

## EL SISTEMA DE VENTILACION HORIZONTAL NEGATIVA (VHN), UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA POSTCOSECHA EN BONIATO



Ing. Agr. Sergio Carballo, Bach. Juan Telesca, Téc. Agr. Mario Cabot

Estación Experimental INIA-Las Brujas. Ruta 48 km. 10. Canelones. Tel. 3677641; Fax.3677609.  
E-mail: [scarball@inia.org.uy](mailto:scarball@inia.org.uy) Resultados parciales de Convenio de Validación No. 83.



## **AGRADECIMIENTOS:**

En el desarrollo de los sistemas de curado de productos hortifrutícolas participaron diversos especialistas extranjeros. Deseamos agradecer al asesoramiento recibido por el Ing. Paul Sumner (Univ. de Georgia), el Dr. Doug Sanders y Michael Boyette (Univ. Estatal de Carolina del Norte) y Jim Rushing (Univ. de Carolina del Sur) de EEUU y también al Ing. Luis Burba (INTA) de Argentina. Además, agradecemos la colaboración recibida por el Ing. Daniel Schenzer (IMFIA-Fac. de Ingeniería, Uruguay). Por otro lado, deseamos hacer extensivo el agradecimiento a la amplia colaboración recibida por los productores. Por último, deseamos reconocer a los técnicos y personal de apoyo de INIA y PREDEG que han colaborado en diversos aspectos para la ejecución de ésta validación.

## **RESUMEN:**

**Palabras clave:** boniato, *Ipomoea batatas* L., postcosecha, climatización, curado.

El boniato es un cultivo de origen tropical y sensible a las bajas temperaturas. Por ello, la climatización de postcosecha es una medida adecuada para evitar los perjuicios del frío. El objetivo de la validación fue adaptar en predio de un productor un modelo simple y económico para calefaccionar y controlar la humedad y circulación de aire durante el curado, almacenamiento y prebrotado de un lote de hasta 18 toneladas (Sistema de Ventilación Horizontal Negativa o VHN). El VHN es un sistema que utiliza el flujo horizontal de aire. Se trata de una estructura de bloques con techo de chapa, el cual está aislado térmicamente con poliestireno expandido (espuma-plast). Se comparó el efecto del curado en VHN contra testigos sin curar sobre la conservación en cámara o galpón de los cultivares Beauregard y Arapey. Además, se comparó el efecto de la climatización sobre el prebrotado para siembra de almácigos contra un testigo sin tratar. Se evaluó el control de las variables termodinámicas, la pérdida de peso comercial hasta diciembre en galpón o cámara (13-15°C), la materia seca, sólidos solubles y además se realizó el análisis sensorial de aspecto, color, textura y sabor.

Los resultados indican que se logró mantener la temperatura de curado en un rango de 24-36°C y la HR de 50-79% con un gasto de 3,3 lt de querosén por tonelada curada. Los boniatos curados se conservaron mejor y fueron más sabrosos que los no curados debido a un mayor contenido de Sólidos Solubles Totales. El contenido de Materia Seca fue mayor en boniatos curados y cosechados en cámara que los no curados o almacenados a galpón por una mayor deshidratación en éstos ambientes. Cuando se almacenó en cámara se observó que el cultivar Arapey curado pudo conservarse casi tan bien como el Beauregard hasta diciembre, pero a galpón se deterioraron marcadamente después de agosto. Por otra parte, se logró la brotación aceptable para siembra en un período de 10 a 14 días en un ambiente de 28-31°C y 73-88% de HR, mientras que el testigo sin tratar no registró brotación en ese período. EL VHN, es un sistema costoso (alrededor de US\$ 6000/ módulo de 18 ton) pero podrá expandirse en semilleristas especializados o productores de alta calidad que deseen mantener su presencia en el mercado a lo largo de todo el año. Por otro lado, para la exportación será un factor fundamental el disponer una infraestructura apropiada para el curado y almacenamiento.

## INTRODUCCION

El boniato es un cultivo que ha merecido investigación en Uruguay a fin de mejorar su calidad y rendimiento. En INIA se han desarrollado nuevas variedades (Vilaró y Rodríguez, 2001) y se ha ajustado un paquete tecnológico de manejo para optimizar la calidad. El cultivar MORADA-INTA introducido desde Argentina y el BEAUREGARD desde Estados Unidos permitieron una mejora con respecto a los criollos. Por último el desarrollo del cultivar ARAPEY de INIA logró superar las restricciones de rendimiento y precocidad que presenta el MORADA.

Muchas pérdidas por pudriciones, deshidratación y brotado se producen en almacenamiento por un curado y conservación en ambientes inapropiados. Sin embargo, ya se conocen los beneficios del curado inmediatamente después de la cosecha a 30°C y 85-90% humedad relativa durante 4 a 6 días y a un almacenamiento posterior a 12-15°C y 80-85% HR por 4-7 meses. Si bien esto es bien difundido en Uruguay, la falta de especialización en el cultivo, la falta de escala y los costos de climatización motivan a los productores a no curar y almacenar en condiciones precarias a campo o galpón similares a las utilizadas en Argentina (Boy y Bianchini. 1989) o Brasil (CNPH, 1995). Por ello, se llega a un desabastecimiento del mercado y pérdida de calidad después de la siembra de almácigos en agosto o septiembre y se producen importaciones que año a año ocupan una fracción del mercado local.

En INIA se ha evaluado la conservación de los nuevos cultivares (Carballo y Cabot, 1999) y se han adaptado sistemas de climatización que permitan prolongar el período de almacenamiento como ser el Macrotúnel y el VHN o Ventilación Horizontal Negativa (NHV, Negative Horizontal Flow en inglés). Estos sistemas pueden utilizarse para el curado de cebolla, ajo y boniato (Carballo et al. 2001). El PREDEG-MGAP ha financiado en años anteriores la validación de éstos sistemas para la poscosecha de ajo y cebolla y durante el 2002 para boniato. En éste trabajo se expresan resultados parciales del proyecto obtenidos sobre el manejo poscosecha con el sistema VHN.

El objetivo de éste trabajo fue adaptar en predio de un productor el sistema VHN que permita calefaccionar y controlar la humedad y circulación del aire durante el curado, almacenamiento y prebrotado de un lote de hasta 18 toneladas de boniato (cultivares Arapey y Beauregard).

## METODOLOGIA

La validación se realizó en el predio del Sr. José Gervasio Peña (Ruta 33 km 35. Canelones) sobre cosechas de los cultivares Beauregard y Arapey. Se disponía del sistema VHN, construido anteriormente y adaptado de un modelo utilizado en Estados Unidos (Boyette, et al. 1997). Este es un sistema de estructura de bloques, techo de chapa, aislado térmicamente con poliestireno expandido o espuma-plast; utiliza el flujo horizontal de aire y calefacción con calefactor Marca MASTER, 70000 BTU/hr o 17 500 kcal/hr, consumo 1,85 lt/hr de querosén (figura 1, ver anexo).

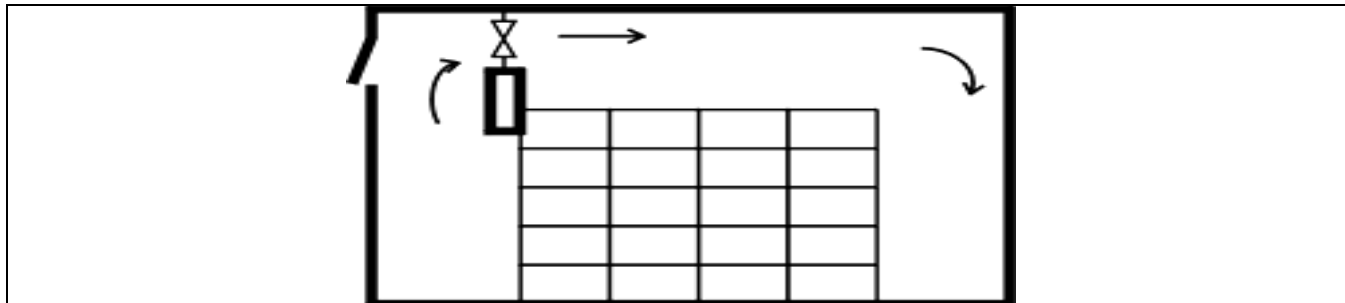


Figura 1. Esquema de perfil del sistema VHN indicando la dirección de circulación del aire con las flechas.

La cosecha se realizó según criterios del productor (tamaño de raíces, oportunidad de cosecha). En la cosecha se seleccionaron 4 cajones con 100 boniatos comerciales por variedad (Arapey y Beauregard) para evaluar el curado en el VHN o galpón y almacenamiento a galpón o cámara (13-15°C ingresado en Julio). Se realizaron evaluaciones de calidad sobre los tratamientos en laboratorio en mayo y diciembre (4 repeticiones por tratamiento). La materia seca se calculó por la ecuación:  $(Pf - Ps) / Pf$  luego de secado en estufa a 75°C durante 72 horas. Pf es el peso fresco y Ps el peso luego del secado. Los sólidos solubles se midieron con refractómetro AO REICHERT, modelo ABBE MARK II. Se realizó un análisis sensorial (apariciencia, color, textura y sabor) por panel de 11 personas en Junio sobre boniatos cocinados al horno durante 90 minutos a 200 °C que calificaron la muestra identificada con un número al azar de 3 cifras en el nivel de agrado con una escala del 1 al 9: (1 =Me disgusta extremadamente y 9= Me gusta extremadamente). En almacenamiento se evaluó peso y calidad comercial al inicio y final de curado, en julio o septiembre y en diciembre.



Figura 2. Escala de brotación. 0= sin brote visible; 1= inicio de brotacon, 2= brotes > 2 cm, 3 = brotes foliares visibles.

**PREBROTADO:** Se prepararon 4 cajones con boniatos comerciales por variedad para análisis de prebrotado y otros 4 por variedad como testigos a galpón. Se seleccionaron 10 boniatos por cajón a los que se les registró la evolución de brotación visible como porcentaje

del total (incidencia) y la magnitud de los brotes (severidad). Para estimar severidad se utilizó la escala de brotación del 0 al 3 según se observa en la figura 2.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los cultivos fueron realizados en una zona de Canelones típica para el cultivo de boniato con suelos arcillosos (tabla 1). El Beauregard se destacó por su alto rendimiento pero con daños apreciables de roña e insectos. El Arapey, aunque con menos daños, se caracterizó por una forma irregular y rendimientos menores.

Tabla 1. Características de los cultivos.

CULTIVAR	BEAUREGARD	ARAPEY
TRANSPL.	DICIEMBRE	NOVIEMBRE
PLANTAS/HÁ	37000	35000
Arena, limo y arcilla del suelo (%)	7-61-32	14-63-23
COSECHA	26 ABR	24 ABR
RENDIMIENTO COMERCIAL (TON/HA)	33.3	17.5

El boniato Arapey se curó entre el 3 y 6 de mayo y el Beauregard entre el 7 y 15 de mayo. La temperatura se mantuvo entre 24 a 36°C y la HR entre 50 a 79% en ese período. Se gastaron 60 lt de querosén para curar 18 toneladas de boniatos. Respecto al costo de calefacción si tomamos que el querosén vale 12,2 \$/lt (índice de costos al 3/01/03, Instituto Nacional de Estadística) significa un gasto de 40\$/ton (1,3 US\$/ton) ó 720\$/18 ton boniato. Se observó uniformidad de los flujos de aire a través del boniato. Por lo tanto podemos asumir que el sistema controló aceptablemente el ambiente de curado en el período otoñal.

En la figura 2A se observa que los boniatos curados almacenados a galpón no se diferenciaron estadísticamente en su peso comercial remanente en diciembre con los no curados. Sin embargo, en diciembre los boniatos curados obtuvieron mayor peso comercial en ambos cultivares. El boniato Arapey se conservó menos que el Beauregard, corroborando las características de ésta variedad de un brotado y pérdida de calidad comercial a inicios de la primavera con el almacenamiento tradicional a galpón. En la figura 2B se observa que en el almacenamiento en cámara el boniato curado Arapey se conservó tan bien como el Beauregard y que el curado mejoró la conservación de ambos cultivares hasta diciembre. Por lo tanto vemos que el curado logró beneficios para la conservación y mayormente sobre el cultivar Beauregard. Las pérdidas más importantes se realizaron como consecuencia de pudriciones por *Fusarium* sp. Se evidencia que el curado debe ser tomado dentro de un paquete de medidas para mejorar la conservación, principalmente el control del ambiente de almacenamiento (Gross et. Al. 2002).

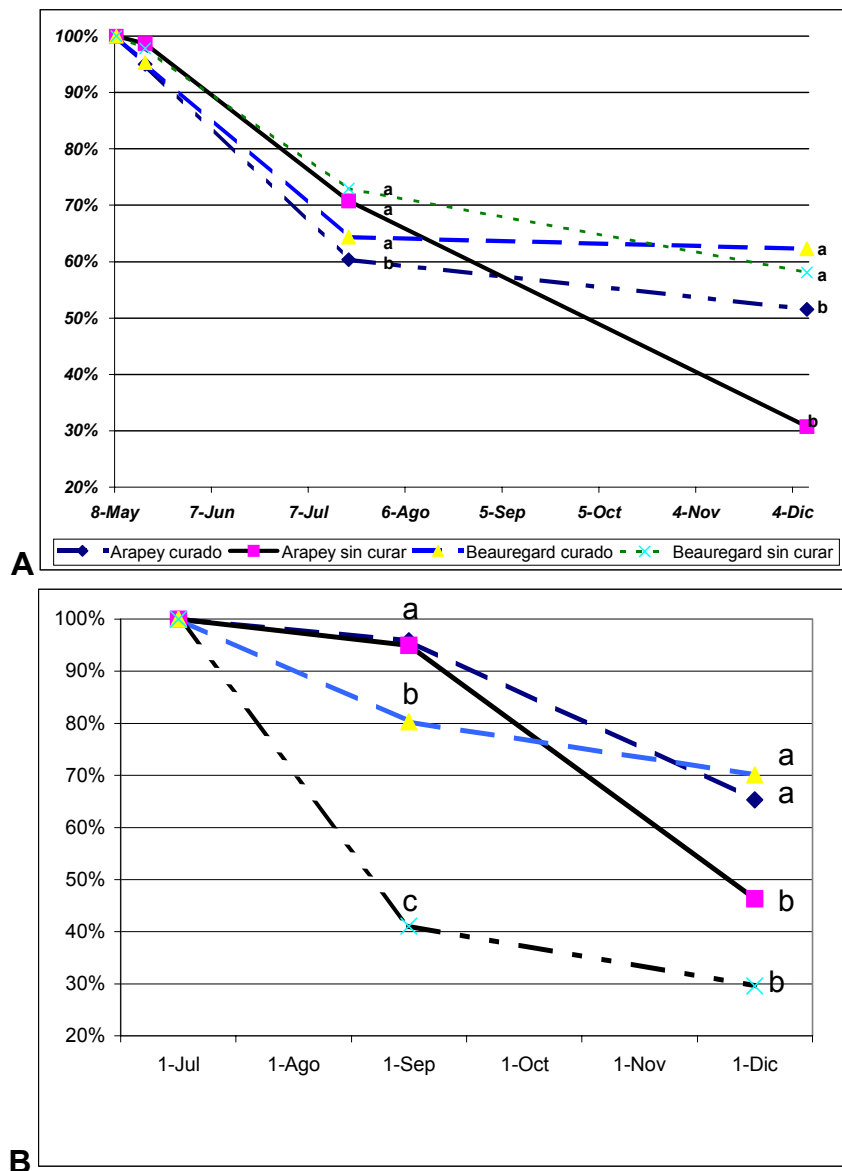


Figura 3. Peso comercial remanente (en porcentaje) en boniatos almacenados a galpón desde el 8 de Mayo (A) y en cámara a 13-15°C desde el 3 de Julio (B). Diferentes letras dentro de una fecha significa diferencias significativas por Duncan al 5%.

La variedad Arapey se caracteriza por ser más seca (mayor contenido de materia seca) y menos dulce (menor contenido de sólidos solubles totales) que el Beauregard. Las diferencias se mantuvieron desde mayo a diciembre (figura 3). El curado produjo una mayor deshidratación en todo el período y boniatos más dulces cuando se evaluó en diciembre. El almacenamiento en cámara aumentó la deshidratación, probablemente por la mayor circulación de aire. Además, en la cámara los boniatos fueron menos dulces que los de galpón, lo que puede explicarse por una menor conversión del almidón en azúcar con temperaturas más bajas.

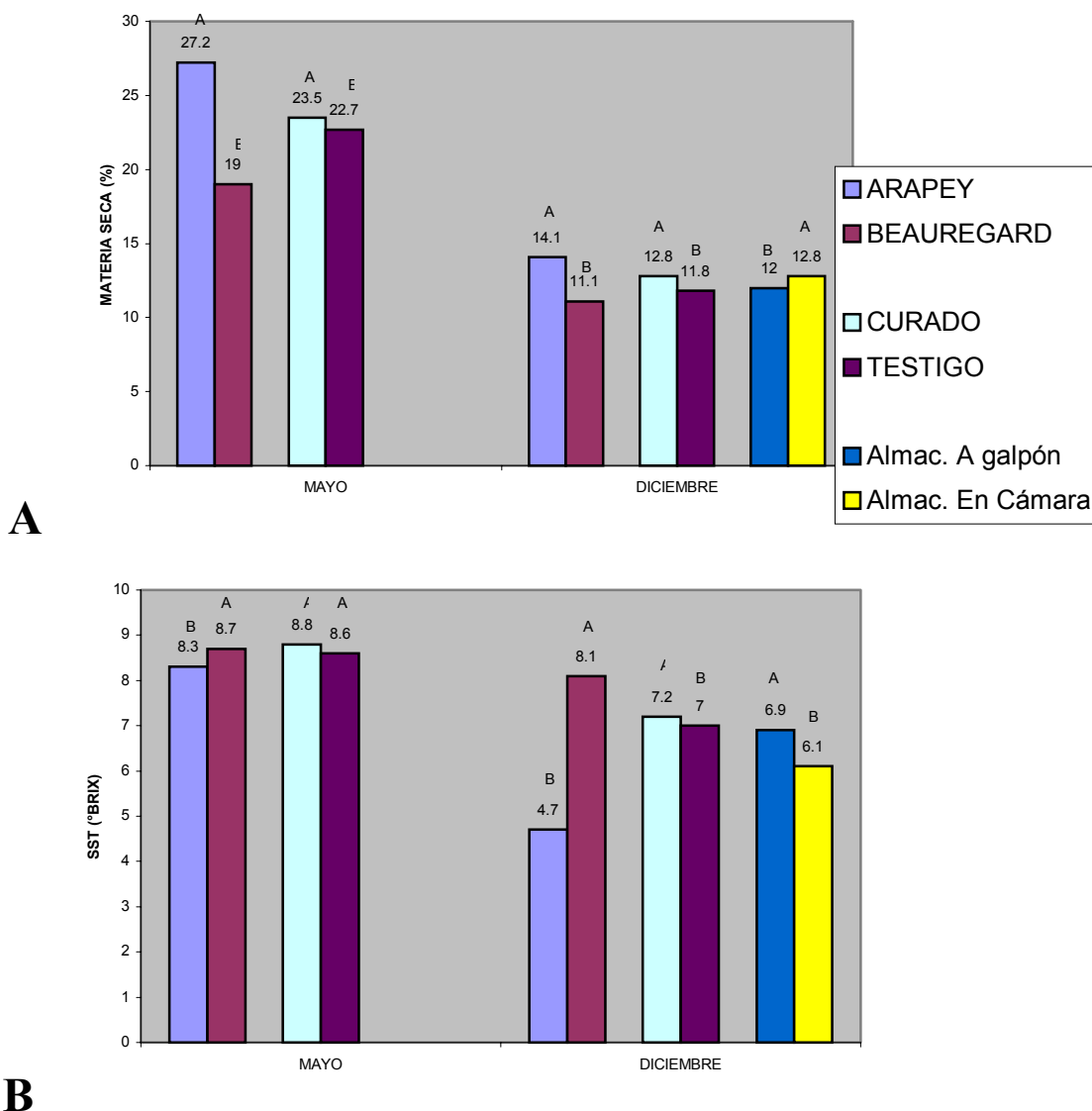


Figura 4. Contenido de materia seca (A) y sólidos solubles totales (B) en los tratamientos evaluado el 16 de Mayo y 30 de diciembre de 2002. Diferentes letras en dos columnas adjuntas significa diferencias significativas por ANOVA al 5%.

El panel sensorial (tabla 2) prefirió el boniato Beauregard por aspecto, color, textura y sabor al Arapey. El curado produjo preferencias por sabor en ambos cultivares, pero las diferencias estadísticas solamente se registraron en el Arapey.

El VHN merecerá algún ajuste para un óptimo control de las variables ambientales, principalmente de la humedad relativa para evitar deshidratación, pero demostró utilidad para favorecer la conservación y sabor en los cultivares evaluados. De acuerdo a las características propias de los cultivares se deberá ajustar el control durante el curado. Es así que el Arapey requiere un tratamiento menos severo, es decir menor tiempo de exposición y/o menor temperatura que el Beauregard. El aumento de sólidos solubles totales con el curado está relacionado con la mejor aceptación de los consumidores por sabor, ya que

éstos prefieren los boniatos dulces. El mejor sabor puede utilizarse como estrategia de mercadeo para los productores que realicen el curado en forma controlada.

Tabla 2. Análisis sensorial de las variedades curadas o testigo que fueron horneados y evaluados el 14 de Julio del 2002 por un panel de 11 personas.

		ASPECTO	COLOR	TEXTURA	SABOR
ARAPEY	CURADO	6.2 b	6.3 ab	6.4 ab	6.3 b
	TESTIGO	5.3 b	5.7 b	5.8 b	6.1 c
BEAUREGARD	CURADO	7.1 a	6.8 a	6.6 a	6.6 a
	TESTIGO	7.0 a	7.0 a	6.8 a	6.4 ab

- Diferentes letras dentro de una columna y entre variedades significa diferencias significativas por Duncan al 5%. Se ajustó a escala: 1= me disgusta extremadamente al 9= me gusta extremadamente y los evaluadores no conocían el tratamiento realizado.

### PREBROTADO

Otro beneficio del VHN para productores de boniato es el control del prebrotado para la siembra de almácigos. El prebrotado se evaluó sobre un lote de boniatos tratados del 5 al 15 de agosto en un ambiente entre 28-31°C y 73-88% de HR y se comparó con testigos almacenados a galpón.

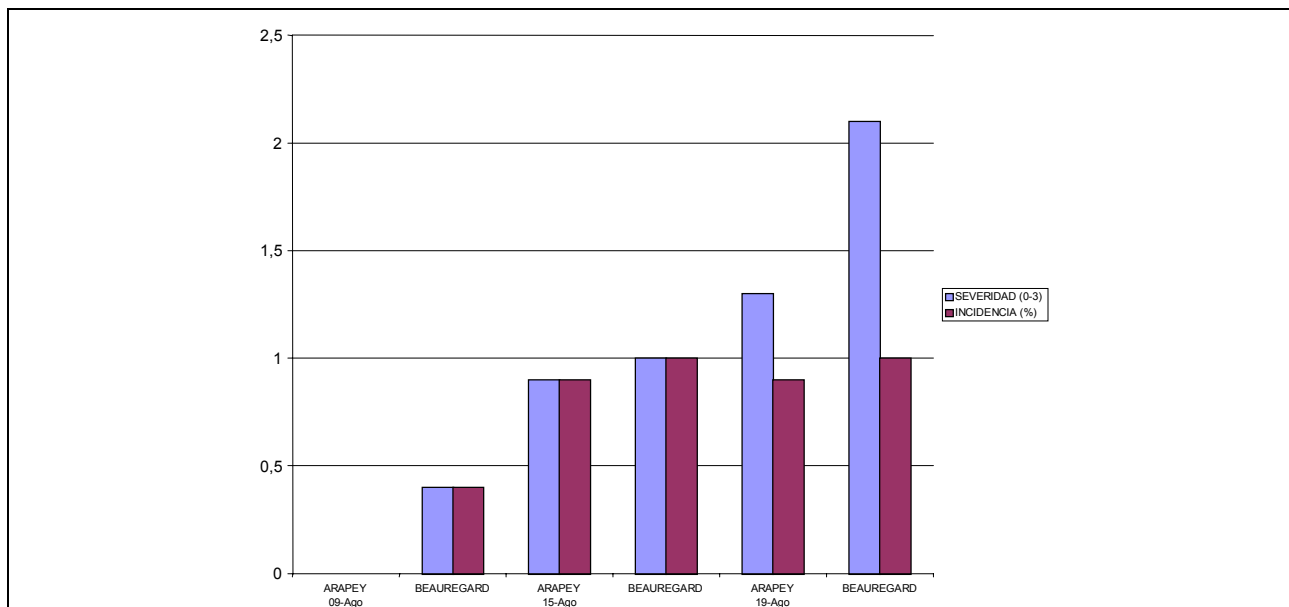


Figura 5. Evolución del prebrotado de boniatos tratados en sistema VHN desde el 5 de Agosto. La severidad se registró en la escala del 0= sin brote visible al 3 = brote mayor a 5 cm.; La incidencia es el porcentaje de boniatos brotados donde 1= 100%.

En la figura 5 se observa en boniatos tratados que el cultivar Beauregard presentó brotación al cuarto día y no el Arapey. Sin embargo, a los 10 días ambos cultivares estaban brotados. Al final del período (14 días) se observó un mayor tamaño de brotes (severidad) en el Beauregard. Por otro lado, los boniatos sin tratar (testigos) no registraron brotación alguna en ese período. Por lo tanto, se observó que el ambiente en el sistema VHN logró un eficiente

brotado para ambos cultivares. Con ésta técnica, se han reportado beneficios en la precocidad y reducción de pudriciones en almácigos. Nuestro trabajo se limitó a observar los efectos sobre la brotación en el VHN y no en los almácigos.

#### CONCLUSION

El sistema VHN logró un control aceptable del ambiente de curado y prebrotado. Los beneficios del curado fueron una mejor conservación y un mejor sabor relacionado con un mayor contenido de Sólidos Solubles Totales. El almacenamiento en cámara de boniatos curados permitió mantener al cultivar Arapey en tan buenas condiciones como el Beauregard hasta diciembre. Además, se logró la brotación aceptable para siembra en un período de 10 a 14 días.

EL VHN, es un sistema costoso (alrededor de US\$ 6000/ módulo de 18 ton) pero podrá expandirse en productores especializados como semilleristas o de alta calidad que deseen mantener su presencia en el mercado a lo largo de todo el año. Por otro lado, para la exportación será un factor fundamental el disponer una infraestructura apropiada para el curado y almacenamiento.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Boy A.E. y P.R. Bianchini. 1989. Primer curso internacional sobre el cultivo de batata. Cosecha, acondicionamiento y almacenamiento de batata. INTA-CIP. San Pedro, Argentina. 8 p.

Boyette, M.; E. Estes; R. Rubin y K. Sorensen. 1997. The Postharvest Handling of Sweetpotatoes. North Carolina Coop. Ext. Service. NCSU. EEUU. 42 p.

Carballo, S. Y M. Cabot 1999. Influencia de la fecha de cosecha y variedades sobre el rendimiento y conservación de boniato. Act. De Difusión No. 201. INIA.

Carballo, S.; J. Telesca y M. Cabot. 2001. Validación de Tecnologías de Secado y Manipuleo de Ajos y Cebollas. Convenio de Validación No. 59 MGAP-PREDEG.

CNPH. 1995. Cultivo da Batata-doce. Instrucoes técnicas No.7. Brasil. 18 p.

Gross, Kenneth C., Chien Yi Wang, and Mikal Saltveit. 2002. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Crops.. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html>. EEUU.

Vilaró F.; y G. Rodríguez. 2001. Cultivares de Boniato. <http://www.lagranja.com.uy/horticultura/Arapey%20cultivares%20boniato.html>

## ANEXO: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA VHN

El sistema VHN es una técnica de curado originada en Europa, donde se usó mucho tiempo para el almacenamiento ventilado de papa. Este sistema fuerza el pasaje del aire horizontalmente a través de bins mediante una presión manométrica negativa. Esta es creada por uno o varios ventiladores, que toman aire de una cámara de amplias dimensiones (plenum), en la cual se puedan suponer condiciones uniformes de presión y temperatura. El aire impulsado es devuelto por encima de la pila de cajones o bins hacia un plenum posterior, donde hay una ligera sobrepresión. La diferencia entre la sobrepresión y la depresión de los respectivos plenums es la pérdida de carga del aire en su pasaje a través del producto. Si bien el sistema funciona la mayor parte del tiempo como un sistema cerrado, sin intercambio de masa con el exterior, tiene la posibilidad de introducirle agua para humectar y de intercambiar aire con el exterior, así como de introducirle calor.

El VHN se trata de una estructura de bloques con techo de chapa, el cual está aislado térmicamente con poliestireno expandido (espuma-plast). Consta de tres módulos iguales de 3,2 m x 3,4 m y una altura de 3,6 m (ver Fig. Anexo 1). Dos de estos módulos son utilizados para el curado y el tercero se usa como pre-cámara. La capacidad de cada cámara es de aproximadamente 18000 kg de boniato. Cada cámara tiene un plenum de 0,8 m con un espacio para el pasaje del aire de 2,4 m x 2,6 m. En la parte superior de esta pared hay un ventilador con un motor de ¼ HP que entrega un caudal de aire de 1,021 m<sup>3</sup>/s cuando está cargado.

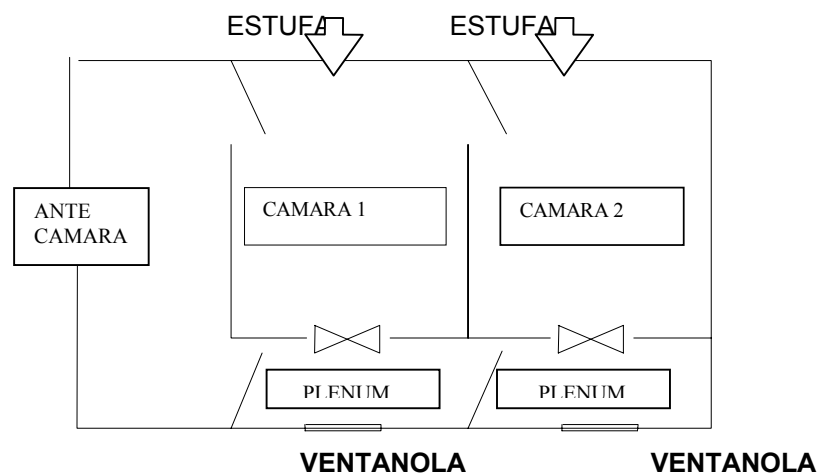


Figura anexo 1 - Sistema NHV

El manejo de esta instalación es totalmente manual. El recurso utilizado para humectar consiste en mojar aserrín y ponerlo en bolsas de arpillera en el plenum de forma que la corriente de aire pase alrededor de dichas bolsas. El calentamiento se realiza con un calefactor a queroseno. El recambio de aire se realiza abriendo ventanolas ubicadas en la pared frente a la succión del ventilador.