1-7.
- Golmirzaie A.; Ortiz R.; Serquén F. 1990. Genética y mejoramiento de la papa mediante semilla (sexual). Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 35 p.
- Golmirzaie, A.; Tenorio J. 1993. TS-15: Un nuevo progenitor de semilla sexual de papa apropiado para climas tropicales. En: XVI Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Compendios. Santo Domingo, República Dominicana. p 69.
- Holle M. 1987. Seed conservation of potato genetic resources (IBPGR standards): Theoretical ideals and practical reality. En: Strategies for the conservation of potato genetic resources. XXIX Planning Conference. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. p 115-128.
- Huamán Z. 1987. Status of the native andean cultivated potato collection maintained at CIP. En: Strategies for the conservation of potato genetic resources. XXIX Planning Conference. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. p 27-44.
- Ortega R. 1990. Investigación básica sobre recursos genéticos de papas nativas cultivadas. Cuzco, Perú.
- Pallais N. 1995. Storage factor, control of germination and seedling establishment of freshly harvested true potato seed. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.

- Pallais N. 1996. Principios de manejo en poscosecha y evaluación de calidad de la semilla sexual de papa. Fasc. 2.2. En: Manual de producción de papa con semilla sexual. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 8 p.
- Pallais N.; Falcón R. 1991. Calidad de semilla sexual y manejo en poscosecha. En: Semilla sexual de papa en Latinoamérica. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. p 11-20.
- Pallais N.; Villagarcía S.; Fong N.; Tapia J.; García R. 1987. Effect of supplemental nitrogen on true potato seed weight. *Am. Potato J.* 64:483-491.
- Querol D. 1988. Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado. Lima, Perú. 218 p.
- Ramírez V. 1994. Evaluación, caracterización y conservación de variedades tradicionales de papa por organizaciones campesinas en los Altos de Frías, provincia de Ayavaca, Piura. Central Peruana de Servicios (CEPESER), Piura, Perú.
- Salman R.N. 1949. The history and social influence of the potato. Cambridge University Press. 685 p.
- Torres J. 1995. De los desiertos, los montes y los bosques del Perú. Comisión Nacional del Concurso de Dibujo y Pintura Campesina. Lima, Perú. 58 p.
- Torres F.; Olivas A. 1993. Producción de semilla sexual bajo las condiciones tropicales de Nicaragua. *Revista Latinoamericana de la Papa* 5/6:1-19.
- Torres F.; González C.; Torres H. 1991. Semilla sexual en la producción de papa en Nicaragua. En: Semilla sexual de papa en Latinoamérica. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. p 59-70.