

## Poscosecha

El trabajo se realizó en la provincia cubana de Granma

## Evaluación poscosecha de daños en patata

- El estudio, llevado a cabo entre marzo y mayo de 2005, evalúa las pérdidas durante la recolección y el almacenamiento frigorífico de cuatro variedades de patata.

Melquíades Ramos Escalona<sup>1</sup>,  
Pilar Barreiro<sup>2</sup> y Mario Otero  
Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Profesores asistente y titular de la Universidad de Granma (Cuba)

<sup>2</sup> Profesora titular Dpto. Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid  
pilar.barreiro@upm.es



### 1. Variedades de patatas utilizadas en el experimento.

la recolección y el almacenamiento frigorífico de cuatro variedades de patata (Spunta, Romano, Desirée y Santana) en la Unidad Básica de producción Cooperativa "El Palmar" perteneciente a la Empresa cultivos varios "Paquito Rosales" en la provincia cubana de Granma (foto 1).

### Ensayos de campo

El tubérculo de patata es un tejido parenquimatoso, que carece de engrosamiento secundario propio de los tejidos especializados (Peterson et al. 1985). Como resultado de ello,

los tubérculos son susceptibles a diversas formas de daño a lo largo de la cadena de producción y de comercialización, incluyendo defectos externos (corte, pelado, grietas) y lesiones internas (principalmente blackspot o magulladura), (Baritelle et al. 2000 y Bentini et al. 2006).

Los factores que intervienen en el deterioro mecánico del producto pueden ser la agresividad de las máquinas utilizadas para la recolección, el transporte y la manipulación del producto (fotos 2 y 3), además de las propiedades mecánicas, fisicoquímicas y biológicas de los tubérculos, que afectan a la susceptibilidad intrínseca. El nivel de hidratación de los tubérculos, el cultivar y las condiciones ambientales en periodo de crecimiento, recolección y almacenamiento, influyen en dicha susceptibilidad de los tubérculos a los daños, aunque no suelen ser inmediatamente cuantificables (Mathew y Hyde, 1997; Bajema et al. 1998; Baritelle y Hyde, 2003).



### 2. Máquinas empleadas en la cosecha de la patata en Cuba.

En este estudio se evaluó en campo, el porcentaje de pérdidas consideradas tanto en número como peso de los tubérculos cosechados. Los defectos identificados fueron: daños mecánicos y podredumbres, de ellos, los daños mecánicos constituyen el tipo de pérdida más relevante en todas las variedades (figura 1). Los mayores valores de pérdidas por daños mecánicos se produjeron en las variedades Spunta y Romano con un 15,2 % ± 2,6 % y 14,4 % ± 3,3 % en peso de tubérculos respectivamente, valores muy superiores a los indicados por (Jrobostov 1977, Valdez 1993 y López 1995), que en ningún caso superan un 4 ó 5 %.

Resulta representativa la enorme diferencia de la magnitud de pérdidas según se considere en número o peso de tubérculos, siendo mayores cuando se calcula en peso. Esto indica que los tubérculos dañados son de un tamaño muy superior a los sanos, siendo también significativamente de mayor tamaño los tubércu-

En numerosos países en desarrollo, las pérdidas poscosecha pueden alcanzar la abrumadora cifra del 50 % del producto como consecuencia del mal manejo durante la cosecha y del almacenamiento inadecuado. Sin embargo en países desarrollados las pérdidas no sobrepasan el 8 %.

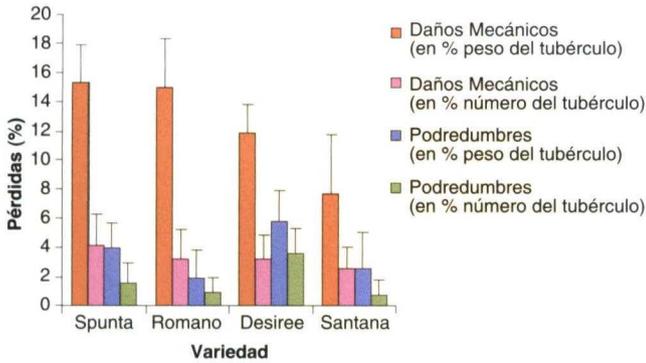
Los daños a los tubérculos durante la recolección son una de las causas más importantes de la baja calidad y del descenso del valor de la patata, aumentando la incidencia de las enfermedades y las pérdidas durante el almacenamiento. Según un estudio norteamericano (Peters, 1996), del total de los daños, el 70 % está causado durante la cosecha, mientras que el 30 % se produce durante el transporte y el almacenamiento, además hasta el 30 % de la producción total puede ser dañado durante la cosecha.

En este artículo se presenta un trabajo desarrollado en el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 1 de mayo de 2005, en el que se evaluaron las pérdidas durante

**En numerosos países en desarrollo, las pérdidas poscosecha pueden alcanzar la abrumadora cifra del 50 % del producto como consecuencia del mal manejo durante la cosecha y del almacenamiento inadecuado**

**Figura 1:**

**Porcentaje de pérdidas en la cosecha 2004-2005 en la Unidad Básica de Producción Cooperativa "El Palmar".**



los con daños mecánicos que aquellos que muestran podredumbres (figura 2); los tubérculos con podredumbre podrían contener daños mecánicos leves que propiciarán la entrada de agentes patógenos y, dado que el tamaño del tubérculo parece muy relacionado con los daños, parece lógico que tubérculos intermedios mostraran daños más leves y sólo los más pequeños resultan sin daños.

La experiencia ha demostrado que los daños de las patatas producidos por golpes contra superficies duras son mayores para las grandes que para las pequeñas, debido a la mayor energía potencial de los tubérculos grandes; como regla general, resulta inadmisibles dejarlas caer desde una altura superior a 30 cm, pues de lo contrario el daño es casi seguro (Mc Garry et al. 1995).

**Ensayos de almacenamiento**

De acuerdo con la bibliografía disponible los daños internos resultantes de los impactos en tubérculos por sí solos pueden causar pérdidas de más del 20 % (Storey y Davies, 1992) durante el almacenamiento y en general las lesiones internas no son visibles hasta después de retirar la piel.

El estado del arte relativo a este tema ha sido examinado

por: Hiller et al. (1985) como parte de un examen de los trastornos fisiológicos; Burton, (1989) en un capítulo sobre fisiología poscosecha y Storey y Davies (1992) en una síntesis en el contexto de la calidad del tubérculo.

Los síntomas de las lesiones internas pueden incluir o no fracturas visibles del tejido (Ilker et al. 1977; Reeve, 1968), y el desarrollo subsiguiente de color pardo en las zonas dañadas puede implicar la formación de pigmentación amarilla, roja, marrón, azul, gris y negra en diversos grados (Burton, 1989; Gray y Hughes, 1978; Storey y Davies, 1992).

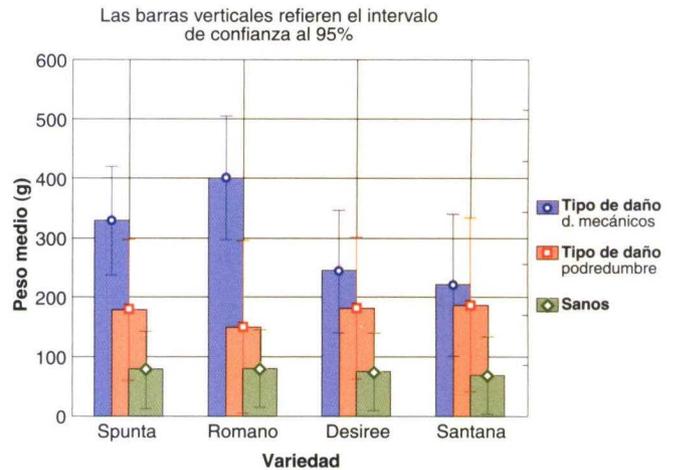
Como ya se ha indicado al inicio, en este estudio también se ha evaluado las pérdidas de producto y la variación de su calidad nutritiva durante el almacenamiento frigorífico (foto 4).

La mancha o ennegrecimiento interno de los tubér-

**Los factores que intervienen en el deterioro mecánico del producto pueden ser la agresividad de las máquinas utilizadas para la recolección, el transporte y la manipulación del producto**

**Figura 2:**

**Peso medio de los tubérculos para los distintos tipos de daños: sanos, daños mecánicos y tubérculos con podredumbre.**



**Cuadro 1:**

**Rangos admisibles de los diferentes indicadores de calidad para el almacenamiento de la patata**

| Indicadores                               | Incidencia (%) |
|---|----------------|
| Pudrición húmeda                          | 0,1            |
| Pudrición seca                            | 1,0            |
| Daños mecánicos y tubérculos mal formados | 4,0            |

culos se produce a consecuencia de golpes. Estos golpes, en la mayoría de los casos, tiene lugar en la superficie del tubérculo, pero las reacciones a ese golpe, en vez de ser superficiales, se sitúan en el anillo vascular. Las zonas de choque son transmitidas desde el punto del impacto hacia la región vascular con una intensidad decreciente. Las células lesionadas de esa región se rompen después de cierto número de días, en el curso de los cuales, por una serie de reacciones en

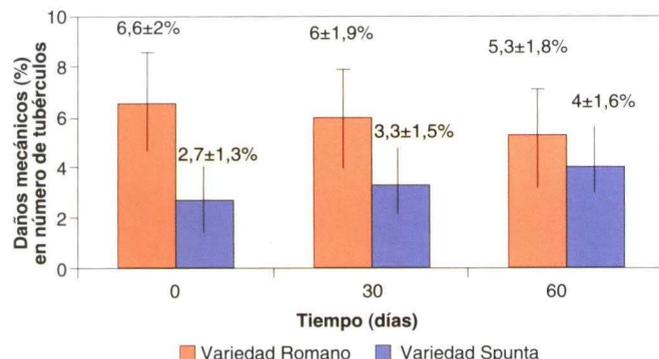
cadena, se liberan las sustancias fenólicas (tiroxina, ácido clorogénico) y se transforman bajo la acción de la enzima polifenol oxidasa (PPO) en melamina, dándoles el color gris azulado (Matheis, 1987a, b).

Según datos de Martínez, 2006, los rangos admisibles de daños admisibles en el almacenamiento de la patata son los que se indican en la cuadro 1, en torno a un 5 % en total, aunque no se indica si el cómputo se realiza en peso o en número de tubérculo.

En este trabajo se ha evaluado el porcentaje de pérdidas en número de tubérculo causado por daños mecánicos, podredumbres y patatas verdeadas durante el almacenamiento frigorífico (0, 30 y 60 días) en las variedades Romano y Spunta (foto 4), tomándose muestras de 150 patatas para cada tiempo de almacenamiento

**Figura 3:**

Comportamiento de los daños mecánicos durante el almacenamiento en frigorífico de dos variedades de patata (Romano y Spunta).



### Análisis de daños en almacén

También durante el almacenamiento, los daños mecánicos han resultado ser la causa fundamental de las pérdidas de patata (figura 3). La variedad Romano es la que presenta mayor cantidad de daños mecánicos con un  $6,6 \pm 2\%$  al inicio y un  $5,3 \pm 1,8\%$  al término, aunque no se ha podido demostrar la existencia de diferencias significativas entre el inicio y fin del almacenamiento con el tamaño de muestra empleado, en todo momento se ha superado los valores establecidos por la norma cubana que es de un  $4\%$ .

El tubérculo de la variedad Romano dispone de una epidermis muy fina que favorece el daño con la manipulación excesiva con el roce de los elementos de la cosechadora, daño que posiblemente disminuye por la cicatrización, que tiene lugar en los quince

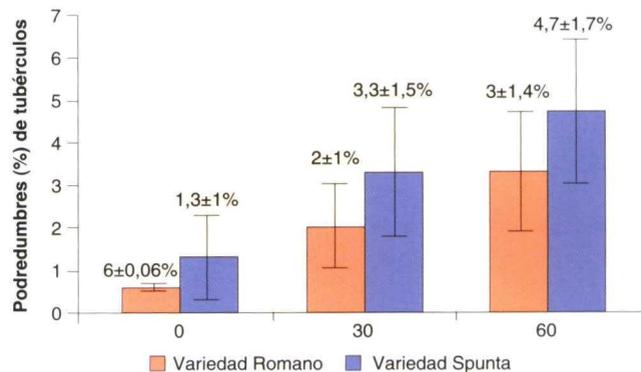
primeros días de almacenados y de ahí la ligerísima reducción del porcentaje de daños.

La variedad Spunta muestra un aumento de los daños durante el almacenamiento siendo el máximo valor a los 60 días ( $4\% \pm 1,6\%$ ) aunque una vez más no se puede demostrar que las diferencias sean significativas entre el inicio ( $4,7\% \pm 1,3\%$ ) y el fin del almacenamiento ( $4\% \pm 1,6\%$ ).

Las podredumbres van aumentando a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento en la variedad Spunta, esto se debe a la influencia de los daños mecánicos producidos durante la cosecha y el transporte, lo que facilita la entrada de agentes patógenos; los valores obtenidos:  $1,3\% \pm 1\%$ ,  $3,3\% \pm 1,5\%$  y  $4,7\% \pm 1,7\%$  para 0, 30 y 60 días de almacenamiento, sobrepasan a los reportados por (Martínez, 2003), que indican niveles del  $2\%$ . En la

**Figura 4:**

Comportamiento de las podredumbres en porcentaje de tubérculos durante el almacenamiento en frigorífico de dos variedades de patata (Romano y Spunta).



### 3. Recolección, empaqueo y carga de patata en Cuba.

variedad Romano, el porcentaje de tubérculo con podredumbre también se ve incrementado:  $0,6\% + 0,06\%$ ,  $2\% + 1\%$  y  $3,3\% + 1,4\%$  para 0, 30 y 60 días de almacenamiento respectivamente.

El porcentaje de patatas verdeadas (figura 5) siempre disminuye en ambas variedades a lo largo del almacenamiento a causa del sometimiento a baja intensidad de luz (oscuridad), factor que reduce el proceso de fotosíntesis y con ello la síntesis de solanina que altera la calidad del producto. Los resultados obtenidos se sitúan en:  $3,3\% \pm 1,5\%$  y  $2\% \pm 1,1\%$  para la variedad Romano y  $0,7\% \pm 0,6\%$  para la variedad Spunta para los 30 y 60 días de almacenamiento.

A pesar de observarse tendencias congruentes en la evolución de los daños mecánicos, podredumbres y tubérculos verdeados durante el almacenamiento no es fácil demostrar estadísticamente su evolución, ya que para ello los intervalos de confianza asociados al porcentaje de daños de cada grupo han de ser disjuntos tal y como se indica en la ecuación 1. (donde  $p_1$  y  $p_2$  son los porcentajes de daños a comparar,  $t_a$  es el valor de la  $t$  de Student al nivel de significación  $\alpha$  y  $n$  el número de tubérculos muestreados para el cómputo de cada porcentaje de daños).

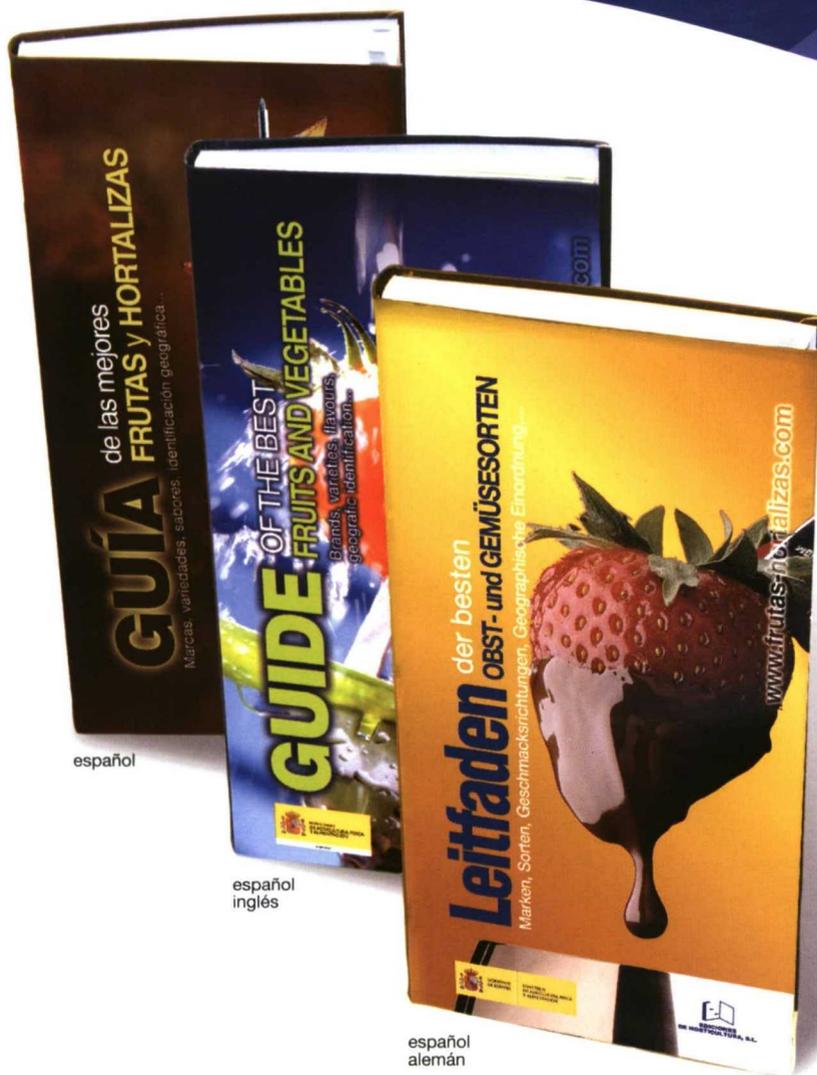
En este estudio, basándonos en la ecuación anterior, se ha determinado el número de tubérculo que se hubieran debido muestrear para poder garantizar que los intervalos de confianza fueran disjuntos (vease ecuación 2).

#### Ecuación 1:

$$p_1 - t_{\alpha} \sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n}} \geq p_2 - t_{\alpha} \sqrt{\frac{p_2(1-p_2)}{n}}$$

#### Ecuación 2:

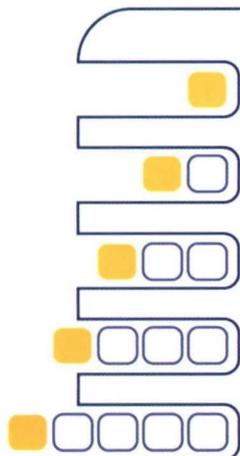
$$n \geq t^2 \times \frac{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2) + 2\sqrt{p_1(1-p_1)p_2(1-p_2)}}{(p_1-p_2)^2}$$



# GUÍA DE LAS MEJORES FRUTAS HORTALIZAS

Marcas, variedades,  
sabores, identificación  
geográfica...

## Información ÚNICA



Mapas de todas las Comunidades Autónomas con las poblaciones hortícolas más relevantes de España.

Descripción de prácticamente todas las **frutas y hortalizas** que se encuentran en supermercados, verdulerías y restaurantes

Marcas, tipos de frutos, especialidades, identificaciones geográficas, calidades, etc

Numerosas **ilustraciones a todo color** con información práctica y detallada

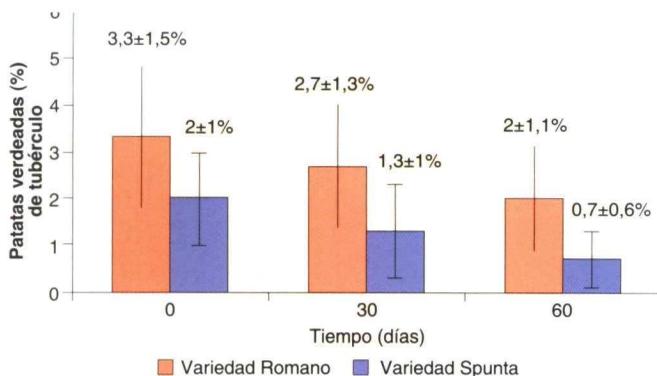
Decenas de **organizaciones** de productores y **empresas** comercializadoras relacionadas con la horticultura.

Distribución en librerías y mailing  
promocional a cadenas de hostelería



**Figura 5:**

Comportamiento del porcentaje de patatas verdeadas durante el almacenamiento en frigorífico de dos variedades de patata (Romano y Spunta).



La ecuación 2 indica que el número de tubérculos por muestra deberá ser mayor cuanto menos difieran las medias a separar, cuanto mayor sea el nivel de significación deseado (en términos genera-

les 1,96 al 95 % y 3 al 99 %) y cuanto más se acerque p1 y p2 a la probabilidad aleatoria (0,5, muy lejos de nuestra situación).

La cuadro 2 indica el número de tubérculo que se hu-

**Cuadro 2:**

Ejemplos de la cantidad de tubérculos a muestrear para poder demostrar la existencia de diferencias significativas en la variedad romano

| Tipo de daño         | P1 (%) | P2 (%) | Número de tubérculos según nivel de significación |      |
|----------------------|--------|--------|---|------|
|                      |        |        | 5 %   | 1 %  |
| Daños mecánicos      | 6,6    | 5,3    | 1122  | 2627 |
| Podredumbre          | 4,7    | 1,3    | 351   | 822  |
| Tubérculos verdeados | 3,3    | 2      | 390   | 911  |

bera debido muestrear para detectar diferencias significativas a lo largo del almacenamiento en daños mecánicos, podredumbres y verdeado de las patatas. La enorme cuantía de tubérculos necesarios pone de manifiesto la dificultad de realizar afirmaciones tajantes incluso cuando se observan tendencias congruentes.

**Evolución de la calidad nutritiva en almacenamiento**

Durante el almacenamiento frigorífico la composición química del tubérculo de la patata puede variar dependiendo de las condiciones ambientales, la variedad y su calidad nutritiva.

En este trabajo se evaluó

**En 1998 AZUD  
revolucionó el filtrado  
Es hora de un nuevo giro**

www.azud.com

modular

HELIx SYSTEM

HELIx AUTOMATIC

AZUD

**Cuadro 3:**

**Análisis de varianza para cada uno de los indicadores químicos evaluados**

| Factor       | F de Fisher y nivel de significación |         |          |        |           |          |        |
|--------------|--------------------------------------|---------|----------|--------|-----------|----------|--------|
|              | Humedad                              | SST     | Almidón  | A R    | Proteínas | Vitamina | Ceniza |
|              | (%)                                  | (%)     | (%)      | (%)    | (%)       | Cmg/100g | (%)    |
| Tiempo       | 70,3**                               | 22,3**  | 786**    | 88,1** | 53,8**    | 1899,1** | NS     |
| Variedad     | 65,5**                               | 441,8** | 1409,6** | 14,1** | 3093,9**  | 3457,2** | 81,1** |
| Var x Tiempo | NS                                   | 6,4*    | 8,9**    | 4,6*   | 6,3*      | 108,4**  | NS     |

SST - Sólidos Solubles Totales. AR - Azúcares reductores. \* significación al 5 %, y \*\* significación al 1 %.

el comportamiento de algunos indicadores químicos: humedad (%), sólidos solubles totales (%), almidón (%), azúcares reductores (%), proteínas (%), vitamina C mg/100g y cenizas (%). Las determinaciones de los diferentes indicadores químicos se realizaron según Tejada (1996) tomando seis tubérculos al azar del conjunto de 150 para cada variedad y tiempo de almacenamiento y colo-

casas en un horno estufa a temperaturas de 105 °C por 72 horas o a peso constante; estas patatas secas se utilizaron en la determinación de proteínas por el método de Kjeldhal y las cenizas por calcinación a 550 °C. La determinación de los demás indicadores químicos se realiza tomando el zumo filtrado extraído de seis tubérculos por cada variedad y tiempo de al-

macenamiento analizándose los sólidos solubles totales por refractometría, el contenido de almidón por polarimetría, los azúcares reductores por espectroscopia (colorimetría) y la vitamina C por el método volumétrico con ácido 2,6 diclorofenolindofenol.

La cuadro 3 demuestra que existe diferencia significativa entre variedades y el almacenamiento en la mayoría

de los indicadores evaluados con la excepción de las cenizas que solo difiere entre variedades. Así, el contenido en humedad, almidón y vitamina C se muestran igualmente afectados por la variedad como por el almacenamiento; la humedad muestra un valor de F= 70,3 para el tiempo de almacenamiento y F= 65,5 para la variedad; el contenido en almidón muestra una F= 786 para el tiempo de almacenamiento y 1409 para la variedad; el contenido de vitamina C muestra un valor de F=1899 para el tiempo de almacenamiento y F=3457 para la variedad de donde se deduce además que el contenido en vitamina C es mucho más variable que el contenido de humedad.

Existen otros tipos de parámetros como las proteínas

**Calidad, Diseño y Productividad al alcance del Agricultor**



**Invernaderos**

Invernaderos





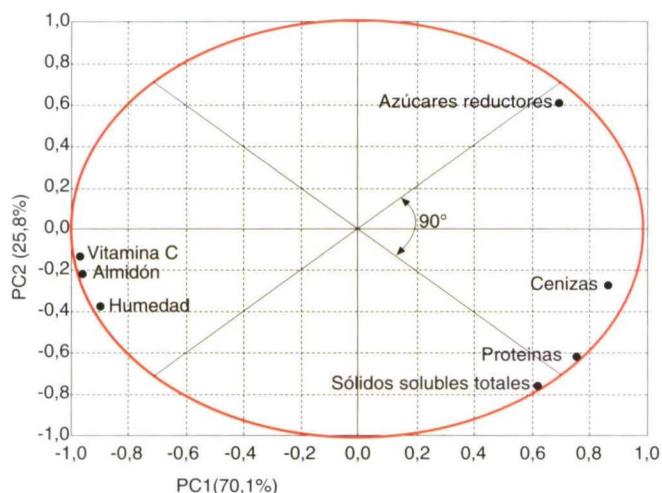


Ctra. Balsicas - San javier, Km. 19  
30591 Balsicas (Murcia)  
Tel.: +34 968 581 130  
Fax: +34 968 580 119

info@e-coinsa.com • http://www.e-coinsa.com

**Figura 6:**

Círculo de correlaciones de las variables originales con los componentes principales 1 y 2.



**4. Colocación de las dos variedades de patatas sobre los palets en el frigorífico.**

(%), los sólidos solubles totales (<sup>o</sup>BRIX) y cenizas (%) que se ven fundamentalmente afectadas por la variedad (F 3094, 442 y 81 respectivamente frente a (F= 53,8; 22,3; y NS respectivamente) para el tiempo de almacenamiento. En este caso las mayores diferencias entre variedades se dan por tanto en contenido de proteínas.

En el análisis de varianza destaca el hecho de que los azúcares reductores constituyen el parámetro nutritivo que más se ve afectado por el tiempo de almacenamiento (F= 88,1) en relación a la variedad (F 14,1), es decir no hay grandes diferencias en contenido de azúcares reductores entre variedades pero si a lo largo del almacenamiento como corresponde a su libera-

ción debido a la degradación del almidón. La gran diferencia de evolución entre las variedades durante el almacenamiento se traduce en una elevada significación de la interacción variedad por tiempo para los contenidos de almidón (F= 8,9) y vitamina C (F 108,4).

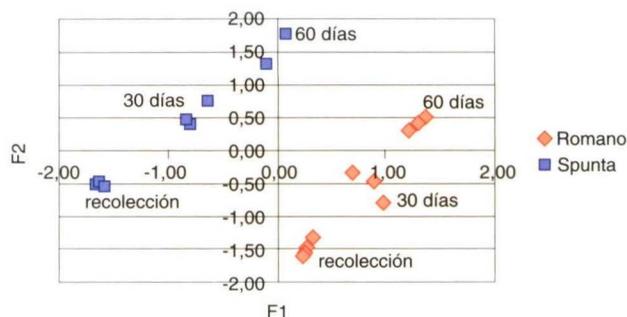
#### Análisis multivariante

Para resumir el comportamiento de los indicadores químicos durante el almacenamiento se realizó un análisis factorial en componentes principales sobre las variables químicas centradas y reducidas (media 0 y varianza 1) procedimiento que elimina el efecto de la magnitud. Este procedimiento permite reducir el número de variables sin reducir

**La experiencia ha demostrado que los daños de las patatas producidos por golpes contra superficies duras son mayores para las grandes que para las pequeñas, debido a la mayor energía potencial de los tubérculos grandes**

**Figura 7:**

Proyección de los individuos sobre el primer plano de componentes principales 1 y 2.



la calidad de información. Cada componente principal es una combinación lineal de las variables originales que retiene una porción de la varianza inicial definida por su autovalor, así un factor con un autovalor de 5 explica el equivalente a cinco variables originales, si estas han sido normalizadas previamente. En este caso 4,9 (70,1 %) y 1,75 (25,8 %) para el primero y segundo factor, respectivamente. Las variables originales pueden representarse en relación a los nuevos componentes principales y en este caso cuanto más cercana se encuentra una variable respecto al perímetro del círculo de correlación, mejor representada está en dicho plano factorial. En este caso todas las variables están bien representadas, no en vano el plano explica el 6,75 de 7 de la varianza original (95,9 %). Un aspecto especialmente interesante es la ortogonalidad que se observa entre los azúcares reductores con las pro-

teínas y los sólidos solubles totales lo que indica que ambos grupos no están relacionados entre sí.

La figura 7 muestra la proyección de las muestras (2 variedades por 3 fechas de almacenamiento por 3 repeticiones por variedad) sobre el plano PC1, PC2.

De acuerdo con esta representación la variable que mejor representa el almacenamiento son los azúcares reductores, y los que peor los sólidos solubles y las proteínas (perpendiculares a la anterior). El contenido en humedad, almidón y vitamina C (alineados con el primer componente principal) reflejan de forma combinada variedad y almacenamiento (figura 7).

#### Conclusiones

En este estudio de prospección de las pérdidas de tubérculos en Cuba se constata que durante la recolección se producen pérdidas por daños mecánicos y podredumbres entre 10,29 % y 19,24 % en peso de los tubérculos y entre 3 % a 5,8 % para el porcentaje en número de tubérculos, siendo los daños mecánicos el principal tipo de defecto en todas las variedades estudiadas (Spunta, Romano, Desiree y Santana). Las diferencias en porcentajes de pérdidas según el procedimiento de cómputo (en peso o número de tubércu-

los) se deben a que los tubérculos más afectados son los de mayor tamaño

Las pérdidas alcanzadas durante el almacenamiento causadas por daños (daños mecánicos, podredumbres y patatas verdeadas) establecidas sobre la base del número de tubérculos, alcanzan un 6,6% para daños mecánicos, y un 4,7% para podredumbres. El verdeado disminuye en torno al 1% durante el almacenamiento, debido a las condiciones de oscuridad.

La variedad Spunta es la que parte de mejores indicadores químicos (mayor valor nutritivo), y se conserva mejor a temperaturas entre 5 °C y 7 °C con una humedad relativa del 90 %.

#### Bibliografía

A continuación, una selección de la bibliografía utilizada. El compendio completo en la Plataforma Horticom:

- Bajema R W; Hyde G M; Baritelle A L. 1998a. Turgor and temperature effects on dynamic failure properties of potato tuber tissue. Transactions of ASAE, 41(3), 741-746.
- Baritelle A L; Hyde G M; Thornton R; Bajema R. 2000. A classification system for impact-related defects in potato tubers. American Journal of Potato Research, 77(3), 143-148.
- Baritelle A L; Hyde G M. 2003. Specific gravity and cultivar effects on potato tuber impact sensitivity. Postharvest Biology and Technology, 29, 279-286.
- Bentini, M; Caprara, C; Martelli, R. 2006. Harvesting Damage to Potato Tubers by Analysis of Impacts recorded with an Instrumented Sphere. Agricultural Economics and Engineering Department, University of Bologna, via G. Fanin 50, 40127 Bologna.
- Burton, W.G. 1989. Post-harvest physiology. In: The Potato, 3rd Edition. Longman Scientific and Technical, London, pp. 423-43 1.

#### Para saber más...

Puede consultarse el artículo completo en: [www.horticom.com?69879](http://www.horticom.com?69879)

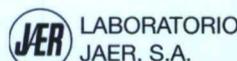
Otros artículos relacionados:

- Productores chilenos se asocian para posicionar patatas nativas [www.horticom.com?69611](http://www.horticom.com?69611)
- Lanza nuevo dispositivo para monitorear patatas en almacenamiento [www.horticom.com?69069](http://www.horticom.com?69069)
- Concurso mundial de fotografía para promover la patata [www.horticom.com?69872](http://www.horticom.com?69872)



## Uniendo esfuerzos para ofrecer calidad

Joining efforts to offer quality



Avda. Barón de Carcer nº 17, 3º-10º • 46001 - VALENCIA (España)

Tel. +34 963 531 311 • Fax: +34 963 943 392

E-mail: [info@aefa-agronutrientes.org](mailto:info@aefa-agronutrientes.org) • Web: [www.aefa-agronutrientes.org](http://www.aefa-agronutrientes.org)