

Prevención y control de emisiones contaminantes generadas por motocicletas matriculadas en municipios de la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Jorge Alberto García Gómez¹

Prevention and control of polluting emissions generated by motorcycles registered in municipalities included in the Metropolitan Area of the Aburrá Valley

RESUMEN

Introducción. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), como autoridad ambiental urbana, realizó a finales del año 2005 y principios del 2006, una campaña de monitoreo de emisiones vehiculares generada por las motocicletas de dos y cuatro tiempos, vehículos éstos que no están regulados por la legislación ambiental nacional y cuyo impacto a la calidad del aire es muy significativa. Esto enmarcado dentro del programa de fuentes móviles del AMVA que propende por mejores condiciones del aire para velar por la calidad de vida de los habitantes con el uso adecuado de prácticas y tecnologías que disminuyan los impactos negativos al aire.

Objetivo. Recolectar información para contribuir con el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la generación de datos técnicos para determinar los límites permisibles de emisiones para motocicletas comercializadas en el país.

Materiales y métodos. Para la realización de este estudio se contrataron centros de servicio y ensambladoras para que realizaran operaciones de sincronización a las motocicletas con nuestra unidad de monitoreo de emisiones se verificaron éstas antes y después de la sincronización. El número de motos analizadas fue de 550 motos de dos y cuatro tiempos, lo que equivale a 1.100 datos de emisiones de gases antes y después de la sincronización.

¹ Ingeniero Mecánico de la Universidad de Antioquia. Programa de Fuentes Móviles. Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Resultados. Los resultados de la campaña de sincronización y monitoreo para emisiones de las motos fueron enviados a las autoridades nacionales como el IDEAM y el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, para que sirvieran de base técnica en la formulación de normas de emisión de este tipo de vehículos.

Conclusión. La sincronización del motor de la motocicleta contribuye a la reducción de las emisiones de los gases contaminantes, consiguiendo en las motos de cuatro tiempos que las emisiones de CO disminuyan en un 37% (%v/v).

Palabras Clave: Motocicletas. Hidrocarburos. Monóxido de carbono. Sincronización. Fuentes móviles.

ABSTRACT

Introduction. The Metropolitan Area of the Aburrá Valley, as an environmental urban authority, made in the end of 2005 and the beginning of 2006 a campaign of vehicle emissions generated by motorcycles with two and four stroke engines. Such vehicles are not regulated by the national environmental laws and their impact on the air quality is really significant. This is done as a part of the Metropolitan Area of the Aburrá Valley's mobile sources program.

Objective. Collect information to contribute with the Ministry of Environment, Living and Territorial Development on the generation of technical data to determine the allowed emissions limit for the motorcycles commercialized in the country.

Materials and methods. To make this study service centres and assemblers were hired to synchronize motorcycles with our emission monitoring unit. Then, the motorcycles were verified before and after the operation. 550 two and four stroke motorcycles were analyzed, and this equals 1100 gases emissions data before and after the synchronization.

Results. The results of the campaign were sent to national authorities like IDEAM and the Ministry of Environment, Living and Territorial Development, to serve as a technical basis in the formulation of emission norms for motorcycles.

Conclusion: Synchronizing the engines of motorcycles contributes to diminish their contaminant emissions. In four stroke engines, for instance, the reduction of CO can reach a 37% rate.

Key words: Motorcycles. Hydrocarbons. Carbon monoxide. Synchronicity. Mobile sources.

INTRODUCCIÓN

En la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá circulan alrededor de 126.000 motocicletas y, actualmente, las ensambladoras han incrementado sus ventas en más 60%.¹

El fenómeno del incremento en la producción de motocicletas es mundial. Los países asiáticos producen y utilizan este tipo de vehículos y por lo tanto deben cumplir la reglamentación ambiental en su país de producción.² El motor de dos tiempos fue desarrollado por los ingleses en 1878, contribuyendo en la generación de un motor que entregara su potencia en una vuelta del cigüeñal y no en dos, como lo hace el

motor de cuatro tiempos. Este tipo de motor tiene su aplicación en motores pequeños, en motocicletas y motores fuera de borda. Su gran desventaja es el contribuir con altos índices de emisión de contaminantes primarios a la atmósfera.³

Se busca entonces levantar información técnica en campo, conocer los avances en tecnología y el aporte de éstos en la disminución de emisiones generadas por este tipo de vehículo.

De otro lado se busca evaluar la aplicación de los avances tecnológicos, por la necesidad de cumplir con normas internacionales de emisión, lo que ha obligado a los ensambladores a mejorar en el uso eficiente de la energía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron motocicletas de dos tiempos y cuatro tiempos de bajo cilindraje de las marcas: Auteco Kawasaki, Incolmotos Yamaha, Suzuki Motor y Honda. En esta última marca sólo se tuvieron en cuenta motocicletas con motores cuatro tiempos (Fotos 1 y 2).

Para la realización de las pruebas de emisión a las motocicletas se utilizó la siguiente metodología:

- Verificación de la temperatura.
- Verificación de las revoluciones a las cuales se encuentra el motor.
- Definición del acople requerido de acuerdo con la norma NTC 5365.
- Barrido atmosférico del equipo analizador de gases para dar inicio a la prueba: verificación de no dilución de la muestra de acuerdo con la norma NTC 4983.⁴ El valor para el oxígeno no debe exceder el 5% en volumen y para CO₂ no debe ser inferior al 7% en volumen. Sin embargo en la práctica se observó que no era posible considerar lo definido en la norma, ya que existen nuevas tecnologías que incluyen válvulas de inyección de aire en la admisión y otras en el escape, condición que impedía el cumplimiento del porcentaje máximo de oxígeno establecido en la norma. Para motores de cuatro tiempos la variable analizada para definir la toma de muestra fue la estabilización del porcentaje por volumen de oxígeno, y para motores de dos tiempos la variable analizada para definir la toma de muestra fue la estabilización de la concentración dada en partes por millón de hidrocarburos (HC). La toma de la muestra es de un tiempo de 30 segundos, de los cuales 25 son para la estabilización de la muestra y los cinco últimos segundos de lectura del equipo son de cuantificación de la concentración de los gases de la muestra.
- Para cada motocicleta se tomaron los datos de placa, características del motor, año y modelo y se procedió a la captura de los datos arrojados por el equipo analizador.

Para la calibración y preparación del equipo de medición se llevaron a cabo los pasos que enumeran seguidamente:

- Se encendió el analizador de gases, asegurándose del correcto estado de mantenimiento y calibración del mismo, de acuerdo con las instrucciones contenidas en el manual de operación provisto por el fabricante y lo contemplado en las normas NTC 4983 y 5365.
- Se verificó e instaló la sonda correspondiente al tipo de vehículo dos tiempos o cuatro tiempos. Esto con el fin de proteger el equipo analizador de gases y evitar contaminación de las muestras. En dos tiempos debe adicionarse el filtro de vapores de aceite, recomendado por un proveedor de equipos.
- Se realizó mantenimiento del equipo cada tres días, incluyendo limpieza de mangueras, calibración del equipo, cambio de filtro de material particulado.
- Cambio de filtro de retención de humedad y soplado de mangueras al iniciar el día la toma de muestras para evitar remanentes en lecturas de la muestra.
- Antes de realizar cada prueba el equipo está sujeto a la comprobación automática de residuos. Antes de efectuar una nueva medición se esperó a que las lecturas del analizador de gases regresaran al mínimo valor de lectura, con la sonda de gases en contacto con el ambiente.
- Se verificó que el analizador de gases cumpliera con la condición de que tanto en vehículos de cuatro tiempos como de dos tiempos el porcentaje de hidrocarburos fuera menor o igual a 20 ppm.
- Se verificó que el equipo posea un sistema de bloqueo automático. Cuando el equipo no desciende al valor de hidrocarburos establecido en el párrafo anterior en 120 segundos, el sistema se bloquea y produce un aviso de posible filtro sucio o bajo flujo.
- Antes de realizar cada prueba el sistema incorpora una calibración periódica automática de los rangos de tolerancia. El equipo indica al operario con un mensaje en pantalla que se encuentra en proceso un barrido atmosférico o autocero.
- La realización de la prueba inicia una vez se tengan las variables de operación de la motocicleta.
- Los acoples utilizados en las diferentes pruebas se acondicionaron de acuerdo con lo sugeridos en la norma NTC 5365.

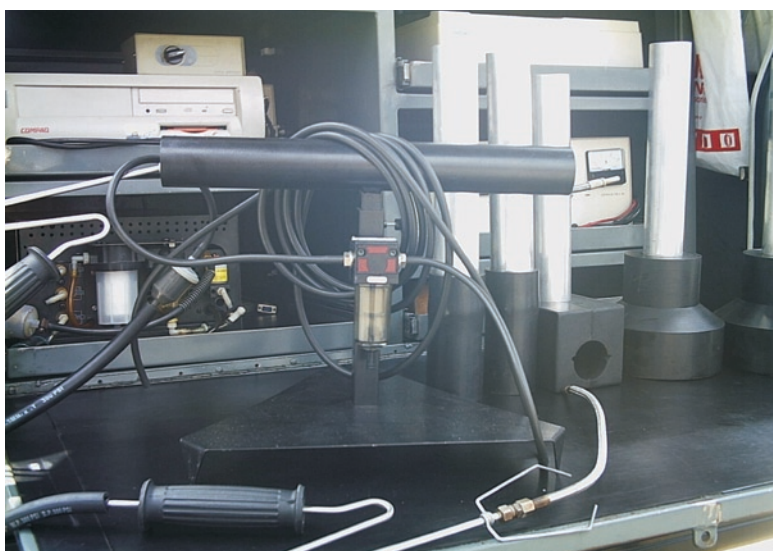
RESULTADOS

La relación de las motos analizadas, discriminando su marca y el tipo de motor (dos tiempos o cuatro tiempos), es presentada en la tabla I.

Figura 1. Medición de emisiones. Pinza captadora de revoluciones, termocupla o captador de temperatura, acople flexible a exosto, sonda de tubo de escape y filtro captador de vapores de aceite



Figura 2. Banco analizador de gases Andros 4261, filtro de vapores de aceite y sondas para toma de muestras.



En la tabla 2 se presenta el resumen de las medidas de estadística descriptiva representativas para todas las motocicletas analizadas de la marca Yamaha Incol-motos, tanto de dos como de cuatro tiempos.

De la tabla 2 se observa en el muestreo por hidrocarburos, antes de la sincroniza-ción, un valor mínimo de 3.674 ppm para una motocicleta nueva con 1.216 km de

recorrido modelo 2006, y un valor máximo de 19.999 ppm para una motocicleta con alto desgaste y alto kilometraje de recorrido cuyo modelo es de 1982. Luego de la sincronización se observa 3.674 ppm como valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos para una motocicleta nueva con 1.216 km de recorrido, modelo 2006. Se observa en esta tabla, como valor máximo obtenido en el muestreo por hidrocarburos, 19.999 ppm para una motocicleta con alto desgaste y alto kilometraje recorrido, haciendo estimación debido al modelo 1982.

Tabla 1. Detalle de las motos que se analizaron en el estudio, según tiempos del motor

Marca	Tiempos del motor	Prueba antes(A) o después(D) de la sincronización	Número de motocicletas analizadas (n)
Incolmotos Yamaha	2	A	97
		D	89
	4	A	20
		D	19
Honda	4	A	132
		D	114
Auteco Kawasaki	2	A	44
		D	39
	4	A	100
		D	97
Suzuki	2	A	98
		D	88
	4	A	28
		D	21

En cuanto a motores de cuatro tiempos, antes de la sincronización se muestra un valor mínimo de 93 ppm, obtenido en el muestreo por hidrocarburos para una motocicleta cuatro tiempos nueva con 9.121 kilómetros de recorrido y modelo 2006 y, como valor máximo obtenido en el muestreo por hidrocarburos, 2.386,00 ppm para una motocicleta de cuatro tiempos con una descompensación en la carburación o posible daño eléctrico, un kilometraje recorrido de 51.600 y modelo 2000. Después de la sincronización, en los motores de cuatro tiempos se presenta un valor mínimo obtenido de 191,00 ppm en el muestreo por hidrocarburos para una motocicleta cuatro tiempos nueva, con 12.357 kilómetros de recorrido, modelo 2006, y como valor máximo obtenido en el muestreo por hidrocarburos de 732 ppm para una motocicleta de cuatro tiempos.

Los resultados de la marca Honda, de la cual se mencionó que únicamente se analizaron motocicletas de cuatro tiempos, se relacionan en la tabla 3.

Tabla 2. Medidas estadísticas de las variables HC, CO, CO₂ y O₂ para las motocicletas de dos y cuatro tiempos de todas las referencias de la marca Incolmotos Yamaha

Tiempos	Prueba	Medida estadística	HC (ppm)	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	A/C*	Rpm	T (°C)
2	Antes de sincronización n=97	Media	9.884,28	3,37	2,81	12,35	17,00	2.378,86	70,42
		Desviación estándar	3.234,34	0,82	1,08	1,03	3,12	879,46	23,44
		Mínimo	3.674,00	0,17	0,70	9,97	11,34	0,00	19,00
		Máximo	19.999,00	5,14	5,75	15,62	32,50	5.081,00	100,00
	Después de sincronización n=89	Media	9.275,46	3,20	2,91	12,48	18,05	2.499,08	69,42
		Desviación estándar	3.640,98	0,78	1,01	1,07	4,05	873,50	18,58
		Mínimo	3.674,00	0,71	0,77	9,97	11,17	0,00	33,00
		Máximo	19.999,00	4,44	5,32	15,83	32,50	7.669,00	100,00
4	Antes de sincronización n=20	Media	606,60	5,01	7,24	5,64	17,32	1.485,35	78,65
		Desviación estándar	551,16	2,43	1,72	1,85	3,59	398,58	16,03
		Mínimo	93,00	0,28	4,87	3,80	13,88	764,00	56,00
		Máximo	2.386,00	8,97	10,66	11,62	29,69	2.822,00	100,00
	Después de sincronización n=19	Media	426	3,76	7,91	5,92	18,31	1.275,84	80,632
		Desviación estándar	193,83	1,71	1,78	2,05	3,42	393,10	16,122
		Mínimo	191	0,75	3,80	3,69	15,60	0,00	48,00
		Máximo	732	6,22	11,11	11,43	29,81	1.693,00	100,00

*A/C: Relación aire/combustible

Tabla 3. Medidas estadísticas de las variables HC, CO, CO₂ y O₂ para las motocicletas cuatro tiempos marca Honda

Tiempos	Prueba	Medida estadística	HC (ppm)	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	A/C	Rpm	T (°C)
4	Antes de sincronización n=132	Media	892,05	3,85	7,24	5,91	17,91	1.402,40	72,59
		Desviación estándar	880,19	2,32	1,75	1,50	2,81	485,56	19,95
		Mínimo	69,00	0,12	3,50	3,07	13,40	0,00	32,00
		Máximo	4.854,00	9,61	11,55	10,85	28,33	2.967,00	100,00
	Después de sincronización n=114	Media	696,64	2,75	8,08	6,00	18,71	1.421,45	67,16
		Desviación estándar	730,77	1,62	1,32	1,59	2,79	230,61	22,69
		Mínimo	98,00	0,17	3,13	2,71	13,39	612,00	10,00
		Máximo	7.171,00	8,12	11,19	12,76	36,49	2.391,00	100,00

Antes de la sincronización, en estas motocicletas se observa como valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos 98,00 ppm, y un máximo de 7.171 ppm en una motocicleta modelo 1994, con presencia de humo negro.

La tabla 4 presenta los resultados para las motocicletas Auteco Kawasaki de dos y cuatro tiempos.

Tabla 4. Medidas estadísticas de las variables HC, CO, CO₂ y O₂ para las motocicletas de dos y cuatro tiempos de Auteco Kawasaki

Tiempos	Prueba	Medida estadística	HC (ppm)	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	A/C	Rpm	T (°C)
2	Antes de sincronización n=44	Media	8.326,11	3,39	3,11	11,38	17,50	1.490,55	53,11
		Desviación estándar	2.794,98	1,04	1,39	1,68	3,64	917,17	17,64
		Mínimo	4.593,00	0,23	0,54	8,72	12,99	0,00	27,00
		Máximo	17.089,00	5,52	6,50	15,96	36,42	3.834,00	100,00
	Después de sincronización n=39	Media	8.399,87	3,24	3,30	11,58	18,83	1.518,05	52,79
		Desviación estándar	3.516,01	1,35	1,51	2,24	10,11	1.246,91	17,51
		Mínimo	1.808,00	0,14	0,63	5,37	12,06	0,00	26,00
		Máximo	19.479,00	5,24	7,20	20,17	77,25	5.977,00	90,00
4	Antes de sincronización n=100	Media	838,01	3,54	7,76	4,90	17,09	1.413,96	64,02
		Desviación estándar	958,67	2,12	1,75	1,62	2,31	279,76	17,60
		Mínimo	0,00	0,00	3,55	1,69	13,59	0,00	33,00
		Máximo	6.014,00	8,64	11,83	10,75	24,74	2.139,00	100,00
	Después de sincronización n=97	Media	681,94	2,45	8,86	4,64	17,46	1.395,92	67,11
		Desviación estándar	551,45	1,83	1,51	1,72	2,44	355,20	18,62
		Mínimo	80,00	0,13	4,02	1,92	13,50	0,00	33,00
		Máximo	4.539,00	7,56	11,92	11,40	29,25	3.226,00	100,00

Para las motocicletas Auteco Kawasaki de dos tiempos antes de la sincronización el valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos es de 4.593,00 ppm para una motocicleta Plus con 41.427 kilómetros de recorrido, modelo 2003. El valor máximo obtenido en el muestreo por hidrocarburos es de 17.089,00 ppm para una motocicleta con alto desgaste y alto kilometraje de recorrido, haciendo estimación debido a su modelo, 1981. Luego de la sincronización puede observarse como valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos: 1.808 ppm para una motocicleta con 139.931 kilómetros de recorrido, modelo 1997.

En el muestreo que arroja este dato se evidencia dilución en la prueba con un porcentaje de oxígeno de 20,17 y una relación aire/combustible (A/C) de 77,25. Como valor máximo obtenido en el muestreo por hidrocarburos se obtuvo 19.479 ppm

para una motocicleta con alto desgaste y alto kilometraje recorrido, haciendo estimación debido al modelo 1976 y a la cual se le cambió el sistema de encendido, por lo que no pudo ser sincronizada.

Para motocicletas de la misma marca, pero de cuatro tiempos, se lee como valor mínimo de 0 ppm obtenido en el muestreo por hidrocarburos para dos motocicletas nuevas de cuatro tiempos, referencia Pulsar con 10.231 kilómetros de recorrido, modelos 2004 y 2006. El valor máximo obtenido en el muestreo por hidrocarburos es de 6.014 ppm para una motocicleta Boxer, modelo 2005, la cual tenía desconectada la manguera del motor a la caja de filtros, dato este que desvirtúa un poco el comportamiento de los resultados. Se realizó el muestreo en los mismos motores después de la sincronización, observando como valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos 80 ppm y un máximo de 4.539 ppm para una motocicleta modelo 2004.

En relación con las motocicletas de la marca Suzuki, en la tabla 5 se presentan los resultados:

Tabla 5. Medidas estadísticas de las variables HC, CO, CO₂ y O₂ para las motocicletas de dos y cuatro tiempos marca Suzuki

Tiempos	Prueba	Medida estadística	HC (ppm)	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	A/C	Rpm	T (°C)
2	1ª Antes de sincronización n=98	Media	8.478,99	3,16	3,43	12,05	18,00	2.358,81	65,56
		Desviación estándar	2.955,07	0,90	1,23	1,84	3,54	954,54	20,05
		Mínimo	425,00	0,25	1,11	4,17	12,10	0,00	26,00
		Máximo	17.732,00	5,92	6,71	20,76	37,13	4.957,00	100,00
	2ª Después de sincronización n=88	Media	8.610,83	3,23	3,34	12,06	17,73	3.052,61	59,32
		Desviación estándar	2.585,36	0,85	1,11	1,29	2,78	1.325,45	18,24
		Mínimo	3.976,00	0,16	1,18	6,70	12,80	0,00	26,00
		Máximo	16.986,00	4,58	6,36	18,21	27,23	6.775,00	100,00
4	1ª Antes de sincronización n=28	Media	689,57	3,57	7,46	6,02	18,35	1.547,93	70,11
		Desviación estándar	963,45	1,94	1,85	2,14	2,76	408,26	17,34
		Mínimo	35,00	0,15	3,22	1,74	14,49	1.053,00	43,00
		Máximo	5.242,00	8,19	11,95	8,98	24,44	2.784,00	100,00
	2ª Después de sincronización n=21	Media	455,57	3,70	8,05	5,31	17,52	1.581,71	66,05
		Desviación estándar	168,44	1,72	1,26	1,89	2,41	519,23	20,94
		Mínimo	71,00	0,37	6,51	2,17	13,87	1.092,00	33,00
		Máximo	846,00	6,25	11,30	8,17	22,88	3.126,00	100,00

Antes de la sincronización, las motocicletas Suzuki de dos tiempos presentaron un valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos de 425 ppm para una motocicleta nueva con 7.827 kilómetros de recorrido, modelo 2005. Sin embargo este valor, según la base de datos, tiene el comportamiento de una motocicleta cuatro tiempos. El valor máximo obtenido en el muestreo por hidrocarburos es de 17.732 ppm para una motocicleta con alto desgaste y alto kilometraje de recorrido, por ser modelo 1990. Después de la sincronización se tomaron los datos a las mismas motocicletas, arrojando un valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos es de 3.976 ppm para una motocicleta nueva con 13.595 kilómetros de recorrido, modelo 2005. Como valor máximo, se obtuvo en el muestreo por hidrocarburos 16.986 ppm para una motocicleta con alto desgaste y alto kilometraje recorrido, modelo 1997.

Para motocicletas de cuatro tiempos el comportamiento de los motores teniendo en cuenta las muestras obtenidas antes de la sincronización, se presentó un valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos de 35 ppm para una motocicleta cuatro tiempos nueva de alto cilindraje con 188.630 kilómetros de recorrido, modelo 2005. El valor máximo obtenido en el muestreo por hidrocarburos es de 5.242 ppm para una motocicleta de cuatro tiempos con una descompensación en la carburación o posible daño eléctrico y un recorrido de 10.100 kilómetros, modelo 2005. El comportamiento de motores de cuatro tiempos, teniendo en cuenta las muestras obtenidas después de la sincronización, reporta un valor mínimo obtenido en el muestreo por hidrocarburos de 71 ppm y un máximo de 846 ppm.

Disminución de la contaminación emitida en la sincronización de motores en dos y cuatro tiempos. En la tabla 6 se muestran las contribuciones de la contaminación generada en la sincronización de motores en dos y cuatro tiempos, con su respectivo porcentaje de contribución. Estos datos fueron tomados únicamente para motocicletas tipo Incolmotos Yamaha para motores de dos tiempos, Honda para motores de cuatro tiempos y Auteco Kawasaki para motores de cuatro tiempos.

La sincronización de los motores contribuye a la disminución de las emisiones de los gases contaminantes y en los porcentajes que se describen en la tabla 6.

La prueba de análisis de gases para motocicletas de dos tiempos en marcha ralentí no representa un diagnóstico del funcionamiento del motor, simplemente servirá para proporcionar un control de emisiones permitida para este tipo de motor.

La prueba de análisis de gases para motocicletas de cuatro tiempos en marcha ralentí dará un diagnóstico apropiado de acuerdo con el conocimiento que se tenga de la marca en particular. Hay diferencias especialmente en el porcentaje en volumen de oxígeno, variable esta que representa la dilución de la muestra analizada según la NTC 4983.

Tabla 6. Contribución de disminución de la contaminación emitida en la sincronización en motores

	Tipo de motocicleta	HC (ppm)	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	A/C	Rpm	T (°C)
Incolmotos Yamaha de 2 tiempos	Media de la prueba 1	9.279,00	3,56	2,69	12,27	16,66	2363,00	69,00
	Media de prueba 2	8.449,00	3,40	2,97	12,35	17,06	2540,00	65,50
	Diferencia de medias	830,00	0,16	-0,28	-0,08	-0,40	-177,00	3,50
	% de contribución	8,95	4,50	-10,50	-0,50	N/A	N/A	N/A
Marca Honda de cuatro tiempos	Media de la prueba 1	632,50	4,18	7,18	5,69	17,40	1431,00	75,00
	Media de prueba 2	585,00	2,62	8,18	6,00	18,66	1431,00	62,00
	Diferencia de medias	47,50	1,56	-1,00	-0,31	-1,26	0,00	13,00
	% de contribución	7,50	37,00	-14,00	-5,29	N/A	N/A	N/A
Auteco Kawasaki de cuatro tiempos	Media de la prueba 1	535,50	3,42	8,02	4,62	16,68	1401,00	61,00
	Media de la prueba 2	596,00	2,08	8,96	4,34	16,97	1421,00	64,00
	Diferencia de medias	-60,50	1,34	-0,94	0,28	-0,29	-20,00	-3,00
	% de contribución	-11,30	39,18	-11,72	6,06	-1,74	-1,43	-4,92

DISCUSIÓN

El uso de aceite en motores de dos tiempos de mala calidad contribuye a la generación de material particulado de mayor tamaño, lo cual se observó al comparar el tamaño del residuo que se adhirió al tubo de muestreo.

La calidad del aceite contribuye en la disminución de los gases de escape, sin embargo queda por definir el aporte a los hidrocarburos ya que al cambiar de aceite por un aceite recomendado por el ensamblador, se contribuyó al cambio de la coloración de los gases de escape, pero no al valor de la concentración del volumen de hidrocarburos en ppm, esto en algunos motores de dos tiempos evaluados.

Las altas emisiones de hidrocarburos en las motocicletas dos tiempos es la característica particular de este tipo de motor debido a que la mezcla admitida ayuda a barrer los gases de escape, lo que se traduce en consumo de combustible mayor

La tecnología de motocicletas cuatro y dos tiempos marca Yamaha Incolmotos no posee ningún tipo adicional de sistema para control de emisiones de gases de escape.

En la tecnología de las motocicletas marca Honda, han desarrollado una válvula que suministra aire adicional en la válvula de escape en el momento de la salida de los gases de combustión. Caso éste que bajo los términos de una combustión determina una dilución de la muestra.

La propuesta de límites de emisión para la Norma en Motores de Dos Tiempos acorde con las tablas analizadas en la segunda prueba es:

- **Hidrocarburos.** Entre 0 ppm y 9.758 ppm con un porcentaje acumulado del 67% de las muestras
- **Monóxido de carbono.** Entre 0% y 4,09% con un porcentaje acumulado del 68,97% de las muestras

La propuesta de límites de emisión para la Norma en Motores cuatro tiempos acorde con las tablas analizadas en la segunda prueba es:

- **Hidrocarburos.** Entre 0 ppm y 1.070 ppm con un porcentaje acumulado del 86% de las muestras
- **Monóxido de carbono.** Entre 0% y 4,14% con un porcentaje acumulado del 81,42% de las muestras

CONCLUSIÓN

La sincronización del motor de la motocicleta contribuye a la reducción de las emisiones de los gases contaminantes, consiguiendo en las motos de cuatro tiempos que las emisiones de CO disminuyan en un 37% (%v/v).

REFERENCIAS

1. ARANGO, Juan David. Incremento en ventas: Información base del grupo de Movilidad y Transporte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín Incolmotos Yamaha, 2006.
2. JINTENDRA SHAH; WORLD BANK y BAJAJ AUTO. Vehículos de dos y tres ruedas. s.l.: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), s.f.
3. OBERT, Edward F. Motores de Combustión Interna Análisis y Aplicaciones, México: Compañía Editorial Continental, s.f. p9 .
4. INSTITUTO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Calidad del aire. Evaluación de gases de escape de fuentes móviles a gasolina. Método de ensayo en marcha mínima (ralentí) y velocidad crucero y especificaciones para los equipos empleados en esta evaluación. Bogotá: ICONTEC, . 2001. (NTC 4983).