

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ATMÓSFERAS CONTROLADAS PARA CUARTO
DE CONSERVACIÓN EN LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN (IUPB).**

**JULIÁN DAVID HOLGUÍN RAMÍREZ
CARLOS ARTURO GONZÁLES CASTRO
RICARDO QUICENO MONSALVE**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA
MEDELLÍN
2012**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ATMÓSFERAS CONTROLADAS PARA CUARTO
DE CONSERVACIÓN EN LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN (IUPB).**

**JULIÁN DAVID HOLGUÍN RAMÍREZ
CARLOS ARTURO GONZÁLES CASTRO
RICARDO QUICENO MONSALVE**

Trabajo de grado para optar por el título de Tecnólogo en Electromecánica

**Asesor
Arley Salazar Hincapié
Ingeniero mecánico**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA
MEDELLÍN
2012**

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	12
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. REFERENTES TEÓRICOS	16
4.1 ATMÓSFERAS CONTROLADAS	16
4.2 COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA DENTRO DE UN TEJIDO VIVO	17
4.3 PROPIEDADES DEL OXIGENO (O ₂)	18
4.4 PROPIEDADES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂)	18
4.5 PROPIEDADES DEL NITRÓGENO (N ₂)	19
4.6 PROPIEDADES DEL AZETIL	20
4.7 ALMACENAMIENTO EN ATMÓSFERAS CONTROLADAS	21
4.7.1 AC convencional (ACC).	22
4.7.2 AC rápida (ACR)	22
4.7.3 AC de ultra bajo oxígeno (ACBO)	22

4.7.4 AC de alto CO ₂ -----	23
4.7.5 AC de bajo etileno -----	23
4.7.6 AC de baja presión -----	23
4.7.7 AC para el control de insectos-----	23
4.8 GENERADORES PARA MODIFICAR LA ATMÓSFERA AC -----	24
4.8.1 Reducción de O ₂ -----	24
4.8.2 Eliminación de exceso de CO ₂ -----	24
4.9 ELEMENTOS DE CONTROL EN UN CUARTO DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS CON ATMÓSFERAS CONTROLADAS -----	25
4.9.1 Control de la humedad relativa-----	25
4.9.2 Control de temperatura -----	26
4.9.3 Ventilación -----	29
4.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS A TRATAR-----	30
4.10.1 Tasa de respiración-----	30
4.10.2 Factores que influyen en la velocidad de respiración -----	32
5. METODOLOGÍA-----	34
5.1 PROYECTO TEÓRICO-PRÁCTICO -----	34
5.2 PLAN DE TRABAJO-----	35
5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN -----	37
5.3.1 Fuentes primarias-----	37
5.3.2 Fuentes secundarias -----	38
6. RESULTADOS DEL PROYECTO -----	39

6.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ATMOSFERA CONTROLADA PARA MADURACIÓN Y DESVERDECIMIENTO DE FRUTAS CON AZETIL-----	39
6.1.1 Características fisiológicas de la vida de los vegetales. -----	39
6.1.2 Maduración -----	40
6.1.2.1 Maduración y desverdización -----	41
6.1.3 Cilindro de azetil.-----	42
6.1.3.1 Ventajas.-----	43
6.1.3.2 Descripción del azetil. -----	43
6.1.3.3 Eficacia-----	44
6.1.3.4 Seguridad -----	44
6.1.3.5 Instalación -----	44
6.1.4 Variables para el cálculo de maduración. -----	48
6.1.4.1 Cálculo de cantidad necesaria de azetil. -----	49
6.1.5 Infraestructura y equipos-----	54
6.1.5.1 Descripción de los componentes. -----	54
6.1.5.2 Montaje físico de red primaria. -----	57
6.1.6 Desarrollo de la operación. -----	59
6.1.6.1 Aireación periódica de la cámara de maduración. -----	61
6.1.6.2 Ensayo de hermeticidad al gas -----	61
6.1.6.3 Método de difusión basado en la difusión de dióxido de carbono de una cámara previamente enfriada -----	63
6.1.6.4 Detección de fallas en la hermeticidad al gas-----	63
6.1.6.5 Reparación. -----	64

6.1.7 Mantenimiento de la composición de la atmósfera controlada. -----	65
6.1.8 Verificaciones durante el periodo de conservación -----	65
6.1.9 Operaciones al final del almacenamiento controlado-----	66
7. CONCLUSIONES-----	68
8. RECOMENDACIONES-----	69
8.1 ADECUADA MANIPULACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA UTILIZACIÓN DE LA PIPETA DE AZETIL -----	69
8.1.1 Efectos sobre la salud -----	69
8.1.2 Medidas de primeros auxilios-----	70
8.1.3 Medidas en caso de liberación accidental del gas. -----	70
8.1.4 Manejo y adecuado almacenamiento. -----	71
BIBLIOGRAFÍA -----	72
CIBERGRAFÍA-----	73

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Humedad relativa en porcentaje de acuerdo a la temperatura	26
Tabla 2. Condiciones para el almacenamiento en AC.....	31
Tabla 3. Plan de trabajo.....	35
Tabla 4. Ficha técnica del Azetil	46
Tabla 5. Régimen y condiciones de maduración.....	60

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de cámara de atmosfera controlada.....	17
Figura 2. Pipeta característica en distribución de Azetil	21
Figura 3. Temperaturas en las distintas partes de un cuarto frío.....	28
Figura 4. Ventilación en cámara de conservación.....	29
Figura 5. Representación esquemática del almacén de maduración	49
Figura 6. Esquema de Almacenamiento	50
Figura 7. Esquema de montaje	54
Figura 8. Cuarto de refrigeración, congelación y maduración	55
Figura 9. Unidad de Regulación Inicial marca <i>CONCOA</i> Rango 0 a 200 PSI ó 0.5- 14 Bares y de 0-4000 PSI ó 0-280 Bares.....	58
Figura 10. Válvula de corte general	59
Figura 11. Plano de montaje	67

LISTADO DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Cotización de suministros e instalación	74
Anexo B. Continuación	75
Anexo C. Factura de cancelación total del montaje	77
Anexo D. Acta de entrega final del montaje	78

RESUMEN

Con el presente trabajo se realiza el montaje de un sistema de atmósferas controladas en un cuarto de conservación de alimentos, con el cual se acelera o retarda el proceso de maduración de los alimentos en general; en este caso se ambienta todo para trabajarlo con frutas.

En el proceso interviene la acción de una mezcla de gases y de acuerdo a la tasa de respiración de la fruta a tratar y los cálculos realizados, se concluye que la mezcla llamada azetil es la más aplicada para obtener los resultados de conservación adecuados para la fruta denominada banano.

En la realización de éste proyecto se explica todo el montaje físico que es necesario para llevar a cabo un buen funcionamiento del gas en la cámara de conservación, se presenta todo el listado de materiales necesarios para dicho montaje y basándose en la ficha técnica de cada uno de estos elementos.

Se evidencia el funcionamiento de otros proyectos relacionado con las atmósferas controladas y se entrega con claridad cuál es el principio de funcionamiento de un sistema como éste, todas las aplicaciones dentro de la industria alimenticia y cómo se realizan los cálculos para la inyección de la atmósfera.

Finalmente se da una información más detallada de la cantidad de azetil que se debe inyectar en el cuarto de acuerdo a los cálculos de humedad relativa y tasa de respiración del banano. Se hace claridad de que el montaje realizado sirve para la

conservación de todo tipo de alimento (Cárnicos, Lácteos, Frutas y Verduras). Por lo tanto si se desea conservar otro alimento diferente al banano se debe realizar los cálculos pertinentes según sea el caso para seleccionar la mezcla de gases, ya que el montaje físico será el mismo.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de maduración artificiales, se remontan a los comienzos de nuestro siglo. En sus inicios eran a base de un calentamiento directo de la cámara con estufas, procedimiento que, con posterioridad, se sustituyó por el empleo de termosifones.

Estudios sobre el tema evidenciaban que los resultados de esta maduración eran imputables, tanto a la elevación de la temperatura como a los gases desprendidos de la combustión del carbón. Entre éstos, el Etileno resultó ser el componente catalizador de la maduración.

Dentro de la sociedad existen diferentes aplicaciones para la conservación y maduración de los alimentos que se consumen diariamente, entre éstas opciones se encuentra el sistema de atmósferas controladas, la cual permite realizar un cambio en la atmósfera contenida dentro de un cuarto herméticamente sellado el cual está rodeado por aire y una composición distinta al aire normal. En éste caso el azetil es la estructura adecuada que se debe dispersar dentro del cuarto.

Con éste trabajo se pretende dejar evidenciado cómo es el funcionamiento adecuado del montaje realizado del cuarto de conservación para el laboratorio de refrigeración de la Institución Universitaria Pascual Bravo, y así los estudiantes que hagan uso de éste espacio tenga claridad de cómo es su estructura y posible utilización de acuerdo a la necesidad planteada.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en la Institución Universitaria Pascual Bravo de Medellín, no se tiene un laboratorio de refrigeración; por lo tanto los estudiantes generalmente de tecnología mecánica y electromecánica no cuentan con un espacio adecuado para realizar sus prácticas correspondientes a los sistemas de refrigeración.

Este laboratorio de refrigeración es un proyecto macro dentro de la institución, el cual se desglosa en varios proyectos. En este caso se va a diseñar y montar un sistema de atmósferas controladas y modificadas. El cual consiste en el diseño y montaje de un sistema que permita prolongar la vida de los alimentos por medio de un control de atmósferas que conlleve a una disminución de O₂ y el aumento de CO₂ en un ambiente confinado con el fin de reducir tasa respiratoria de las frutas retrasando asimismo el proceso de maduración y envejecimiento.

Este laboratorio de refrigeración sería la solución adecuada para ofrecer una educación más competitiva y experimental a todos los estudiantes que pasen por la institución.

2. JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto traerá un gran beneficio para toda la comunidad estudiantil Pascualina relacionada con el campo de la refrigeración; pues este proyecto se considera pionero en sistemas de refrigeración con respecto a otras instituciones educativas, que por lo general no cuentan con un espacio como este para realizar sus prácticas; lo que le daría un mejor posicionamiento a la institución y a sus egresados en el campo laboral todo por la parte experimental que estos pueden adquirir por medio de la utilización de este laboratorio.

La construcción de un laboratorio de refrigeración, implica un costo considerable, por eso se decidió repartir su elaboración en varios proyectos, que en este caso corresponde a las atmósferas controlados y modificadas; que en general no implica ningún riesgo físico ni ambiental para su construcción, lo único que se debe manejar y regular con cuidado es el CO₂, que es el único gas que podría traer algún riesgo; el espacio estructural para su montaje es adecuado y no se observa ninguna desventaja.

Hablando desde el punto de vista académico. La construcción de este laboratorio sería un gran avance para el alumnado de la institución, todo porque son ellos los que más necesitan este espacio didáctico.

3. OBJETIVOS

- **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e instalar un sistema de atmosferas controladas para cuarto de conservación en laboratorio de refrigeración en la Institución Universitaria Pascual Bravo; para obtener un laboratorio donde los estudiantes de la institución puedan realizar sus prácticas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar los métodos más eficientes para generar un ambiente de atmósfera controlada dentro del cuarto de conservación que de cómo resultado una mayor vida a los alimentos allí contenidos.
- Calcular la cantidad de azetil que se va a inyectar en la atmósfera que desacelera las reacciones bioquímicas provocando una mayor lentitud en la respiración, retrasando la maduración.
- Ensamblar los diferentes elementos que conforman el sistema de atmósferas controladas.

4. REFERENTES TEÓRICOS

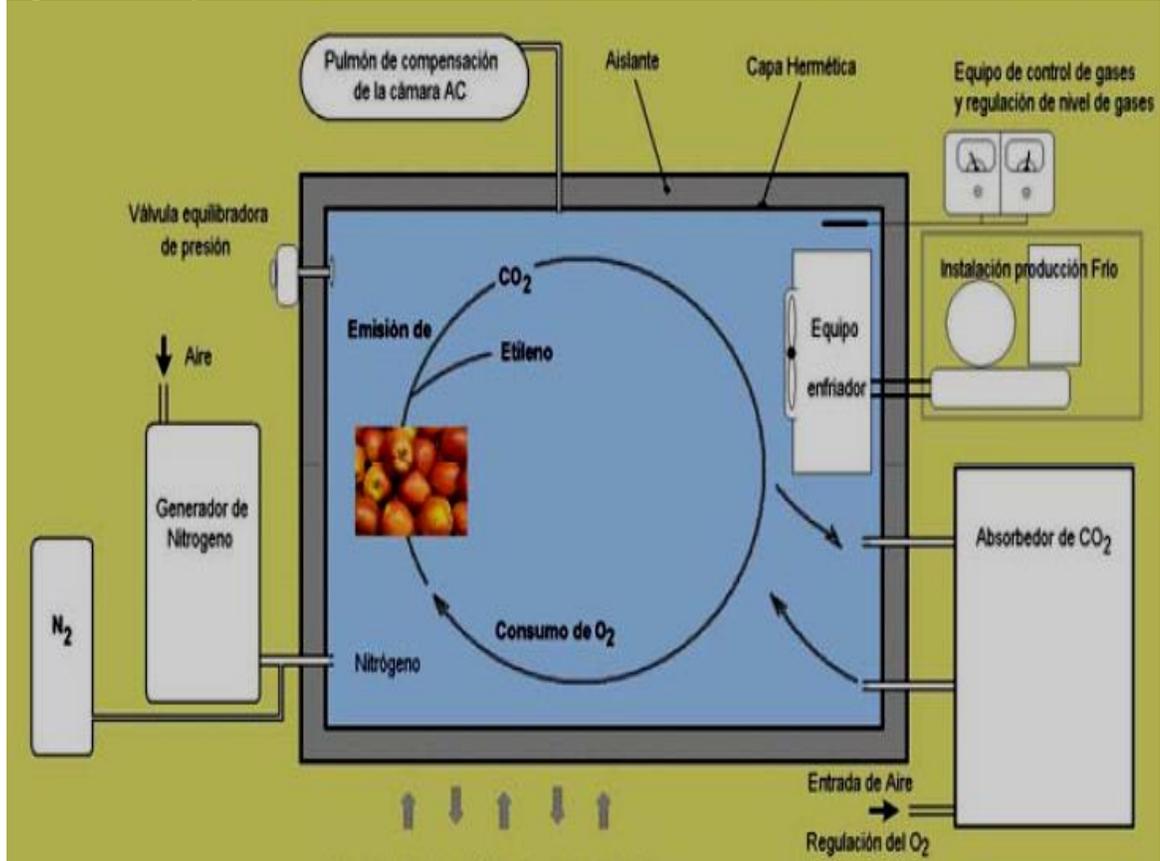
A continuación se presentan los términos más relevantes que se deben tener en cuenta para llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo:

4.1 ATMÓSFERAS CONTROLADAS¹

El almacenamiento de atmósferas atmósfera que rodea el producto por otra atmósfera especialmente preparada para cada tipo de alimento, lo que permite controlar mejor las reacciones en zimáticas y microbianas, retardando o minimizando las degradaciones que se producen durante los periodos de almacenamientos. Esta es una técnica física que no deja residuos químicos en los alimentos y utiliza contenidos gaseosos diferente a la del aire normal (20-21% O₂, 0.03% CO₂, 78-79% N₂ y trazas de otros gases).

¹ Giraldo, G., Serna, L. (1998). Conservación de alimentos en atmósferas controladas y modificadas. *Revista NOOS del departamento de ciencias de la UNAL de Colombia*, (7), 73-83.

Figura 1. Esquema de cámara de atmosfera controlada



Fuente: Recurso Web [en Línea]. [Citado el 21 de mayo de 2012]. Disponible en Internet: <<http://webs.uvigo.es/sidonia/Tema%202.pdf>>

4.2 COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA DENTRO DE UN TEJIDO VIVO

Este está controlado por:

- Velocidad de la respiración del producto (consumo de O₂ y producción de CO₂)
- Producción de etileno.
- Permeabilidad de las barreras naturales del tejido a los gases y de las barreras sintéticas (sí se utilizan).

- Diferencia en presión parcial de los gases adentro y fuera del tejido.

- **4.3 PROPIEDADES DEL OXIGENO (O₂)**

En combinación con N₂ y CO₂ mantiene la frescura y el color de las carnes rojas y algunos pescados, sus principales propiedades son:

- Es un gas en condiciones normales (20°C y 1Kg/Cm² de presión)
- Incoloro, inodoro e insípido
- A presión atmosférica y temperaturas inferiores a -183°C es transparente y con un ligero color azul claro.
- Constituye el 20.94% del aire.
- No es tóxico y poco soluble en agua.
- Aceleración de procesos fermentativos.
- Oxigenación de aguas de piscifactorías.
- Transporte de peces vivos.

4.4 PROPIEDADES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂)

Junto con N₂ se usa en el envasado de frutas, quesos y platos pre cocido; en general se utiliza en la conservación de productos alimenticios cuyo contacto con el O₂ es perjudicial. Se produce de forma natural en la fermentación de productos alimenticios (mosto de uva, cereza, melazas, zumos) por la acción de levaduras sobre los azúcares dando lugar a alcoholes, ácido acético, ésteres y CO₂. Se

aplica como refrigerante, carbonatado, conservante y antioxidante. Sus principales propiedades son:

- Gas en condiciones normales (20°C y 1Kg/Cm² de presión).
- Un coloro, inodoro y con sabor ácido.
- Soluble en agua y grasas originando un ligero ácido.
- Bacteriostático y fungicida en valores superiores al 10%, no es tóxico ni inflamable (tóxico sólo en altas concentraciones).
- Industrialmente se entrega en estado líquido en cisternas y a baja temperatura, o licuado en botellas de acero a temperatura ambiente.
- Tiene alta capacidad frigorífica (150Kcal/Kg).
- Realza el sabor a las bebidas al agregarse o producirse por fermentación natural.

4.5 PROPIEDADES DEL NITRÓGENO (N₂)

Se utiliza mucho en zumos, vinos, mantequilla y nata. Sus cualidades lo hacen el fluido criogénico para los procesos de refrigeración y ultra congelación debido a su inercia química (no ataca ni reacciona con otros cuerpos), su potencia frigorífica, atoxicidad y su bajo precio. En forma gaseosa se puede emplear en la conservación y a condicionamiento de productos tales como carnes y pescados y la protección de vinos y otras bebidas, desde la elaboración hasta el embotellado. Sus principales propiedades son:

- Es un gas en condiciones normales (20°C y 1Kg/Cm² de presión)
- Incoloro, inodoro e insípido.
- Constituye el 78.08% del aire.

- Insoluble en agua y grasas.
- Desplaza el O₂ atmosférico evitando oxidaciones.
- Inhibe el desarrollo de microorganismos aeróbicos.
- No es inflamable e inerte.
- Forma parte de la estructura proteínica de los animales y las plantas
- Se difunde lentamente a través de los empaques y evita el colapso del envase por depresión.

4.6 PROPIEDADES DEL AZETIL²

El azetil es una mezcla de dos gases (etileno y nitrógeno). El etileno, C₂H₄, es el agente activo y el nitrógeno es el gas portador. El azetil es un gas incoloro, sin sabor, de un olor suave y dulzón, no inflamable y no tóxico. Por su contenido de etileno, hormona natural de maduración de frutas y hortalizas, se utiliza para lograr la maduración controlada de estos productos. Acelera el crecimiento de las células y obtención del color natural de las frutas maduras. Su presentación en el contenedor se refleja con una franja violeta y cuerpo negro.

² Azetil Proceso, Recuperado de http://www.indura.cl/productos_detalle.asp?idq=471, 9 de Septiembre del 2012

Figura 2. Pipeta característica en distribución de Azetil



Fuente: Recurso web [en línea]. [Citado en septiembre 9 del 2012]. Disponible en internet: <http://www.indura.cl/productos_detalle.asp?idq=471>

4.7 ALMACENAMIENTO EN ATMÓSFERAS CONTROLADAS³

El almacenamiento en AC consiste en depositar el producto en cuartos o bodegas donde se monitorea estrictamente los niveles de oxígeno, gas carbónico, temperatura y humedad relativa para mantener los límites de tolerancia. El cuarto debe aislarse y refrigerarse en forma hermética, estar equipado con sistemas para medición y control, de las concentraciones deseadas de los gases, mediante una

³ Giraldo, G., Serna, L. (1998). Conservación de alimentos en atmósferas controladas y modificadas. *Revista NOOS del departamento de ciencias de la UNAL de Colombia*, (7), 73-83.

válvula para regular el nivel de oxígeno y un depurador para controlar el CO₂ y el etileno.

El producto puede formar la atmósfera deseada (14 a 20 días) con algunos ajustes o mediante generadores de atmósfera (1 a 2 días), dependiendo de la cantidad de producto y tamaño del cuarto.

Las AC se utilizan en forma comercial casi exclusivamente para el almacenamiento de manzanas, peras y coles. Existen varios sistemas de AC dependiendo del uso, tipo de producto y tiempo de almacenamiento requerido.

4.7.1 AC convencional (ACC). En este sistema, el nivel O₂ se mantiene introduciendo aire del exterior al cuarto, y el nivel de CO₂ se obtiene por remoción de éste desde el cuarto hasta el exterior. En el almacenamiento de manzana en ACC, por ejemplo, se requieren 10 días desde el momento de sellar el cuarto hasta establecer las concentraciones bajas de O₂ y altas de CO₂.

4.7.2 AC rápida (ACR). Este sistema consiste en el control de los gases de las atmósferas inmediatamente después de sellar el cuarto y se mantiene sus niveles mediante un sistema similar a las de ACC.

4.7.3 AC de ultra bajo oxígeno (ACBO). Es una ACR de niveles de O₂ de menos del 1% sin usar altos niveles de CO₂. Se necesita un sistema de vigilancia y control para prevenir que la concentración de O₂ se disminuya a niveles peligrosos para el producto.

4.7.4 AC de alto CO₂. Su uso comercial está limitado al noroeste de los estados unidos para la manzana Golden Delicious. Su almacenamiento por largo tiempo tolera el 5% de CO₂, pero exponiéndola a 10 a 15% de CO₂ por 2 a 4 semanas entre 0 y 5°C antes de iniciar la atmósfera ideal, disminuye la pérdida de textura (ablandamiento), prolongando su vida útil.

4.7.5 AC de bajo etileno. Consiste en una ACR con un control estricto de los niveles de etileno que no deben ser mayores de 1ppm.

4.7.6 AC de baja presión. Consiste en el control de la concentración de O₂ y la aceleración de la pérdida de los volátiles (etileno) de la atmósfera; no permite añadir otros gases como el CO₂ y el CO. Reduce tanto la presión total del aire bajo condiciones de vacío, como la presión parcial de los gases individuales. Es muy costoso y no se utiliza en forma comercial ya que los contenedores son pesados debido a que su material debe resistir el vacío.

4.7.7 AC para el control de insectos. Se requieren 0,5% de O₂ o menos y 50% de CO₂. En general, los cuartos de AC son de refrigeración, con un sistema de sellado para disminuir el intercambio de gases y no permitir el desarrollo presión dentro de él, con sistema automático para monitorear la composición atmosférica y corregir el cambio de gases; además con paredes, techo, piso y puertas herméticas, para el aislamiento térmico y gaseoso (ejm: poliuretano expandido), y ventanas de inspección y puertas de muestreo para vigilancia y control.

- **4.8 GENERADORES PARA MODIFICAR LA ATMÓSFERA AC**

4.8.1 Reducción de O₂

- Flama abierta (combustión de gas propano)
- Quemadores catalíticos (Pt)
- Quemadores de amoníaco
- Nitrógeno líquido o gaseoso
- Uso de membranas de fibras huecas para separar O₂ y N₂
- Malla de carbón molecular con aire comprimido

4.8.2 Eliminación de exceso de CO₂

- Malla molecular
- Agua
- Hidróxido de calcio (cal viva).

- **4.9 ELEMENTOS DE CONTROL EN UN CUARTO DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS CON ATMÓSFERAS CONTROLADAS**

4.9.1 Control de la humedad relativa⁴. Este es uno de los factores de más difícil manejo, y es común encontrar cuartos fríos operando en condiciones de muy baja humedad relativa. Esto ocurre principalmente cuando el área del difusor o evaporador no es la adecuada y la temperatura del refrigerante es muy baja. Si la diferencia entre la temperatura del refrigerante y la temperatura del aire por refrigerar es amplia, ocurrirá condensación sobre el difusor y el aire saldrá hacia los productos frío, pero seco, lo que causará una fuerte deshidratación de los productos almacenados; si además se presenta una rápida circulación del aire por una alta capacidad de los ventiladores, la pérdida de agua en los productos será mayor.

Otro causante de la reducción de la HR es la oscilación de la temperatura, como resultado de la apertura frecuente de puertas y el funcionamiento no continuo de la unidad de refrigeración. En el siguiente inciso se hará referencia al manejo de las puertas como causante fundamental, y se darán algunas recomendaciones. En cuanto al funcionamiento de la unidad, esto es dado por las características del sistema, el aislamiento y la regulación del termostato.

⁴ Mejía, F., Almacenamiento, refrigerado y congelado, unidad 3.(65)
Meneses, M., NRI. SENA. DFID. Planeación y operaciones de cuartos fríos para frutas frescas.

Tabla 1. Humedad relativa en porcentaje de acuerdo a la temperatura

Humedad Relativa (%)	Temperatura del Aire (°C)															
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
20	4.25	4.20	4.15	4.10	4.06	4.01	3.96	3.92	3.87	3.83	3.78	3.74	3.69	3.65	3.61	3.56
25	4.65	4.60	4.54	4.49	4.44	4.39	4.34	4.29	4.24	4.19	4.14	4.09	4.04	4.00	3.95	3.90
30	5.06	5.00	4.95	4.89	4.83	4.78	4.72	4.67	4.61	4.56	4.51	4.45	4.40	4.35	4.30	4.25
35	5.50	5.43	5.37	5.31	5.25	5.19	5.13	5.07	5.01	4.95	4.89	4.84	4.78	4.73	4.67	4.62
40	5.96	5.89	5.82	5.76	5.69	5.62	5.56	5.50	5.43	5.37	5.31	5.25	5.19	5.13	5.07	5.01
45	6.46	6.39	6.32	6.25	6.17	6.10	6.03	5.97	5.90	5.83	5.76	5.70	5.63	5.57	5.50	5.44
50	7.03	6.95	6.87	6.79	6.71	6.64	6.56	6.49	6.41	6.34	6.27	6.20	6.13	6.06	5.99	5.92
55	7.66	7.57	7.49	7.40	7.32	7.24	7.16	7.08	7.00	6.92	6.84	6.76	6.68	6.61	6.53	6.46
60	8.39	8.30	8.21	8.11	8.02	7.93	7.85	7.76	7.67	7.58	7.50	7.41	7.33	7.25	7.17	7.09
65	9.26	9.16	9.05	8.95	8.85	8.76	8.66	8.56	8.47	8.37	8.28	8.19	8.10	8.01	7.92	7.83
70	10.31	10.20	10.08	9.97	9.86	9.76	9.65	9.54	9.44	9.33	9.23	9.13	9.03	8.93	8.83	8.73
75	11.63	11.51	11.38	11.26	11.14	11.02	10.90	10.78	10.66	10.55	10.43	10.32	10.21	10.09	9.98	9.87
80	13.38	13.24	13.10	12.96	12.83	12.69	12.56	12.42	12.29	12.16	12.03	11.90	11.77	11.65	11.52	11.40
85	15.88	15.71	15.55	15.39	15.23	15.08	14.92	14.77	14.61	14.46	14.31	14.16	14.01	13.87	13.72	13.58
90	19.88	19.69	19.49	19.30	19.11	18.92	18.74	18.55	18.37	18.18	18.00	17.82	17.64	17.47	17.29	17.12
95	28.10	27.85	27.61	27.36	27.12	26.88	26.64	26.40	26.17	25.93	25.70	25.46	25.23	25.00	24.77	24.54

Fuente: Recurso Web [en línea]. [Citado el 20 de mayo de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/manejo-poscosecha-colza-t1915/417-p0.htm>

4.9.2 Control de temperatura⁵. No existe una temperatura ideal a la cual se puedan conservar todas las frutas y hortalizas, pues cada especie y variedad tiene una temperatura con la cual se logrará el máximo de vida útil. Lo que sí es una generalidad es que a medida que se reduce la temperatura, también se reducen la actividad respiratoria y el proceso de maduración de los vegetales almacenados. Mientras no se trate de frutas u hortalizas sensibles al daño por frío, la temperatura más baja será inmediatamente arriba de su punto de congelación.

⁵ Mejía, F., Almacenamiento, refrigerado y congelado, unidad 3.(65)
Meneses, M., NRI. SENA. DFID. Planeación y operaciones de cuartos fríos para frutas frescas.

Debido a las características del diseño del cuarto frío, la temperatura dentro del espacio refrigerado oscila entre un máximo y un mínimo, según la sensibilidad del termostato. Cuando se trata de productos sensibles al frío o cuando estamos almacenando cerca de las temperaturas de congelación, estas oscilaciones pueden causar daños serios; la sensibilidad del termostato debe ser de ± 0.5 °C.

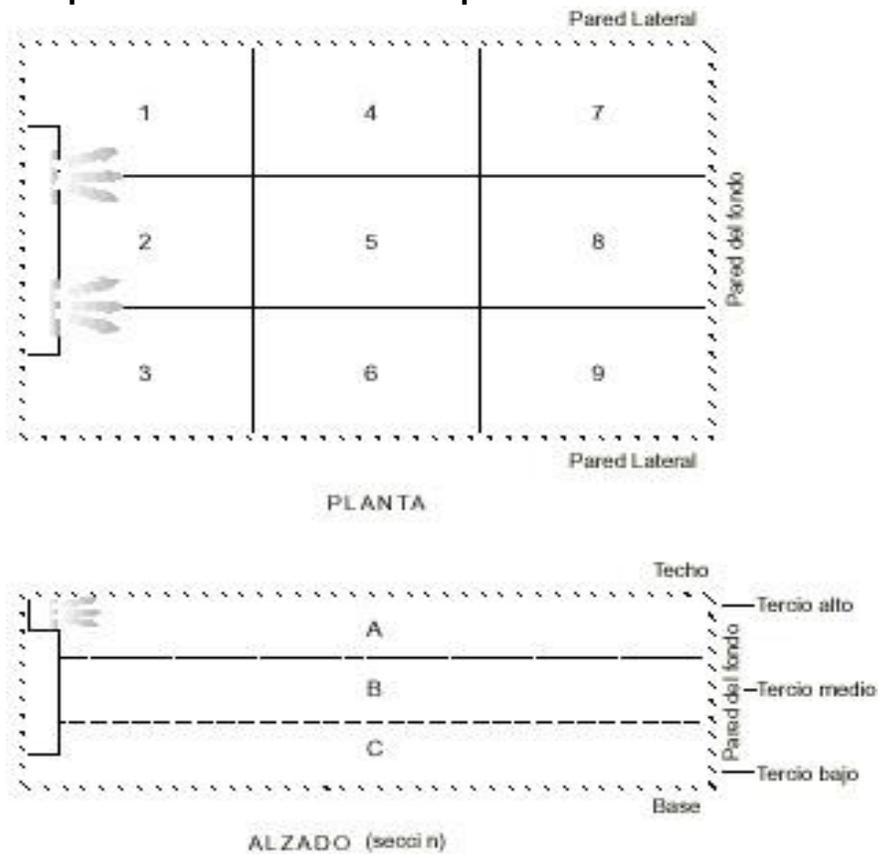
La oscilación de temperaturas se puede evitar si la cámara frigorífica está perfectamente aislada, si se ha hecho un cálculo correcto de la potencia frigorífica, y si el embalaje y arrume de los productos permite una circulación adecuada del aire. La recirculación es una característica exigida durante el diseño; está relacionada con la capacidad de los ventiladores (caudal y velocidad), que garantizará que el aire fluya a través de toda la carga, de manera uniforme para que no ocurran enfriamientos irregulares dentro de la cámara.

La cámara no siempre permanece llena, pero cuando esto ocurre debe existir la garantía de recircular el aire por todos los lugares donde haya fruta u hortaliza; son seres vivos que continuamente respiran, lo que incrementa el calor del aire inmediatamente a su alrededor. Se recomienda que como un mínimo de 10% del volumen total quede libre para garantizar la adecuada recirculación, pero este valor puede reducirse si se tienen estibas o pallets que permitan el paso de aire por la parte inferior de los embalajes.

El caudal de aire que circula varía según el producto. Para almacenamiento de productos sensibles a la deshidratación se recomiendan velocidades máximas de recirculación del aire de $20 \text{ m}^3/\text{min}/\text{ton}$ de producto. Para productos menos sensibles, se pueden usar velocidades de recirculación de $30 \text{ m}^3/\text{min}/\text{ton}$. La velocidad del aire no afecta la pérdida de agua si el aire mantiene una buena humedad relativa.

Por otro lado, dentro del cuarto, se producen zonas frías y “calientes”; como se referencia en la figura 2 se pueden presentar unas temperaturas mínimas en los horizontes A y B en 1, 2 y 3 y unas temperaturas máximas en el horizonte A en 7, 8 y 9 y en el horizonte C desde 4 a 9. Estas diferencias se acentúan a medida que la circulación del aire dentro del cuarto es obstruida por una mala disposición de los productos.

Figura 3. Temperaturas en las distintas partes de un cuarto frío



Fuente: Citado de Mejía, F., Almacenamiento, refrigerado y congelado, unidad 3(65)

4.9.3 Ventilación⁶. La ventilación o control de la velocidad del aire de la cámara de almacenamiento es importante para el mantenimiento de una humedad relativa uniforme, para la eliminación de olores y para evitar la aparición de olor y sabor a viejo. La velocidad de la circulación del aire influye, por supuesto, en el ritmo de desecación del alimento. Si no se adecua una ventilación adecuada, el alimento almacenado en zonas de humedad alta puede sufrir la descomposición bacteriana.

Figura 4. Ventilación en cámara de conservación



Fuente: Recurso web [en línea]. [Citado en septiembre 13 del 2012]. Disponible en internet: < <http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/cold-room-cold-storage-walk-in-freezer-room--443411111.html> >

⁶ Métodos de conservación de alimentos, Recuperado de <http://www.elergonomista.com/alimentos/6jun04.htm>, 13 de septiembre del 2012

- **4.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS A TRATAR**

4.10.1 Tasa de respiración⁷. En la respiración hay una degradación oxidativa de una serie de compuestos carbohidratados como almidón, azúcares, etc., que dan lugar a CO₂. Así hay pérdidas de materia seca y del sabor dulce (por los azúcares que se han degradado). Al aumentar la respiración la degradación es más rápida. Así hay que saber cuándo es mejor cuando recoger el producto, por ejemplo la lechuga es mejor recogerla por la noche por que es cuando más carbohidratos tiene (aunque ya de por sí tiene pocos).

El fruto consume O₂ y desprende CO₂, H₂O y calor, por esto es por lo que se aceleran todas las reacciones oxidativas. El agua se acumula en la superficie por lo que el producto está más expuesto a la acción de microorganismos. Al consumir O₂ en el almacén donde tenga el producto debo saber que disponibilidad de CO₂ hay para que no se dé el fenómeno de anaerobiosis, proceso por el cual se forma etanol que produce toxicidad en los productos, así en las manzanas se dan manchas internas marrones y en la patata manchas negras y el sabor no es agradable, por lo que repercute en la calidad y lo debemos evitar.

⁷ Respiración, Recuperado de <http://html.rincondelvago.com/maduracion-de-frutos.html>, 17 de septiembre de 2012

Tabla 2. Condiciones para el almacenamiento en AC

Condiciones para el almacenamiento en atmósfera controlada de algunos vegetales frescos						
<i>Tasa respiratoria</i>	<i>Tipo de producto</i>	<i>Concentración de gases recomendada (%)</i>		<i>Temp. (°C)</i>	<i>Humedad (%)</i>	<i>Vida útil</i>
		<i>O₂</i>	<i>CO₂</i>			
FRUTAS						
Elevada	Cereza, fresa, mora, frambuesa, melón	5-10	10-15	0-5	90-95	Variable (fresas y frambuesas pocas semanas)
Media	Kiwi, nectarina, melocotón, caqui, aguacate, plátano, mango, cítricos	2-5	5	0-15	85-95	Variable
Baja	Manzana, pera, ciruela, uva	1-3	0-3	0-2	90-95	Variable (manzanas y peras varios meses)
Condiciones para el almacenamiento en atmósfera controlada de algunos vegetales frescos <small>Continuación</small>						
<i>Tasa respiratoria</i>	<i>Tipo de producto</i>	<i>Concentración de gases recomendada (%)</i>		<i>Temp. (°C)</i>	<i>Humedad (%)</i>	<i>Vida útil</i>
		<i>O₂</i>	<i>CO₂</i>			
HORTALIZAS						
Elevada	Tomate, judía verde, maíz, lechuga, col, apio, puerro, coliflor	3-5	5	0-7	95-100	0.5-3 meses
Media	Espárrago, espinacas, brócoli	20	10-15	0-1	95-100	3-4 semanas
Baja	Cebolla, ajo, patata, boniato	1-2	0-5	0-2	65-85	6-10 meses

Fuente: Recurso Web [en línea]. [Citado el 20 de mayo de 2012]. Disponible en Internet: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt3_tecnologias_de_ensado_en_atmosfera_protectora.pdf

4.10.2 Factores que influyen en la velocidad de respiración. Cada fruto desprende una cantidad de CO₂ al día. Para saber cuánto lo pudo almacenar hago: CO₂ día/ CO₂ que desprende en una hora a una determinada temperatura.

Ejemplo: 10000 mg de CO₂ número de horas que pudo almacenarlo

0°C 5mg de CO₂ a 0°C = 10000/5

10°C 15 mg CO₂

Cuando la temperatura aumenta la velocidad de reacción así $Q_{10} = R_{t+10} / R_t$. Generalmente el Q₁₀ será menos de 2, o sea que el proceso respiratorio es muy complejo y funcionan muchas cosas a la vez.

Normalmente al aumentar 10°C la temperatura la velocidad de reacción se duplicará porque el proceso respiratorio es muy complejo y funcionan muchas cosas a la vez (en frutas y hortalizas no pasa esto).

Ejemplo: la patata al aumentar la temperatura aumenta la intensidad respiratoria

IR

4°C 15°C T^a

Generalmente al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de reacción pero si la aumento demasiado destruyo los enzimas (los degrado) que actúan en el proceso metabólico, con lo que se detiene la respiración. Como ejemplo está el plátano el cual si le mantengo a 2-3°C y después lo saco no pasa nada, pero si lo mantengo a la misma temperatura más días (unos 20) y lo saco entonces se ve afectado: se dan daños por frío por lo que hay que tener cuidado.

La velocidad de reacción me va a depender de la cantidad de sustratos que tenga el fruto a la hora de recolectar. O₂

Concentración de O₂: Citocromo a + H₂O | disminuir el O₂ se impide la última fase de respiración. En la célula existen otras oxidasas como:

- Ascórbico oxidasa
- Polifenol oxidasa (a mayor cantidad el fruto pardea más)

Estas dos oxidasas compiten con el citocromo a por el O₂; la de mayor afinidad es la citocromosimasa $K_m = 10^{-10}$ M. Para las otras dos: $K_m = 10$ M. Estas últimas se inhiben pues necesitan oxígeno, así al abrir el fruto y proporcionarle aire estas sí actúan (dan lugar al pardeamiento).

5. METODOLOGÍA

- **5.1 PROYECTO TEÓRICO-PRÁCTICO**

El laboratorio de refrigeración es un hecho dentro de la Institución Universitaria Pascual Bravo, todo por el beneficio que este traerá a toda la comunidad educativa; por lo tanto se considera que éste proyecto de atmósferas controladas y modificadas es de tipo teórico-práctico, ya que para su ejecución se debe realizar una investigación muy completa y detallada para poder llegar a diseñar todo el sistema completo, se deben realizar cálculos por medio de ecuaciones y realizar mediciones de variables que son muy complejas y que necesitan un previo conocimiento para poder ser manipuladas. En pocas palabras se debe contextualizar el proyecto para poder ser plasmado.

Todo lo anterior se debe realizar minuciosamente para poder ejecutar la parte práctica; la cual sería plasmar todos esos conocimientos adquiridos durante la investigación en el montaje real del sistema de atmósferas controladas y modificadas, ya que este es físico y medible y se le deben hacer pruebas y verificaciones para constatar su funcionamiento y rentabilidad para el fin con el que esta planteado. En pocas palabras el proyecto se basa en una parte teórica que se debe reflejar en la construcción física del mismo.

- 5.2 PLAN DE TRABAJO

Tabla 3. Plan de trabajo

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	PRODUCTO
<p>GENERAL: Diseñar e instalar un sistema de atmósferas controladas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Definir el espacio físico donde se va a realizar el montaje del sistema. - Calcular y determinar presiones de entrada y descarga; rangos de temperatura de trabajo del sistema y proceso de inyección de gases. - Determinar cilindros de gases y tuberías galvanizadas inoxidables, con diámetros comerciales para el montaje. - Compra de elementos y equipos para ensamble de los sistemas. - Montaje del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - plano estructural del aula con medidas y proyecciones correspondientes. - Diseño base de cuarto frió, software documento guía de formulas y ecuaciones, asesoría de industrias. - cilindros metálicos, tuberías galvanizadas, manómetros para determinar presiones y válvulas. - Grapas de sujeción, cinta bandit y todo lo enunciado en el ítem anterior.

	<p>refrigerado por atmósferas controladas y modificadas.</p> <p>- producto final al servicio.</p>	<p>- accesorios de tuberías. Válvulas para la inyección de los gases, herramienta de mano.</p> <p>- gráficos comparativos de funcionamiento.</p>
<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>-Investigar métodos eficientes para conservación de alimentos por medio de atmósferas controladas.</p> <p>-Calcular la cantidad de gases y tipos requeridos para el cuarto de conservación.</p> <p>-Ensamblar los diferentes elementos que conforman el sistema de atmósferas controladas y modificadas.</p>	<p>- Consultar y definir el método y tecnología que se implementara en la ejecución del proyecto.</p> <p>- Realizar cálculos de flujo, caudal y funcionamiento por medio de las propiedades de los gases y el sistema, para determinar la cantidad de materia a</p>	<p>- visitas a industrias, asesorías especializadas y documentación base.</p> <p>- software MAPLESOFT, el cual contiene propiedades y ecuaciones necesarias para el cálculo requerido.</p>

	<p>utilizar.</p> <p>-Realizar en montaje físico de todos los elementos que conforman el sistema.</p>	<p>Todos los Elementos ya comprados, herramienta de mano y equipos de medición necesarios para su ejecución.</p>
--	--	--

Fuente: Estudiantes responsables del proyecto

- **5.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

- **5.3.1 Fuentes primarias**

- Se realizarán visitas a empresas que hayan tenido como experiencia la construcción de cuartos de refrigeración por atmósferas controladas y modificadas.
- Visitar proveedores de los elementos necesarios para el montaje y asesorías como el Caso de aire ambiente.
- Encuestas con personas que tengan contacto con sistemas de refrigeración o docentes que puedan dar claridad a temas tratados.

5.3.2 Fuentes secundarias

Búsqueda en libros relacionados con los fenómenos que se encontrarán en la realización del proyecto como por ejemplo el área de termodinámica y refrigeración.

- Realizar una búsqueda detallada y completa en páginas Web para complementar teorías y buscar en los link de las industrias y proveedores toda la información necesaria.
- Utilizar los catálogos y revistas informativas y de productos que nos puedan ser útiles para selección de elementos y actualización de nuevas tecnologías que nos puedan a simplificar posibles problemas que se nos presenten.
- Visitar bibliotecas donde se pueda adquirir libros que contengan información relacionada con el sistema de atmósferas controladas y modificadas.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

- **6.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ATMÓSFERA CONTROLADA PARA MADURACIÓN Y DESVERDECIMIENTO DE FRUTAS CON AZETIL**

6.1.1 Características fisiológicas de la vida de los vegetales.

La fruta, como organismo vivo, manifiesta una serie de fenómenos fisiológicos, siendo el principal la “respiración”.

Este fenómeno se caracteriza por:

- Absorción de oxígeno (O_2).
- Desprendimiento de dióxido de carbono (CO_2).
- Desprendimiento de vapor de agua.
- Desprendimiento de calor.

Los factores activos que influyen más directamente sobre la maduración de la fruta son:

- La temperatura.
- La composición de la atmósfera (relación CO_2 y O_2).
- La presencia de etileno (C_2H_4), que es una especie de “hormona” de maduración de la fruta.

Hay que hacer notar que el comportamiento de la fruta frente a la maduración se ve influenciado también por:

- La variedad.
- La procedencia y el clima.
- Naturaleza del terreno.
- Abonos y tipos de desinfección.
- Riego.
- Estado de madurez en el momento de la recolección.

Luego de establecer los parámetros en una cámara de maduración se deben considerar estos factores.

También puede haber diferencias importantes en la técnica de maduración de un fruto fresco en relación a otro que proviene de una atmósfera controlada de conservación.

6.1.2 Maduración. Las modificaciones que sufre el fruto en el proceso de maduración artificial son las siguientes

- Ablandamiento de la piel.
- Modificación en el sabor y endulzamiento por degradación al almidón.
- Evolución del color a través de la desaparición de la clorofila y la aparición de distintos pigmentos.
- Incrementos en la actividad respiratoria del fruto.

Esta evolución gradual se acelera con la presencia de etileno. En algunas oportunidades esta evolución puede hacerse muy difícil, como en el caso de la

fruta cosechada muy verde o aquellas conservadas a temperatura muy bajas por un largo periodo.

6.1.2.1 Maduración y desverdización. El uso de azetil INDURA permite mediante una dosificación sencilla y eficiente la desverdización y maduración de frutas en general. Además, brinda una gran seguridad evitando por su concentración la inflamación de etileno.

El etileno es un gas incoloro, no toxico, altamente inflamable y con características de olor y sabor dulce. Este gas es una hormona natural para plantas y cumple funciones fisiológicas durante el crecimiento, desarrollo, maduración y envejecimiento de todas las plantas. El etileno posee en una gran capacidad de absorberse en materia orgánica. Reacciona con la clorofila tornando el verde clásico de plantas no maduras a un color amarillento típico de las plantas maduras, además reacciona con nutrientes presentes en frutas y verduras para luego formar azúcares, entregando el sabor características de plantas maduras.

Los límites de inflamabilidad del etileno puro aire a 20°C y atm son inferiores a un 3,2% de concentración.

Considerando lo anterior y teniendo presente que para el inicio de una maduración y desverdización eficiente, sólo es necesario pequeñas concentraciones de etileno que van entre 0.1 a 1 ppm, INDURA ha mezclado con el etileno con nitrógeno para así dar vida a azetil INDURA.

El azetil consiste en una mezcla de gases compuestas por un 95% de nitrógeno y un 5% de etileno, su finalidad es la maduración de frutas y verduras, su dosificación presenta la misma eficiencia que el etileno puro, al tener una densidad similar al del aire proporciona una homogenización perfecta con la atmosfera de

las cámaras, situación que no ocurre con el etileno, por presentar una densidad diferente con la del aire. Como el azetil está compuesto en su mayoría por nitrógeno (95%), esta mezcla no presenta el grado de inflamabilidad que su par etileno, por lo que las medidas de manipulación y transporte de la mezcla pueden ser realizados sin medidas adicionales de seguridad, solo guardando aquellas que relacionan cilindros a altas presiones.

Los elementos típicos con los que consta una cámara de maduración son:

- Cámara: su hermeticidad al azetil debe ser total, además se recomienda un aislamiento térmico.
- Calefactor eléctrico: se debe de disponer de un equipo en conjunto, es decir tanto como de calefacción como frigorífico, con el fin de mantener la temperatura constante dentro la cámara.
- Humidificador: este debe mantener una humedad relativa dentro de cámaras entre 90-100%, con la finalidad de reducir perdidas por deshidratación del producto.
- Ventiladores: es necesario que exista ventilación entre y sobre las frutas con el objeto de evitar acumulación de Dióxido de carbono (CO₂), con la consiguiente falta de oxígeno (O₂).

6.1.3 Cilindro de azetil.

Regulador de presión: con un medidor de flujo que debe entregar la cantidad de gas requerido.

Sistema de control de la operación: con el fin de realizar un control permanente de los parámetros que aceleran la maduración de frutas, INDURA ha desarrollado el tablero de control para cámaras de maduración. Los parámetros a controlar son temperatura, humedad, ciclos de aireación y flujo de azetil.

6.1.3.1 Ventajas.

- Disminuye considerablemente el tiempo de maduración.
- Permite a exportadores, importadores y distribuidores llegar en mejores condiciones al mercado que persiguen captar, respecto de sus competidores que no usan el sistema.
- Estandarizar el grado de, maduración de productos utilizados en procesos continuos de producción.

6.1.3.2 Descripción del azetil.

Los límites de inflamabilidad del etileno puro en aire a 20°C y a 1 atm son: inferior 3,1 % y superior 32 % de concentración.

Para evitar este inconveniente y considerando que las concentraciones requeridas para la maduración son muy bajas, se le utiliza disuelto en nitrógeno.

El azetil consiste en una mezcla compuesta de 95 % de nitrógeno y 5 % de etileno. Sus principales características son:

6.1.3.3 Eficacia

Su dosificación resulta sencilla y presenta la misma eficiencia que el etileno puro. Al tener una densidad similar a la del aire, proporciona una perfecta homogeneización en la atmosfera de las cámaras, cosa que no ocurre con el etileno puro.

6.1.3.4 Seguridad

Dado que el azetil está compuesto en gran parte de nitrógeno, no tiene las características de inflamabilidad del etileno puro, por lo que se puede transportar y manipular sin medidas adicionales de seguridad, solo guardando aquellas relacionadas con cilindros de altas presiones.

6.1.3.5 Instalación

En las instalaciones que constan de una sola cámara de maduración, la solución más simple consiste en suministrar el azetil por medio de un regulador con flujómetro conectado a una manguera, la que entra a la cámara introduciendo el gas a nivel del ventilador. Si se trata de varias cámaras, la instalación consiste en un banco de cilindros con una red de cañerías y válvulas que alimentan las cámaras en forma independiente.

6.1.3.6. Ficha técnica del azetil.

- **Efectos sobre la salud**

- **Efectos en los ojos:** no se anticipan efectos adversos.
- **Efectos sobre la piel:** no se anticipan efectos adversos.
- **Efectos de ingestión:** no se anticipan efectos adversos.
- **Efectos de inhalación:** El producto es un asfixiante simple, no-tóxico. Los efectos de deficiencia de oxígeno resultante de asfixiantes simples pueden incluir: respiración rápida, agudeza mental disminuida, coordinación muscular afectada, fallas de juicio, depresión de todas las sensaciones, inestabilidad emocional y fatiga.

A medida que la asfixia progresa, pueden resultar náusea, vómitos, postración, y pérdida de la conciencia, llevando eventualmente a convulsiones, coma, y muerte.

La deficiencia de oxígeno durante el embarazo ha producido anomalías del desarrollo en humanos y animales experimentales.

Tabla 4. Ficha técnica del Azetil

COMPOSICION	CONCENTRACION	TOLERANCIA DE PREPARACION			
ETILENO	5 % *	± 10 %			
NITROGENO	Balance **				

ENVASES USUALES: CILINDROS

Tamaño	Especificación DOT	Contenido		Presión de Llenado a 15° C	
		Volumen (15° C 1 atm)	Peso	Bar.	Psig
207/52,5	E9001/E9370	10.0 m ³	18.6 kg	198.0	2870
200/50	200/300	9.0 m ³	16.9 kg	188	2764
166/50	3AA 2400	8.5 m ³	15.2 kg	177.5	2575
139/44	3AA 2015	6.0 m ³	11.0 kg	139.5	2023
124/44	3AA 1800	6.0 m ³	10.1 kg	127.0	1842

VÁLVULA: CGA 555, hilo 22.93 – NGO – Exterior izquierdo

IDENTIFICACIÓN DE CILINDROS

FRANJA	VIOLETA
CUERPO	NEGRO

* Extra Puro, Etileno grado 4.8.
 ** Extra Puro, Nitrógeno grado 4.5.

Nota: los parámetros destacados en color rojo, forman parte del plan de calidad de liberación de Lotes.

Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS

- **Medidas de primeros auxilios**

- **Ojos:** Improbable, ya que el producto es un gas a la temperatura ambiente.
- **Piel:** No aplicable.
- **Ingestión:** Improbable, ya que el producto es un gas a la temperatura ambiente.
- **Inhalación:** la pronta atención médica es obligatoria en todos los casos de sobre-exposición al nitrógeno. el personal de rescate debería estar equipado

con equipo de respiración autónoma (era). Las víctimas deberían ser removidas a un área no contaminada e inhalar aire fresco. La rápida remoción del área contaminada es de la mayor importancia. Las personas inconscientes deberían ser removidas a un área no contaminada, y si la respiración se ha detenido, debe dárseles resucitación artificial y oxígeno suplementario. Tratamiento adicional debería ser sintomático y de apoyo.

- **Medidas por liberación accidental**

En caso de escape evacuar a todo el personal de la zona afectada (hacia un lugar contrario a la dirección del viento). Aislar un área de 100 metros a la redonda. Localizar y sellar la fuente de escape del gas. Dejar que el gas se disipe. Monitorear el área para comprobar los niveles de oxígeno. La atmósfera debe tener un mínimo de 19.5% de oxígeno antes de permitir el acceso del personal con aparatos de respiración autosuficiente. Eliminar posibles fuentes de ignición. Ventilar el área encerrada o mover el cilindro con fuga a un área ventilada. Escapes sin control deben ser atendidos por personal profesionalmente entrenado usando un procedimiento establecido previamente. Si el escape es en el contenedor o en la válvula del contenedor, contactar el número de teléfono de emergencia de Indura S.A.

- **Manejo y almacenamiento**

- **Clasificación eléctrica:** No peligroso.

Esta mezcla de gas no es corrosiva y puede usarse con todos los materiales de estructuras comunes.

Use sólo en áreas bien ventiladas. Las tapas de protección de válvulas deben permanecer en su lugar, a menos que el contenedor esté asegurado con una salida de válvula con cañerías al punto de uso. No arrastre, deslice o ruede cilindros. Use una carretilla adecuada para el movimiento de cilindros. Use un regulador de reducción de presión al conectar un cilindro a cañerías o sistemas de baja presión (<3000 psi). No caliente el cilindro por ningún medio para aumentar la velocidad de descarga del producto desde el cilindro. Use una válvula anti retroceso en la línea de descarga para impedir retro flujo peligroso en el cilindro.

Proteja los cilindros del daño físico. Almacénelos en un área fría, seca, bien ventilada, de construcción no combustible, lejos de las áreas con gran tráfico y de las salidas de emergencia. No permita que la temperatura donde se encuentren almacenados los cilindros exceda los 52°C. Los cilindros deberían almacenarse hacia arriba y asegurados firmemente, para impedir que caigan o sean golpeados. Use el sistema de inventario de "primero que entra - primero que sale" para impedir que los cilindros completos sean almacenados por excesivos períodos de tiempo.

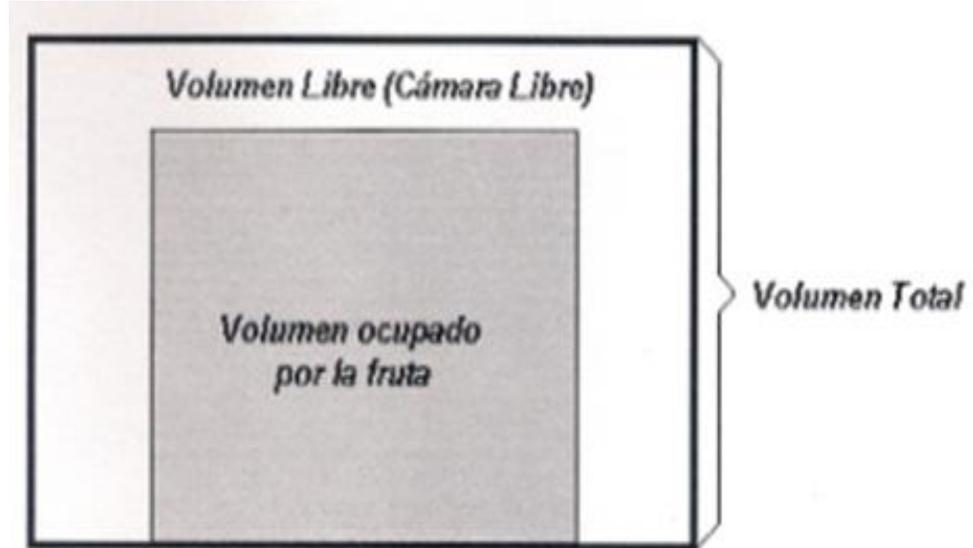
6.1.4 Variables para el cálculo de maduración.

Para la maduración de una fruta dentro de una cámara, es necesario conocer cuatro variables:

- Especie de fruta a madurar.
- Volumen en m³ (largo x ancho x altura) de la cámara a usar.
- Volumen en m³ ocupado por la fruta dentro de la cámara.

- Concentración de azetil.

Figura 5. Representación esquemática del almacén de maduración



Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS

6.1.4.1 Cálculo de cantidad necesaria de azetil.

Cómo lograr la concentración de azetil deseada dentro de la cámara.

Se aconsejan concentraciones de 0,001 a 0,002% de etileno en volumen para la mayoría de las frutas, lo cual equivale a 2-4% de azetil, siendo lo ideal 4%, teniendo presente que al hablar de volumen nos referimos a metros cúbicos de cámara libre. La dosis inferiores de azetil, prolongan el tiempo necesario, para llegar al punto optimo de madurez y la dosis superiores no repercuten en un estímulo del proceso.

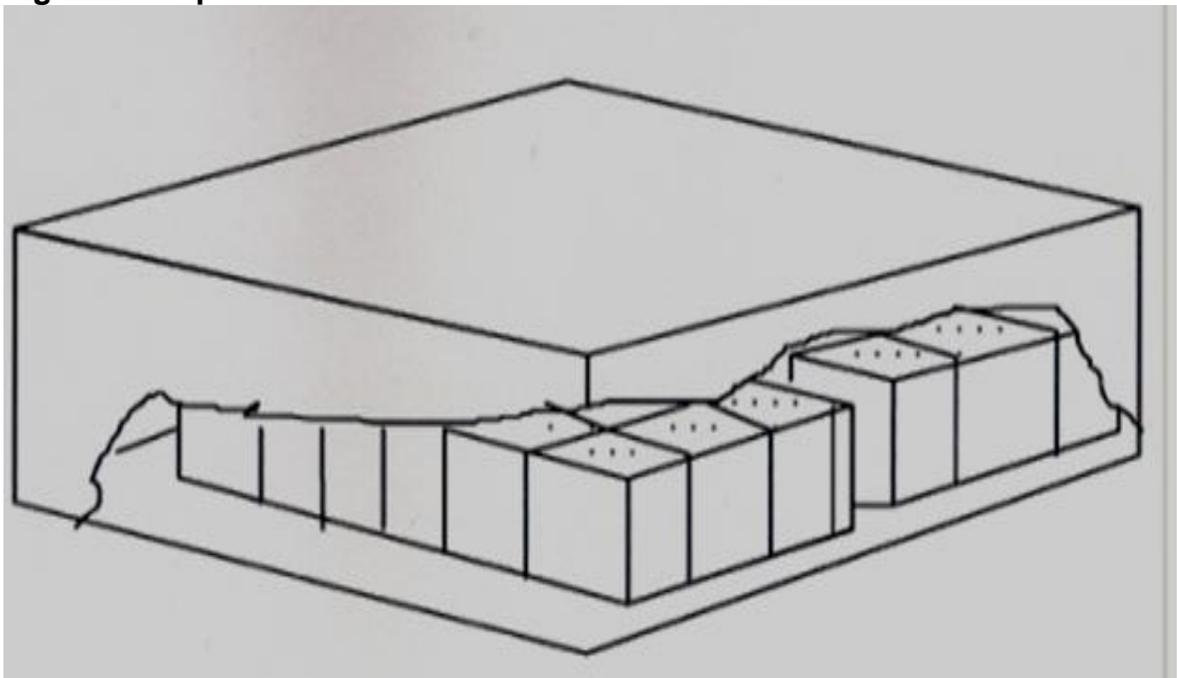
La dosis óptima que aparece en la tabla 1 es un 4% para la mayoría de las frutas.

Esto equivale a una dosis de 40 litros de azetil por cada metro cubico de cámara libre (para proceso general ver ejemplo).

Ejemplo de cálculo para determinar la cantidad de azetil a utilizar. Recordando las cuatro variables

- Especie de fruta a madurar.....paltas
- Volumen de la cámara.....120 m³ (5x4x6)
- Volumen ocupado por la fruta.....30 m³ (es aprox. Igual a las toneladas de Fruta dentro de la cámara.)
- Concentración de azetil deseada.....4%
- Calculo de la concentración de azetil

Figura 6. Esquema de Almacenamiento



Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS

6.1.4.2 Fórmulas para calcular AC con azetil

La formula general que deberá ser utilizada para todos los cálculos es:

$$Lt.Azetil = (Conc.Deseada) \cdot (Vtot - Vocup) \cdot \frac{1000}{100}$$

Donde:

Lt.Azetil : Litros de azetil requeridos.
Conc.Deseada: Concentración de azetil deseada o óptima.
Vtot : Volumen total de cámara de maduración.
Vocup : Volumen ocupado por la fruta dentro de la cámara

Reemplazando valores en la ecuación donde:

- Conc. Deseada.....=4%
- Volumen total.....=120
- Volumen ocupado.....=30

$$Lt.Azetil = (4) \cdot (120 - 30) \cdot \frac{1000}{100} = 3600$$

$\therefore Lt.Azetil = 3600Lt$

Por lo tanto los litros de azetil requeridos son 3.600

- Nota: 1 m³ equivale a 1.000 Lt

Si queremos introducir los 3.600 Lt de azetil dentro de la cámara demorándose en esta operación 1 hora, el flujo se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Flujo(Lt/min)} = \frac{\text{Dosis(Lt)}}{\text{tiempo(min)}}$$

Remplazando valores en la ecuación donde:

- Dosis = 3600Lt
- Tiempo = 60 min

$$\text{Flujo (Lt/min)} = \frac{3600}{60}$$
$$\therefore \text{Flujo} = 60 \text{ Lt/min}$$

Por lo tanto se debe aplicar un flujo de 60 Lt/min durante 1 hora, para alcanzar los 3600 litros.

Es decir, el medidor de flujo (flujómetro) se debe ajustar en 60 Lt/min y aplicar durante una hora para obtener 4% del volumen de la cámara de azetil.

6.1.4.3 Equivalencia entre partes por millón (ppm) y % de azetil.

$$\text{PPM(Etileno)} = \frac{\text{Conc.Deseada}}{100} \cdot 1.000.000 \cdot 0.05$$

Teniendo en cuenta que:

$$\text{Conc. Deseada} = \frac{\text{Dosis (Lt. Azetil)}}{(V_{\text{tot}} - V_{\text{ocup}}) \cdot 1000}$$

Donde:

PPM(Etileno) : Partes por millón de etileno .
Conc. Deseada : Concentración de azetil deseada o óptima.
Dosis : Flujo de Azetil requerido para una concentración deseada.
V_{tot} : Volumen total de cámara de maduración.
V_{ocup} : Volumen ocupado por la fruta dentro de la cámara

Ejemplo:

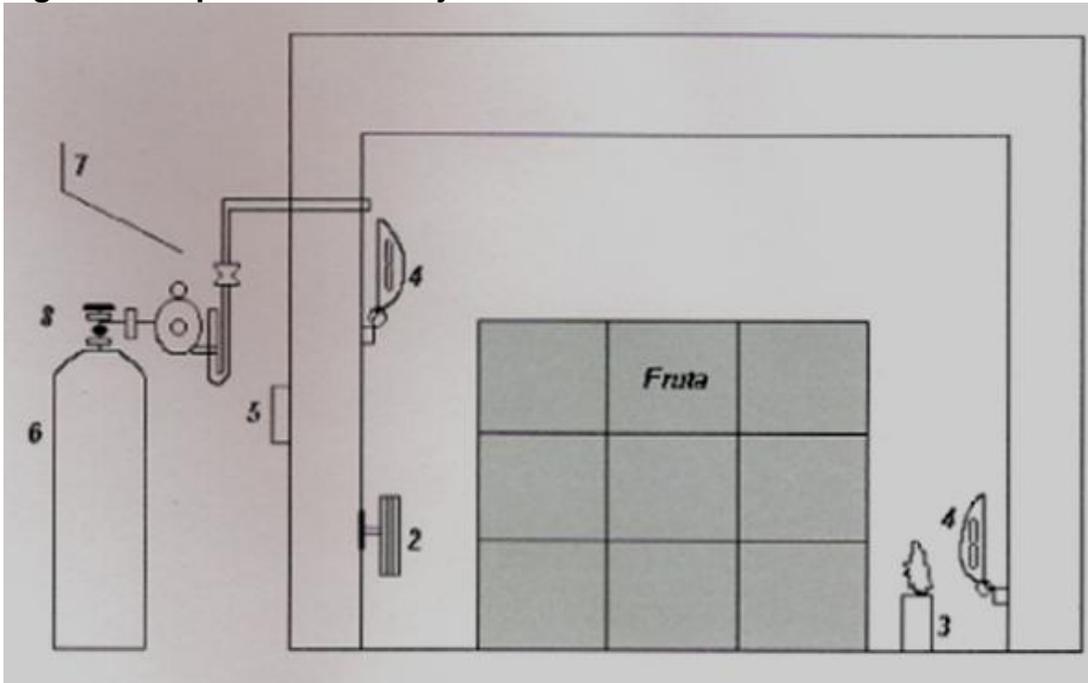
Si tomamos los mismos datos que en el ejemplo anterior, es decir paltas con una concentración deseada de 4% de azetil al interior del volumen libre la cámara, entonces se tendrá:

$$\begin{aligned} \text{PPM(Etileno)} &= \frac{4}{100} \cdot 1.000.000 \cdot 0.05 \\ \text{PPM(Etileno)} &= 2.000 \end{aligned}$$

Según este procedimiento anterior los litros de acetil requeridos en el proceso de maduración del banano es de 84.8 litros; por tanto se requiere de un flujo de gas de 1.41 lt/min para obtener la concentración deseada de 4% de azetil al interior del volumen libre la cámara,

6.1.5 Infraestructura y equipos

Figura 7. Esquema de montaje



Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa *CRYOGAS*

El equipamiento es similar para la maduración de cualquier especie de las antes mencionadas.

6.1.5.1 Descripción de los componentes.

- **Cámara** Su hermeticidad al gas debe ser total y se recomienda un aislamiento térmico.

Figura 8. Cuarto de refrigeración, congelación y maduración



Fuente: Fotografía del Montaje, tomada por Sergio Zapata, 30 de Agosto de 2012.

- **Calefactor eléctrico.** Se debe disponer de un equipo conjunto (frigorífico y de calefacción) con el objeto de mantener una temperatura constante. Deben evitarse los calefactores de combustión directa en el interior de la cámara por el consumo de oxígeno que ello representa y la consecuente emisión de dióxido de carbono.
- **Humidificadores.** La humedad es el factor que exige un control más delicado. Esto debe, en general, mantenerse bastante alta (90-100%), lo que reduce las pérdidas de peso por deshidratación y el ablandamiento del frío. El grado de humedad requerido puede conseguirse por pulverización de agua combinada con el sistema de ventilación, vaporación, aunque también es posible lograrlo mojando las paredes y/o el piso de la cámara. Debe evitarse la presencia de agua sobre las frutas, ya que esto favorece la formación de moho.

- **Ventiladores.** Es necesario que la ventilación provea de un flujo constante sobre y entre las frutas con el objeto de evitar la acumulación de dióxido de carbono, con la consiguiente falta de oxígeno
- **Sistema de control de operación.** Para efectuar un control permanente de los parámetros que aceleran la maduración de las frutas, indura ha desarrollado el tablero de control para cámaras de desverdecimiento, que consiste en una pequeña caja en la cual se ubican los elementos básicos de control de la cámara, lo que se detallan a continuación:

- **Controlador de temperatura:**

Registra y entrega información de la temperatura del interior de la cámara, y la relaciona a la referencia prefijada (generalmente a 30°C), accionando la conexión o desconexión del sistema de calefacción.

- **Controlador de humedad:**

Registra y entrega información de la humedad del interior de la cámara, comparándola con la referencia prefijada (cercana al 90%), accionando la conexión o desconexión del sistema elevador de humedad.

- **Timer:**

Controla los ciclos de trabajo de la cámara (aireación diaria, emergencias, etc.) accionado la alarma correspondiente en caso de alguna falla al sistema.

- **Flujómetro:**

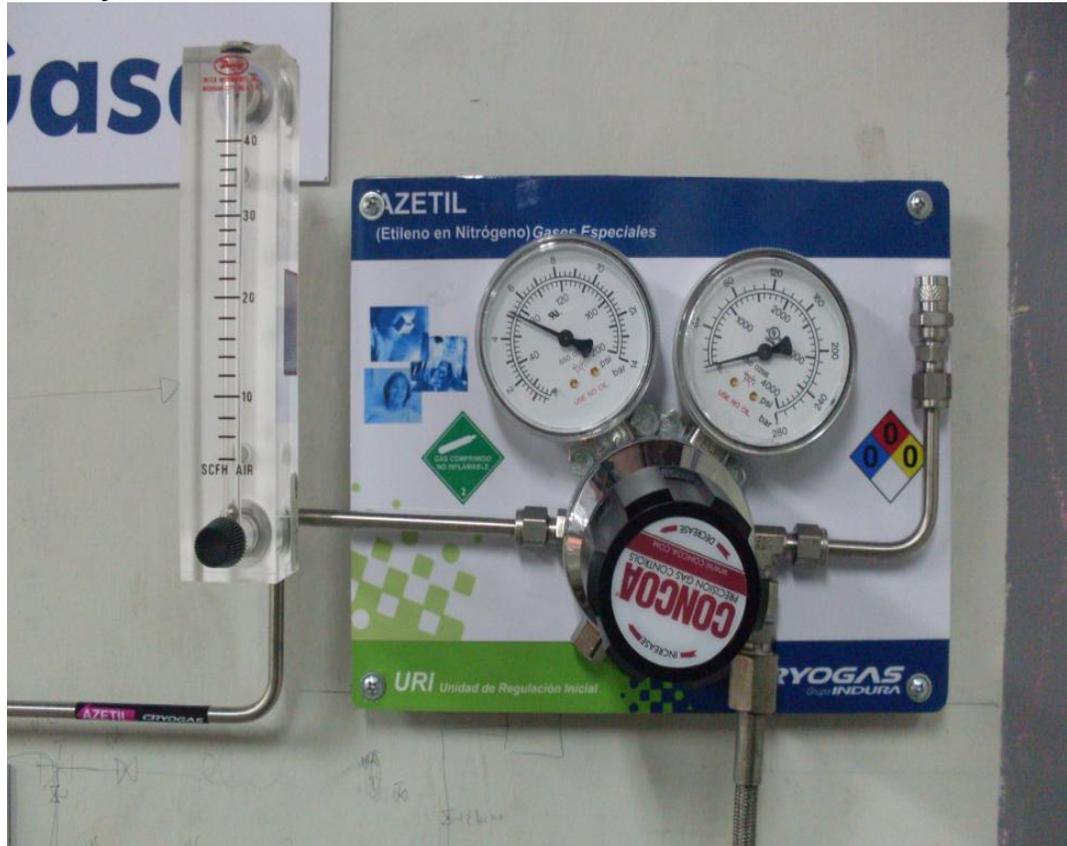
Permite la dosificación exacta del gas que debe ser introducido en la cámara diariamente.

El tablero es de pequeñas dimensiones y fue concebido para ser instalado en el exterior de la cámara, conectando a 220 volts. Cuenta con sistemas y elementos necesarios de seguridad, que evitan daños en el circuito mismo de control o los elementos conectados a él.

6.1.5.2 Montaje físico de red primaria.

- **Regulador:** con un medidor de flujo que tenga una escala de control de acuerdo al flujo calculado. Por ejemplo Harris 25-30 FL o 25-50 LM.

Figura 9. Unidad de Regulación Inicial marca CONCOA Rango 0 a 200 PSI ó 0.5-14 Bares y de 0-4000 PSI ó 0-280 Bares



Fuente: Fotografía del Montaje, tomada por Sergio Zapata, 30 de Agosto de 2012.

La inyección se controla a través de una válvula de aguja y se debe disponer de una válvula de corte general (8).

Figura 10. Válvula de corte general



Fuente: Fotografía del Montaje, tomada por Sergio Zapata, 30 de Agosto de 2012.

6.1.6 Desarrollo de la operación.

Una vez finalizada la entrada del producto en la cámara y comprobada la hermeticidad de esta, se lleva su temperatura ambiente a la ideal de maduración de la fruta, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 5. Régimen y condiciones de maduración

CONDICIONES IDEALES DE MADURACION				
ESPECIE	TEMPERATURA °C.	CONCENTR. DE AZETIL %	HUMEDAD %	TIEMPO DIAS
PERA	21-25	2-4	90-98	2,5-3,5
PALTA	20- 21	2-4	92-96	3
PLATANO	20-21	2-4	95-98	2-3
NARANJA	27-32	2-4	90-92	3-4
LIMON	27-32	2-4	90-92	4-5
POMELO	27-32	2-4		0,5
MANZANA	26-28	6-6,5		7

Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa *CRYOGAS*

A continuación se inyecta azetil según las dosis calculadas (40 l/m³ de cámara libre).

La cámara debe abrirse (ventilar) cada 24 horas durante 30 a 45 min., manteniendo en funcionamiento los equipos de ventilación para evacuar el sobrante de dióxido de carbono que se haya acumulado.

Terminada la ventilación debe cerrarse la cámara y aplicar nuevamente la dosis de azetil requerida.

El procedimiento se repite por los días que dure esta operación.

Se debe tener un control riguroso de las variables que intervienen en la maduración durante los días que dura el proceso, de acuerdo a la tabla 4..

6.1.6.1 Aireación periódica de la cámara de maduración.

El aumento de la actividad respiratoria de la fruta en la cámara de maduración disminuye el contenido de oxígeno, generándose simultáneamente dióxido de carbono que al concentrarse sobre el 2 % puede retrasar e incluso impedir la maduración de la fruta.

Para evitar este problema, la cámara se debe ventilar, abriéndola durante 30 a 45 minutos cada 24 horas, conectando los equipos de ventilación para evaluar el sobrante de dióxido de carbono que se haya acumulado.

6.1.6.2 Ensayo de hermeticidad al gas.

La verificación de la hermeticidad de las cámaras al gas se realiza cuando estas se ponen en servicio por primera vez y luego cada año, antes de empezar el almacenamiento, para descubrir cualquier posible grieta.

Los siguientes métodos se pueden utilizar para el ensayo de hermeticidad al gas.
Método de convección basado en el estudio de la variación en la presión

En el ensayo se realiza en una cámara vacía a una temperatura constante, con los ventiladores apagados.

Se cierran herméticamente las puertas y se aumenta la presión a un valor entre 15 mm H₂O y 25 mm H₂O (147 Pa a 245 Pa) por encima de la presión atmosférica, utilizando bombas de aire independientes o empotradas en la instalación para

regular la composición de la atmosfera. Se mide el tiempo necesario para obtener esta presión.

Este tipo indica que la hermeticidad de las cámaras al gas es muy buena, buena o insuficiente.

Una variante de este método es calcular la hermeticidad al gas como una función del tiempo mínimo necesario para que se disipe el exceso de presión creado. El tiempo varía entre 10 min Y 70 min como una función de las dimensiones de la cámara y el producto almacenado.

Otra variante de este método es medir el tiempo necesario para que el exceso inicial de presión en la cámara reduzca a la mitad. Para que la cámara sea aceptable, este tipo (bajo condiciones apropiadas de temperatura constante) debería exceder los 10 min a 12 min.

En la práctica de este cálculo se puede usar para clasificar la cámara como:

- Muy buena [aumento de presión de 3,4 mm H₂O (33,3 Pa)]
- Buena [aumento de presión de 1 mm H₂O a 3,4 mm H₂O (9,8 Pa a 33,3 Pa)]
- Insuficiente [aumento de presión de 1 mm H₂O (9,8 Pa)]

El método de convección también se puede usar para medir la hermeticidad de las cámaras al gas empleando sacos llenos de gas si estos se pueden cerrar con una válvula.

6.1.6.3 Método de difusión basado en la difusión de dióxido de carbono de una cámara previamente enfriada.

Este método es particularmente apropiado para cámaras con sacos llenos de gas en las que no se puede usar el método de convección. Se establece un contenido de dióxido de carbono en la cámara. Los cambios en los niveles de dióxido de carbono y oxígeno se determinan continuamente.

Por ejemplo, en la cámara se produce un contenido de dióxido de carbono de 15% (V/V) [dando un contenido de oxígeno de 6% (V/V) en ella].

Si, en curso de 24h, el contenido de dióxido de carbono no se reduce más de 1% (V/V) y el de oxígeno no aumenta más de 0,25% (V/V) con los ventiladores funcionando, la hermeticidad al gas se considera adecuada.

6.1.6.4 Detección de fallas en la hermeticidad al gas.

Para detectar grietas o áreas de hermeticidad insuficientes se procede de la siguiente manera.

Se aumenta o reduce la presión en la cámara aproximadamente en 10 mm H₂O (98,1 Pa) con las puertas herméticamente selladas y los ventiladores apagados. Se instruye a una persona dentro o fuera de la cámara para ubicar el punto a través del cual se está moviendo el gas, observando si:

- El humo que se genera en la cámara fluye en una dirección particular; Hay un ruido silbante que indique movimiento de aire hacia dentro o hacia fuera de la cámara;

- Cuando se aplica una solución de agua jabonosa con una brocha de pintar a las áreas sospechosas, se forman burbujas de aire;
- Cuando se coloca una vela encendida en el área sospechosa el paso del aire hace alargar la llama.

6.1.6.5 Reparación.

Las cámaras cuya hermeticidad no es satisfactoria se deberían reparar antes de almacenar productos en ellas.

En las áreas que presentan fallas de hermeticidad se aplica silicona o masilla de poliuretano.

Las fallas se eliminan reemplazando el recubrimiento por forros en las paredes (acero, aluminio, etc.). Cuando se emplean resinas de poliéster para el aislamiento se adhiere dos telas de fibra de vidrio entre si y se aplican dos o tres capas de resina en la parte superior.

Después de la reparación se recomienda verificar de nuevo la hermeticidad de la cámara al gas.

6.1.7 Mantenimiento de la composición de la atmósfera controlada.

Una vez que se han obtenido los contenidos requeridos de oxígeno y dióxido de carbono, hay que aplicar varios procedimientos para mantener constante la composición.

Debido a los diferentes factores que causan variación en los contenidos de oxígeno y dióxido de carbono (salida de gas dióxido de carbono durante la ventilación, difusión de oxígeno), se necesitan intervalos específicos para controlar y mantener el nivel requerido de los componentes del gas.

Los sistemas de estabilización para atmósferas controladas son:

- Una entrada de gas periódica y cuidadosa para las atmósferas tipo 1;
- Una entrada de aire fresco, periódica y cuidadosa, y retiro del dióxido de carbono, combinado con el uso de depuradores y equipo de difusión para las atmósferas de tipo 2.

6.1.8 Verificaciones durante el período de conservación.

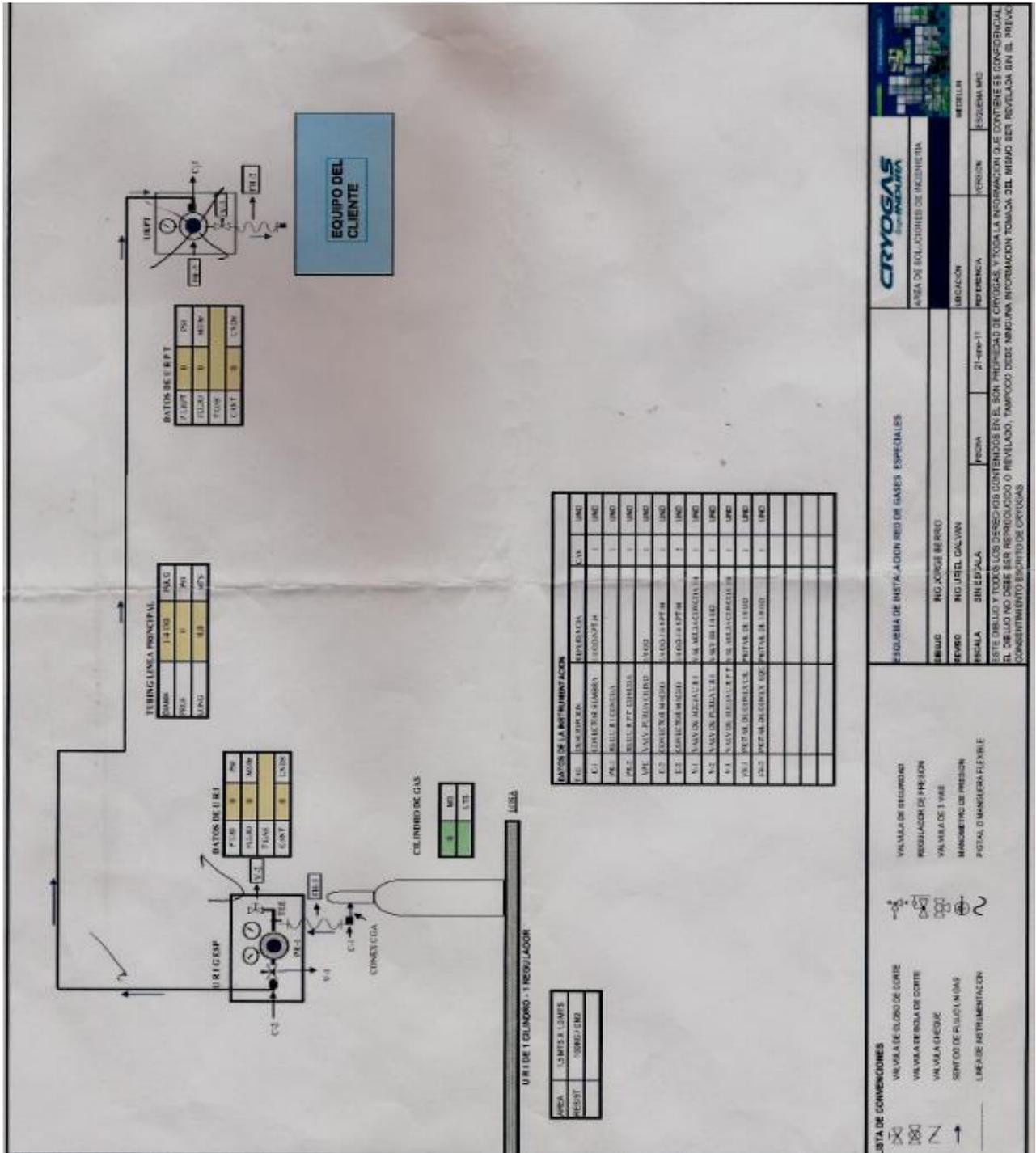
Los factores de conservación (temperatura, humedad relativa y composición del gas) se verifican inicialmente dos veces al día, y luego una vez cada día, utilizando lectura directa o un equipo de registro.

Periódicamente se verifica la calidad de los productos almacenados.

6.1.9 Operaciones al final del almacenamiento controlado.

Cuando se desea terminar el almacenamiento en atmosfera controlada, se abren las puertas de las celdas y se dejan funcionando los ventiladores por 1 h o 2 h. Así se dispersa el exceso de dióxido de carbono y el contenido de oxígeno se equilibra con los niveles del ambiente, con lo cual es seguro para los trabajadores el entrar sin mascarar protectoras.

Figura 11. Plano de montaje



Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS

7. CONCLUSIONES

- Se concluye entonces con la construcción adecuada de un sistema de atmósferas controladas se puede lograr una buena conservación y aceleración en el metabolismo que constituyen a los alimentos como tal.
- Se desea destacar que es de gran importancia la implementación de la instrumentación adecuada para poder llevar el control de todo el proceso dentro de la cava que está sometida a un cambio de atmósfera.
- Es de gran importancia realizar el análisis morfológico del alimento que se vaya a encubar dentro de la cava, conociendo su tasa de respiración y realizando los cálculos adecuados para saber cuál es la cantidad de gas a inyectar dentro del sistema.
- Como conclusión final se destaca la implementación de un sistema de atmósferas controladas con inyección de Azetil, que cuenta con una construcción técnica profesional y que hará parte del laboratorio de refrigeración en la Institución Universitaria Pascual Bravo.

8. RECOMENDACIONES

- **8.1 ADECUADA MANIPULACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA UTILIZACIÓN DE LA PIPETA DE AZETIL**

8.1.1 Efectos sobre la salud

- **Efectos en los ojos:** no se anticipan efectos adversos.
- **Efectos sobre la piel:** no se anticipan efectos adversos.
- **Efectos de ingestión:** no se anticipan efectos adversos.
- **Efectos de inhalación:** El producto es un asfixiante simple, no-tóxico. Los efectos de deficiencia de oxígeno resultante de asfixiantes simples pueden incluir: respiración rápida, agudeza mental disminuida, coordinación muscular afectada, fallas de juicio, depresión de todas las sensaciones, inestabilidad emocional y fatiga.

A medida que la asfixia progresa, pueden resultar náusea, vómitos, postración, y pérdida de la conciencia, llevando eventualmente a convulsiones, coma, y muerte.

La deficiencia de oxígeno durante el embarazo ha producido anomalías del desarrollo en humanos y animales experimentales.

8.1.2 Medidas de primeros auxilios.

- **Ojos:** Improbable, ya que el producto es un gas a la temperatura ambiente.
- **Piel:** No aplicable.
- **Ingestión:** Improbable, ya que el producto es un gas a la temperatura ambiente.
- **Inhalación:** la pronta atención médica es obligatoria en todos los casos de sobre-exposición al nitrógeno. el personal de rescate debería estar equipado con equipo de respiración autónoma (era). Las víctimas deberían ser removidas a un área no contaminada e inhalar aire fresco. La rápida remoción del área contaminada es de la mayor importancia. Las personas inconscientes deberían ser removidas a un área no contaminada, y si la respiración se ha detenido, debe dárseles resucitación artificial y oxígeno suplementario. Tratamiento adicional debería ser sintomático y de apoyo.

8.1.3 Medidas en caso de liberación accidental del gas.

En caso de escape evacuar a todo el personal de la zona afectada (hacia un lugar contrario a la dirección del viento). Aislar un área de 100 metros a la redonda. Localizar y sellar la fuente de escape del gas. Dejar que el gas se disipe. Monitorear el área para comprobar los niveles de oxígeno. La atmósfera debe tener un mínimo de 19.5% de oxígeno antes de permitir el acceso del personal con aparatos de respiración autosuficiente. Eliminar posibles fuentes de ignición. Ventilar el área encerrada o mover el cilindro con fuga a un área ventilada. Escapes sin control deben ser atendidos por personal profesionalmente entrenado usando un procedimiento establecido previamente. Si el escape es en el contenedor o en a válvula del contenedor, contactar el número de teléfono de emergencia de Indura S.A.

8.1.4 Manejo y adecuado almacenamiento.

- **Clasificación eléctrica:** No peligroso.

Esta mezcla de gas no es corrosiva y puede usarse con todos los materiales de estructuras comunes.

Use sólo en áreas bien ventiladas. Las tapas de protección de válvulas deben permanecer en su lugar, a menos que el contenedor esté asegurado con una salida de válvula con cañerías al punto de uso. No arrastre, deslice o ruede cilindros. Use una carretilla adecuada para el movimiento de cilindros. Use un regulador de reducción de presión al conectar un cilindro a cañerías o sistemas de baja presión (<3000 psi). No caliente el cilindro por ningún medio para aumentar la velocidad de descarga del producto desde el cilindro. Use una válvula anti retroceso en la línea de descarga para impedir retro flujo peligroso en el cilindro.

Proteja los cilindros del daño físico. Almacénelos en un área fría, seca, bien ventilada, de construcción no combustible, lejos de las áreas con gran tráfico y de las salidas de emergencia. No permita que la temperatura donde se encuentren almacenados los cilindros exceda los 52°C. Los cilindros deberían almacenarse hacia arriba y asegurados firmemente, para impedir que caigan o sean golpeados. Use el sistema de inventario de "primero que entra - primero que sale" para impedir que los cilindros completos sean almacenados por excesivos períodos de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Yunus A. Cengel, Michael A. Boles. Termodinámica. Segunda Edición. México: Editorial Alfaomega, 2000, 384 Páginas
- J. M. Smith, H. C. Van Ness, M. M. Abbott. Termodinámica en Ingeniería Química. Séptima Edición. México: Editorial McGraw-Hill, 2007, 816 Páginas
- Yunus A. Cengel. Transferencia de Calor y Masa. Tercera Edición. México: Editorial McGraw-Hill, 2007, 901 Páginas
- Frank P. Incropera, David P. DeWitt. Fundamentos de Transferencia de Calor. Cuarta Edición. México: Editorial Prentice Hall, 1999, 886 Páginas
- Luis Lesur. Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado II. México: Editorial: Trillas, 72 páginas
- Giraldo, G., Serna, L. (1998). Conservación de alimentos en atmósferas controladas y modificadas. Revista NOOS del departamento de ciencias de la UNAL de Colombia, (7), 73-83.
- Mejía, F., Almacenamiento, refrigerado y congelado, unidad 3. (65) Meneses, M., NRI. SENA. DFID. Planeación y operaciones de cuartos fríos para frutas frescas.

CIBERGRAFÍA

- **C. DÍEZ, TORIJA ISAZA MARÍA ESPERANZA : “APLICACIÓN DE ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y/O CONTROLADAS A LA CONSERVACIÓN DE VEGETALES”. 28/10/2011**
[HTTP://DIALNET.UNIRIOJA.ES/SERVLET/ARTICULO?CODIGO=89608](http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=89608)
 - **GARCÍA IGLESIAS ESTHER, GAGO CABEZAS, LARA FERNÁNDEZ NUEVO JOSÉ LUÍS: “TECNOLOGÍAS DE ENVASADO EN ATMÓSFERA PROTECTORA”. 9/11/2011**
[HTTP://WWW.MADRIMASD.ORG/INFORMACIONIDI/BIBLIOTECA/PUBLICACION/DOC/VT/VT3_TECNOLOGIAS_DE_ENVASADO_EN_ATMOSFERA_PROTECTORA.PDF](http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt3_tecnologias_de_envasado_en_atmosfera_protectora.pdf)
 - **DR. ELHADI YAHIA FACULTAD DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO: “LA TECNOLOGÍA DE LAS ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y CONTROLADAS”. 9/11/2011**
[HTTP://ELHADIIYAHIA.NET/WP-CONTENT/UPLOADS/PDF/TECHNICAL%20ARTICLES/73%20-%20THE%20TECHNOLOGY%20OF%20MODIFIED%20AND%20CONTROLLED%20ATMOSPHERES%20\(IN%20SPANISH\)-PART%201.PDF](http://elhadiyahia.net/wp-content/uploads/pdf/technical%20articles/73%20-%20the%20technology%20of%20modified%20and%20controlled%20atmospheres%20(in%20spanish)-part%201.pdf)
- AZETIL PROCESO: 9/09/ 2012**
[WWW.INDURA.CL/PRODUCTOS_DETALLES.ASP?IDQ=471](http://www.indura.cl/productos_detalle.asp?idq=471)
- **MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS: 13/09/ 2012**
[WWW.ELERGONOMISTA.COM/ALIMENTOS/6JUN04.HTM,](http://www.elergonomista.com/alimentos/6jun04.htm)

ANEXOS

Anexo A. Cotización de suministros e instalación


Fecha : 24/07/2012 - Hora : 01:31 p.m.
Página : 1
EP-P12-20021-20 R5 Ppto (Costos) Pascual Bravo Julio.xls PPTO COMERCIAL

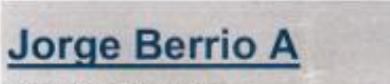
PRESUPUESTO DE COSTOS PARA PROYECTO			REGISTRO	FSICO/ELECT	
P12-200XX ANT RED. DE GASES ESPECIALES AZETIL			CODIGO	POB-091-R3	
MIRA DE SOLUCION DE INGENIERIA					
HOMBRE DEL CLIENTE		PASCUAL BRAVO	AREA DE EJECUCION	MT	
HOMBRE DEL CONTACTO			CAVA DE MADURACION	COT NRO. DC-CA12-200XX	
HOMBRE DEL PROYECTO		RED DE GASES ESPECIALES AZETIL PARA MADURACION	EQUIPO	HOJA DE COSTOS 1 DE 2	
EQUIPOS QUE CONFORMAN LA CENTRAL DE GASES					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION DE MATERIAL O EQUIPO	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	UND	U R1 RED DE GASES ESPECIALES AZETIL	U R1-1 R CONCA AZETIL 1 X 1	\$ 2.315.789	\$ 2.315.789
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
SUBTOTAL CENTRAL DE GASES					\$ 2.315.789
TUBERIA QUE CONFORMA LA RED DE GASES					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION DE MATERIAL O EQUIPO	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	MTS	TUBO DE COBRE TIPO L DE 1/2	COBRE TIPO L SIC DE 1/2	\$ 59.264	\$ 177.792
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
SUBTOTAL CENTRAL DE GASES					\$ 177.792
VALVULAS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE CORTE DE LA RED					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION DE MATERIAL O EQUIPO	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	UND	VALVULA DE CORTE DE 1/2	VALV BOLA AC INOX DE 1/2 4T	\$ 87.053	\$ 87.053
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
SUBTOTAL CENTRAL DE GASES					\$ 87.053
EQUIPOS QUE CONFORMAN LOS PUNTOS DE CONSUMO					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION DE MATERIAL O EQUIPO	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	UND	FLAUTA DE DISPERSION DE GAS	FLAUTA EN COBRE DE 1/2	\$ 368.421	\$ 368.421
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
SUBTOTAL CENTRAL DE GASES					\$ 368.421
OTROS EQUIPOS Y ACCESORIOS QUE CONFORMAN LA					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION DE MATERIAL O EQUIPO	REFERENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	UND	TRANSPORTE DE MATERIALES		\$ 126.316	\$ 252.632
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
				\$ -	\$ 0
SUBTOTAL CENTRAL DE GASES					\$ 252.632
OBSERVACIONES A TENER EN CUENTA					
1. Los valores involucrados en esta cotización para las redes industriales y municipales, incluyen el suministro de materiales, mano de obra para la instalación y las pruebas de funcionamiento.					
2. El costo total del montaje se define al terminar la instalación, una vez definidas las cantidades totales utilizadas (metro de tubería instalado, cantidades de equipos y válvulas instalados).					
3. Las obras civiles que requiera este montaje como apertura de resacas, y resacas, casos de muro, conexiones eléctricas, brechas, trabajos en concreto, soportes especiales excavaciones, estudios radiográficos, pintura y otros serán por cuenta y riesgo del contratante.					

escanear0003.jpg
 Tipo: Imagen JPEG
 Tamaño: 1.99 MB
 Dimensión: 1581 x 1984 píxeles

Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS.

Anexo B. Continuación


Fecha : 24/07/2012 - Hora : 01:31 p.m.
EP-P12-20021-20 R5 Ppto (Costos) Pascual Bravo Julio xls PPTO COMERCIAL
Pagina : 2

PRESUPUESTO DE COSTOS PARA PROYECTO		REGISTRO	
P12-200XX ANT RED DE GASES ESPECIALES AZETIL		CODIGO	
AREA DE SOLUCIONES DE INGENIERIA			
NOMBRE DEL CLIENTE	PASCUAL BRAVO	AREA DE EJECUCION	INT
NOMBRE DEL CONTACTO		COT NRO.	DC-CA12-200XX
NOMBRE DEL PROYECTO	RED DE GASES ESPECIALES AZETIL PARA MADURACION	EQUIPO	HOJA DE COSTOS 2 DE 2
GASTOS ADICIONALES A LA PROPUESTA			
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION DE MATERIAL O EQUIPO	REFERENCIA
			VALOR UNITARIO
			VALOR TOTAL
			\$ - \$ 0
			\$ - \$ 0
			\$ - \$ 0
			\$ - \$ 0
SUBTOTAL CENTRAL DE GASES			\$ 0
RESUMEN GENERAL DE LA PROPUESTA			
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION GENERAL DE LOS EQUIPOS	COSTO TOTAL
1	UND	TOTAL CENTRAL DE GASES DE LA RED	\$ 2.315.789
1	UND	TOTAL RED DE TUBERIAS DE LA RED	\$ 177.793
1	UND	TOTAL VALVULAS DE CORTE SISTEMA DE SUMINISTRO	\$ 87.053
1	UND	TOTAL SISTEMAS DE PUNTOS DE CONSUMO	\$ 366.421
1	UND	TOTAL OTROS EQUIPOS	\$ 262.632
1	UND	TOTAL GASTOS ADICIONALES	\$ 0
TOTALES DE LA PROPUESTA			VALOR \$
PRECIO DE VENTA TOTAL DEL PROYECTO ANTES DEL IVA			\$ 3.201.687
IMPUESTO DEL VALOR AGREGADO IVA (Actual 16%)			\$ 512.270
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO INCLUIDO EL IVA			\$ 3.713.957
CONDICIONES COMERCIALES DE LA PROPUESTA Y TIEMPOS DE EJECUCION DE OBRA			VALOR
VALIDES DE LA OFERTA			15 DIAS
CONDICIONES PARA EL INICIO	ORDEN DE COMPRA ESCRITA O CONFIRMACION VIA CORREO ELECTRONICO DE LA ACEPTACION DE LA PROPUESTA		
FORMAS DE PAGO	CONDICIONES DE PAGO DEL CLIENTE PARA DAR INICIO A LOS TRABAJOS CONTRATADOS		30% ANTICIPO 70% A 30 DIAS
ACEPTACION DE LA PROPUESTA	TIEMPO TOMADO POR EL CLIENTE PARA DEFINIR Y ADJUDICAR EL PROYECTO		
ORDEN DE COMPRA	TIEMPO TOMADO POR EL VENDEDOR Y EL CLIENTE PARA ENVIAR LA ORDEN DE INICIO DE TRABAJOS		
SOLIC.-ORDEN TRABAJO INT	TIEMPO TOMADO POR CRYOGAS PARA ESTUDIAR CREDITO DEL CLIENTE Y APROBAR LA INSTACION		
SOLICITUD DE MATERIALES	TIEMPO TOMADO POR CRYOGAS PARA SOLICITAR LA COMPRA DE MATERIALES E INSUMOS		
ENTREGA-MATERIALES CL	TIEMPO TOMADO POR CRYOGAS PARA ENTREGAR LOS MATERIALES EN EL CLIENTE Y DAR INICIO AL MONTAJE		
TIEMPO DE EJEC DE OBRA	TIEMPO TOMADO POR CRYOGAS PARA LLEVAR A CABO EL PROYECTO		
T.PRUEBA DE HERM-FUGAS	TIEMPO QUE SE TOMA REALIZAR LAS PRUEBAS DE HERMETICIDAD Y DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA		
LIQUIDACION DE OBRA	TIEMPO TOMADO ENTRE CRYOGAS Y EL CLIENTE PARA VERIFICAR LA INSTALACION DE ACUERDO A PROPUESTA		
ENTREGA FINAL DE OBRA	TIEMPO TOMADO POR CRYOGAS PARA ACTUALIZACION DE PLANOS Y ELABORACION DE MANUAL DE INSTALACION		
COTIZACION PRESENTADA POR :		COTIZACION RECIBIDA POR	
			
FIRMA DEL VENDEDOR	FIRMA DEL JEFE DE SOL & ING	FIRMA DEL CLIENTE	
ING MAIRETH POSADA	ING JORGE BERRIO A		
NOMBRE DEL VENDEDOR	NOMBRE DEL INGENIERO ENCARGADO	NOMBRE DEL CLIENTE	
EJECUTIVO DE NEGOCIOS	JEFE DE SOLUCIONES DE INGENIERIA - ANTIQUUA		
CARGO OCUPADO	CARGO OCUPADO	CARGO OCUPADO	
FECHA PRESENT PROPUESTA			FECHA DE RECEPCION DE COTIZACION
8 de Marzo de 2012			

Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS.

Anexo B: Anticipos y cuotas de pago al contratista

CRYOGAS
Grupo INDURA

RECIBO DE CAJA

IT. 860.013.704-3

FECHA: 28/08/2012 No. 0102389

CLIENTE: Julian David Holguin R. NIT/C.C. 1020423767

NÚMEROS DE FACTURAS CANCELADAS

Anticipo cod 8208284

DESCUENTOS

CONCEPTO	VALOR
PRONTO PAGO	
RETENCIÓN FUENTE	
LEY	
OTROS	

FORMA DE PAGO

CHEQUES	NUMERO	BANCO	VALOR
	EFECTIVO		1'800.000
TOTAL RECIBIDO			1'800.000

RECIBIDO POR: *af.*

CRYOGAS
Grupo INDURA

RECIBO DE CAJA

IT. 860.013.704-3

FECHA: 27/08/2012 No. 0117988

CLIENTE: Julian D. Holguin NIT/C.C. 8208284

NÚMEROS DE FACTURAS CANCELADAS

152306446

DESCUENTOS

CONCEPTO	VALOR
PRONTO PAGO	
RETENCIÓN FUENTE	
LEY	
OTROS	

FORMA DE PAGO

CHEQUES	NUMERO	BANCO	VALOR
	EFECTIVO		1'933.129
TOTAL RECIBIDO			1'933.129

RECIBIDO POR: *af.*

Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS.

Anexo C. Factura de cancelación total del montaje



GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA S.A.
 Nit: 860.013.704-3
 Of. Ppal: Cra 50 # 52-50, Edificio Unión Plaza, Piso 10
 Tel. (415)145000, Fax. (415)112008, Medellín-Colombia, S.A.

FACTURA DE VENTA NO. 152306446

DISTRITO Distrito Sabaneta

Fecha Emisión: 27.08.2012		Fecha Vencimiento: 27.08.2012		Terminos de Pago: Pago inmediato sin deducción			
Señores: JULIAN DAVID HOLGUIN RAMIREZ CRA 47 NRD 110 27 MEDELLIN LA FRANCIA ANTIIOQUIA		Dirección de Entrega: JULIAN DAVID HOLGUIN RAMIREZ CRA 47 NRD 110 27 MEDELLIN LA FRANCIA ANTIIOQUIA		Pedido No. 15659584 O de Compra No OT 835006429 Contrato No. Negociación No. Remisión No. 15659584 Factura SAP 152306446		Nit: 1020427787 Código 8208284 Teléfono 4 5729248 Fax	
Nit: 1020427787 Código 8208284 Teléfono 4 5729248 Fax							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% I.V.A	Moneda COP VALOR TOTAL	
4002252	INSTALACIONES Y MONTAJES PGS ALIM	UN	1,00	3.218.215	16,00	3.218.215	
Firma en Señal de aceptación y recibo de los bienes y servicios contenidos en este documento: Firma: _____ Nombre: _____ C.C./NIT: _____				SUBTOTAL 3.218.215 BASE IVA 3.218.215 I.V.A. 514.914 TOTAL 3.733.129		GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA S.A.	
SON: TRES MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y TRES MIL CIENTO VEINTINUEVE 00/100 Peso colombiano							
OBSERVACIONES: OT 835006429 RED DE GASES ESPECIALES AZETL MADURACIÓN PASCUAL BRAVO							
El comprador, obligado en esta factura, acepta que los envases que contienen, almacenan y en los cuales se entrega el producto vendido, y que son de propiedad de CRYOGAS S.A. (entendiéndose por envases: cilindros, acumuladores, dewars, pallets, tanques, etc), le han sido entregados a título de ARRENDAMIENTO o COMODATO como obligación accesoria a esta compraventa, según las condiciones pactadas entre las partes en este o cualquier otro documento. Estos bienes solo pueden usarse exclusivamente para contener los productos que CRYOGAS S.A., produce y comercializa, y el término de duración del ARRENDADO o COMODATO de estos será de sesenta(60) días solares, al término del cual deberán ser restituidos a CRYOGAS S.A., quien podrá adicionalmente solicitar su restitución o el valor equivalente de los mismos al valor real de su costo de importación si: a) EL ARRENDATARIO o COMODATARIO les dio un mal uso en su destinación, conservación, utilización o manejo, o cambió su ubicación sin previo aviso; o b) por retardo en el pago del canon del precio de renta establecido. EL ARRENDATARIO o COMODATARIO renuncia al derecho de retención sobre los mismos y a los requerimientos privados para constituirlo en mora sobre la entrega de estos.							
AUTORIZACION: Las Partes cada una titular de su información, actuando de manera libre y voluntaria, autorizan a la otra de manera expresa e irrevocable, o a quien(es) representen sus derechos, o consultar, solicitar, suministrar, reportar y divulgar toda la información referente a su comportamiento crediticio, financiero, comercial, de servicios a la Central de Información - CFIN- que administra la Asociación Bancaria y de Entidades Financieras de Colombia, a DATACREDITO o a cualquier entidad que en el futuro se establezca. Conocemos que el alcance de esta autorización implica que el comportamiento frente al cumplimiento de las obligaciones de cada uno con respecto al otro, o a quienes lo representará será registrado con el objeto de suministrar información suficiente y adecuada al mercado sobre el estado de las obligaciones financieras, comerciales, crediticias, o de servicios.							
Somos AUTO-RETENEDORES por Resolución 905 de Junio 19 de 1986, IVA Regimen Común, No. Radicación 03-0095-01 de Marzo de 1984. Somos GRANDES CONTRIBUYENTES por Resolución 10738 de Diciembre 22 de 2000, Responsables de Retención de IVA. Facturación autorizada por la DIAN, Resolución No. 110000398358 de mayo 19 de 2010, Del 152000000 al 152999999 Hab-Res-110000486289 May 17 2012.							

FACTURA IMPRESA POR COMPUTADOR ART. NO.617 E.T.
 CRYOLINEA: Bogotá: 4049090 - Medellín: 3736950 - Cali: 6442211 - Barranquilla: 3302211 - Bucaramanga: 6425510 - Cartagena: 6665659, Manizales 8852400
 Otros ciudades: 018000 5 14003, Fax 018000 5 14003
 Factura Original Cliente

Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS.

Anexo D. Acta de entrega final del montaje

CRYOGAS
GRUPO INDURA

Fecha : 23/08/2012 Hora : 11:29 Hoja : 1
PE-P12-20056-50 4 R10 Acta entrega Pascual Bravo Ago

ACTA DE ENTREGA FINAL REGISTRO
CODIGO: P051-0901-R10

POR MONTAJE DE UNA RED DE GASES ESPECIALES -ALIMENTOS P12-200056 Ant

ÁREA DE SOLUCIONES DE INGENIERÍA

TIPO DE TRABAJO : RED DE GASES ESP AZETIL MADURACION
 CLIENTE : PASCUAL BRAVO DISTRITO : SABANETA

Nro de ORDEN INTERNA OT : 835006429 CUENTA : LIN NEGOCIO : DILLO CCIAL :

GASES INDUSTRIALES DE COLOMBIA, CRYOGAS Grupo INDURA, hace entrega a PASCUAL BRAVO (JULIAN DAVID HOLGUIN), del suministro e instalacion de una red de gases especiales para maduración, de Azetil, construida en sus instalaciones de Pascual Bravo en Robledo.

CENTRAL DE GASES

ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD	ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD
1	UBI RED DE GASES ESPECIALES AZETIL	1	UND				

TUBERIA Y ACCESORIOS DE TUBERIA

ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD	ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD
1	TUBERIA DE COBRE TIPO L DE 1/2"	1,81	MIS				

VALVULAS DE CORTE Y OTROS EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD	ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD
1	VALVULA DE BOLA CORTE DE 1/2 INOX	2	UND				

EQUIPOS PARA PUNTOS DE CONSUMO

ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD	ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD
1	FLAUTA PARA DISPERSION DE GAS	1	UND				

OTROS EQUIPOS Y ACCESORIOS

ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD	ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL INSTALADO	CANTIDAD	UNIDAD
1	TRANSPORTE DE MATERIALES	2	UND				

OBSERVACIONES DEL TRABAJO:

Los trabajos se realizan y entregan a satisfacción de acuerdo con el compromiso adquirido con el cliente.

Esta constancia se firma en la ciudad de Medellín con fecha 23 de agosto de 2012

ATENTAMENTE

Jorge Berrio A

FIRMA RESP SOL BING
 NOMBRE : ING JORGE BERRIO A
 DISTRITO : SABANETA
CRYOGAS
 GRUPO INDURA

MARLETA ROSA V.

FIRMA DEL VENDEDOR
 NOMBRE : ING MARLETA ROSA V.
 CARGO : EJECUTIVA DE NEGOCIOS DILLO CCIAL
CRYOGAS
 GRUPO INDURA

Julian David Holguin

CE: 4.446901

FIRMA DEL CLIENTE
 NOMBRE : JULIAN DAVID HOLGUIN
 CARGO :
 EMPRESA : PASCUAL BRAVO

Fuente: Información Técnica suministrada por la empresa CRYOGAS.