APÉNDICES

ANEXO 1

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL PROTOTIPO

Objetivo:

Medir la velocidad de respiración de frutos climatéricos y no climatéricos, a temperatura ambiente y de refrigeración.

Materiales, equipos y reactivos:

Compresor Shimaha de ¾ HP

Aceite para motores de vehículos a gasolina (150 ml)

Silica gel (1 kg)

Fruta (1 kg)

Manguera de vinil de 1/8 in (4 m)

Envases plásticos de tapa rosca (2 unidades)

Cronómetro

Fiola de 500 ml con tapón de caucho perforado (dos unidades)

Predictor climáticos para medir la temperatura y la humedad

Termómetro de alcohol de -10ºC a 110 º C

Extensión para conexión de 110 Voltios de 7.5 m.

Fosfato monosódico (10 gramos mínimo)

Hidróxido de Sodio 0.1 N (25 ml)

Espátula

Soporte Universal

Bureta de 25 ml

Balanza de 10 kg de capacidad

Balanza electrónica de 0.1 gramos de precisión

Pipeta de 10 ml

Fiola de 250 ml

Solución de Fenolftaleína (20 ml)

Fundamento teórico:

El dióxido de carbono se produce durante el proceso de respiración como un producto de la oxidación de los carbohidratos, una vez que un fruto es cosechado, en estado de madurez organoléptica deja de depender de la planta, se detiene la recepción de nutrientes y empieza el proceso de culminación de la madurez organoléptica y posteriormente la senescencia.

La tasa de respiración de los frutos en estas etapas puede ser medida mediante la absorción del dióxido de carbono en una solución como la de fosfato monosódico en donde por medio de dos reacciones se puede convertir el dióxido de carbono gaseoso en carbonato ácido de sodio. En la primera reacción el fosfato monosódico reacciona con el hidróxido de sodio

para formar el fosfato disódico, el cual reaccionará posteriormente para formar el carbonato ácido de sodio.

$NaH_2PO_4 + NaOH \dashrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O$

$Na_2HPO_4 + CO_2 + H_2O \dashrightarrow NaHCO_3 + NaH_2PO_4$

MANUAL DE OPERACIÓN DEL PROTOTIPO DE RESPIRÓMETRO

Para llevar a cabo la práctica de determinación de la velocidad de respiración de los frutos, utilizando el respirómetro con la solución de fosfato monosódico 0.023 N, entonces se toman en consideración los siguientes pasos:

1. Preparar el compresor

- Cambiar el aceite de la prueba anterior, con ayuda de un playo desarme el seguro del reservorio de aceite del compresor, y coloque una funda sobre el piso para que no se derrame el aceite sobre esta superficie. Luego incline el compresor agarrándolo de un manubrio que se encuentra en la parte superior. Haga esto hasta que todo el aceite se halla vertido.
- Purgar el aceite del tanque de compresión, ubicado en la parte inferior del compresor. Existe una pequeña válvula para realizar la purga,

pero antes coloque una funda sobre el piso, y luego abra la válvula, con esto saldrá algo de aire y gotas de aceite, cada vez que se valla a realizar un experimento es necesario realizar este paso. Tomando el manubrio del compresor y realizando un movimiento de vai-ven comenzarán a caer gotas de aceite de la cámara, realice esto por un espacio de 5 minutos procurando mover al compresor hasta un ángulo de 90º.

- Llenar el tanque con aceite de alta calidad, mida previamente en un recipiente 150 ml de aceite y luego desarme la válvula del reservorio de aceite con ayuda de un playo, previamente coloque una funda sobre el piso. Después cuidadosamente llene el tanque, puede revisar el visor y comprobar que se encuentre lleno un 80% esto es suficiente para poder realizar el experimento.
- Cerrar las válvulas de salida del aire, además de la válvula de purga y la válvula del tanque de aceite, antes del arranque de la máquina.
- Conectar el cable del compresor a una extensión de 7,5 m, para que pueda tener mayor facilidad de manipulación del equipo, y luego conecte la extensión a un tomacorriente de 110 V. Verifique con anterioridad que no esté húmeda la conexión y la ausencia de aceite.
- Encender el equipo, halando hacia arriba el botón rojo que se encuentra en la parte frontal del compresor. Una vez que esto ocurra

escuchará un fuerte sonido y empezará el incremento de la presión en los dos manómetros frontales, la compresión es rápida hasta alcanzar 120 psi_g con lo cual se detendrá el compresor.

- Limpiar el filtro de aceite del compresor el cual debe purgarse colocando una funda en el piso y halando una manigueta inferior, lo cual retirará el aceite contenido en su interior.

2. Preparar la solución de Fosfato monosódico

- Pesar el fosfato monosódico, utilizando una balanza digital de una décima de precisión. En el caso de la solución 0,023 N se pesan 2.6 gramos y para la solución 0,043 N, pesar 5.2 gramos, coloque un papel filtro sobre la balanza digital previamente tarada y luego vuelva a encerar, con ayuda de una espátula coloque poco a poco el fosfato monosódico sobre el papel filtro hasta registrar el peso deseado.
- Medir con una probeta de 1000 ml, 1 litro de agua destilada y coloque el contenido en un recipiente de vidrio de 2 litros mínimo. Luego mezcle con el fosfato monosódico pesado anteriormente hasta su completa disolución.

Pesar la materia prima

- Pesar los frutos en una balanza de 10 kg mínimo de capacidad, que se encuentre limpia. Coloque 1 kilogramo de muestra y luego registre los pesos.
- Colocar en los respirómetros la fruta pesada.

Conectar las mangueras y verificar la ausencia de fugas

- Sellar la tapa del respirómetro con cinta de embalaje y silicón, así como también la conexión de la manguera de vinil a la tapa.
- Verificar la ausencia de fugas en las válvulas de entrada del respirómetro y luego encender el compresor, dejar que alcance los 120 psi_g, para abrir la válvula de salida del aire poco a poco hasta alcanzar ¼ del giro total.

Colocar el silica gel

- Llenar el filtro con silica gel, pero antes debe revisarse que se encuentre seco, luego se lo vaciará en el interior del filtro, la manguera que se encuentra en su interior estará en la mitad del lecho.

Iniciar la prueba

- Arrancar la prueba anotando en el registro 1 (tabla 33) y realizar el control del tiempo con un cronómetro que tenga alarma, cada 10 minutos para pruebas a temperatura ambiente y cada 20 minutos para temperaturas de refrigeración. Al cabo de dos horas, apagar el compresor y retirar la fiolas con la solución de fosfato monosódico que tienen al dióxido de carbono, para llevar a cabo la titulación.
- Tomar una alícuota de 25 ml de la solución de fosfato monosódico, con una pipeta volumétrica de 25 ml, luego adicione dos gotas de fenolfataleína y titular con hidróxido de sodio 0.1 N, anotar el consumo.
- Cuando se lleve a cabo el experimento a temperatura de refrigeración tener a la mano un trapo y suficiente manguera de vinil para depositar el respirómetro en el interior del refrigerador. Se recomienda realizar mediciones de temperatura cada 20 minutos.

Registro de datos del experimento en el respirómetro

Registro 1

Hora	Temp. Ambiente (°C)	Primera Muestra		Segunda Muestra		Decibeles motor del compresor	Presión de salida del Compresor (lb/in²) #1	Presión de salida del Compresor (lb/in²) #2
		Temp. (°c) respirómetro	Humedad (%) respirómetro	Temp. (°c) respirómetro	Humedad (%) respirómetro			

Cálculos

Una vez obtenidos los resultados de la titulación, entonces proceder a realizar los cálculos de la velocidad de respiración del fruto tomando en consideración las siguientes definiciones:

Definiciones

mg CO_2(Alícuota)= Miligramos de CO_2 presentes en la alícuota.

mg CO_2(total)= Miligramos de CO_2 presentes en la solución de 1 lt.

mg Na_2HPO_4= Miligramos de fosfato monosódico en la alícuota.

mg Na_2HPO_4 (total)= Miligramos de Na_2HPO_4 presentes en la solución de 1 lt.

ml Na (OH)= Mililitros de hidróxido de sodio 0,1 N

Luego reemplace los datos obtenidos en las ecuaciones siguientes para obtener los miligramos de CO_2, de la alícuota, totales, de fosfato monosódico de la alícuota y los totales consumidos durante el experimento.

$$mgCO_2(alícuota) = (ml\ Na(OH)\ 0{,}1\ N) * (4{,}4)$$

$$mgCO_2(Total) = (mgCO_2) * (40)$$

$$mgNa_2Po_4(alícuota) = (ml\ Na(OH)\ 0{,}1\ N) * (14{,}1975)$$

$$mgNa_2PO_4 = (mgNa_2PO_4(alícuota)) * (40)$$

Luego llene el siguiente formato para anotar los resultados:

Tiempo de duración del experimento (horas) =

Peso de la fruta (kg) =

Velocidad de producción de CO_2 de la fruta:

mg CO_2/kg*h

kg = kilogramo
h= hora

ANEXO 2

Tabla de los signos

1	a	b	ab	c	ac	bc	abc	d	ad	bd	abd	cd	acd	bcd	abcd
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1
-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1
1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1
1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1
1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1

Bibliografía

1.- Wills, R.h.h, Lee, T.H., Mc Glacson, W.B. **"Fisiología y Manipulación de frutas y hortalizas post recolección".** Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1977**.**

2.- Braverman, J.B.S."**Introducción a la Bioquímica de los Alimentos"**. Editorial el Manual Moderno, S.A. de C.V. México D.F. Segunda Edición.1980. Páginas: 292-316.

3.- Plank, Rudolf. **"El empleo del frío en la Industria de la Alimentación"**. Editorial Reverté. Barcelona, España. 1980. Páginas: 3-6

<http://books.google.com/books?id=pOQNOei7mIUC&pg=PA93&lpg=PA93&dq=libro+conservacion+de+los+alimentos+plank&source=bl&ots=VaO0xhirQG&sig=XtMzi-0KDjxZv7uC-K_eHqDGmFc&hl=es&ei=7lhPTZyjE4TGlQeXy-jCBQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CBgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false >

4.- Wikipedia, la enciclopedia libre. Todo el texto de Wikipedia está disponible para ser reutilizado bajo los términos de la licencia creative

commons-atribución-compartir igual 3.0 (cc-by-sa). Los derechos de autor sobre las contribuciones permanecen como propiedad de sus creadores y editores. **"Glucólisis"**. 2011.

<http://es.wikipedia.org/wiki/gluc%c3%b3lisis>

5.- Wikipedia, la enciclopedia libre. Todo el texto de Wikipedia está disponible para ser reutilizado bajo los términos de la licencia creative commons-atribución-compartir igual 3.0 (cc-by-sa). Los derechos de autor sobre las contribuciones permanecen como propiedad de sus creadores y editores. **"Ciclo de Krebs"**.

<http://es.wikipedia.org/wiki/ciclo_de_krebs >

6. - Sienko, Michell J.; Plane, Roberty A. **"Quimica"**. Editorial Colección Ciencia y Técnica – Aguilar. Séptima Edición. Madrid, España. Páginas: 487-490, 358-363, 523-529.

7.- Skoog, Douglas A.; Holler, F. James y Nieman. Timothy A. **"Principios de Análisis Instrumental"**. Editorial Mcgraw-Hill-Interamericana de España, S.A. Quinta Edición. U. Madrid, España. 2001. Páginas: 416-434.

8. Alvarado, Juan de Dios; Coba, Orlando y Guanoluisa, Miguel Ángel. Universidad Técnica de Ambato Centro de Investigaciones. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. **"Calor de respiración de bananos"** Ambato – Ecuador.

<http://www.uta.edu.ec/cibiavi/images/cibia/Art.Calor.Resp.pdf >

9. Calderón Senz, Felipe; Pavlova, Margarita. **"Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno por el método respirométrico"**. Bogotá, Colombia. 2007.

<http://www.drcalderonlabs.com/metodos/analisis_de_aguas/determinacion_dbo5_metodo_respirometrico.htm >

10.- Treybal, Robert. **"Operaciones de Transferencia de Masa". Segunda** Edición. Editorial Mc Graw Hill. Traducido en México. Páginas: 158-165.

11.- González Farfán, Rafael. I.E.S. Nicolás Copérnico, Física y Química, Departamento de Física y Química. **"Mezclas y disoluciones"**. Página: 15.

<http://www.iesnicolascopernico.org/FQ/3ESO/Apmezsp.pdf >

12.- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. **"Manual del Exportador de Frutas, Hortalizas y Tubérculos en Colombia"**. Colombia. 2000.

<http://interletras.com/manualcci/frutas/platano/calidad01.htm#top>

13.- Ramos Gómez, Francisco. **"Norma Mexicana NMX-ff-029-scfi-2010 productos alimenticios no industrializados para consumo humano - fruta fresca – plátano o banano (*musa* aaa, subgrupo cavendish)"**. Página: 14.

<http://www.plataneros.net/documents/nmx_029_scfi-2010.pdf >

14. Ordóñez, Arturo Gabriel. **"Diseño de un proceso para la maduración acelerada de banano utilizando etefón como agente madurador"**. Guayaquil, Ecuador. 2005. Páginas: 15 y 16.

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4252/1/6772.pdf>

15.- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. **"Monografía de la mandarina"**. Veracruz, México. Página: 5.

<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/covecainicio/imagenes/archivospdf/archivosdifusion/tab4003236/monograf%cda%20de%20mandarina.pdf>

16.- Richard, A. Johnson. **"Probabilidad y Estadística para Ingenieros de Miller y Freund"**. Prentice –Hall Hispanoamericana. Quinta Edición. S.A. México. 1997. Páginas: 465-474.

17.- The Engineering Toolbox. Recursos, Herramientas e información básica de ingeniería y Diseño de Aplicaciones Técnicas. **"Compresión y expansión de gases"**.

<http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.engineeringtoolbox.com/compression-expansion-gases-d_605.html>

18.- McCabe, W.L., Smith, J.C. and Harriott, P. **"Unit Operations of Chemical Engineering"**. Mc Graw-Hill. Fifth Edition. 1993. Páginas: 208-212.

<http://www.cbu.edu/~rprice/lectures/compress.html >

19. Kurt, C. Rolle. **"Termodinámica"**. Pearson Prentice Hall. Hispanoamericana .Sexta Edición. México. Páginas: 542-543.

<http://books.google.com/books?id=1rIBBXQhmCwC&pg=PA541&lpg=PA541&dq=1.24+T+coeficiente+de+transferencia+de+calor+por+conveccion&source=bl&ots=ihYZEg4ffd&sig=NDT23lOoUmuL0l8Qsv13wlhB6_

4&hl=es&ei=aA5NTebHIoK0lQf4tvzuDw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&sqi=2&ved=0CDcQ6AEwBQ#v=onepage&q&f=false >

20.- Wikipedia, la enciclopedia libre. Todo el texto de Wikipedia está disponible para ser reutilizado bajo los términos de la licencia creative commons-atribución-compartir igual 3.0 (cc-by-sa). Los derechos de autor sobre las contribuciones permanecen como propiedad de sus creadores y editores. **"Convección"**.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Convecci%C3%B3n >

21.- Wikipedia, la enciclopedia libre. Todo el texto de Wikipedia está disponible para ser reutilizado bajo los términos de la licencia creative commons-atribución-compartir igual 3.0 (cc-by-sa). Los derechos de autor sobre las contribuciones permanecen como propiedad de sus creadores y editores. **"Calor sensible"**.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Calor_sensible>

22. Wikipedia, la enciclopedia libre. Todo el texto de Wikipedia está disponible para ser reutilizado bajo los términos de la licencia creative commons-atribución-compartir igual 3.0 (cc-by-sa). Los derechos de autor

sobre las contribuciones permanecen como propiedad de sus creadores y editores. **"Fundamentos de la hidrostática".**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaci%C3%B3n_fundamental_de_la_hidrost%C3%A1tica >

23.- Almar S.R.L. Importación y Exportación de Frutas en General. **"Desverdizado"**. Uruguay.2009.

<http://www.almar.com.uy/desverdizado >

24.-Kader, Adel A. **"Banano: (Plátano)"**. Postharvest Technology. U.C. Davis. Department of Pomology, University of California, Davis, CA 95616. 2007.

<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Banano.shtml >

25.-Kader, Adel A. **"Mandarina"**. Postharvest Technology. U.C. Davis. Department of Pomology, University of California, Davis, CA 95616. 2007.

<http://postharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts/espanol/mandarina.shtml>

26.-La Asociación Tucumana del Citrus. Tucumán, Argentina**. "España: Acuerdo para fomentar el contrato de compra-venta de naranjas y mandarinas a peso"**

<http://www.atcitrus.com/noticia.asp?seccion=noticias&id=2134 >

27.- Ríos, Gabino; Naranjo**,** Miguel A; Rodrigo**,** María-Jesús; Alós**,** Enriqueta; Zacarías**,** Lorenzo; Cercós Manuel y Talón, Manuel. **"Identification of a GCC transcription factor responding to fruit colour change events in citrus through the transcriptomic analyses of two mutants"**. Valencia, España.

<http://www.biomedcentral.com/1471-2229/10/276 >

28. Reina G.; Carlos Emilio; Vargas Castellano, Esther y Witz Silva, Mónica. **"Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la naranja (citrus sinences), Limón (citrus aurantifolia) y mandarina (citrus reticulata) que se comercializa en la ciudad de Neiva"**.Colombia, 1995.

<http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20limon.pdf >

29.- Smith, J.M. **"Ingeniería de la Cinética Química"**. Compañía Editorial continental, S.A. Sexta Reimpresión. México D.F. 1991. Páginas: 69-77

30. Roque, Masciarelli; Stancich, Silvia y Stoppani, Fernando. **"Trabajo práctico Nº 5 Fluidización"**. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rosario Cátedra de Ing. De las Reacciones.

http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/4_anio/ingenieria_reaciones/TPN5.pdf