

# Correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno durante la prueba de esfuerzo máxima en pacientes postinfartados

Dr. Andrés Valencia Chávez,\* Dr. Jorge Hilario Jiménez Orozco,\*\* Dra. Leticia Díaz Marchán,\* Dra. María Elena Mazadiego González\*

## RESUMEN

**Antecedentes:** La escala de Borg modificada es una escala visual análoga estandarizada en español que permite evaluar la percepción subjetiva de la dificultad respiratoria o del esfuerzo físico ejercido; no existen estudios que analicen la correlación entre dicha escala y la saturación de oxígeno. **Material y métodos:** Estudio transversal, analítico y observacional realizado en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Norte, en hombres y mujeres mayores de 18 años postinfartados que culminaron el programa de rehabilitación cardiaca. Se formaron dos grupos: fumadores (14 pacientes) y no fumadores (8 pacientes). Se tomó la saturación de oxígeno al reposo y durante la prueba de esfuerzo máxima, cada que su esfuerzo físico subía respecto a la escala de Borg modificada. **Resultados:** Se encontró un coeficiente de correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno de  $r = -0.995$  y  $r = -0.911$  en fumadores y no fumadores respectivamente, con una  $p < 0.001$ . **Conclusiones:** La alta correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno en pacientes con diagnóstico de cardiopatía isquémica hacen indispensable en los Servicios de Rehabilitación Cardiaca, la medición de la saturación de oxígeno como método de prescripción del ejercicio durante las pruebas de esfuerzo.

**Palabras clave:** Escala de Borg modificada, saturación de oxígeno, cardiopatía isquémica.

## ABSTRACT

**Background:** The modified Borg scale is a standardized visual analog scale in Spanish that assesses subjective perception of breathing difficulty or physical effort exerted. There are no studies analyzing the correlation between this scale and oxygen saturation. **Material and methods:** Cross-sectional, analytical and observational study done on men and women over 18 years culminating post infarcted cardiac rehabilitation program. Two groups, smokers (14 patients) and nonsmokers (8 patients). It took the oxygen saturation at rest and during maximal stress test, each up his physical exertion on the modified Borg scale. **Results:** We found a correlation coefficient between the modified Borg scale and oxygen saturation of  $r = -0.995$  y  $r = -0.911$  smokers and nonsmokers, respectively, with  $p < 0.001$ . **Conclusions:** The high correlation between the modified Borg scale and oxygen saturation in patients with ischemic heart disease, make it indispensable in cardiac rehabilitation services to measure oxygen saturation as a method of exercise prescription for stress test.

**Key words:** Modified Borg scale, oxygen saturation, ischemic heart disease.

## ANTECEDENTES

A nivel mundial, los síndromes coronarios agudos son causa importante de morbilidad y mortalidad. Datos epidemiológicos establecen que son una de las principales causas de muerte en la población de mayores de 20 años en el mundo. La cardiopatía isquémica es la segunda causa de muerte en la población mayor de 65 años y la tercera en la población general en nuestro país; fue responsable de más de 50,000 muertes en 2008 y contribuyó aproximadamente al 11% de todas las causas de mortalidad. La cardiopatía isquémica en el país es la patología cardiovascular dominante, un problema de prevención y control. La ateroesclerosis en todas sus formas es responsable de por lo menos la cuarta parte de todos los padecimientos del país<sup>1-5</sup>.

\* Médico especialista en Medicina de Rehabilitación.

\*\* Médico subespecialista en Rehabilitación Cardiaca.

Servicio de Rehabilitación Cardiaca de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Norte, UMAE «Dr. Victorio de la Fuente Narváez», Distrito Federal. IMSS, México, D.F.

Recibido para publicación: enero, 2012.

Aceptado para publicación: febrero, 2012.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en  
<http://www.medigraphic.com/medicinafisica>

Los factores de riesgo para la cardiopatía isquémica de acuerdo con las reuniones nacionales, se prefiere clasificar en no modificables y en modificables, estos últimos subdivididos en independientes y dependientes. Aunque estrictamente se aceptan sólo como factores de riesgo los no modificables y los modificables independientes, ya que algunos factores de los modificables dependientes como el sedentarismo, obesidad y factores psicológicos, entre otros, más bien inciden en otros factores de riesgo, como por ejemplo, la hipertensión arterial sistémica, es claro que deben ser foco de atención para su control y eliminación<sup>6-9</sup>.

En nuestro país se ha visto que la prevalencia de los factores de riesgo tradicionales en mayores de 20 años son: sobre peso y obesidad (63%), diabetes mellitus (7.5%), tabaquismo (33.45%), hipertensión arterial (30.7%), dislipidemia (6.4%) o depresión (15%). En cuanto a la actividad física, el reporte de la Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos (ENED) en 2002 menciona que 64.9% de la población realizaba actividad física durante 30 min, por lo menos tres veces a la semana, ya sea de forma intensa (23.4%) o moderada (41.5%). De esta manera, podemos calcular una prevalencia de sedentarismo de 35.1%<sup>3</sup>.

Existen algunas personas que no presentan cardiopatía isquémica establecida, pero que en 10 años tendrán el riesgo de desarrollar un evento coronario mayor (infarto agudo al miocardio y muerte coronaria) igual que las personas con cardiopatía coronaria (> 20% por cada 10 años); estas personas pertenecen a una categoría de alto riesgo, ya que poseen equivalentes de riesgo para padecer cardiopatía isquémica. Se han identificado tres grupos de equivalentes de cardiopatía isquémica<sup>8</sup>:

1. Otras formas de enfermedad aterosclerótica clínica:
  - Enfermedad arterial periférica.
  - Enfermedad de la arteria carótida (que puede ser sintomática, por ejemplo, ataque isquémico transitorio o evento vascular cerebral de origen carotideo).
  - Aneurisma aórtico abdominal.
2. Diabetes mellitus tipo 1 y 2.
3. Personas de alto riesgo con múltiples factores de riesgo (personas sin enfermedad aterosclerótica clínica, pero con aterosclerosis coronaria avanzada).

Actualmente, el número de personas que se encuentran en riesgo de presentar un evento cardiovascular (ECV) y el de aquellas que sobreviven a este tipo de eventos es cada vez mayor. En opinión de algunos expertos, la herramienta más eficaz para controlar esta pandemia es, por un lado, la prevención cardiovascular, y por el otro, la rehabilitación de los sujetos afectados. Diferentes investigaciones han demostrado que los pacientes con ECV que participan en algún programa de rehabilitación cardiovascular y prevención secundaria ob-

tienen diversos beneficios como son: sobrevida, morbilidad y calidad de vida<sup>10</sup>.

La tropósfera tiene una composición constante de gases, con aproximadamente un 78% de nitrógeno y 21% de oxígeno; en la medida en que se asciende desde el nivel del mar, la presión barométrica disminuye logarítmicamente. La Ciudad de México se encuentra a 2,240 metros sobre el nivel del mar, por lo que la saturación de oxígeno normal es entre 95-97%. La pulsímetra mide la saturación de oxígeno en la sangre, pero no mide la presión de oxígeno (PaO<sub>2</sub>). Los aparatos en la actualidad son muy fiables para valores entre el 80 y el 100%, pero su fiabilidad disminuye por debajo de estas cifras<sup>11-14</sup>.

Un valor crítico es que a PaO<sub>2</sub> de 60 mmHg se corresponde con una saturación de oxígeno de 90%, por debajo de la cual pequeñas disminuciones de la PaO<sub>2</sub> ocasionan desaturaciones importantes, pero por el contrario, por encima de 95% grandes aumentos de la PaO<sub>2</sub> no suponen incrementos significativos de la saturación de oxígeno; por lo tanto, el punto que debe de dar la señal de alarma son las desaturaciones inferiores al 95%. La hipoxemia genera complicaciones en el sistema nervioso central (cefalea, inquietud, confusión, estupor y coma) y en el sistema cardiovascular (taquicardia, hipertensión, vasoconstricción periférica y bradicardia, depresión miocárdica y shock cardiocirculatorio)<sup>15</sup>.

La escala de Borg es una escala visual análoga estandarizada y validada en español, rápida y fácil de aplicar, que permite evaluar de forma gráfica la percepción subjetiva de la dificultad respiratoria o del esfuerzo físico ejercido. *La escala de Borg se utiliza desde la década de 1970* y la modificada desde la década de 1980, la cual está constituida en un rango de 0 a 10. La escala determina la intensidad de disnea y tiene agregado al número una expresión escrita, que ayuda a categorizar la sensación de la disnea del sujeto al que se le realiza la prueba. El resultado se registra y se codifica. El intervalo entre los rangos de la escala aumenta progresivamente, el número 10 manifiesta la mayor percepción de la disnea (del esfuerzo). La escala de Borg modificada es fácil de usar si se instruye bien al paciente<sup>16,17</sup>.

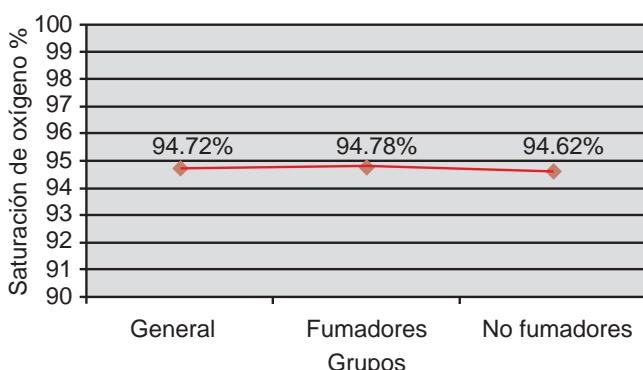
## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio transversal, analítico y observacional que se realizó en el Servicio de Rehabilitación Cardiaca de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Norte, México, D.F., en hombres y mujeres mayores de 18 años con diagnóstico de cardiopatía isquémica postinfartados que concluyeron el programa de rehabilitación cardiaca de 20 sesiones durante la prueba de esfuerzo máxima y previa aceptación de participar en el estudio. No se incluyeron pacientes con otra cardiopatía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y/o limitación para realizar la prueba de esfuerzo; se realizó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos, con un tamaño de

muestra estimado mediante la fórmula que determina si un coeficiente de correlación difiere a cero, el resultado fue  $n = 8$ . Se formaron dos grupos, uno de fumadores (personas que han fumado más de 100 cigarrillos en su vida) con 14 pacientes y otro de no fumadores con 8 pacientes. A todos los pacientes se les explicó el protocolo de estudio y firmaron el consentimiento informado. Durante la prueba de esfuerzo máxima, se les colocó un oxímetro en el dedo índice derecho tomándose la saturación de oxígeno en reposo y cada vez que percibía que su esfuerzo físico había subido respecto a la escala de Borg modificada, el médico responsable registraba los datos en la hoja de captación; la prueba de esfuerzo se detuvo de acuerdo con los parámetros ya establecidos por la ACC/AHA 2002 Guideline update for exercise testing.<sup>32</sup> Para el análisis estadístico se utilizaron medidas de tendencia central, el coeficiente de correlación de Pearson, regresión lineal simple y coeficiente de determinación.

## RESULTADOS

Se evaluaron 22 pacientes del género masculino y femenino, con edades comprendidas entre 40 y 75 años con diagnóstico de cardiopatía isquémica postinfartados y se dividieron en dos grupos: uno de fumadores y otro de no fumadores. El grupo de fumadores fue constituido por 14 pacientes, 13 (92.85%) del género masculino y 1 (7.15%) del género femenino, con una edad media de  $59.71 \pm 7.16$  años; el grupo de no fumadores fue formado por 8 pacientes, 7 (87.5%) del género masculino y 1 (12.5%) del género femenino, con una edad media de  $59 \pm 12.15$  años. Todos con diagnóstico de cardiopatía isquémica postinfartados quienes concluyeron el tratamiento de rehabilitación cardiaca. La saturación de oxígeno media en reposo de forma general fue de  $94.72 \pm 1.2\%$ , en el grupo de fumadores de  $94.78 \pm 1.31\%$  y en el grupo de no fumadores de  $94.62 \pm 1.06\%$  (*Figura 1*). Se determinaron las medias de las saturaciones de oxígeno en cada nivel de la escala de Borg



**Figura 1.** Promedios de saturación de oxígeno en reposo por grupos.

**Cuadro 1.** Promedios de saturación de oxígeno en el grupo de fumadores.

Escala de Borg	Saturación de oxígeno (%)
0	94.7
2	93.8
4	92.6
6	92.1
7	91.1
8	90.9
9	90.5
10	90.0

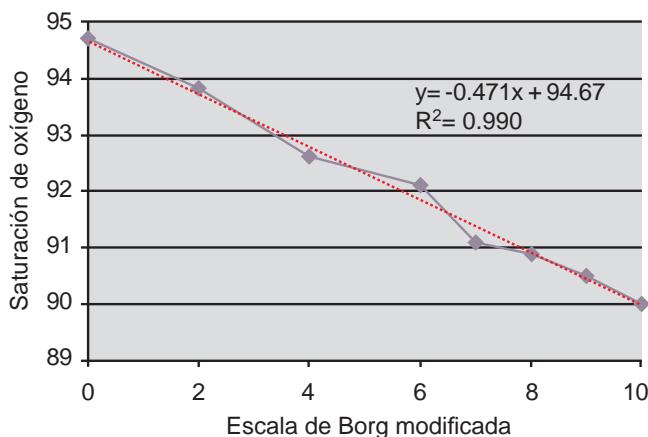
**Cuadro 2.** Promedios de saturación de oxígeno en el grupo de no fumadores.

Escala de Borg	Saturación de oxígeno (%)
0	94.6
2	93.5
4	92.3
6	92.1
7	92.2
8	92.0
9	91.0
10	89.0

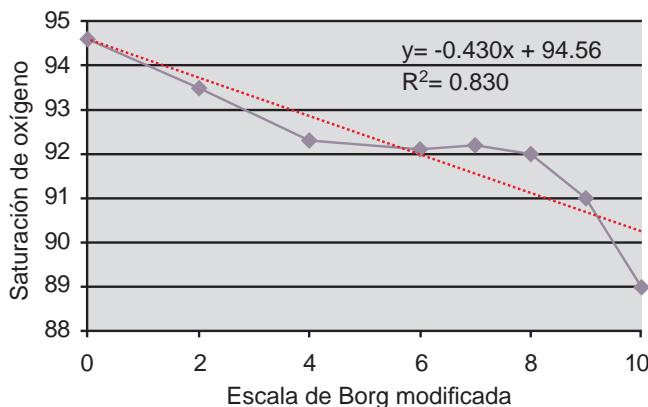
evaluada (*Cuadros 1 y 2*). Se realizó el análisis del coeficiente de correlación de Pearson entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno de los promedios en cada grupo encontrando una correlación en el grupo de fumadores de  $r = -0.995$  ( $p < 0.001$ ) y en el grupo de no fumadores de  $r = -0.911$  ( $p < 0.001$ ) que representan una correlación estadística alta. La regresión lineal simple de los datos obtenidos nos da una  $y = -0.471 x + 94.67$  para el grupo de fumadores, y una  $y = -0.430 x + 94.56$  para el grupo de no fumadores y un coeficiente de determinación de  $r^2 = 0.990$  y  $r^2 = 0.830$ , respectivamente (*Figuras 2 y 3*). Las causas por las que se detuvo la prueba de esfuerzo máxima fueron sólo dos: fatiga muscular y rebasar 85% de su frecuencia cardiaca máxima (FCM). En el grupo de fumadores a 12 pacientes (85.7%) se les detuvo por fatiga muscular y a 2 pacientes (14.3%) por rebasar 85% de su FCM; en el grupo de no fumadores a 5 pacientes (62.5%) por fatiga muscular y 3 pacientes (37.5%) por rebasar 85% de su FCM (*Figura 4*).

## DISCUSIÓN

En este estudio se encontró una media de la saturación de oxígeno muy parecida en ambos grupos y de forma general de 94.72%; de acuerdo con lo que se encuentra reportado en la literatura lo normal es que la saturación de oxígeno se presente

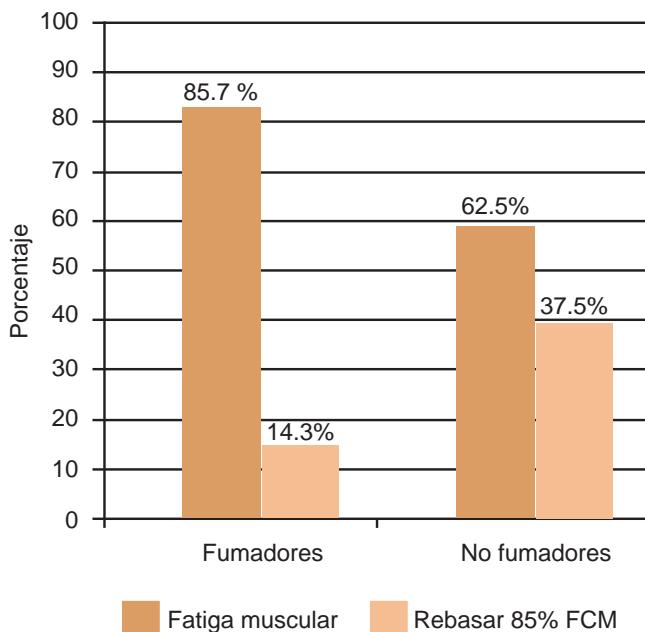


**Figura 2.** Correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno en el grupo de fumadores (línea morada). La línea roja muestra la tendencia.



**Figura 3.** Correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno en el grupo de no fumadores (línea morada). La línea roja muestra la tendencia.

arriba de 95%, tomando éste como valor crítico, aunque la altura y la contaminación de la Ciudad de México hacen que los valores basales de la saturación de oxígeno disminuyan. Las grandes desaturaciones de oxígeno son a partir de 90%, las cuales pueden originar síntomas cardiovasculares y nerviosos, dentro de los cuales se encuentran: cefalea, inquietud, confusión, taquicardia, hipertensión, vasoconstricción periférica y bradicardia, depresión miocárdica y *shock* cardiocirculatorio. En el grupo de fumadores, 4 pacientes tuvieron desaturaciones inferiores a 90% (89, 89, 87 y 85%), y en el grupo de no fumadores 2 pacientes (89 y 83%), pero ninguno presentó síntomas o signos neurológicos, sólo taquicardia que se relacionó con la intensidad del ejercicio. Se obtuvo una correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno estadísticamente significativo ( $p < 0.001$ ) y muy alta para



**Figura 4.** Causas de detención de la prueba de esfuerzo máximo.

ambos grupos, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa. En la interpretación de la regresión lineal se observó en el grupo de fumadores que a partir de la saturación de oxígeno basal, por cada valor unitario que aumente la escala de Borg modificada disminuirá 0.471% la saturación de oxígeno y 0.430% en el grupo de no fumadores. También se obtuvo el coeficiente de determinación, el cual nos explica que 99 y 83% de las variaciones en la saturación de oxígeno se encuentran relacionadas al aumento de la intensidad del ejercicio medida con la escala de Borg modificada en el grupo de fumadores y no fumadores, respectivamente; así la variabilidad entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno es explicada por el modelo. En la actualidad, el riesgo de presentar un evento cardiovascular va en aumento, por lo que los Servicios de Rehabilitación tienen una gran responsabilidad en mejorar la calidad de vida de los cardiópatas y ofrecer una prevención secundaria. Por ende, los métodos utilizados como prescripción del ejercicio deben de ser cada vez más seguros y precisos para darle un nivel de seguridad mayor al paciente.

## CONCLUSIONES

Los resultados que se encontraron en este estudio muestran una alta correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno en pacientes con diagnóstico de cardiopatía isquémica postinfartados (fumadores y no fumadores), hacen que sea indispensable en los Servicios de Rehabilita-

ción Cardiaca la medición de la saturación de oxígeno como método de prescripción del ejercicio durante las pruebas de esfuerzo, debido a que los pacientes pueden desarrollar desaturaciones de oxígeno importantes y, por lo tanto, desarrollar síntomas y signos de hipoxemia, además de dar un espectro más amplio de seguridad durante la prueba al valorar los dos sistemas como un conjunto: sistema cardiopulmonar.

## REFERENCIAS

1. Chávez DR, Ramírez, HJ, Casanova GJ. La cardiopatía coronaria en México y su importancia clínica, epidemiológica y preventiva. *Arch Cardiol Mex* 2003; 73(2): 105-114.
2. Chockalingam A, Balaguer-Vintro, Achutti A, De Luna AB, Chalmers J, Farinaro E et al. The world heart federation's white book: impending global pandemic of cardiovascular diseases: challenges and opportunities for the prevention and control of cardiovascular diseases in developing countries and economies in transition. *Can J Cardiol* 2000; 16: 227-229.
3. García CA, Jerjes SC, Martínez BP, Azpiri LJ, Autrey CA, Martínez SC et al. RENASICA II Registro Mexicano de Síndromes Coronarios Agudos. *Arch Cardiol Mex* 2005; 75: S6-S19.
4. Sistema Nacional de Información para la Salud (SINAIS). Principales causas de mortalidad general, 2008 nacional. Disponible en: <http://sinais.salud.gob.mx/mortalidad/index.html>
5. Teniente VR, Solorio MS, Hernández GM, Delgado SA, Vargas RL, Sánchez LM et al. Oportunidad de reperfusión de un grupo de pacientes con infarto agudo del miocardio con elevación del segmento ST. *Rev Mex Cardiol* 2009; 20(3): 130-134.
6. Navarro RJ. Problemática de la aterosclerosis en México. *Rev Mex Cardiol* 1999; 10(2): 59-63.
7. Velasco JA, Cosín J, Maroto MJ. Guidelines of the Spanish society of cardiology for cardiovascular disease prevention and cardiac rehabilitation. *Rev Esp Cardiol* 2000; 53: 1095-1120.
8. National Cholesterol Education Program. Third report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. NIH pub. No. 02-5215. Bethesda, MD: National Heart, Lung, and Blood Institute, 2002.279. [on line] Available in: <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/cholesterol/atp3full.pdf>
9. Grundy SM, Cleeman JI, Bairey MN, Brewer B, Clark LT, Hunninghake DB et al. Implications of recent clinical trials for the national cholesterol education program adult treatment panel III guidelines. *Circulation* 2004; 110: 227-239.
10. Ilarraza LH, Herrera FR, Lomelí RA, Zavala RJ, Martínez RL, Ramos BF et al. Registro Nacional sobre Programas de Rehabilitación Cardiaca en México (RENAPREC). *Arch Cardiol Mex* 2009; 79(1): 63-72.
11. Hanning CD, Alexander-Williams JM. Fortnightly review: pulse oximetry: a practical review. *BMJ* 1995; 311: 367-370.
12. Jensen LA, Onyskiw JE, Prasad NG. Meta-analysis of arterial oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in adults. *Heart Lung* 1998; 27(6): 387-408.
13. Lisa-Catón V. La pulsioximetría ¿Cómo se hace? *FMC* 2003; 10(6): 399-400.
14. Rivera PR, Suárez NE, Zajarias KA, d'Hyver C. Saturación de oxígeno en adultos mayores de la Ciudad de México. *An Med (Mex)* 2008; 53(1): 5-9.
15. Medrano R, Napal L, Zalba M, Hernández B. Arterial oxygen desaturation during transport of the post-surgery patient from operation site to recovery ward. *Analisis* 2001; 24: 83-86.
16. Segura MN, Cortés HR, Méndez DD, Espinosa LF, Sosa EE, Torres SB. Correlación entre la escala de Borg y la espirometría en pacientes asmáticos. *Rev Aler Méx* 2005; 52(3): 127-31.
17. Borg GA, Hassmen P, Langerstrom M. Perceived exertion in relation to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol* 1987; 65: 679-685.

Dirección para correspondencia:

Dr. Andrés Valencia Chávez  
Calle Miguel Hidalgo Núm. 80, Col. Los Limones  
60400, Los Reyes, Mich., México.  
Teléfono: (354) 5442182  
E-mail: mavach7@hotmail.com