

USO DE SORBATO DE POTASIO Y DE METIL-PARABENO PARA MEJORAR LA CONSERVACIÓN DE MAÍZ DULCE¹

G. Polenta^{2,*}, C. Lucangeli*, C. Budde*,
R. Murray**

* Grupo de Trabajo en Poscosecha y Alimentos EEA San Pedro, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Ruta 9 km 170, CC 43, 2930 San Pedro, Argentina

** Jefe del Grupo de Trabajo en Poscosecha y Alimentos

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de agentes antifúngicos que presentan el "status" GRAS (generalmente reconocidos como seguros) por parte de la FDA (Food and Drug Administration - EEUU) en combinación con bajas temperaturas para prevenir el desarrollo de levaduras y mohos en maíz dulce. Espigas de maíz superdulce Butter Sweet (Genotipo SH 2) fueron tratados con dos conservantes: Metilparabeno (100 y 1.000 ppm) y Sorbato de Potasio (100 y 1.000 ppm), aplicados por aspersión. De cada lote total tratado, las evaluaciones se efectuaron sobre la mitad del mismo a los 0, 7, 14, 21, 28 y 35 días de permanencia en cámara a 0 °C y 95% HR y sobre la otra mitad después de dos días de conservados a 10 °C. Las variables utilizadas para evaluar calidad fueron: porcentaje de pérdida de peso (PP), sólidos solubles (SS) y recuento de mohos y levaduras. Tanto la PP porcentual como los SS no presentaron modificaciones sustanciales por efecto de los tratamientos, donde la PP porcentual aumentó significativamente en el tiempo de almacenamiento, mientras que los SS disminuyeron progresivamente con valores más acentuados durante la conservación a 10 °C. En este trabajo se destaca cómo la combinación de distintos factores puede ser usada para prevenir el desarrollo de microorganismos, donde los maíces conservados a 0 °C y tratados con 1.000 ppm de metilparabeno y, en menor magnitud, los tratados con 1.000 ppm de sorbato de potasio, mostraron un mejor aspecto visual luego de 5 semanas de conservación.

Palabras clave: *GRAS, Inocuidad, Conservantes, Refrigeración.*

SUMMARY

USE OF POTASIAM SORBATE AND METHYLPARABENE TO IMPROVE THE STORAGE OF SWEET CORN

This research was carried out with the aim to determine the effect of preservatives presenting GRAS status according to FDA (Food and Drug Administration - USA), in combination with low temperatures, to prevent the development of microorganism in sweet corn. Ears of sweet corn Butter Sweet (SH2 Genotype) were treated with two pre-

1. Financiado por INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA - Argentina). Proyecto Joven. 1997.

2. Autor para correspondencia: e-mail gpolenta@correo.inta.gov.ar ó esanpedro@correo.inta.gov.ar

servatives: Methylparabene (100 and 1.000 ppm), and Potassium Sorbate (100 and 1.000 ppm) applied by aspersion. Of the total lot corresponding to each treatment, evaluations were performed on half of the lot after 7, 14, 21, 28, and 35 days of storage at 0 °C and 95% HR, and on the other half after two days of storage at 10 °C (following withdrawal) to simulate commercial conditions. Variables measured were Weight Loss (WL), Total Soluble Solids (TSS), and molds and yeasts counts. No significant differences were found in WL and TSS among treatments, where WL increased and TSS decreased during storage, being this decrement more notorious after storage at 10 °C. This work stresses the importance of combining different factors to prevent the development of microorganisms, as showed by sweet corns stored at 0 °C, and treated with 1.000 ppm of Methylparabene and, to a lesser extent, with 1.000 ppm of Potassium Sorbate.

Key words: GRAS, Safety, Preservatives, Refrigeration.

Introducción

El maíz dulce (*ZEA MAYS L. VAR. SACHARATA*) es una variedad utilizada exclusivamente para el consumo humano. La espiga del maíz dulce es un órgano que respira y transpira mientras cumple con las distintas etapas de su ciclo vital. Por el hecho de ser metabólicamente activa y, considerando que en la cosecha el producto es removido de su fuente de nutrientes, el metabolismo se va a producir a expensas de sus propias reservas, resultando en el deterioro y pérdida de ternura y sabor dulce (KADER, 1986).

La tasa de respiración del maíz dulce inmaduro es una de las más elevadas de todas las frutas y hortalizas, el requerimiento de refrigeración es indispensable durante su almacenamiento y transporte, permitiendo prolongar la vida comercial del producto (SALUNKHE y DESAI, 1984). Por este motivo, numerosos trabajos coinciden en que si el maíz debe ser almacenado por unos días antes de su consumo, es indispensable enfriarlos a la mayor brevedad a 0 °C. El tiempo de enfriado es crítico ya que la sacarosa, responsable principal del sabor dulce y por consiguiente de la calidad de esta hortaliza, se transforma rápidamente en almidón

y la calidad del producto se pierde (RISSE y MACDONALD, 1990; SPALDING *et al.*, 1978).

El contenido de azúcar decrece rápido a temperaturas ordinarias, siendo la pérdida de azúcar cuatro veces más rápido a 10 °C que a 0 °C, duplicándose la tasa de pérdida cada 10 °C de elevación de la temperatura hasta una temperatura de 30 °C (SALUNKHE y DESAI, 1984).

El uso de atmósferas modificadas representa una alternativa tecnológica para aumentar la vida de almacenamiento. RISSE y MACDONALD (1990) encontraron que la envoltura de las espigas con dos tipos de película plástica (copolimérica orientada biaxialmente termocontraíble de 0,015 mm de espesor; y de PVC de 0,015 mm de espesor con 16 microperforaciones por empaque) mantuvo mejor la frescura de los maíces durante el almacenamiento por 21 días, pero aceleró también el desarrollo microbiano.

Según ICMSF (1982), las levaduras y mohos pocas veces determinan problemas en alimentos con alto contenido de humedad, sin embargo, pueden ocasionar problemas en frutas, vegetales y jugos. Esta comisión recomienda añadir conservadores químicos para eliminar o reducir tales problemas.

Según WILEY (1997) diversos compuestos químicos naturales y sintéticos como ácido cítrico, ácido benzoico, ácido acético, ácido propiónico y sus sales y ácido tartárico se han utilizado en el control de la alteración y el mantenimiento de la calidad de hortalizas. Los agentes antimicrobianos en general, pueden producir diversos tipos de efectos (sinergismo, aditividad, antagonismo) cuando se utilizan en combinación ya sea con otro agente o con otro tipo de factor retardante del desarrollo de microorganismo (calor, actividad de agua, pH, temperaturas de refrigeración).

La combinación de métodos de conservación para mejorar la vida útil de un producto alimenticio deben comprobarse experimentalmente antes de su aplicación comercial. El concepto de "obstáculos" es un interesante intento de prevenir el crecimiento de microorganismos en los alimentos (SCOTT, 1989). Este autor sugiere que, desde el punto de vista de la calidad, para la conservación de un alimento, es más provechoso usar combinaciones adecuadas de factores aplicados cada uno de forma subinhibitoria. Según WILEY (1997), los ácidos orgánicos pueden encontrarse de forma natural en frutas y hortalizas.

La efectividad antimicrobiana de los ácidos orgánicos parece estar en primer lugar relacionada con la constante de disociación del ácido. Estos compuestos se utilizan en alimentos tales como requesón, productos de panadería, bebidas, jarabes, zumos, vinos, gelatinas, mermeladas, ensaladas, encurtidos, margarina y embutidos secos o semi-secos. El ácido sórbico es un ácido monocarboxílico que se utiliza tanto en forma de ácido como en forma de sal potásica en la conservación de alimentos. El uso de los parabenos metilparaben, propilparaben y heptilparaben en productos alimenticios están permitidos en los EEUU, mientras que el butil y el etilparaben están permitidos en

otros países. Tanto el metil como el propilparabeno son compuestos reconocidos como seguros (GRAS) con la numeración 21 CFR 184.1490 y 21 CFR 184.1670 respectivamente y el nivel de utilización combinado está limitado al 0,1% (ANON, 1992). El desarrollo de mohos y levaduras es, de acuerdo a experiencias anteriores, uno de los principales problemas que aparecen durante la frigoconservación de este vegetal.

El propósito de este trabajo fue estudiar el uso de agentes antifúngicos en maíz dulce, con el fin de atenuar el desarrollo de mohos y levaduras y poder aumentar la vida útil del producto.

Materiales y metodos

El ensayo fue realizado con espigas de maíz Superdulce Butter Sweet (Genotipo Sh2), cultivadas en la Estación Experimental de San Pedro (INTA). Este maíz es un híbrido superdulce amarillo de media estación, con alto rendimiento y es ideal para bandeja y para transporte a larga distancia.

Los maíces fueron cosechados e inmediatamente colocados en cámara a $0 \pm 0,5$ °C hasta el momento de aplicación de los tratamientos, la cual se realizó a 10 °C. Para la aplicación de los tratamientos, las espigas se seleccionaron por tamaño y aspecto fresco e inmediatamente se procedió al acondicionamiento de las mismas, que consistió en la eliminación de las 4 chalas superficiales y el corte de la barba y pedúnculo. Posteriormente se procedió a la aplicación de los tratamientos asperjándose con un rociador sobre toda la espiga las soluciones con los antifúngicos hasta el momento en el cual las espigas comenzaban a gotear (aproximadamente 5 ml). Luego de 20 minutos de per-

manencia a 10 °C con el objeto de que se produzca el secado de la superficie, las espigas fueron llevadas a la cámara de conservación (0 °C, 95% HR).

- **Tratamientos**

- Control (asperjado con agua destilada)
- Metilparabeno 100 ppm pH 6,0
- Metilparabeno 1.000 ppm pH 6,0
- Sorbato de Potásio 100 ppm pH 5,5
- Sorbato de Potásio 1.000 ppm pH 5,5

Los análisis se efectuaron por quintuplicado (5 espigas por momento de evaluación), sobre la mitad del lote a los 0, 7, 14, 21, 28 y 35 días de permanencia en cámara a 0 °C y 95% HR, y sobre la otra mitad después de 2 días de conservados a 10 °C para simular condiciones de comercialización.

Las variables analizadas fueron las siguientes:

- *Porcentaje de pérdida de peso (PP%)*: se calculó sobre cada espiga mediante la fórmula: $PP\% = [\text{Peso Inicial (PI)} - \text{Peso Actual (PA)}] \times 100 / \text{Peso Inicial (PI)}$; determinándose el peso con una balanza de precisión al comienzo de la experiencia y el día de la evaluación.

- *Sólidos solubles*: muestras de 5 granos tomados al azar de la parte central de la espiga se maceraron en un tubo Eppendorf de 2 ml y el homogeneizado se centrifugó a 13.000 rpm por 20 segundos. Alícuotas de aproximadamente 0.5 ml del sobrenadante se colocaron en un refractómetro de mano ATAGO, expresándose el resultado en grados Brix.

- *Recuento de mohos y levaduras*: el muestreo fue realizado por la técnica de arrastre con hisopos de algodón (“swab”) sobre la superficie de la base del maíz. El hisopo fue posteriormente sumergido y escurrido en 3

ml de solución de peptona 0,1% realizándose luego diluciones decimales de esta solución. De cada dilución fueron sembradas 3 placas de Petri con agar Cloranfenicol Glucosa Extracto de levadura siendo el volumen de siembra de 0,1 ml. Los recuentos fueron realizados luego de incubar las placas durante 5 días a 25 ± 1 °C.

- *Análisis estadístico*: El diseño estadístico correspondió a un experimento factorial de 5 x 6 con cinco repeticiones; siendo 5 los niveles del factor tratamiento (Control, Sorbato 100, Sorbato 1.000, Parabeno 100 y Parabeno 1.000) y 6 los momentos de evaluación (0, 1, 2, 3, 4 y 5 semanas). Los resultados se analizaron con el programa estadístico SAS, utilizando el procedimiento GLM para el análisis de variancia y separación de medias. La separación de medias se efectuó por el test LSD con un nivel de significancia del 5%.

Resultados y discusión

Pérdida de Peso

El análisis de pérdida de peso fue realizado para determinar el comportamiento de esta variable en tiempos prolongados, dado que el período de conservación del maíz dulce reportado por la literatura oscila entre dos y tres semanas (KADER, 1992). En el presente trabajo el tiempo de ensayo se extendió a 5 semanas con el objeto de evaluar el efecto de los tratamientos antifúngicos mas allá del período de conservación normal del producto y en condiciones que, si bien se apartan de la óptimas sugeridas por la literatura (por ejemplo usando envolturas plásticas que eviten la pérdida excesiva de humedad), favorecen el desarrollo de mohos dado que estos microorganismos son aerobios estrictos.

La figura 1, muestra la pérdida de peso porcentual en función del tiempo de almacenamiento a 0 °C. Se observó que el porcentaje de pérdida de peso aumentó significativamente ($\mu = 0,05$) con el transcurso del tiempo para todos los tratamientos, hasta llegar a valores comprendidos entre 6,7% y 10,9% en la última semana de evaluación. Estos valores de pérdida de peso fueron considerablemente superiores a los reportados por LESCANO y NARVAIZ (1992) quienes observaron pérdidas de peso porcentuales inferiores al 2% luego de 30 de almacenamiento. Esta gran diferencia sería debida a que estos autores usaron, para el embalaje del producto, filmes de baja permeabilidad al agua, a diferencia del presente trabajo en donde se buscó favorecer el desarrollo de mohos y por lo tanto las espigas fueron expuestas directamente al ambiente de conservación (HR = 95%). El control de la pérdida de peso es de gran importancia para una adecuada conservación del producto ya que, según SIMS *et al.*

(1971), una pérdida de humedad mayor al 2% en maíz dulce puede resultar en un deterioro considerable de la calidad. Se destaca por lo tanto que, siendo el objetivo principal de este trabajo la prevención del desarrollo fúngico, sería necesario además para una óptima conservación del producto la adopción de alguna tecnología que evite la pérdida excesiva de humedad, la cual llegó en el presente trabajo a valores que harían al producto no apto para su comercialización.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($\mu = 0,05$) entre los tratamientos, los resultados muestran que tanto los maíces tratados con Sorbato o Parabeno no sufrieron una mayor pérdida de peso en relación al tratamiento control para los diferentes momentos de evaluación. Los maíces tratados con Parabeno (100 ppm ó 1.000 ppm) o Sorbato (1.000 ppm) aumentaron en forma continua los valores de pérdida de peso a lo largo del almacenamiento.

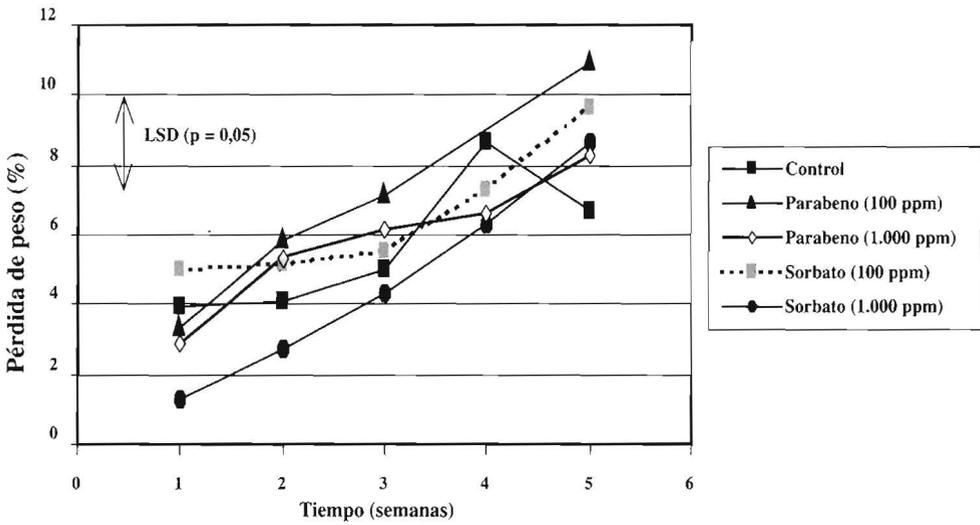


Figura 1. Pérdida de peso (%) de los maíces conservados a 0 °C para los distintos tratamientos.
Figure 1. Weight losses (%) of ears of sweet corns stored at 0 °C for the several treatments.

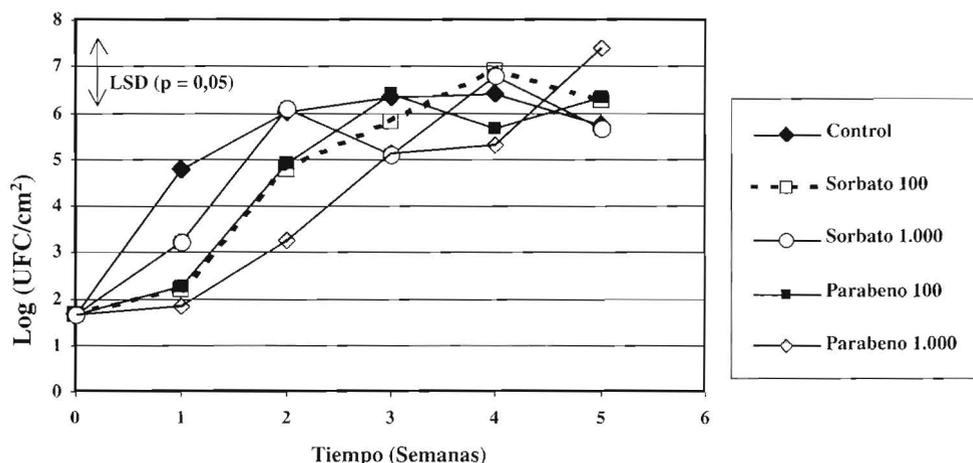


Figura 2. Recuento de mohos y levaduras [\log (UFC/cm²)] en la base del pedúnculo de los maíces conservados a 0 °C.

Figure 2. Yeasts and molds counts [\log (UFC/cm²)] at the base of the peduncle of sweet corns stored at 0 °C.

Sólidos Solubles

Según WINTER *et al.* (1955), el sabor del maíz dulce está estrechamente relacionado con el contenido de azúcar, siendo por lo tanto de gran importancia el rápido enfriamiento del producto luego de cosechado ya que el 50% del total de azúcar se pierde dentro de las primeras 25 horas si el mismo permanece a una temperatura de 25 °C.

Los valores de sólidos solubles totales reportados por la literatura oscilan entre 12 y 20 grados Brix (RISSE y McDONALD, 1990; SALUNKHE y DESAI, 1984). Durante la frigoconservación a 0 °C, para los diferentes tratamientos, los sólidos solubles totales disminuyeron progresivamente cayendo aproximadamente 4 grados Brix hasta valores comprendidos entre 11,3 y 11,7 en la última semana de evaluación, resultando significativamente inferior ($\mu =$

0,05) a los maíces evaluados al inicio de la experiencia en donde presentaban un valor promedio de 15,1 (cuadro 1). Esta disminución fue levemente superior a la observada por RISSE y McDONALD (1990) quienes luego de tres semanas de conservación a 1 °C observaron una caída de los SST de aproximadamente 2 grados Brix, desde un valor inicial de 16,3 a un valor de 14,5. Una disminución más acentuada, con valores comprendidos entre 9,7 y 10,6, se observó durante la conservación a 10 °C por 48 hs (cuadro 2). Esta observación coincide con los resultados de RISSE y McDONALD (1990) quienes reportaron una caída de 47% de los grados Brix luego de 14 días de conservación 1 °C más un período de 48 hs a 10 °C. Si bien entre los tratamientos se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($\mu = 0,05$), las mismas no serían importantes desde el punto de vista de la calidad sensorial.

Cuadro 1. Contenido de sólidos solubles totales (grados Brix) promedio para los diferentes tratamientos en las diferentes semanas de almacenamiento a 0 °C

Table 1. Means of total soluble solids (Brix degrees) for the several treatments, after different times of storage (expressed in weeks) at 0 °C

	Control	Parab. 100	Parab.1.000	Sorb. 100	Sorb. 1.000
sem. 0	15,3 Aa	15,3 Aa	15,3 Aa	15,3 Aa	15,3 Aa
sem. 1	11,1 BCb	12,3 Bab	13,1 Ba	13,1 Ba	13,8 Ba
sem. 2	12,6 Ba	12,3 Bab	12,6 BCa	12,3 Bab	11,5 Db
sem. 3	12,2 Ba	12,1 Ba	12,2 BCDA	11,7 BCa	13 Ca
sem. 4	9,7 Cb	11,1 Bab	11,3 Dab	11,9 BCa	11,6 Dab
sem. 5	1,5 BCa	11,4 Ba	11,4 CDA	11,7 Ca	11,3 Da

Los promedios correspondientes a un mismo tratamiento para las diferentes fechas de evaluación seguidos de una misma letra mayúscula, no difieren significativamente al 5%.

Los promedios correspondientes a una misma fecha de evaluación para los diferentes tratamientos seguidos de una misma letra minúscula, no difieren significativamente al 5%.

Means corresponding to the same treatment, for the different times of evaluation (weeks) followed by the same capital letter, are not significantly different ($p = 0.05$).

Means corresponding to the same time of evaluation (weeks), for the different treatments, followed by the same lower case letter, are not significantly different ($p = 0.05$).

Cuadro 2. Contenido de sólidos solubles totales (grados Brix) promedio para los diferentes tratamientos en las diferentes semanas de almacenamiento a 0 °C y posterior traslado a cámara a 10 °C

Table 2. Means of total soluble solids (Brix degrees) for the several treatments, after different times of storage (expressed in weeks) at 0 °C, after two days of storage at 10 °C (following withdrawal) to simulate commercial conditions

	Control	Parab. 100	Parab.1.000	Sorb. 100	Sorb. 1.000
sem. 0	15,1 Aa	15,1 Aa	15,1 Aa	15,1 Aa	15,1 Aa
sem. 1	10,7 Cb	10,3 Db	12,1 Ba	11,0 Cab	11,3 BCab
sem. 2	12,3 Ba	12,4 Ba	10,7 CDb	13,0 Ba	12,7 Ba
sem. 3	11,1 Cbc	11,5 Cb	10,5 CDc	11,3 Cbc	12,3 Ba
sem. 4	11,7 Ca	11,1 CDA	11,5 Da	11,3 Ca	12,0 Ba
sem. 5	10,6 BCab	10,6 CDb	9,7 BCab	10,7 Cab	10,0 Ca

Los promedios correspondientes a un mismo tratamiento para las diferentes fechas de evaluación seguidos de una misma letra mayúscula, no difieren significativamente al 5%.

Los promedios correspondientes a una misma fecha de evaluación para los diferentes tratamientos seguidos de una misma letra minúscula, no difieren significativamente al 5%.

Means corresponding to the same treatment, for the different times of evaluation (weeks) followed by the same capital letter, are not significantly different ($p = 0.05$).

Means corresponding to the same time of evaluation (weeks), for the different treatments, followed by the same lower case letter, are not significantly different ($p = 0.05$).

Recuento de mohos y levaduras

El recuento de mohos y levaduras aumento en el transcurso del tiempo desde un valor de 1,65 log (UFC/cm²) hasta valores comprendidos entre 5,68 y 7,41 log (UFC/cm²) a las 5 semanas de almacenamiento a 0 °C. Debe ser destacado que en la técnica de recuento, los microorganismos fueron recuperados de la base del maíz cortado (lugar en el cual más está favorecido el desarrollo de mohos y levaduras de acuerdo a experiencias anteriores) mediante la frotación con un hisopo de algodón (técnica de "swab"). Esto hace que en el recuento total, tenga mayor influencia el numero de levaduras que el de mohos (datos correspondientes a observaciones pero no cuantificados), ya que las mismas son organismos unicelulares y mas fácilmente extraíbles mediante frotación. En un trabajo realizado con el fin de evaluar la

aplicación de radiaciones ionizantes para prolongar la vida de almacenamiento de maíz dulce, LESCANO y NARVAIZ (1992) utilizaron una metodología consistente en lavar las espigas con agua peptonada y realizar los recuentos sobre este líquido de lavado. Sería de esperar que el método usado por estos autores tenga aún una menor recuperación de mohos y levaduras y de haberse usado, hubiera exacerbado más aún el problema encontrado en la presente investigación. De acuerdo con la literatura (ICMSF, 1982), desde el punto de vista de la inocuidad del alimento, tiene mayor relevancia el desarrollo de mohos ya que existen cepas capaces, bajo ciertas condiciones, de producir micotoxinas (metabolitos tóxicos cuya ingestión repetida, aunque sea en pequeñas dosis, puede ser causa de graves enfermedades hepáticas, renales, del aparato circulatorio y de los órganos hematopoyéticos). Como puede observarse en la figura 3, en el trata-

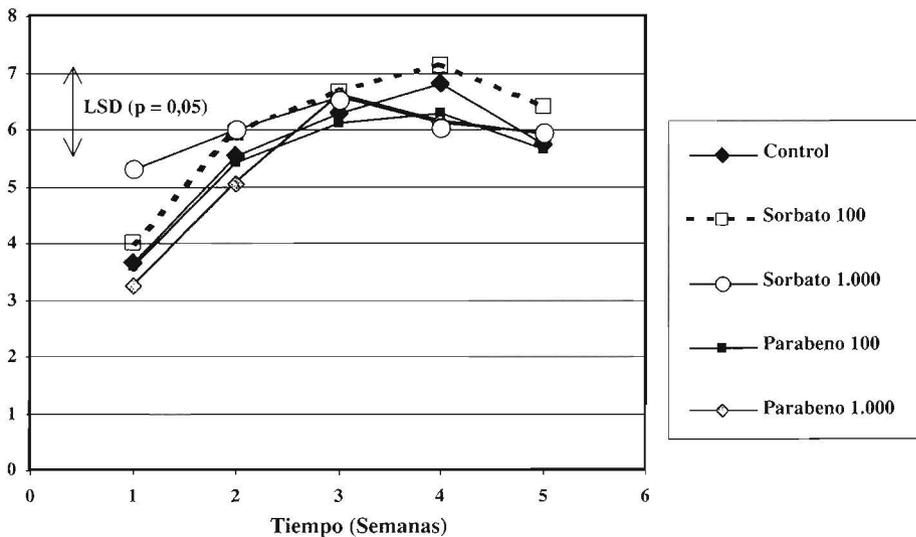


Figura 3. Recuento de mohos y levaduras [log (UFC/cm²)] en la base del pedúnculo de los maíces conservados a 0 °C de traspasarlos a una cámara a 10 °C.

Figure 3. Yeasts and molds counts [log (UFC/cm²)] at the base of the peduncle of sweet corns stored at 0 °C after two days of storage at 10 °C (following withdrawal) to simulate commercial conditions.

miento control el aumento es muy notorio en la primera semana; en comparación con los otros tratamientos en donde se observa un período de adaptación a las condiciones impuestas por estos tratamientos (fase de latencia). Cuanto mayor sea esta fase de latencia, mejor será también la posibilidad de conservar el producto por más tiempo por lo que, desde este punto de vista, el tratamiento parabeno 1.000 resulta ser el mas efectivo. Este efecto de latencia fue observado también por LESCANO y NARVAIZ (1992), quienes encontraron que durante los primeros días de almacenamiento la flora de espigas de maíz control tuvo una menor tasa de crecimiento en relación a espigas que habían sido tratadas con dos dosis distintas de radiaciones ionizantes (0,5 kGy y 1,2 kGy). Durante las semanas siguientes, aumenta el número total de microorganismos recuperados hasta un punto en el cual el número se mantiene constante o, inclusive, desciende (ver tratamiento control). Este descenso puede interpretarse como un aumento del crecimiento de mohos que provoca la inhibición del desarrollo de levaduras y, de acuerdo a lo ya explicado, el recuento total disminuye. Este efecto se observa mejor aún en los recuentos realizados luego del almacenamiento a 10 °C durante 48 hs.

Teniendo en cuenta lo explicado, el mejor tratamiento resulta ser el parabeno 1.000 ya que inhíbe mas selectivamente el desarrollo de mohos a 0 °C, por lo cual, si bien se observa un aumento continuo en el número total de microorganismos, este número estaría representado mayoritariamente por levaduras y el producto presentaría mejores características de inocuidad. Esto puede ser corroborado observando las fotografías de los maíces luego de 5 semanas de almacenamiento a 0 °C (figuras 4, 5, 6, 7 y 8).

Como puede apreciarse en la figura 8, el sorbato de potasio también fue efectivo

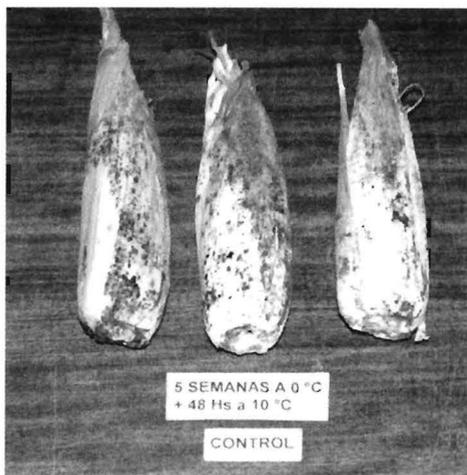


Figura 4. Maíz dulce después de 5 semanas de conservación a 0 °C + 48 hs a 10 °C, para el trat. control.

Figure 4. Sweet corn ears after 5 weeks of storage at 0 °C + 48 hs at 10 °C, for control treatment.

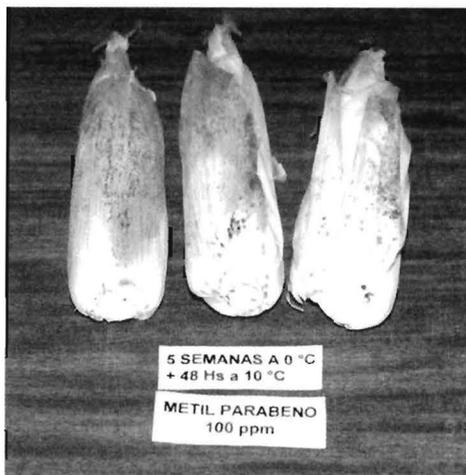


Figura 5. Maíz dulce después de 5 semanas de conservación a 0 °C + 48 hs a 10 °C, para el trat. con M. Parabeno 100 ppm.

Figure 5. Sweet corn ears after 5 weeks of storage at 0 °C + 48 hs at 10 °C, for methyl parabene 100 ppm treatment.



Figura 6. Maíz dulce después de 5 semanas de conservación a 0 °C + 48 hs a 10 °C, para el trat. con M. Parabeno, 1.000 ppm.

Figure 6. Sweet corn ears after 5 weeks of storage at 0 °C + 48 hs at 10 °C, for methyl parabene 1,000 ppm treatment.

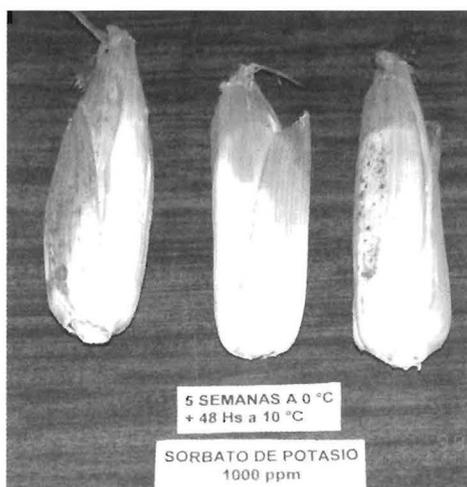


Figura 8. Maíz dulce después de 5 semanas de conservación a 0 °C + 48 hs a 10 °C, para el trat. con Sorbato, 1.000 ppm.

Figure 8. Sweet corn ears after 5 weeks of storage at 0 °C + 48 hs at 10 °C, for sorbate 1,000 ppm.

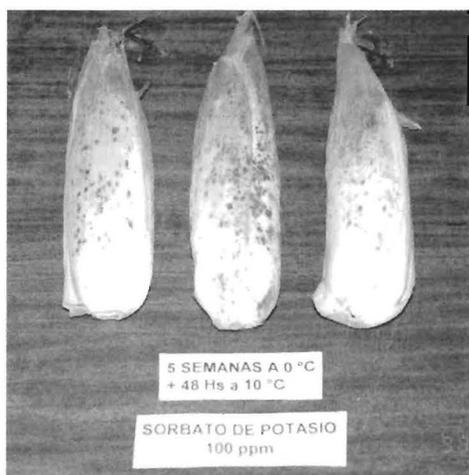


Figura 7. Maíz dulce después de 5 semanas de conservación a 0 °C + 48 hs a 10 °C, para el trat. con Sorbato, 100 ppm.

Figure 7. Sweet corn ears after 5 weeks of storage at 0 °C + 48 hs at 10 °C, for sorbate 100 ppm treatment.

cuando se lo aplicó a una concentración de 1.000 ppm. Según WILEY (1997) el sorbato es una molécula sin disociar que tiene propiedades antimicrobianas. Los límites superiores del pH de los sorbatos más eficaces como agentes antimicrobianos es alrededor de 6,0 - 6,5 mientras que para los propionatos y benzoatos son de 5,0 - 5,5 y de 4,0 - 4,5 respectivamente. Por este motivo, el pH de la solución fue bajado a un valor de 5,5 para conseguir una mayor efectividad. El efecto inhibitorio del sorbato de potasio fue comprobado también por NELSON *et al.*, (1981) quienes usando este compuesto en combinación con bencimidazoles, lograron disminuir en un 65% el decaimiento de limones debido a cepas de *Penicillium digitatum* resistentes a bencimidazoles.

El efecto inhibitorio del sorbato fue también observado por ROBINSON y HILLS (1959),

quienes trabajando con rodajas de melocotón, encontraron que el sorbato fue efectivo para prolongar la vida útil, obteniendo mejores resultados cuando la temperatura de almacenamiento fue de 10 °C en relación a una temperatura de almacenamiento de 22,8 °C. Además, aunque el "flavor" de este producto fue considerado como bueno, se mejoraba cuando se almacenaba a temperaturas de refrigeración. Este efecto potenciador de la baja temperatura sobre la capacidad inhibitoria de los tratamientos químicos fue también observada en el presente trabajo. RESTAINO *et al.* (1982), estudiaron los efectos antimicrobianos sinérgicos entre el sorbato de potasio y distintos ácidos orgánicos, encontrando que especialmente el cítrico y el láctico potencian la acción antimicrobiana del mismo, ya que, cuando se retira uno de estos factores (temperatura) el efecto del tratamiento químico es menos efectivo.

En relación a los valores de recuentos obtenidos, LESCANO y NARVAIZ (1992) encontraron en espigas de maíz sin tratar conservadas a 3 °C y 94% de HR, valores iniciales de 5 log (UFC/g) de producto y valores máximos algo inferiores a 8 log (UFC/g) con una leve caída de la curva entre el día 25 y el día 30 de conservación (última evaluación).

Conclusiones

La mejor conservación del producto es lograda mediante el efecto combinado de las bajas temperaturas (0 °C) y de un tratamiento químico (parabeno o sorbato).

El mejor tratamiento para la conservación de los maíces a 0 °C fue el metil parabeno asperjado a una concentración de 1.000 ppm, seguido de acuerdo al aspecto visual, por el tratamiento con sorbato a una

concentración de 1.000 ppm, no observándose por efecto de los mismos modificaciones substanciales en relación al control de acuerdo con los resultados de las determinaciones físico-químicas realizadas.

Bibliografía

- ANON 1992. *Code of Food Regulations*, Food and Drugs 21 Parts 170-199. Office of the Federal Register National Archives and Records Administration.
- KADER A.A., 1986. Biochemical and Physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 40: 99-104.
- KADER A.A., 1992. Postharvest technology of horticultural crops. 2nd Ed. *University of California*. Publication 3311. 296 pp.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), 1982. Microorganismos de los alimentos. Volumen I: técnicas de laboratorio. 2^{da} Edición. *Editorial Acribia*. Zaragoza. 431 pp.
- LESCANO G., NARVAIZ P., 1992. Prolongación del tiempo de conservación de choclo amarillo dulce por irradiación. *La Alimentación Latinoamericana*. N° 192: 58-65.
- NELSON P., WHEELER R., McDONALD P., 1981. Potassium sorbate in combination with benzimidazoles reduces resistant *Penicillium digitatum* decay in citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. Vol 2: 820-823.
- RESTAINO L., KOMATSU K., SYRACUSE M., 1982. Effects of acids on potassium sorbate inhibition of food related microorganisms in culture media. *J. Food Sci.* 47: 134-138, 143.
- RISSE L.A., MACDONALD R.E., 1990. Quality of supersweet corn film-overwrapped in trays. *HortScience* 25: 322-324.
- ROBINSON J., HILLS C., 1959. Preservation of fruit product by sodium sorbate and mild heat. *Food Technol.* 13: 251-253.
- SALUNKHE D., DESAI B., 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. *CRC Press*. 194 pp.

- SIMS W., KASMIRE R., LORENZ O., 1971. Quality of sweet corn production. *Calif. Agr. Expt. Sta. Serv. Circ.* 557.
- SCOTT V.N., 1989. Interaction of factors to control microbial spoilage of refrigerated foods. *J. Food Prot.* 52: 431-435.
- SPALDING D.H., DAVIS P.L. REEDER W.F., 1978. Quality of sweet corn stored in controlled atmospheres or under low pressure. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103: 592-595.
- WILEY R., 1997. Métodos de conservación de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. En: Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. *Editorial Acribia*. Pp. 65-129.
- WINTER J., NYLUND R., LEGUN A., 1955. Relation of sugar content to flavor of sweet corn after harvest. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 65: 393-395.

(Aceptado para su publicación el 25 de junio de 2002)