



# **Proyecto de una Central Frutera con facilidades para conservación refrigerada en atmósfera controlada**

**Responsables académicos:**

**Juan José León**

**Mónica Loustaunau**

**Estudiantes:**

**María Inés Cabot - Valentina Cravino - Micaela Escobal**

**Carolina Franco - Carlos Valmaggia**

**Ingeniería de Alimentos**

**21 de Agosto de 2015**

# **RESUMEN EJECUTIVO**



El presente proyecto tiene como objetivo principal el diseño de una Central Frutera que brinda a los productores el servicio de almacenamiento de peras y manzanas utilizando tecnología de atmósfera controlada.

Esta tecnología, permite la conservación de frutas climatéricas, modificando la composición gaseosa dentro de cámaras de refrigeración herméticamente selladas, manteniendo bajos niveles de oxígeno (O<sub>2</sub>) y de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

El sistema de refrigeración funciona por compresión mecánica de una etapa y la unidad condensadora se compone de tres compresores y dos condensadores de aire. A su vez la central cuenta con quince evaporadores, siendo la carga térmica total de doscientos treinta toneladas de refrigeración. El refrigerante utilizado es una mezcla de hidrofluorocarbonos denominado R 507. Es químicamente estable, no inflamable, de baja toxicidad y carece de cloro, por lo cual su potencial de agotamiento de ozono es cero.

Para generar la atmósfera controlada y disminuir el nivel de O<sub>2</sub>, se utiliza un generador de nitrógeno que funciona captando una corriente de aire comprimido que luego es purificado mediante filtros e impulsado hacia un tamiz molecular que absorbe selectivamente el O<sub>2</sub>. Para controlar los niveles de CO<sub>2</sub> generados por la respiración de las frutas, se cuenta con un absorbedor de CO<sub>2</sub> de carbón vegetal activado que funciona recirculando el aire interno del recinto con el fin de mantener las condiciones de atmósfera requeridas.

Como consecuencia de los cambios de temperatura y composición gaseosa, se generan cambios de presión en las cámaras por lo que se instalan pulmones y válvulas de alivio.

Con esta tecnología se puede brindar al productor la posibilidad de tener un stock de fruta de buena calidad durante todo el año. Se evitan, además, las pérdidas poscosecha y los problemas de deshidratación de la fruta.

En primer lugar, se analiza la producción anual de peras y manzanas en Uruguay y los posibles clientes: productores concentrados principalmente en los departamentos de Canelones, Montevideo, San José y Colonia.

La Central Frutera se ubica en la zona oeste de Montevideo, cercana a Camino Tomkinson y Ruta 1, en un terreno de 25000 metros cuadrados de superficie ubicado en Camino Manuel Flores 7001. Esta ubicación se ve favorecida por la cercanía y fácil acceso a los productores y a los puntos de venta más importantes. Se destina un área de 3500 metros cuadrados para la instalación que representa un 14% del área total del terreno.

Se almacenan distintas variedades de la misma fruta en una cámara que coincidan en período zafra. En el caso de manzanas las variedades Red Delicious, Red Spur, Starkrimson, Early Red One y Oregon Spur, se cosechan a fines de febrero y durante el mes de marzo. Se mantienen dentro de cámaras por un período de ocho meses. Las peras se cosechan hacia mediados de enero y en el mes de febrero, almacenándose por un período de hasta seis meses. Las variedades más comunes en Uruguay son Williams y Packham's.

El proyecto prevé la instalación de cuatro cámaras y una antecámara refrigerada. Tres de las cámaras operan con tecnología de atmósfera controlada, dos destinadas al almacenamiento de manzanas y una al almacenamiento de peras. La cuarta cámara se utiliza como túnel de prefrío.

El preenfriamiento de frutas se realiza en el mismo día en que las mismas son cosechadas, en un tiempo menor a 24hs. Se aplica con el fin de reducir la actividad metabólica de las mismas, ralentizando los procesos de maduración y limitando la aparición de algunas alteraciones fisiológicas.

Las cuatro cámaras se disponen de forma consecutiva, para minimizar las pérdidas de calor y optimizar los recursos destinados a la construcción. La cámara de prefrío se ubica entre la cámara de peras y una de manzanas, facilitando así el transporte y logística en la instalación.

Las condiciones de almacenamiento en atmósfera controlada exigen una temperatura de conservación de  $-1^{\circ}\text{C}$  para peras y  $-0,5^{\circ}\text{C}$  para manzanas, además de una concentración de  $\text{O}_2$  entre 1,3 y 1,5 % y de  $\text{CO}_2$  entre 0,5 y 1,5 %. Para evitar la deshidratación de las frutas a causa de las bajas temperaturas, la humedad relativa debe mantenerse entre 92 y 95 %. Para esto se recurre a la utilización de humidificadores.

Con el objetivo de mantener los parámetros mencionados, se cuenta con sensores y un analizador de gases que se conectan con un software al absorbedor y generador, manteniendo así la automatización del sistema.

La capacidad de las cámaras de atmósfera controlada es de 500 bins cada una y la del túnel de prefrío es de 210 bins. Esto corresponde al 2,1% de la fruta fresca ofrecida en el mercado interno, y dicha capacidad se mantiene durante los 10 años proyectados.

A efectos de optimizar la inversión, cuando las cámaras se vacían de peras y manzanas, se prevé utilizarlas para el almacenamiento de cítricos, que a diferencia de aquellas requieren solamente un sistema de refrigeración convencional.

Concretamente el servicio consiste en la recepción de la fruta, realizando un control de calidad que incluye la determinación del nivel de madurez, inspección de desórdenes fisiológicos, estado sanitario y físico de los bins, y la posterior estiba adecuada de los mismos dentro de las cámaras.

Cabe destacar que los productores se encargan del transporte en bins de la fruta, previamente lavada y tratada con agroquímicos (fungicidas, antiescaldantes y pesticidas), hasta la recepción en la planta.

Al llenar las cámaras de atmósfera controlada, éstas se cierran herméticamente, se ajustan las concentraciones de los gases en su interior y no se abren hasta que la fruta vaya a ser retirada. Sin embargo, en el presente proyecto, para tener en cuenta las posibilidades comerciales de los clientes, se permiten aperturas intermedias a partir de los 4 meses de almacenamiento, con la posterior inyección de nitrógeno para restablecer las condiciones de la atmósfera.

Durante el período de almacenamiento, se realiza un monitoreo permanente de las condiciones del mismo y de la evaluación de las frutas en cuanto a su grado de maduración.

Para cumplir con requisitos legales se lleva a cabo un estudio de impacto ambiental. Considerando que los efluentes generados no suponen una contaminación significativa en cantidad y calidad, y que los restantes factores contaminantes se mantienen bajo control, se clasifica a la Central en la categoría A, según el decreto 349/005.

Se prevé un tiempo de 16 meses hasta tener operativa la planta.

En referencia a las inversiones, el monto de las mismas asciende a 2.600.000 dólares. Un 54% se compone de acondicionamiento y construcciones, un 33% de equipos y accesorios, un 5% de amortizables intangibles y un 8% de otros. Con respecto a los costos operativos de la planta, la energía eléctrica se considera uno de los más relevantes. Se contrata una potencia de 240 kW y el costo anual es de 92.000 dólares.

Se realiza el análisis económico-financiero con capital propio para determinar la viabilidad del proyecto.

En retribución al servicio prestado, la empresa cobra un precio de 11,2 dólares por mes por bin. Anualmente se traduce en un ingreso por ventas de aproximadamente 220.000 dólares. Los costos anuales se estiman en 626.000 dólares. Se determina entonces la utilidad, definida como la diferencia entre las ventas y los costos totales, la cual resulta negativa para los diez años proyectados.

Al realizar el estudio del punto de equilibrio, se observa que el mismo es aproximadamente cuatro veces mayor que el tamaño proyectado, reafirmando la no viabilidad económica de la Central Frutera. Al llevar a cabo el Cuadro de usos y fuentes perteneciente al estudio financiero, finalmente se concluye que el proyecto no es rentable.

En función de los resultados obtenidos se plantean opciones para alcanzar la rentabilidad.

La principal alternativa es ser productor dueño de la fruta a almacenar en las cámaras. De esta forma los costos operativos anuales serían superados por el ingreso obtenido en la comercialización de la propia fruta.

Como otra alternativa se propone adaptar el proyecto a la constitución de una cooperativa de productores dueños de sus cámaras de forma compartida. Actualmente existen asociaciones que operan de esta manera exitosamente.

Otra opción es aumentar el tamaño de la instalación hasta una capacidad de 24.461 bins que se corresponden con un 29,8% de las peras y manzanas disponibles para almacenar en atmósfera controlada.

Aumentar el precio del servicio con el objetivo de alcanzar la rentabilidad no resulta aplicable ya que los productores no están dispuestos a pagar un precio mayor por el servicio de atmósfera controlada.

Optar por utilizar la instalación proveyendo únicamente el servicio de refrigeración convencional puede abrir la puerta a una mayor gama de productos a almacenar, lo cual repercute favorablemente en los ingresos por ventas tanto por variedad como por el propio valor del producto a almacenar.