

Ensayos

Sistema de monitoreo

para la conservación de frutos

Resumen

El hombre, con su continua búsqueda de bienestar, consigue que sistemas y equipos de medición y control muy elaborados efectúen todas aquellas labores rutinarias o peligrosas que no son explícitamente propias del hombre. En la actualidad, cada vez es más común ver que las grandes y medianas empresas e industrias van reemplazando la mano de obra por sistemas automáticos de medición y control.

Las técnicas experimentales y analíticas para detectar los parámetros físicos fundamentales y controlar las variables de proceso han evolucionado, con el desarrollo de los dispositivos electrónicos. En la actualidad la medición de las propiedades físicas y químicas pueden hacerse con mayor certeza, básicamente mediante el uso de estos nuevos dispositivos.

La finalidad de este trabajo fue la de diseñar y construir un Sistema Automático de Monitoreo que permite a los investigadores del Instituto de Agroindustrias de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, hacer a un lado los métodos químicos utilizados anteriormente, por un método automatizado para la medición de gases, los cuales son Oxígeno (O₂) y Bióxido de Carbono (CO₂), así como la Temperatura, Presión y Humedad Relativa (%HR) que son parámetros que influyen directamente en el proceso de maduración de cualquier fruto. El diseño del sistema permite tomar lecturas de los cinco parámetros cada minuto, así mismo graficar con respecto al tiempo cada una de las muestras. La aplicación para la cual fue diseñado este sistema es la determinación de los parámetros ya mencionados en el proceso de respiración de la *Papaya Maradol* (*Carica Papaya, Var. Maradol*). Lo cual forma parte del Proyecto de Investigación Institucional denominado "Desarrollo de un Sistema de Conservación de Temperatura Atmósfera, para un Hortofrutícola Climático Sometido a Largos Estadías", Clave: 97 SIBEJ-01-017.

Abstract

As part of the constant search for well-being, humans use very sophisticated measuring and control systems and equipment to carry out dangerous routine tasks which humans can't easily do. Right now it is more and more common to find big and medium sized businesses and industries gradually substituting manpower for automatic measurement and control systems.

Experimental and analytical techniques have changed very fast as a result of the development of electronic devices which can detect basic physical parameters and control the variables involved in the process. In many cases it is now possible to achieve greater precision in the measurement of physical quantities, basically by means of these new instruments.

The purpose of this study was to design and implement an Automatic Monitoring System which would enable researchers in the Agroindustry Institute of the Technological University of the Mixteca to replace the chemical methods being used, with an automatic method for measuring gasses [oxygen (O₂) and carbon dioxide (CO₂)], as well as temperature, pressure and relative humidity (%RH); these are parameters which are directly involved in the ripening process of all fruit. The system design enables researchers to take readings of the 5 parameters every minute, and also to make a graph of each sample against time. This system was designed in order to determine the parameters already mentioned, in the respiration process of the *Papaya Maradol* (*Carica Papaya, Var. Maradol*). This forms part of an institutional research project entitled "The Development of a Preservation System at Atmospheric Temperature for a Climacteric Hortofruticula Subjected to Long Stays". Registration Number: 97 SIBEJ-01-017.

Abstrait

L'homme, qui cherche continuellement son bien-être, obtient que les systèmes et les équipements de mesure et de contrôle très élaborés effectuent tous ces travaux de routine ou dangereux qui ne sont pas explicitement propres à l'homme. Actuellement, il est de plus en plus courant de voir que de grandes et moyennes entreprises remplacent la main d'œuvre par des systèmes automatiques de mesure et de contrôle.

Les techniques expérimentales et analytiques ont rapidement changé grâce au développement des dispositifs électroniques, pour détecter les paramètres physiques fondamentaux et contrôler les variables du processus. Dans beaucoup de cas, il est maintenant possible d'avoir une plus grande précision de la mesure des quantités physiques, principalement au moyen de l'utilisation de ces nouveaux dispositifs.

La finalité de ce travail a été de dessiner et d'accroître un Système Automatique de Monitoreo qui permette aux chercheurs de l'« Instituto de Agroindustrias » de l'Université Technologique de la Mixtèque, d'écarter les méthodes chimiques utilisées antérieurement et de les remplacer par une méthode automatisée pour la mesure des gaz comme l'oxygène (O₂) et le bioxyde de carbone (CO₂), ainsi que la température, la pression et l'humidité relative (%HR) qui sont des paramètres qui ont une directe influence sur le processus de mûrissement de n'importe quel fruit. Le design du système permet de prendre les lectures des cinq paramètres toutes les minutes, ainsi que de faire un graphique, en ce qui concerne le temps, de chaque prélèvement. L'application pour laquelle a été dessiné ce système est la détermination des paramètres cités ci-dessus dans le processus de respiration de la *papaye Maradol* (*Carica Papaya, Var. Maradol*). Ceci fait partie du

El sistema construido está diseñado para ser interfazado vía ranura de expansión a una PC, que aunado con un software, permite visualizar en tiempo real el comportamiento de los cinco parámetros y generar archivos correspondientes a cada lectura tomando como referencia la fecha y hora de medición. Con esta facilidad se tendrá acceso a la información almacenada.

The system which has been built is designed to be interfaced with a PC, and together with software enables us to visualize the behaviour of the five parameters in real time, and to generate the corresponding files for each reading, taking as reference the date and time of measurement. This will enable researchers to access data stored from previous readings.

Projet de Recherche Institutionnelle nommé «Développement d'un Système de Conservation de Température Atmosphérique, pour l'Horticulture des Fruits Climatique Soumis à de Longs Séjours», code 97SIBEJ-01-017.

Le système construit est dessiné pour être inter-phasé via rainure d'expansion à un PC, qui branché à un software nous permet de visualiser en un temps réel le comportement des cinq paramètres et de générer des archives qui correspondent à chaque lecture, prenant comme référence la date et l'heure de mesure. Ceci permet aux chercheurs d'avoir accès à l'information gardée de lectures antérieures.

Enrique Guzmán Ramírez*
Ricardo Hernández Carrasco**

Introducción

Una interfaz es una conexión e interacción entre hardware, software y usuario. En este sistema las interfaces de hardware la conforman la tarjeta de adquisición de datos, conectores y cables que se encargan de transportar las señales a una PC. La interfase de software es el programa que se encarga de llevar a cabo las funciones de configuración del sistema, adquisición de datos, despliegue de resultados, etc. Las interfaces de usuario son los teclados, ratones, cuadros de diálogo y menús de selección empleados para la comunicación entre el usuario y la computadora.

Las interfaces se pueden implementar en forma paralela o en forma serial. Una de las razones para la implementación de una interfaz en serie es para la transmisión de datos a periféricos relativamente distantes (su limitación normal de cable es de 15 metros pero puede extenderse a varias decenas de metros utilizando un cable de alta calidad). Para la transmisión, la interfaz serial requiere solamente un cable de datos por lo que resulta más barata y se obtienen buenos resultados en la recepción de datos.

Una conexión en paralelo requiere de ocho o más cables por lo que su implementación resulta ser más cara pero la transmisión de datos es mucho más rápida que en forma serial ya que esta sólo cuenta con un cable para transmisión, lo cual implica enviar la información bit a bit.

Debido a las características que debe cubrir el sistema de monitoreo, se hizo un análisis respecto a la distancia y la rapidez que se requieren para el procesamiento de la información, por lo que se decidió utilizar una interconexión en paralelo a través del bus ISA de la PC, ya que dentro de los objetivos se propone implementar un aditamento que haga uso de los recursos de la PC como son las fuentes de voltaje y las señales de control, además de que se sabe que una interfaz en paralelo es más rápida que una en serie y la distancia que se requiere para el proyecto es mínima (2.5 metros aproximadamente) por lo que no logra afectar la comunicación.

* Profesor Investigador de la Universidad Tecnológica de la mixteca

** Profesor Investigador de la Universidad del mar

Materiales y métodos

El objetivo de este trabajo se centró en el desarrollo de un sistema que permitiera visualizar los diversos parámetros que intervienen en el proceso de maduración de los frutos, se determinaron previamente los rangos de medición requeridos, para ello los investigadores del Instituto de Agroindustrias estimaron los rangos que se muestran en la tabla 1.

PARÁMETRO	RANGO MÍNIMO	RANGO MÁXIMO
Temperatura	0°C	35°C
Presión	0.5 atmósferas	2 atmósferas
Humedad	0 psia.	30 psia.
Oxígeno	0 %	100 %
Oxígeno	0 %	25 %
Bióxido de Carbono	0% 0 ppm.	40 % 5000 ppm

TABLA 1 RANGO DE MEDICIÓN REQUERIDO PARA CADA UNO DE LOS SENSORES.

Sensores

La elección de los sensores obedece a las necesidades que tienen los investigadores del Instituto de Agroindustrias, las cuales están determinadas por la tabla 1.

Para las mediciones de temperatura se utilizó un sensor de escala centígrada denominado LM35D. La respuesta del sensor es lineal y proporcional a la temperatura en grados centígrados y su resolución es de 10 mV/°C. Tiene un intervalo de medición que va desde -55°C hasta los 150°C.

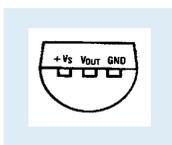


FIG. 1 SENSOR DE TEMPERATURA LM35D.

Para las mediciones de bióxido de carbono se utilizó una escala en partes por millón (ppm) de CO₂. El sensor se denomina CO2-DIN mide bióxido de carbono en forma gaseosa en el intervalo de 0 a 5000 ppm, es lineal y da a la salida 0.0005V por cada parte por millón de CO₂ que se acumula, o sea 2.5V/5000 ppm de CO₂. En mezclas de gases, una parte por millón se refiere a una parte en 1 millón de unidades del volumen total. Por ejemplo: en una concentración de 600 ppm

de CO₂, significa simplemente que hay 600 litros de CO₂ gaseoso por cada 1000000 de litros de aire (o 0.6 mL de CO₂ por 1 Litro de aire). A manera de hacer una comparación para la calibración del sensor, el nivel de bióxido de carbono en la tropósfera de la tierra ha ido incrementando gradualmente de 317 ppm en 1960 a niveles actuales cercanos a las 370 ppm. La exhalación humana tiene una concentración en bióxido de carbono de casi 50, 000 ppm.

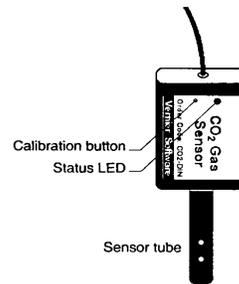


FIG. 2 SENSOR DE BIÓXIDO DE CARBONO CO2-DIN.

Para las mediciones de oxígeno también se utilizó una escala en partes por millón de O₂. El sensor se denomina MOX-4, es lineal y da a la salida 8.8 mV. en 210 mBar de O₂ que es la concentración normal de oxígeno en el aire. Su intervalo de medición va desde 0 % hasta 100 % de O₂. El equivalente de 210 mBar de O₂ son 213430 ppm de O₂.



FIG. 3 SENSOR DE OXÍGENO MOX-4.

Para las mediciones de presión se utilizó una escala en psia (pound square inches absolute), es decir, libras por pulgada cuadrada (lb/in²). El sensor se denomina MPX4250AP, su intervalo de medición es de 2.9 psia a 36.3 psia (pound square inches absolute), opera con una fuente de voltaje de 5 volts y requiere como máximo una corriente de 10 mA. La salida de voltaje es proporcional a la presión aplicada y viene dada por DV/DP = 20 mV/kP.

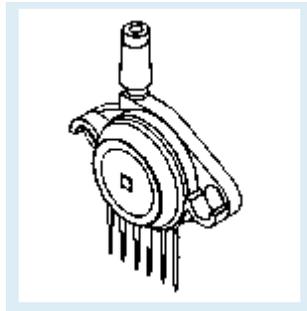


FIG. 4 SENSOR DE PRESIÓN MPX4250AP.

Para las mediciones de humedad relativa se utilizó una escala en %HR (porcentaje de humedad relativa). Este sensor se denomina HIH3602-A, opera con 5 Volts, su señal de salida es lineal respecto a la humedad relativa, el intervalo de medición es de 0 a 100% HR . La resolución de este sensor se calcula utilizando el siguiente modelo matemático.

$$\%HR = (V_{out} - 0.948) / 0.0284$$

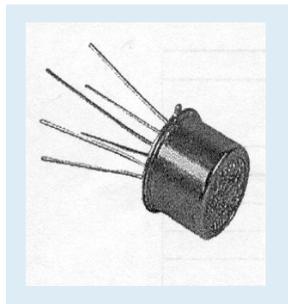


FIG. 5 SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA HIH-3602-A.

Una vez escogidos los sensores que se utilizarían en el sistema se realizó el diseño de la tarjeta de Adquisición de datos. Después de un análisis minucioso de diversos componentes existentes en el mercado se escogieron los siguientes:

Sistema de adquisición de datos LM12458CIV

Lo que se pretendía era implementar un sistema de monitoreo que brindara rapidez, exactitud y fiabilidad en el proceso de medición, por lo que se decidió utilizar un sistema de adquisición de datos (DAS) LM12458CIV de la firma National Semiconductor, el cual trabaja a 5 MHz. y su tiempo de conversión es de 8.8 ms. como máximo. La ventaja que ofrece este dispositivo es que cuenta con un convertidor analógico digi-

tal, registros de control mediante los cuales se programa para que antes de entregar los valores al microprocesador estos puedan ser manipulados y almacenados en uno de sus registros internos (FIFO).

El LM12458CIV es un sistema de adquisición de datos (DAS) multifuncional que incluye un convertidor analógico digital (ADC) de 8 canales de entrada analógicos multiplexados que acepta señales de entrada positivas o negativas (+5V, -5V); puede ser configurado a 8 o 12 bits + signo de resolución. Cuenta con una referencia interna de 2.5 volts, un buffer de almacenamiento tipo FIFO (first-in-first-out) que puede almacenar el resultado de 32 conversiones (con un ancho de 16 bits cada conversión), asimismo cuenta con 8 registros internos programables mediante los cuales se puede hacer funcionar al DAS en diversos modos.

Interface periférica programable 8255

El 8255 es un dispositivo de interfase periférica programable (PPI) diseñado para ser usado en sistemas basados en microcomputadoras intel. Este dispositivo es de propósito general y su función es interfazar dispositivos periféricos de entrada/salida al bus de un microprocesador. La configuración funcional del 8255 se hace mediante software por lo que no requiere de lógica externa para conectarle dispositivos periféricos. Tiene 24 terminales para E/S, programables por grupos de 12 terminales, que se utilizan en modos diferentes de funcionamiento

Arreglo lógico programable GAL22V10

Este circuito integrado es un Dispositivo lógico Programable (PLD), el cual tiene como principales características tener tiempos de respuesta de 25 ns, lo cual las hace suficientemente rápidas, además de ser ideales para realizar pruebas, debido a que estos dispositivos pueden ser borrados y programados aproximadamente 100 veces, tienen también 22 líneas de entrada-salida, de las cuales 10 pueden ser programadas como entradas o salidas, las restantes son entradas.

Por último se eligieron dispositivos para la lógica de pegamento, los cuales son 74HC245, circuitos de aislamiento y reforzamiento de señal (Tranceivers). El siguiente diagrama a bloques corresponde a la tarjeta de adquisición de datos

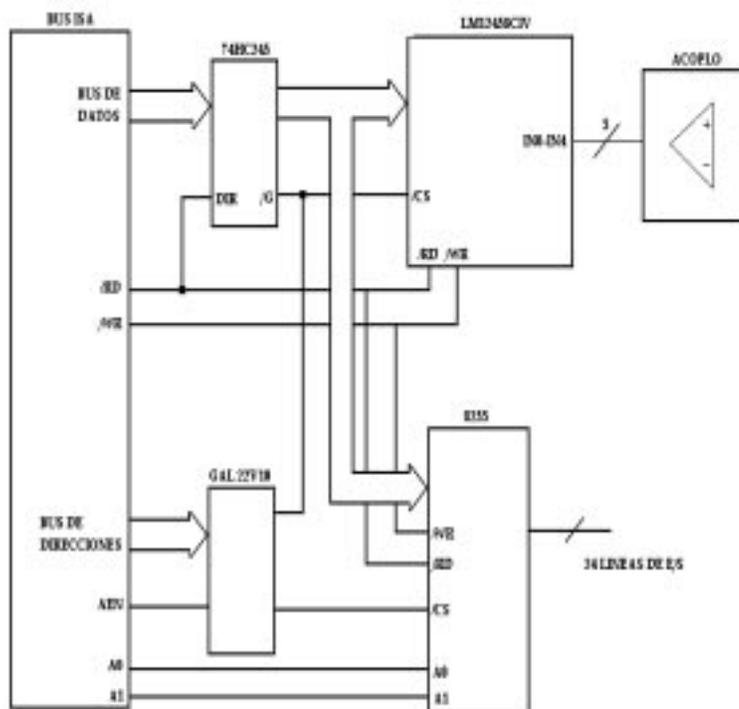


FIG. 6. DIAGRAMA A BLOQUES DEL SISTEMA DE MONITOREO PARA LA CONSERVACIÓN DE FRUTOS.

El LM12458CIV necesita 32 localidades para poder ser accedido, esto debido a todos los registros de los consta, entonces, este periférico está mapeado en las localidades 0000H-0020H del espacio de entrada salida de una PC, se utilizan 5 canales del DAS, ya que sólo 5 parámetros necesitan ser monitoreados. Cuando se configura el DAS se le indica cuál canal será adquirido y en qué tiempo lo hará, puede ser configurado para adquirir en tiempo real o almacenar un determinado número de muestras en su RAM, para posteriormente interrumpir al CPU e indicarle que tiene datos disponibles para él, está configurado además para realizar adquisiciones con una resolución de 12 bits. Una vez adquiridos los datos, el DAS los entrega en formato digital de 12 bits más 1 bit de signo para que el CPU pueda procesar la información y esta pueda ser visualizada e interpretada por el usuario.

La función de 8255 dentro del sistema de adquisición es la de proporcionar al usuario líneas de control y/o sensor señales digitales, con esto puede tenerse control sobre diversos actuadores con la finalidad de activar eventos externos.

La lógica de decodificación tanto del LM12458CIV como del 8255 está implementada en una GAL22V10, esta toma las líneas de direcciones del bus ISA para mapear en los puertos correspondientes a los periféricos enviándole la señal de habilitación. El formato utilizado para la programación de este dispositivo fue el OPAL.

Acoplo de señales provenientes de los sensores

La etapa de acoplo de las señales es de suma importancia, por lo cual será analizada en esta sección.

Para acoplar las señales provenientes de los sensores al Sistema de Adquisición de Datos, se implementó una etapa de acoplo con amplificadores operacionales LF355 con una ganancia igual a la unidad, esto con el fin de no alterar la señal proveniente del sensor y filtrar el ruido que pudiera inducirse debido a la distancia (Malvino 1994).

Como la salida de tensión del amplificador es negativa entonces se pasa nuevamente por un amplificador inversor para entregar una salida de tensión positiva. Otra ventaja que ofrece el utilizar amplificadores antes de conectar el sensor es el acoplo de impedancias en-

tre el sensor y el convertidor. Teóricamente cualquier amplificador operacional ideal tiene una impedancia de entrada infinita y una impedancia de salida igual a cero, pero en realidad cada amplificador de acuerdo a sus características internas maneja una impedancia de entrada distinta. En caso del amplificador de propósito general LM741 su impedancia de entrada es de $2M\Omega$, para el caso del amplificador operacional de precisión LF355 su impedancia de entrada es de $10^{12}\Omega$, el uso de amplificadores apropiados para cada aplicación permite interfazar sensores con impedancias de salida muy altas a cualquier convertidor analógico digital.

Cuatro de los sensores que van al convertidor del DAS se dejaron con una ganancia igual a 1 a excepción de la etapa implementada para el sensor de Oxígeno ya que este es electroquímico y su señal de salida es muy pequeña (8.8 mV. en condiciones normales), por lo que se le dio una ganancia igual a 20 para que a la salida en condiciones normales se tuviera un voltaje equivalente a 176 mV.

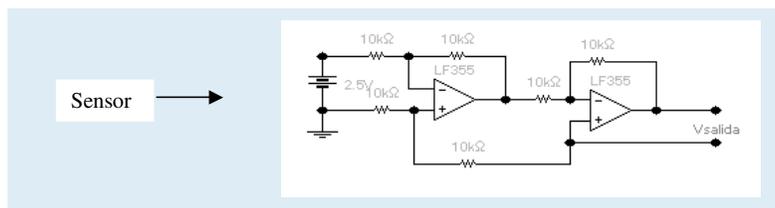


FIG. 7 ETAPA DE ACOPLLO.

Resultados

Para poder darle validez al proyecto se procedió a evaluar el método químico anteriormente utilizado (“Método modificado de flujo continuo de gas para medir razones de respiración en frutos y vegetales” de S. Lakshminarayana, M. Muthu y R. N. Lingiah, 1993 D. K. Salunke, 1993) y el sistema de monitoreo en tiempos y condiciones iguales para determinar la eficiencia de cada uno.

El método químico consiste en armar el tren de respiración de acuerdo al siguiente diagrama:



FIG. 8 TREN DE RESPIRACIÓN.

El procedimiento consiste en utilizar una bomba de vacío para hacer succión del aire atmosférico, el cual se pasa primeramente por dos torres de desecación empacadas con hidróxido de sodio en lentejas, para su deshumidificación.

Posteriormente este mismo aire se hace burbujear en dos columnas conteniendo éstas, solución al 40% de hidróxido de potasio, con lo cual se consigue descarbonatar el aire y así mismo normalizar su contenido de humedad.

Esta corriente de aire libre de CO_2 y de humedad normalizada se hace pasar por la fruta contenida en el desecador.

El aire de aquí obtenido se hace burbujear en tubos de Pettenkoffer conteniendo 25 ml de agua destilada y 25 ml de solución de hidróxido de bario 0.2N.

En estos tubos el CO_2 desprendido por la fruta reacciona con el hidróxido de bario.

Después de 2 horas de hacer circular el aire atmosférico por la fruta se transfiere la solución de los tubos de Pettenkoffer a matraces Erlenmeyer para su titulación con ácido clorhídrico 0.2N.

Debido a que la eliminación del CO_2 del aire atmosférico no es perfecta, se realiza una prueba testigo haciendo pasar el aire por un desecador sin fruta.

Para tener un flujo uniforme de aire en el sistema, el aire que sale de los tubos Pettenkoffer se hace pasar por rotamétros calibrados a 100 ml de aire por minuto.

Finalmente para determinar los miligramos de CO_2 desprendidos por kilogramo de fruta se utiliza el siguiente modelo matemático:

$$\frac{\text{Miligramos de } CO_2}{\text{Kg. de fruta} \times \text{Hora}} = \frac{(V1 - V2)N \times 44}{W \times T} \quad (1)$$

Donde:

V1=Volumen de ácido clorhídrico gastados en la titulación del testigo.

V2=Volumen de ácido clorhídrico gastados en la titulación de la muestra.

N = Concentración de ácido clorhídrico.

44 = Es el equivalente a 1g. Mol de CO₂.

W = Peso de la fruta en gramos

T =Tiempo

Utilizando este método y colocando de manera simultánea el sensor de CO₂ en el desecador se hicieron dos corridas de una hora con treinta minutos cada una, la primera sin fruto y la segunda con una papaya de 1276.9 g.

Los resultados obtenidos utilizando el método de Lakshminarayana después de la titulación fueron los siguientes:

V1 = 47.6

V2 = 40.5

HCl= 0.2N

W = 1276.9 g.

T = 1.5 Hrs.

Sustituyendo en la fórmula (1) tenemos:

$$\frac{\text{Miligramos de CO}_2}{\text{Kg. de fruta x Hora}} = \frac{(V1 - V2)N \times 44}{W} \quad \text{Para dos horas}$$

$$\frac{\text{Miligramos de CO}_2}{\text{Kg. de fruta x Hora}} = \frac{(V1 - V2)N \times 44}{W} \quad (1.5) \text{ para 1.5 horas}$$

$$\frac{\text{Miligramos de CO}_2}{\text{Kg. de fruta x Hora}} = \frac{(47.6 - 40.5)(0.2)(44)(1.5)}{1.276 \times 2}$$

$$= 93.72 = 36.7241 \text{ mg. CO}_2 / \text{Kg. hr. Concentración}$$

$$2.552$$

lo cual es equivalente en partes por millón a:

$$= 2078.62 \frac{\text{ppm CO}_2}{\text{Kg}_{\text{fruto}} \cdot \text{hr.}}$$

El sistema de monitoreo implementado tiene la capacidad de medir no sólo un parámetro sino que de manera simultánea mide cinco parámetros que son: temperatura, bióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂), humedad relativa (%HR) y presión, además conforme se van haciendo las lecturas se van guardando en un archivo en modo texto, esto permite que las lecturas llevadas a cabo posteriormente se puedan leer desde cualquier editor de textos o bien en cualquier hoja electrónica de cálculo.

Los resultados de las lecturas hechas por el Sistema de Monitoreo minuto a minuto para el mismo experimento se muestran en las siguientes tablas y gráficas:

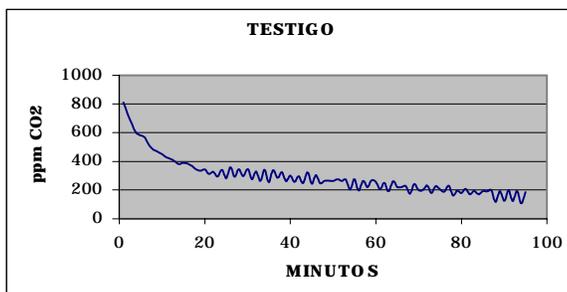
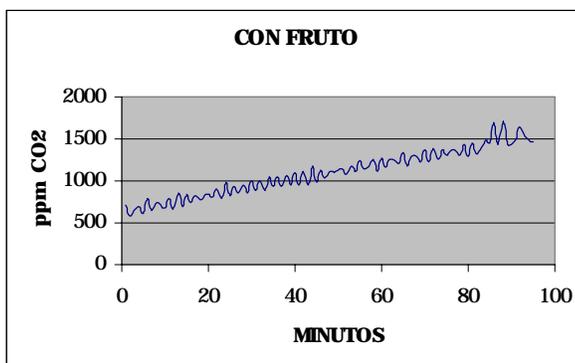


FIG. 9 GRÁFICA DE BIÓXIDO DE CARBONO CONTRA TIEMPO "TESTIGO".

La primera tabla y gráfica corresponden a la corrida que se hizo como testigo (sin fruto), para determinar el contenido de CO₂ en el sistema, desde el inicio hasta concluir la hora y media.

FIG. 10 GRÁFICA DE BIÓXIDO DE CARBONO CONTRA TIEMPO, "CON FRUTO".



La segunda tabla y gráfica corresponden a la corrida que se hizo con fruto durante una hora y media.

En conclusión y observando las gráficas podemos mencionar que el método indirecto de Lakshminarayana nos ayuda a calcular la concentración máxima de CO₂ desprendida por el fruto en lapsos muy largos (2 horas) y que gráficamente sólo nos representa un punto. Sin embargo utilizando el Sistema de monitoreo se hacen lecturas continuas (minuto a minuto), lo que nos permite visualizar de manera más clara el cúmulo de gases que contiene el sistema y que desprende el fruto además de que la lectura ya viene dada

en unidades representativas del gas (ppm CO₂) y no en concentraciones.

El resultado obtenido del método indirecto (2078.62 ppm) comparado con las gráficas arrojadas por el sensor indican claramente que al montar el tren de respiración ya existe un cúmulo considerable de CO₂ en el sistema, además de que el tiempo transcurrido para llevar a cabo la titulación es suficiente para que el hidróxido de bario siga reaccionando con el aire y se den alteraciones en el resultado; lo más conveniente sería hacer la titulación inmediatamente y en el menor tiempo posible.

Teóricamente se dice que el aire al ser burbujeado a través del hidróxido de potasio pasa libre de CO₂ hacia el fruto. Con la ayuda del sensor nos pudimos percatar que el aire que pasa por el desecador no va del todo descarboxinado por lo que también se considera otra fuente de error en el tren de respiración.

El método estadístico se lleva a cabo en cámaras de respiración que básicamente están conformadas por un recipiente herméticamente sellado, el cual cuenta con una válvula en el extremo para que en el momento de hacer las mediciones la válvula se abra y se conecte a un matraz kitasato de 1000 ml donde se encontrarán los sensores que determinan los parámetros ya mencionados.

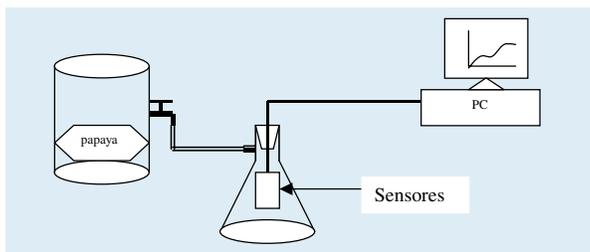


FIG. 11 MÉTODO ESTADÍSTICO.

El único cuidado que se tiene en el momento de la medición es remover con la bomba de aire el posible contenido de bióxido de carbono en el matraz kitasato, de manera que el sensor inicialmente muestre lecturas aproximadas a los 400 ppm que es el contenido normal de CO₂ en el aire atmosférico.

El formato que tiene el archivo generado es el siguiente:

DIA	MES	AÑO	HORA	MINUTO	TEMP.	CO ₂	O ₂	PRESION	H
22	04	00	8	34	28.645221	437.62741	213430.2351	12.19571	3
22	04	00	8	35	28.628432	430.94639	210543.7682	12.20725	3
22	04	00	8	36	28.678729	433.87932	212872.6543	12.32645	3

Los datos obtenidos se guardan en modo texto, esto permite poder accederlos desde cualquier editor de textos o bien desde cualquier hoja de cálculo

Bibliografía

- JACK P. HOLMAN.
 1990 *Métodos Experimentales para Ingenieros*. McGraw-Hill. México.
 Ed. Willis J. Tompkins., John G. Webster.
 1998 *Interfacing Sensors to the IBM PC*. Prentice Hall. USA.
 1993 *Data Acquisition Databook*. National Semiconductor.
 D. K. SALUNKE, H.R. BOLIN.
 1993 *Storage Processing and nutritional quality of fruits and vegetables: processed fruits and vegetables*. CRC PRESS USA