

# ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS EN CLONES PROMISORIOS DE PAPA

## PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS STUDY IN POTATO PROMISING CLONES

Augusto Oviedo Ch.<sup>1</sup> , Ramiro Gallegos G.<sup>1</sup> , Susana Espín<sup>2</sup>

**Palabras claves:** papa, *Solanum tuberosum*, físico-químico, carbohidratos, HPLC

**Keywords:** potato, *Solanum tuberosum*, physical, chemical, carbohydrate, HPLC

### RESUMEN

Se analizaron diez características físicas y químicas en tubérculos de papa. Se normalizó la metodología para determinar fructosa, glucosa y sacarosa por cromatografía líquida de alta resolución en tubérculos de papa. Se concluyó que los clones 1010-17 y 235-4 poseen excelente calidad nutricional y gran desempeño si son consumidos como papas fritas; los clones 52-81, 156-3 y 51-51 tienen potencial como fuente de almidón para la industria. La obtención de tubérculos de papa que poseen bajo contenido de azúcares reductores, se facili-

---

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Ciencias Químicas, Quito, Ecuador (aoviedo554@puce.edu.ec; rgallegos@puce.edu.ec).

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad, Quito, Ecuador (frivera@uio.satnet.net).

taría si para ello se utiliza como progenitores a la variedad I Gabriela y los clones 1013-122 y 156-97 ya que este carácter se comporta como si fuera recesivo. La variedad *Solanum phureja* parecería condicionar el contenido de almidón y proteína en los clones.

## ABSTRACT

Ten physical and chemical characteristics were analyzed in potato tubers. Methodology was normalized in order to measure fructose, glucose and sucrose content in potato tubers by high performance liquid chromatography. Excellent nutritional quality and great performance when they are cooked like French fries were achieved by clones 1010-17 and 235-4. Clones 52-81, 156-3 and 51-51 are good options for starch-based industries. Potato tubers that have low content of reducing sugars were easily achieved if I-Gabriela variety and clones 1013-122 and 156-97 were used like parents because behavior of this character is like it was recessive. Starch and protein content seems to be conditioned by the *Solanum phureja* variety.

## INTRODUCCIÓN

La papa es considerada una fuente de energía básica con una producción aproximada de 80kcal/100g. El mayor consumo es en forma fresca; la agroindustria la utiliza en forma de papas fritas tipo chips o la francesa.

Los principales aspectos que se toman en cuenta en el proceso de mejoramiento son los siguientes: resistencia a enfermedades y plagas, resistencia a factores abióticos, rendimiento, calidad y uso potencial. Para las industrias se desarrollan va-

**Tabla 1. Composición aproximada del tubérculo de papa**  
(en muestra seca)

Componente	% Normal	% Rango
Almidón	70	60-80
Sacarosa	0.5-1	0.25-1.5
Azúcares reductores	0.5-2	0.25-3
Ácido cítrico	2	0.5-7
Nitrógeno total	1-2	1-2
Nitrógeno proteico	0.5-1	0.5-1
Grasa	0.3-0.5	0.1-1
Fibra (dietética)	6-8	3-8
Cenizas	4-6	4-6

riedades que tengan un alto contenido de almidón, que presente forma regular para facilitar su procesamiento y que posea baja cantidad de azúcares reductores (Ritter, 2006).

En la Tabla 1 se observa la composición nutricional aproximada de los tubérculos de papa (Woolfe, 1987). Según el uso, el valor de la papa dependerá de lo siguiente:

**Contenido de azúcares reductores:** en el caso de las papas, la coloración parda es producida por una elevada concentración de azúcares reductores; por lo general, la coloración parda de una hojuela de papa, hace pensar que está dañada o que está quemada; en ambos casos la valoración es negativa a pesar que no hay cambio apreciable de sabor. “La coloración parda se debe a un cambio no enzimático o Reacción de Maillard, en la cual los azúcares reaccionan con aminoácidos, ácido ascórbico y otros compuestos orgánicos para producir pigmentos cafés conocidos como melanoidinas” (Woolfe, 1987).

La reacción de Maillard comprende tres fases. Todos los productos forma-

rán polímeros y copolímeros nitrogenados de color pardo, conocidos como melanoidinas. Estos pueden tener sabor y olor desagradables y, en algunos casos, aromas agradables.

En la primera, al combinarse el grupo carbonilo de los azúcares reductores (aldosas) con el grupo amino libre de una proteína o un aminoácido, se desprende una molécula de agua y se forma un glucósido N-sustituido el cual es inestable. Mediante el arreglo de Amadori, el glucósido N-sustituido da lugar a una cetosamina. El arreglo de Amadori es una conversión catalítica, ácida o básica, de un glucósido N sustituido de una aldosa en un glucósido N-sustituido de la cetosa correspondiente (Martins, 2000).

En la segunda fase, las cetosaminas producidas en el Arreglo de Amadori pueden reaccionar en tres formas; la primera es una degradación en la cual la molécula pierde dos moléculas de agua. En la segunda se obtienen productos de fisión hidrolítica de cadena corta, tales como diacetil y acetol; estos a su vez, mediante la Degradación de Strecker, formarán aldehídos con aminoácidos y por

condensación se obtendrán aldeos. La Degradación de Strecker es una interacción entre un  $\alpha$ -aminoácido con un compuesto carbonilo en una solución o suspensión acuosa para formar dióxido de carbono y un aldehído o una cetona que contiene un átomo de carbono menos. En la reacción pueden utilizarse agentes oxidantes (Martins, 2000).

En estudios con modelos simulados se ha determinado que si se incrementa la temperatura y/o tiempo de exposición al calor, la cantidad de coloración parda también aumenta (Woolfe, 1987).

**Contenido de almidón:** en industrias que utilizan el almidón como materia prima (producción de alcohol, textiles) se valora el porcentaje de almidón (Ritter, 2006).

**Calidad nutricional:** la papa es una importante fuente de energía, aporta nutrientes como: lisina, tiamina, niacina, triptófano, vitamina C y potasio. Provee proteína de muy alta calidad.

También contribuye con la ingesta de varias vitaminas (Woolfe, 1987).

Las papas que presentan alto contenido de azúcar tienen un sabor dulce y una pobre textura después de la cocción debido al bajo contenido de almidón y alta concentración de azúcar.

En este contexto, el Programa de la Papa de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, busca conocer la manera en que los almidones y azúcares reductores se combinan en la progenie.

En el presente trabajo se evalúa: cantidad de materia seca, nitrógeno, almidón y azúcares en tubérculos de papa pertenecientes a la progenie F1 y a sus respectivos progenitores, para identificar si existe herencia y definir un mejor método de selección de los progenitores para posteriores cruzamientos y para la obtención de materiales con buenas características y aptitudes agroindustriales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los materiales utilizados fueron seleccionados por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, cosechados en noviembre de 2003 a excepción de S. Phureja, Suscaleña, Bolona e I Gabriela que fueron cosechados en diciembre de 2003. Todos fueron cultivados en la Estación Santa Catalina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Son treinta y cuatro materiales: cinco variedades de papa usadas como

progenitores (Bolona, Suscaleña, Superchola, I-Gabriela y Solanum phureja), tres estándares de calidad para la agroindustria (I-Fripapa, Uvilla e I Papa Pan); y, veintiséis clones promisorios. La progenie resultó de los cruces entre S. phureja y cada uno de los otros progenitores. Las familias fueron identificadas con el nombre del progenitor que las diferencia entre sí. Según esta consideración, la progenie de cada pareja progenitora se observa en la Tabla 2:

**Tabla 2. Variedades de papa analizadas, agrupadas por familia**

<b>VARIEDADES</b>	<b>CLONES</b>			
<b>Progenitores</b>	<b>Progenie</b>			
BOLONA	1010-97	1010-17	1011-69	1013-122
	51-177	51-51	51-37	52-81
	36-58			
SUSCALEÑA	273-6	283-43	283-89	283-69
	284-8			
I-GABRIELA	156-3	156-97	176-76	176-97
	178-83	179-19	180-33	161-18
SUPERCHOLA	221-34	232-57	235-4	1038-51
S. phureja (Híbrido)				
Estándares de calidad	I-FRIPAPA	UVILLA	I-PAPA PAN	

En las papas recién cosechadas, una vez lavadas y secas, se evaluó el

color de la corteza así como color de la pulpa y apariencia, la forma del

tubérculo y la gravedad específica, esta última según método propuesto por Shetty (Shetty, 2000).

La cantidad de materia seca se analizó con método de la A.O.A.C. 930.15.

Las determinaciones de almidón y nitrógeno total se realizaron con harina de papa secada a 65 °C.

La determinación del contenido de almidón se analizó por polarimetría (Brito, 1996).

Para la determinación del contenido de nitrógeno total se usó Método de la A.O.A.C. 955.04.

El análisis de azúcares por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) se realizó con harina de papa liofilizada.

La determinación de los azúcares totales y reductores se hizo con papa fresca, recién cosechada bajo método propuesto por Cronin y Smith (Cronin & Smith, 1979). Se evaluó el método bajo las condiciones existentes en el laboratorio. Para el efecto se determinó el porcentaje de recupera-

ción, rango lineal y límite de cuantificación. Se utilizó como estándar a D (+) - Glucosa anhidra Fluka, 99% pureza (Grado HPLC), N° lote 49140.

La cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) permitió determinar rápidamente (30 minutos) el contenido de glucosa, fructosa y sacarosa (Wilson et. al, 1981. Caperos, J y Girard, J, 2000).

**Tabla 3. Condiciones cromatográficas según Wilson et. al (1981)**

Fase móvil	Acetonitrilo-agua (75:25)
Temperatura	25 °C
Flujo	1.8 ml/min
Columna	C18 Porasil B μBondapak Carbohydrate

La metodología cumplía los requisitos que la presente investigación exigía. El equipo se configuró bajo las condiciones de flujo, temperatura y fase móvil que ese método describía (Tabla 3).

Se ensayó con las condiciones que Caperos y Girard (Caperos y Girard, 2000) utilizaron para determinar azúcares en polvo de granos de cacao por cromatografía líquida.

Los extractos de papa se filtraron a través de membranas Millipore de 0.22  $\mu$ m de diámetro de poro y se inyectaron bajo las condiciones descritas en la Tabla 4.

**Tabla 4. Condiciones cromatográficas para detectar azúcares en papa**

Fase móvil	Acetona - acetato de etilo - agua (55:30:14)
Temperatura	30 °C
Flujo	1.5 ml/min
Columna	Asahipac NH2P-50 4E

Cada corrida de muestra tenía una duración de 45 minutos.

La normalización de la metodología y la evaluación del contenido de azúcares por cromatografía líquida de alta resolución, se realizó con un equipo para cromatografía líquida de alta resolución Agilent 1100, columna Shodex Asahipak NH2P-50 4E, con material base de alcohol polivinílico y un grupo funcional poliamino, más de 7500 platos teóricos, 4.6 mm de diámetro interno, 250 mm de largo.

También se utilizó una precolumna Macherey-Nagel AG Nucleosil 120

7NH2, un detector de índice de refracción Shimadzu RID-6A; los datos fueron registrados con el dispositivo Shimadzu C-R7A Chromatopac.

Se emplearon como estándares:

D (-) Fructosa, BDH, N° lote 28434  
D (+) - Glucosa anhidra Fluka, 99% pureza (Grado HPLC), N° lote 49140  
D (+) - Sacarosa, Fluka, 99% pureza (Grado HPLC), N° lote 84100

En los materiales analizados los tratamientos fueron tomados completamente al azar. Se aplicó un análisis de varianza con diseño de un solo criterio de clasificación.

Dentro del estudio estadístico se utilizaron pruebas de significación y comparaciones ortogonales. Se empleó la prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia. Se hicieron tres comparaciones en cada familia:

1. El progenitor que diferencia cada familia contrastado con su proge-  
nie,
2. El Híbrido comparado con su pro-  
genie;
3. Ambos progenitores enfrentados  
con su descendencia.

Se escogieron de las familias, los mejores clones para luego comparar las características estudiadas con los estándares de calidad. Se hicieron tres comparaciones: cada estándar contra los mejores clones en cada paráme-

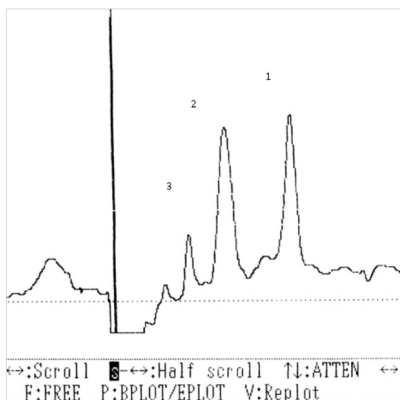
tro. En el análisis estadístico de todos los datos obtenidos de los parámetros químicos estudiados para interpretar todas las comparaciones se utilizaron los programas MSTAT-C y SPSS.

## RESULTADOS

Se observó que la fructosa tiene un comportamiento lineal desde 0.00016 g/ml que es el límite de cuantificación, hasta 0.05 g/ml, con una correlación de 0.998. La glucosa tiene un comportamiento lineal desde 0.00016 g/ml hasta 0.06 g/ml con una correlación de 0.997. La sacarosa es lineal desde su límite de cuantificación de 0.00016 g/ml hasta 0.08g/ml, con una correlación de 0.993.

El límite de detección para la fructosa, glucosa y sacarosa es 0.05 mg/ml. El límite de cuantificación para la fructosa y glucosa es 0.16 mg/ml en cambio para sacarosa 0.17 mg/ml. Los coeficientes de variación obtenidos son: fructosa 0.68%, glucosa 1.27% y sacarosa 1.25%. El porcentaje de recuperación para la fructosa 85.23%, para glucosa 93.11% y 94.61% para la sacarosa.

El porcentaje de recuperación fue de 104.32% para azúcares reductores y 113.27% para azúcares totales. La curva se comportó lineal entre 10.04 y 399.9 ppm.



**Gráfico 1. Cromatograma de muestra, material I-GabrielaGrá**

En el Gráfico 1 se observa el cromatograma obtenido para la muestra I-Gabriela. Aparecen en el siguiente



orden: fructosa (6.15 segundos), glucosa (8.19 segundos) y sacarosa (11.84 segundos).

Los resultados obtenidos de los parámetros físicos cualitativos proveen una descripción estandarizada de cada material; se observa que todas las papas tienen formas y colores regulares. En cuanto a los ojos no se observan hoyos muy profundos y la coloración de la pulpa es completamente amarilla.

Según los parámetros analizados,

proteína, almidón y azúcares; se puede clasificar a los clones en: con el mejor valor proteico son los mejores en calidad nutricional; con el mayor contenido de almidón son los mejores para la industria feculera; con bajo contenido de azúcares reductores son los mejores para generar variedades de alto desempeño en fritura. Según estos criterios, los clones 235-4 y 1010-17 sobresalen en cuanto a proteína. Para almidón, los clones 52-81, 156-3 y 51 51. En cambio para fritura, los clones 1013-122, 221-34 y 284-8.

**Tabla 5. Caracterización de los estándares de calidad**

Material	Azúcares reductores**		Proteína**		Almidón**	
I-Papa pan	0,155	0,155	7,871	8,033	73,713	76,079
I-Fripapa	0,016	0,0158	10,915	10,894	71,605	69,129
Uvilla	0,117	0,116	10,044	9,993	63,995	66,195
* Porcentaje		**Porcentaje en base seca			+ mg/ml	

En la Tabla 5, se observa la comparación de los estándares, I Fripapa es una variedad que posee las mejores características entre los tres materiales. Esta variedad tiene el contenido más alto de materia seca, proteína y gravedad específica. La papa Uvilla en cambio tiene los valores más

bajos para materia seca, almidón y gravedad específica. I-Papa Pan, destaca con el más bajo contenido de proteína y el mayor contenido de almidón que es, incluso, uno de los mejores entre los treinta y cuatro materiales estudiados.

Por ser I-Fripapa una variedad que cumple los requisitos de azúcares reductores, en este trabajo se la utiliza como referencia, es decir, todos los materiales que presenten un contenido de azúcares reductores similar o menor al de I-Fripapa, son potenciales opciones de alto desempeño en fritura.

Este es solo el primer requisito que deberán cumplir los clones que se proyecten como posibles sustitutos de I Fripapa.

Respecto a proteína, la progenie se parece a I-Fripapa. Según los datos obtenidos, solo Uvilla e I-Papa Pan presentan un contenido diferente al de I Fripapa.

**Tabla 6. Prueba de Tukey - Proteína - Mejores clones versus Estándares de calidad**

<b>PROTEINA</b>			
<b>Material</b>	<b>Valores</b>		<b>Promedio</b>
<b>I-Papa pan</b>	7,871	8,033	7,952
<b>Uvilla</b>	10,044	9,993	10,019
<b>161-18</b>	10,226	10,403	10,314
<b>283-43</b>	10,661	10,525	10,593
<b>284-8</b>	10,560	10,660	10,610
<b>I-Fripapa</b>	10,915	10,893	10,904
<b>235-4</b>	11,087	11,141	11,114
<b>1010-17</b>	11,713	11,742	11,727

En la Tabla 6 se puede apreciar la semejanza que existe entre los clones y este estándar de calidad.

Para el contenido de almidón, los materiales no se parecen a los estándares de calidad. Con la prueba de Tukey se observa que todos los clo-

nes superan los contenidos de almidón de los estándares. En este caso los clones 52-81, 156-3 y 51-51 son los mejores.

**Tabla 7. Prueba de Tukey - Almidón - Mejores clones versus Estándares de calidad**

<b>ALMIDÓN</b>			
Material	Valores		Promedio
Uvilla	63,995	66,195	65,095
I-Fripapa	71,605	69,129	70,367
I- Papa pan	73,713	76,079	74,896
283-90	76,189	73,713	74,951
1038-51	75,364	74,630	74,997
52-81	77,014	75,364	76,189
156-3	77,381	75,547	76,464
51-51	76,904	76,354	76,629

En cuanto al contenido de azúcares reductores, en la Tabla 6 se observan los rangos de significancia. Todos los clones son mejores que I-Fripapa.

También, se puede notar que no hay similitud entre los clones y los estándar.

dares. Los clones presentan diferencias estadísticas significativas con los estándares I-Fripapa, I-Papa pan y Uvilla.

**Tabla 8. Prueba de Tukey - Azúcares reductores - Mejores clones versus Estándares de calidad**

<b>AZÚCARES REDUCTORES</b>			
Material	Valores		Promedio
1013-122	0,004212	0,004272	0,004242
221-34	0,008224	0,007785	0,008005
284-8	0,012195	0,012426	0,012311
156-97	0,013202	0,013218	0,013210
I-Fripapa	0,016033	0,015837	0,015935
Uvilla	0,117065	0,116285	0,116675
I-Papa pan	0,155440	0,155440	0,155440

## DISCUSIÓN

A la luz de los datos anteriores, se cuenta con dos alternativas. La caracterización química como tal que será descrita en primer lugar; y posteriormente la utilidad de esta información en los siguientes programas de mejora genética en la Estación Santa Catalina dentro del Programa de Mejoramiento de la Papa.

En primer lugar, los clones que pueden ser destinados para la industria o para el consumo doméstico tienen alto contenido de almidón, valor de proteína de al menos 9% (muestra seca) y los valores altos de azúcares reductores sobrepasan la concentración que tiene I Fripapa: 0.015935% en muestra seca. Bajo estas condicio-

nes serían buenas alternativas, en tanto no se las procesa como papas fritas, los clones 52-81, 156-3 y 51-51.

Si se toma como límite superior máximo al contenido de azúcares reductores que tiene I-Fripapa (0.01594% en muestra seca), el clon 1010 17 resulta ser una excelente alternativa. Posee un contenido de proteína de 11.7% y de azúcares reductores de 0.01755 % (en muestra seca). Lo mismo se observa con el clon 235-4 (0.01321% en muestra seca). Ambos poseen un contenido de almidón cercano al 71%.

Analizados los resultados se determina que dentro de cada familia, Bolona y Superchola contienen los valores más altos de proteína (11% en muestra seca) mientras que Suscaleña e I-Gabriela tienen valores bajos (7% en muestra seca); lo que resalta es que el Híbrido (S. phureja) reduce el porcentaje de proteína en las crías de Superchola y Bolona, pero lo aumenta en el caso de la progenie de Suscaleña e I-Gabriela. Esto hace suponer que S. phureja (Híbrido) influye de alguna manera en el parámetro de proteína para ciertos materiales.

En cuanto al almidón el híbrido sube su contenido en las crías de las familias de Superchola, Suscaleña y Bolona. Estas variedades tienen un contenido menor que el del Híbrido. Para la familia Gabriela este incremento no se confirma porque tanto I-Gabriela como el Híbrido son estadísticamente iguales y la mayoría de su progenie está por debajo del nivel de ambos progenitores. También hay influencia del Híbrido para este carácter.

Respecto a los azúcares reductores, el contenido en la Suscaleña es mayor que la Superchola, pero, ambas son las de más alto contenido. En el caso de la familia Superchola, el cruce con el Híbrido diversifica la concentración, dos clones (221-34 y 235-4) con un contenido más bajo, uno (232-57) similar a ambos progenitores y otro (1038-51) de mayor contenido.

De distinta manera sucede con Suscaleña donde se observa que el efecto es a la baja. Todos los clones tienen menor contenido que Suscaleña, el clon 283-90 igual al Híbrido y 284-8 menor que estos.

Bolona e I-Gabriela tienen menor contenido de azúcares reductores que I Fripapa. Dentro de la tercera comparación estadística en la respectiva familia, S. phureja (Híbrido) se encuentra en el rango central. Destacan dos clones: 1013-122 y 156-97; el primero, el valor más bajo de azúcares reductores. El segundo, más bajo que el contenido que presenta I-Fripapa pero mayor que el de su progenitor (I Gabriela).

La característica de azúcares reductores presenta un solo clon con bajo contenido de azúcares en todas las familias; para los demás están divididos en al menos tres grupos con un nivel ascendente de azúcares.

Para las demás características no se observan comportamientos predecibles o que sigan algún tipo de lógica.

## CONCLUSIONES

Los clones 1010-17 y 235-4 son buenas opciones, si el objetivo es brindar al consumidor papas de una buena calidad nutricional y de buen rendimiento para fritura.

Los clones 52-81, 156-3 y 51-51 son excelentes alternativas para la industria feculera o para alimentación.

La variedad I-Gabriela y los clones 1013-122 y 156-97 deben ser tomados en cuenta para generar clones que posean un bajo contenido de azúcares reductores.

El carácter bajo contenido de azúcares reductores aparenta ser recesivo.

En las familias se observa una sola cría con este carácter que correspondería a un homocigoto recesivo. Este hecho hace que la obtención de clones de bajo contenido de azúcares reductores resulte caro.

Respecto al Programa de mejoramiento I-Fripapa es un material de alto desempeño, en fritura se confirma que presenta bajo contenido de azúcares reductores, fructosa y glucosa; alto contenido de gravedad específica, almidón, proteína y materia seca.

Existiría herencia del carácter materia seca para los descendientes de

Bolona. Las crías de esta familia se parecen más al progenitor.

El clon 1010-17 tiene un contenido de proteína con un valor medio de 11.727%

El clon 1010-97 tiene el más bajo contenido de almidón del grupo y de todos los treinta y cuatro materiales.

Por su parte, los clones 52-81 y 51-51 son los de mayor contenido y el 51-51 el mejor de todos los treinta y cuatro materiales para este parámetro.

El clon 1013-122 presenta un bajo contenido de fructosa y el clon 1010-97 el más alto.

## LITERATURA CITADA

- Official Methods of Analysis of AOAC International. (2009). 18th Ed., AOAC International. Gaithersburg, MD, USA, Official Method 930.15.
- Official Methods of Analysis of AOAC International. (2009). 18th Ed., AOAC International. Gaithersburg, MD, USA, Official Method 955.04.
- Brito, B. (1996). Evaluación del contenido de materia seca, almidones, azúcares, proteínas y energía en 30 morfotipos de zanahoria blanca. En: Conferencia Internacional de Almidón, Propiedades físico químicas, funcionales y nutricionales. Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, Instituto de Investigación Tecnológica.
- Caperos, J., Girard, J. P. (2000). Manuel Assurance Qualité, Laboratoire Cantonal Neuchatel, Dosage d'acides organiques, de sucres et d'alcools par HPLC, Método MO EC 0520. s. l., s. ed., s. f. 100 p. Adaptado en los laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Cronin, D. & Smith, S. (1979). A simple and rapid procedure for the analysis of reducing, total and individual sugars in potatoes. *Potato Research*. 22 (2): p. 99.
- Martins, S., Jongen, W., van Boekel, M. (2000). A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science & Technology*. 11 (9-10).
- Ritter, E., Ruiz de Galarreta, J. I. (2006). Mejora Genética de la Calidad de la Patata. En Llacer, G.; Diez, M.J.; Carrillo, J.M.; Badenes, M.L., eds. (Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.), *Mejora genética de la calidad en plantas*. (I, 281-299). Valencia, España.
- Shetty, K. (2000). *Reviewing the procedure for specific gravity measurement of potato tubers. Kimberly Potato Storage Research Facility*. Idaho, EEUU.
- Wilson, A.M., Work, T.M., Bushway, A.A., Bushway, R.J. (1981). HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. *Journal Food Science*. 46 (1). p. 300.
- Woolfe, J. (1987). The potato in the human diet. *Cambridge University Press* in collaboration with IPC. Cambridge, Inglaterra. pp. 9, 30, 42, 58, 212.

