

# PLAN DE VIGILANCIA MUNDIAL DE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES

CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE COPs

De conformidad con el Artículo 16 del Convenio de  
Estocolmo sobre la Evaluación de la Eficacia

## TERCER INFORME DE VIGILANCIA REGIONAL AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



**TERCER INFORME DE VIGILANCIA REGIONAL  
REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE  
Plan de Vigilancia Mundial de los Contaminantes Orgánicos Persistentes**

Convenio de Estocolmo México sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes



# CONTENIDO

Agradecimientos.....	8
Prefacio .....	9
Siglas, abreviaturas y acrónimos.....	11
Glosario de términos .....	13
Resumen ejecutivo .....	14
1. Introducción.....	19
2. Descripción de la región .....	21
Gobernanza.....	24
Economía .....	25
Problemas ambientales.....	26
Uso de plaguicidas en la región GRULAC.....	27
Salud .....	28
3. Organización para la implementación regional.....	30
3.1. Reuniones y talleres que apoyan las actividades del Plan de Monitoreo Global en América Latina y el Caribe.....	30
3.2. Coordinación de las actividades en la región .....	33
3.3. Estrategia utilizada para recopilar información .....	35
3.4. Planes de implementación desarrollados y aplicados en la región basados en el marco mundial.....	37
4. Métodos para el muestreo, análisis y manejo de datos.....	42
4.1. Estrategia para recopilar nueva información .....	42
4.1.1. Aire .....	44
4.1.2. Tejido humano (leche materna y/o sangre) .....	61
4.1.3. Agua.....	65
4.2. Estrategia sobre procedimientos analíticos .....	67
4.3. Estrategia de los laboratorios participantes.....	68
4.4. Manejo de datos y preparación para el informe de seguimiento regional.....	70
4.4.1. Protocolos acordados para la adquisición, almacenamiento, evaluación y acceso de datos .....	71
4.4.2. Consideraciones estadísticas.....	72
4.4.3. Almacenamiento de la información .....	72
4.4.4. Datos de programas disponibles.....	72
5. Preparación del Informe de Vigilancia .....	74
6. Resultados .....	75
6.1. Consideraciones regionales .....	76
6.2. Revisión de niveles y tendencias .....	83
6.2.1. Resultados aire .....	84
6.2.2. Resultados de Leche Materna.....	122
6.2.3. Resultados de agua .....	152
6.2.4. Información adicional. Otras matrices ambientales .....	158
6.3. Transporte de larga distancia .....	159
7. Conclusiones y recomendaciones .....	166
7.1. Conclusiones .....	166
7.1.1. Consideraciones Regionales.....	166
7.1.2. Resultados del Monitoreo.....	167
7.1.3. Evidencia de Tendencias Temporales y Transporte a Grandes Distancias .....	169
7.1.4. Vacíos de información .....	170
7.2 Recomendaciones.....	171
Referencias .....	173
ANEXOS .....	182
Anexo 1. Países y sitios de muestreos en la región GRULAC .....	182
Anexo 2. Listado de laboratorios de GRULAC registrados en el banco de datos de laboratorios de COPs ..	185
Anexo 3. Análisis de ubicación de sitios UNEP/GEF GMP 1 y 2 GRULAC.....	186

# FIGURAS

Figura 1. La región de América Latina y el Caribe .....	21
Figura 2. Subregiones de la Región GRULAC .....	22
Figura 3. Porcentaje del PIB por actividad económica a precios corrientes en América Latina .....	25
Figura 4. Pérdida de tierras forestales en América Latina.....	27
Figura 5. Uso de plaguicidas en América Latina y el Caribe .....	28
Figura 6. Países con mayor uso de plaguicidas en 2018 .....	28
Figura 7. Distribución de casos de dengue, chikungunya y Zika por año de notificación.....	29
Figura 8 Diagrama organizacional del GRULAC (proyectos UNEP/GEF GMP II).....	35
Figura 9. Porcentajes de países que dieron cumplimiento a los requerimientos de las COP.....	38
Figura 10. Porcentajes de países que dieron cumplimiento a la presentación de Informes Nacionales .....	40
Figura 11. Número de PNI presentados por cada país .....	40
Figura 12. Número de Informes Nacionales presentados por cada país.....	41
Figura 13. Totales de producción, exportación, importación y disposición final de COPs.....	41
Figura 14. Número de países por programa.....	44
Figura 15. Ubicación de sitios de monitoreo en Aire .....	45
Figura 16. Número de años muestreados por Programa .....	46
Figura 17. Número de sitios muestreados por programa .....	46
Figura 18. Número de sitios muestreados por año y programa.....	46
Figura 19. Tipo y número de sitios por programa .....	47
Figura 20. Cantidad de datos disponibles por Programa y datos disponibles con el criterio del 75%.....	47
Figura 21. Porcentaje de sitios que han operado durante 1 año, 2 y más años.....	47
Figura 22. Años de operación de sitios con más de tres muestras .....	48
Figura 23. Ubicación de sitios de monitoreo de los Proyectos UNEP/GEF GMP I y II .....	49
Figura 24 Ubicación de sitios de monitoreo del Programa GAPS .....	52
Figura 25. Ubicación de sitios de monitoreo del Programa LAPAN.....	55
Figura 26. Sitios del Programa de Monitoreo de COPs en Colombia.....	58
Figura 27. Países participantes en las rondas de leche humana .....	62
Figura 28. Sitios de monitoreo en Agua .....	65
Figura 29. Número de sitios de muestreo por año y programa .....	66
Figura 30. Número de laboratorios de GRULAC que participaron en evaluaciones interlaboratorios .....	69
Figura 31. Resumen de disponibilidad de datos y tendencias en la región GRULAC .....	75
Figura 32. Compuestos regulados por 25 países en la región GRULAC .....	76
Figura 33. Compuestos regulados, países y año de regulación en GRULAC .....	77
Figura 34. Compuestos con prohibición de producción, país y año de regulación en GRULAC .....	78
Figura 35. Producción de COPs en la Región GRULAC (Kg Totales).....	78
Figura 36. Cantidad de compuestos almacenados en los países que componen el GRULAC .....	79
Figura 37. Importaciones de COPs en la Región GRULAC del 2001 al 2018 .....	79
Figura 38. Exportación de COPs en la Región GRULAC .....	80
Figura 39. Inventario total de liberaciones de PCDD/PCDF .....	80
Figura 40. Inventario de liberaciones de PCB .....	81
Figura 41. Disposición final de COPs en la Región GRULAC del 2001-2018 .....	81
Figura 42. Países participantes y aquellos que suministran datos para evaluar cambios de concentración en los países del GRULAC .....	86
Figura 43. Parámetros con cambio de concentración por país .....	87
Figura 44. Número de sitios del Programa AIR-GEF y años monitoreados .....	89
Figura 45. Distribución de sitios que cumplen con criterio de 75% por país y tipo de sitio.....	89
Figura 46. Comportamiento de los Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros en GRULAC por tipo de sitio de monitoreo (con criterio de 75%) .....	92
Figura 47. Comportamiento del DDT y sus isómeros en la región GRULAC (con criterio de 75%) .....	93
Figura 48. Comportamiento del Hexaclorobenceno (HBC) en la región GRULAC (con criterio de 75%) .....	94
Figura 49. Comportamiento de los BPCs en la región GRULAC (con criterio de 75%).....	94
Figura 50. Comportamiento de los BPCs con TEF en la región GRULAC (con criterio de 75%) .....	95
Figura 51. Comportamiento de las Dioxinas y Furanos en la región GRULAC (con criterio de 75%) .....	96
Figura 52. Comportamiento de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ) en la Región GRULAC (con criterio de 75%) .....	97

Figura 53. Comportamiento del Hexaclorociclohexano y sus isómeros en la región GRULAC (con criterio de 75%).....	98
Figura 54. Comportamiento del BDE y sus isómeros en la Región GRULAC (con criterio 75%) .....	99
Figura 55. Comportamiento del Pentaclorobenceno en la región GRULAC (con criterio de 75%). PeCB (pg/m <sup>3</sup> ) .....	100
Figura 56. Concentraciones de PBB 153 por país y año (con criterio de 75%). PBB (pg/m <sup>3</sup> ) .....	100
Figura 57. Número de sitios del Programa GAPS y años monitoreados .....	101
Figura 58. Distribución de sitios con completud por país y tipo de sitio.....	101
Figura 59. Comportamiento de los Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros en GRULAC por tipo de sitio de monitoreo (con criterio de 75%) .....	103
Figura 60. Comportamiento de los BPCs en la región GRULAC (con criterio de 75%).....	104
Figura 61. Comportamiento del Hexaclorociclohexano y sus isómeros en la región GRULAC (con criterio de 75%).....	105
Figura 62. Comportamiento del BDE y sus isómeros en la Región GRULAC (con criterio de 75%) .....	106
Figura 63. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en la Región GRULAC (con criterio de 75%) .....	107
Figura 64. Comportamiento del Hexaclorobenceno en la región GRULAC .....	108
Figura 65. Comportamiento del HCB en la región GRULAC .....	109
Figura 66. Comportamiento del Pentaclorobenceno en la región GRULAC.....	109
Figura 67. Comportamiento de los PFOS y sus isómeros en GRULAC .....	110
Figura 68. Comportamiento de los PFHxS en GRULAC .....	111
Figura 69. Número de sitios del Programa LAPAN y años monitoreados .....	112
Figura 70. Distribución de sitios que cumplen con criterio de 75% por país y tipo de sitio .....	112
Figura 71. Tendencia de cis-Clordano en el sitio Sao Jose en Brasil.....	114
Figura 72. Comportamiento de los Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros en GRULAC por tipo de sitio de monitoreo .....	115
Figura 73. Comportamiento del DDT y sus isómeros en la región GRULAC .....	116
Figura 74. Comportamiento del Hexaclorobenceno en la región GRULAC.....	117
Figura 75. Comportamiento de los BPC en la región GRULAC .....	118
Figura 76. Comportamiento del Hexaclorociclohexano y sus isómeros en la región GRULAC.....	119
Figura 77. Comportamiento del BDE y sus isómeros en la Región GRULAC .....	120
Figura 78. Comportamiento del Pentaclorobenceno en la región GRULAC (2013 a 2016).....	121
Figura 79. Parámetros que presentan aumento de concentración en tres o más países de GRULAC .....	123
Figura 80. Comportamiento de los Insecticidas Organoclorados: Subgrupo ciclodienos en Barbados.....	126
Figura 82. Comportamiento de los Insecticidas Organoclorados: Subgrupo ciclodienos en México.....	126
Figura 81. Comportamiento de los Insecticidas Organoclorados: Subgrupo ciclodienos en Jamaica.....	126
Figura 83. Comportamiento de los Insecticidas Organoclorados: Subgrupo ciclodienos en Uruguay.....	126
Figura 84. Concentraciones de Mirex por país y año .....	127
Figura 85. Comportamiento de los Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros en GRULAC .....	127
Figura 86. Comportamiento del DDT y sus isómeros en Jamaica.....	128
Figura 87. Comportamiento del DDT y sus isómeros en México.....	128
Figura 88. Concentraciones de o,p-DDT por país y año .....	128
Figura 89. Comportamiento del DDT y sus isómeros en la región GRULAC .....	129
Figura 90. Comportamiento de los congéneres del Toxafeno en Barbados.....	130
Figura 91. Comportamiento de los congéneres del Toxafeno en la región GRULAC.....	130
Figura 92. Concentraciones de HCB por país y año .....	131
Figura 93. Comportamiento del Hexaclorobenceno en GRULAC con todos los países .....	131
Figura 94. Comportamiento del Hexaclorobenceno en GRULAC con países que han participado en dos rondas .....	131
Figura 95. Comportamiento de los BPCs en Barbados.....	132
Figura 96. Comportamiento de los BPCs en México.....	132
Figura 97. Comportamiento de los BPCs en la región GRULAC.....	132
Figura 98. Comportamiento de los BPCs con TEFs en Barbados.....	133
Figura 99. Comportamiento de los BPCs con TEFs en Haití.....	134
Figura 100. Comportamiento de los BPCs con TEFs en Jamaica.....	134
Figura 101. Comportamiento de los BPCs con TEFs en México.....	135
Figura 102. Comportamiento de los BPCs con TEFs en Perú .....	135
Figura 103. Comportamiento de los BPCs con TEFs en la región GRULAC .....	136
Figura 104. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en Barbados .....	137

Figura 105. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en Haití.....	138
Figura 106. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en Jamaica .....	138
Figura 107. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en México .....	139
Figura 108. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en Perú.....	139
Figura 109. Comportamiento de las Dioxinas y Furanos en la región GRULAC .....	140
Figura 110. Concentraciones de Gama-HCH por país y año .....	141
Figura 111. Comportamiento del HCH y sus isómeros en Barbados .....	141
Figura 112. Comportamiento del HCH y sus isómeros en México .....	141
Figura 113. Comportamiento del Hexaclorociclohexano y sus isómeros en la región GRULAC.....	142
Figura 114. Concentraciones de PBB 153 por país y año.....	142
Figura 115. Comportamiento del Hexabromobifenilo en la región GRULAC.....	143
Figura 116. Concentraciones de PeCB por país y año.....	143
Figura 117. Comportamiento del Pentaclorobenceno en la región GRULAC.....	144
Figura 118. Comportamiento del BDE y sus isómeros en Antigua y Barbuda.....	145
Figura 119. Comportamiento del BDE y sus isómeros en Perú .....	145
Figura 120. Comportamiento del BDE y sus isómeros en Uruguay.....	145
Figura 121. Comportamiento del BDE y sus isómeros en la Región GRULAC .....	145
Figura 122. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en Antigua y Barbuda.....	146
Figura 123. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en Haití.....	146
Figura 124. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en Jamaica.....	147
Figura 125. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en México.....	147
Figura 126. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en Perú.....	147
Figura 127. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en la Región GRULAC .....	147
Figura 128. Comportamiento de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ) en la Región GRULAC .....	148
Figura 129. Concentraciones de Suma de PCCCs por país y año.....	149
Figura 130. Concentraciones de PFOS por país y año .....	150
Figura 131. Concentraciones de PFOA por país y año .....	150
Figura 132. Concentraciones de PFHxS por país y año.....	150
Figura 133. Comportamiento de los grupos de compuestos medidos por primera vez en GRULAC .....	151
Figura 134. Tiempo de aplicación de los Programa .....	152
Figura 135. Número de sitios por Programa.....	152
Figura 136. Ubicación de los sitios de monitoreo por Programa .....	152
Figura 137. Resumen de concentraciones de PFOS, PFOA y PFHxS en GRULAC.....	153
Figura 138. Comportamiento de PFOS, PFOA y PFHxS en GRULAC.....	154
Figura 139. Comportamiento de PFOS .....	154
Figura 140. Comportamiento PFOA .....	155
Figura 141. Comportamiento de PFHxS.....	155
Figura 142. Insecticidas organoclorados: Subgrupo ciclodienos.....	156
Figura 143. Dicloro difenil tricloroetano (DDT) y sus isómeros.....	156
Figura 144. Hexaclorobenceno .....	156
Figura 145. Bifenilos Policlorados y congéneres.....	156
Figura 146. Bifenilos Policlorados y congéneres con TEFs.....	157
Figura 147. Hexaclorociclohexano y sus isómeros.....	157
Figura 148. Pentaclorobenceno .....	157
Figura 149. Bromo Difenil Éteres y sus isómeros.....	157
Figura 150. Hexabromociclododecano (HBCD) y sus isómeros.....	157
Figura 151. Relación de países y matrices en las que se han llevado a cabo estudios de COPs.....	158
Figura 152. Trayectorias inversas trimestrales de Barbados.....	160
Figura 153. Frecuencias de trayectorias inversas del sitio Barbados.....	161
Figura 154. Trayectorias inversas trimestrales de Jamaica.....	162
Figura 155. Frecuencias de trayectorias inversas del sitio Jamaica.....	162
Figura 156. Trayectorias inversas trimestrales de Uruguay .....	163
Figura 157. Frecuencias de trayectorias inversas del sitio Uruguay.....	164
Figura 158. Incendios y quemados reportados en la plataforma FIRMS-NASA 2018, Sur de América der Sur.....	164
Figura 159. Incendios y quemados reportados en la plataforma FIRMS-NASA 2018, zona del Caribe.....	165

# TABLAS

Tabla 1. Contaminantes Orgánicos Persistentes listados en el Convenio de Estocolmo .....	9
Tabla 2. Resumen de las subregiones de GRULAC (2018).....	22
Tabla 3. División de responsabilidades entre los miembros del GOR-GRULAC .....	34
Tabla 4. Disponibilidad de información de Sangre Humana, GMP DWH .....	37
Tabla 5. Estado de presentación de los Planes de Implementación Nacionales en la Región GRULAC (PNI, 2004-2018).....	38
Tabla 6. Presentación de los Informes Nacionales en la Región GRULAC.....	39
Tabla 7. países y programas que suministraron datos de COPs en aire.....	44
Tabla 8. Sitios espejo de muestreo en Aire .....	45
Tabla 9. Años en que se aplicaron los Programas .....	46
Tabla 10. Prevalencia de sitios UNEP/GEF GMP. Sitios y años monitoreados .....	50
Tabla 11. Prevalencia de parámetros Proyecto Air-GEF. Parámetros por año .....	50
Tabla 12. Completud. Sitios con más de tres muestras por el Proyecto AIR-GEF .....	52
Tabla 13. Prevalencia de sitios GAPS. Años de muestreo por sitio .....	53
Tabla 14. Prevalencia de parámetros en el Programa GAPS. Parámetros reportados por año .....	53
Tabla 15. Resultado de la aplicación del criterio de Completud .....	55
Tabla 16. Prevalencia de sitios LAPAN. Sitios y años monitoreados .....	56
Tabla 17. Prevalencia de parámetros en el Programa LAPAN. Parámetros reportados por año .....	57
Tabla 18. Prevalencia de sitios de monitoreo de COPs en Colombia por año. ....	58
Tabla 19. Prevalencia de parámetros del programa de monitoreo de COPs en Colombia. ....	58
Tabla 20. Completud. Sitios con más de tres muestras por año. Monitoreo de COPs en Colombia. ....	59
Tabla 21. Valores máximos de medianas del año 2013 por sitios con completud. Monitoreo de COPs en Colombia .....	60
Tabla 22. Años muestreados por país y programa.....	62
Tabla 23. Disponibilidad de parámetros analizados en Leche Materna, GMP DWH.....	63
Tabla 24. Prevalencia de parámetros Matriz Leche Humana. Parámetros analizados por año .....	63
Tabla 25. Disponibilidad de información en Agua .....	65
Tabla 26. Años en que se aplicaron los Programas .....	66
Tabla 27. Parámetros analizados por año y programa en la Matriz Agua.....	66
Tabla 28. Distribución de puntajes z en cuatro rondas de evaluaciones entre laboratorios .....	69
Tabla 29. Resumen de disponibilidad de datos en el DWH.....	73
Tabla 30. Mosaico Comparación de medianas de los períodos 2004-2012 y 2013-2018 por programa de monitoreo (datos con completud y totales).....	85
Tabla 31. Número de parámetros con cambio de concentración por país y programa .....	88
Tabla 32. Mosaico de comparación de niveles de concentración .....	90
Tabla 33. Máximos, promedios y medianas de insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros (con criterio de 75%).....	92
Tabla 34. Máximos, promedios y medianas del DDT y sus isómeros (con criterio de 75%) .....	93
Tabla 35. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorobenceno (con criterio de 75%).....	94
Tabla 36. Máximos, promedios y medianas de los BPCs (con criterio de 75%).....	95
Tabla 37. Máximos, promedios y medianas de los BPCs con TEF (con criterio de 75%) .....	96
Tabla 38. Máximos, promedios y medianas de las Dioxinas y Furanos (con criterio de 75%) .....	97
Tabla 39. Máximos. Promedios y medianas de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ) (con criterio de 75%).....	98
Tabla 40. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorociclohexano y sus isómeros (con criterio de 75%) .....	98
Tabla 41. Máximos, promedios y medianas del BDE y sus isómeros (con criterio de 75%) .....	99
Tabla 42. Máximos, promedios y medianas del Pentaclorobenceno (con criterio de 75%).....	100
Tabla 43. Resumen del análisis del Hexabromobifenilo y sus isómeros (con criterio de 75%) .....	100
Tabla 44. Mosaico de comparación de niveles de concentración .....	102
Tabla 45. Máximos, promedios y medianas de insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros (con criterio de 75%).....	103
Tabla 46. Máximos, promedios y medianas de los BPCs (con criterio de 75%).....	104
Tabla 47. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorociclohexano y sus isómeros (con criterio de 75%) .....	105
Tabla 48. Máximos, promedios y medianas del BDE y sus isómeros (con criterio de 75%) .....	106
Tabla 49. Máximos, promedios y medianas del HBCD y sus isómeros (con criterio de 75%).....	107

Tabla 50. Máximos, promedios, medianas del Hexaclorobenceno .....	108
Tabla 51. Máximos, promedios y medianas del HCBd (Todos los datos).....	109
Tabla 52. Máximos, promedios y medianas del Pentaclorobenceno.....	110
Tabla 53. Máximos, promedios y medianas de los PFOS y sus isómeros en GRULAC .....	110
Tabla 54. Máximos, promedios y medianas de los PFHxS en GRULAC.....	111
Tabla 55. Mosaico de comparación de niveles de concentración .....	113
Tabla 56. Máximos, promedios y medianas de insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros.....	115
Tabla 57. Máximos, promedios y medianas del DDT y sus isómeros .....	116
Tabla 58. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorobenceno.....	117
Tabla 59. Máximos, promedios y medianas de los BPC .....	118
Tabla 60. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorociclohexano y sus isómeros.....	119
Tabla 61. Máximos, promedios y medianas del BDE y sus isómeros .....	120
Tabla 62. Máximos, promedios y medianas del Pentaclorobenceno.....	121
Tabla 63. Mosaico Resultados del análisis estadístico de la región. Comparación de medianas de 2001-2012 y 2015-2019 .....	124
Tabla 64. Resumen estadístico de parámetros que presentan aumento de concentración en tres o más países de GRULAC.....	124
Tabla 65. Comportamiento de los grupos de parámetros en los países de la región .....	125
Tabla 66. Resumen del análisis de Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos. Cambios en los niveles de las concentraciones de las sustancias .....	125
Tabla 67. Máximos, promedios y medianas de insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros.....	127
Tabla 68. Resumen del análisis de DDT y sus Isómeros .....	128
Tabla 69. Máximos, promedios y medianas del DDT y sus isómeros .....	129
Tabla 70. Resumen del análisis de Toxafeno y Congeneres. ....	129
Tabla 71. Máximos, promedio y medianas de los congéneres del Toxafeno .....	130
Tabla 72. Resumen del análisis del Hexaclorobenceno .....	130
Tabla 73. Máximos, promedios, medianas del Hexaclorobenceno considerando todos los países .....	131
Tabla 74. Máximos, promedios, medianas del Hexaclorobenceno considerando países que han participado en dos rondas .....	131
Tabla 75. Resumen del análisis de Bifenilos Policlorados y congéneres .....	132
Tabla 76. Máximos, promedios y medianas de los BPCs.....	132
Tabla 77. Resumen del análisis de Bifenilos Policlorados con TEFs y congéneres.....	133
Tabla 78. Máximos, promedios y medianas de los BPCs con TEFs .....	136
Tabla 79. Resumen del análisis de Dioxinas y Furanos y sus congéneres.....	137
Tabla 80. Máximos, promedios y medianas de las Dioxinas y Furanos .....	140
Tabla 81. Resumen del análisis del Hexaclorociclohexano y sus isómeros .....	141
Tabla 82. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorociclohexano y sus isómeros.....	142
Tabla 83. Resumen del análisis del Hexabromobifenilo .....	142
Tabla 84. Máximos, promedios, medianas de Hexabromobifenilo .....	143
Tabla 85. Resumen del análisis del Pentaclorobenceno .....	143
Tabla 86. Máximos, promedios y medianas del del Pentaclorobenceno .....	144
Tabla 87. Resumen del análisis de los Bromo Difenil Éteres y sus isómeros .....	144
Tabla 88. Máximos, promedios y medianas del BDE y sus isómeros .....	146
Tabla 89. Resumen del análisis del Hexabromociclododecano y sus isómeros.....	146
Tabla 90. Máximos. Promedios y medianas del HCBd y sus isómeros .....	148
Tabla 91. Resumen del análisis de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ).....	148
Tabla 92. Máximos. Promedios y medianas de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ).....	149
Tabla 93. Resumen del análisis de compuestos medidos por primera vez en la sexta ronda.....	149
Tabla 94. Máximos, promedios y medianas de los grupos de compuestos medidos por primera vez en GRULAC .....	151
Tabla 95. Máximos, promedios y medianas de PFOS, PFOA y PFHxS en GRULAC .....	154

## AGRADECIMIENTOS

El Plan de Vigilancia Mundial (PVM) se implementa en las cinco regiones de la ONU en cooperación con socios estratégicos para la matriz aire: el Programa de Monitoreo y Evaluación del Ártico (AMAP), la Red de Muestreo Pasivo Atmosférico Global (GAPS), el Programa de Monitoreo del Aire de Asia Oriental, el Programa Europeo de Monitoreo y Evaluación (EMEP), la Red Integrada de Deposición Atmosférica (IADN) y el Programa MONET del Centro de Investigación de Compuestos Tóxicos en el Medio Ambiente (RECETOX).

La implementación en la matriz biótica se basa en el estudio sobre leche materna y la colaboración entre la Secretaría del Convenio de Estocolmo, la División de Economía, Medio Ambiente, Productos Químicos y Salud de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Donde el Instituto Estatal de Análisis Químicos y Veterinarios de Alimentos (CVUA), Freiburg, Alemania, es reconocido por el trabajo analítico relacionado con las muestras de leche materna. Asimismo, El Centro de Investigación Hombre-Tecnología-Medio Ambiente (MTM), Universidad de Örebro, Suecia; también es reconocido por el análisis y suministro de datos sobre productos químicos perfluorados en la leche materna y también se agradece a los coordinadores nacionales del estudio de exposición conjunto OMS / Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) por el trabajo de recolección y procesamiento de las muestras de la mencionada leche materna.

Se extiende un reconocimiento especial al departamento de Medio Ambiente y Salud, Vrije Universiteit, Países Bajos; Centro de Investigación de Compuestos Tóxicos en el Medio Ambiente (RECETOX), República Checa; y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CSIC); por su apoyo en la formación, análisis y suministro de datos de los laboratorios regionales del Grupo de la Región de América Latina y el Caribe (GRULAC) sobre varios productos químicos de los medios aire y agua y también a la Red de Monitoreo Pasivo Atmosférico de América Latina (LAPAN) para el suministro de datos del aire.

Los miembros del Grupos de Organización Regionales (GOR)-GRULAC también desean agradecer a la Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) y NU Medio Ambiente, por brindar asistencia, orientación, y apoyo financiero para preparar este informe; y al organismo ejecutor Centro Coordinador del Convenio de Basilea, Centro Regional del Convenio de Estocolmo, para la Creación de Capacidades y Transferencia de Tecnología, de Uruguay por su apoyo administrativo.

Un agradecimiento especial a *Environment Canada* y a Tom Harner y su equipo por compartir su experiencia en el muestreo pasivo de aire y por proporcionar los resultados de los sitios de muestreo GAPS del GRULAC; y al equipo de consultores Ana Patricia Martínez, Jorge Martínez, Abraham Ortinez y Xochitl Quecholac por su invaluable asistencia y apoyo en la elaboración de este Tercer Informe Regional.

Por último, pero no menos importante, el GOR-GRULAC desea expresar su agradecimiento a todos los socios locales por instrumentar los procedimientos de muestreo y análisis en sus países; Puntos Focales por sus valiosos comentarios; expertos del país y todas las demás personas que apoyaron la aplicación del Plan de Vigilancia Mundial en la región del GRULAC.

### Miembros del GOR-GRULAC:

Alejandra Torre (Uruguay)  
 Arturo Gavilán (México)  
 Carola Resabala (Ecuador)  
 Trecia David (Guyana)  
 Rigoberto Blanco (Coordinador, Costa Rica)  
 Sandra Hacon (Brasil)

## PREFACIO

Como se menciona en el segundo informe, los contaminantes orgánicos persistentes (COPs) son un grupo de sustancias químicas que tienen propiedades tóxicas, resisten la degradación en el medio ambiente, se bioacumulan a través de las cadenas alimentarias en el tejido graso de los organismos vivos y se transportan a grandes distancias a través de masas de aire en movimiento, corrientes de agua y especies migratorias, dentro y fuera de las fronteras internacionales. Los COPs pertenecen a tres grupos principales de productos químicos, sin embargo, algunos de ellos encajan en más de una de las siguientes tres categorías generales:

- Plaguicidas utilizados en aplicaciones agrícolas
- Productos químicos industriales utilizados en diversas aplicaciones
- Productos químicos generados involuntariamente como resultado de una combustión incompleta y/o reacciones químicas

Inicialmente, se incluyeron doce COPs en el Convenio de Estocolmo. En general, estos COPs 'heredados' se produjeron y/o utilizaron por primera vez hace varias décadas, su persistencia, propiedades bioacumulativas y potencial para el transporte a larga distancia están bien documentados y han sido prohibidos o restringidos a nivel mundial desde el 2004. Desde entonces, 18 productos químicos se incluyeron en el Convenio de Estocolmo entre 2009 y 2019. La Tabla 1 resume los 30 COPs listados en el Convenio hasta enero de 2021 en orden alfabético; junto con sus siglas; la Conferencia de las Partes en la que tuvo lugar la incorporación de cada uno de los compuestos; su categoría y el anexo en el que se clasifican.

Tabla 1. Contaminantes Orgánicos Persistentes listados en el Convenio de Estocolmo

	Producto Químico	Acrónimo	Conferencia de las Partes y año	Categoría	Anexo
1	Ácido Perfluorooctanoico	PFOA	COP-9, 2009	I	A
2	Ácido Sulfónico de Perfluorooctano	PFOS	COP-4, 2009	I, P	B
3	Aldrín		Legacy' POPs	P	A
4	Alfa-hexaclorociclohexano	$\alpha$ -HCH	COP-4, 2009	P	A
5	Beta-hexaclorociclohexano	$\beta$ -HCH	COP-4, 2009	P	A
6	Bifenilos Policlorados	PCB	Legacy' POPs	I, UP	A y C
7	Clordano		Legacy' POPs	P	A
8	Clordecona		COP-4, 2009	P	A
9	Dibenzoparadióxinas Policloradas	PCDD	Legacy' POPs	UP	C
19	Dibenzoparafuranos Policlorados	PCDF	Legacy' POPs	UP	C
11	Diclorodifeniltricloroetano	DDT	Legacy' POPs	P	B
12	Dicofol		COP-9, 2019	P	A
13	Dieldrín		Legacy' POPs	P	A
14	Endosulfán		COP-5, 2011	P	A
15	Endrín		Legacy' POPs	P	A
16	Éter de Decabromodifenilo	Deca-BDE	COP-8, 2017	I	A
17	Éteres de Hexabromodifenilo y Heptabromodifenilo	PBDE	COP-4, 2009	P	A
18	Éteres de Tetrabromodifenilo y de Pentabromodifenilo	PBDE	COP-4, 2009	P	A
19	Gama-hexaclorociclohexano	$\gamma$ -HCH	COP-4, 2009	P	A
20	Heptacloro		Legacy' POPs	P	B
21	Hexabromociclododecane	HBCD	COP-6, 2013	I	A
22	Hexabromodifenilo	HBB	COP-4, 2009	P	A
23	Hexaclorobenceno	HCB	Legacy' POPs	I, P, UP	A y C
24	Hexaclorobutadieno	HCBD	COP-7, 2015 y COP-8, 2017	I, UP	A y C
25	Mirex		Legacy' POPs	P	A
26	Naftalenos Policlorados	PCN	COP-7, 2015	I, UP	A y C
27	Parafinas Cloradas de cadena corta	SCCPs	COP-8, 2017	I	A
28	Pentaclorobenceno	PeCBz	COP-9, 2019	I, P, UP	A y C
29	Pentaclorofenol, sus sales y ésteres	PCP	COP-7, 2015	P	A
30	Toxafeno		Legacy' POPs	P	A

P = Plaguicidas  
Anexo A = Eliminación

I = Industrial  
Anexo B = Restricción

UP = Producción No Intencional  
Anexo C = Producción No Intencional

El artículo 16 del Convenio de Estocolmo requiere que la Conferencia de las Partes evalúe periódicamente si el Convenio es una herramienta eficaz para lograr el objetivo de proteger la salud humana y el medio ambiente de los contaminantes orgánicos persistentes. Esta evaluación se basa en datos de seguimiento comparables y consistentes sobre la presencia de COPs en el medio ambiente y en los seres humanos, así como en la información de los informes nacionales en virtud del Artículo 15 e información sobre incumplimiento en virtud del Artículo 17. El plan mundial de vigilancia de COPs, que se ha establecido en el marco del Convenio, es un componente clave de la evaluación de la eficacia y proporciona un marco armonizado para identificar cambios en las concentraciones de COPs a lo largo del tiempo, así como información sobre su transporte regional y mundial en el medio ambiente.

El presente informe de vigilancia presenta información sintetizada de la primera, segunda y tercera fase del Plan de Vigilancia Mundial y proporciona los hallazgos actuales sobre las concentraciones de COPs en la región de América Latina y el Caribe, incluidas concentraciones de referencia de 13 COPs medidos por primera vez en la región de América Latina y el Caribe, cambios en los niveles a través del tiempo y tendencias disponibles.



## SIGLAS, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ALC	América Latina y el Caribe
BDE	Bromo difenil éteres
BPC	Bifenilos policlorados
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (Canadá, EE.UU., México)
CENICA	Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
COP	Conferencia de las Partes
COPs	Contaminantes Orgánicos Persistentes
CSIC	Centro Superior de Investigación Científica
Deca-BDE	Éter de Decabromodifenilo
DDD	Diclorodifenildicloroetano
DDD/DDE	Metabolitos del DDT
DDE	Diclorodifenildicloroetileno
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
dIBPC	Dioxinas tipo PCBs
DWH	Repositorio de datos del Plan de Vigilancia Mundial (por sus siglas en inglés)
ECCC	Medio ambiente y Cambio Climático Canadá (por sus siglas en inglés)
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (por sus siglas en inglés)
fg/m <sup>3</sup>	Femtogramos por metro cúbico
FIRMS	Sistema de Información sobre Incendios para la Gestión de Recursos (por sus siglas en inglés)
GAPS	Programa global de monitoreo atmosférico pasivo (por sus siglas en inglés)
GC	Cromatografía de gases
GCM	Grupo de Coordinación Mundial
GEF	Fondo Mundial para el medio Ambiente (por sus siglas en inglés)
GEM	Sistema Global de Monitoreo Ambiental (por sus siglas en inglés)
GMP	Plan de Vigilancia Mundial (por sus siglas en inglés)
GOR	Grupo de Organización Regional
GRULAC	Grupo Regional de América Latina y el Caribe
HBCD	Hexabromociclododecane
HBB	Hexabromodifenilo
HCB	Hexaclorobenceno
HCBD	Hexaclorobutadieno
HCH	Hexaclorociclohexano
ID	Identificación
IDAEA	Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua de Barcelona, España.
kg	Kilogramo
LAPAN	Red de Monitoreo Pasivo Atmosférico de América Latina (por sus siglas en inglés)
LDC	Límite de cuantificación
LD	Límite de detección
LRTAP	Transporte a larga distancia de contaminantes atmosféricos, (por sus siglas en inglés)
N	Número de muestras
NCI	Ionización química negativa
ND	No Detectados

ng/m <sup>3</sup>	Nanogramos por metro cúbico
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica,
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OCs	Organoclorados
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización No Gubernamental
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAR	Plan de Acción Regional
PAS	Muestreadores de Aire Pasivos (por sus siglas en inglés)
PBDE	Éteres de difenilo polibromados, (por sus siglas en inglés)
PBB	Hexabromobifenilo
PCA	Análisis de componentes principales (por sus siglas en inglés) de la acumulación de PFOS
PCCCs	Parafinas Cloradas
PCDD	Policlorodibenzodioxinas
PCDD/Fs	Dibenzo-p-dioxinas policloradas/Furanos
PCDDs	Dibenzo-p-dioxinas policloradas
PCDFs	Dibenzo furanos policlorados
PCN	Naftalenos Policlorados
PCP	Pentaclorofenol
PE	Perturbadores endocrinos
PeCBz	Pentaclorobenceno
PeCDF	Pentaclorodibenzofurano
PFHxS	Sulfonato de Perfluorohexano
PFOA	Ácido Perfluorooctanoico
PFOS	Sulfonato de perfluorooctano
pg/m <sup>3</sup>	Picogramos por metro cúbico
PIB	Producto Interno Bruto
PNI(s)	Plan(es) Nacional(es) de Implementación
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POCs	Plaguicidas organoclorados
PSAI	Poliestireno de alto impacto
PUF	Espuma de Poliuretano
PVM	Plan de Vigilancia Mundial
RECETOX	Centro de Investigación para Compuestos Tóxicos en el Medio Ambiente, (por sus siglas en inglés)
ROG	Grupos de Organización Regionales para el Plan de Vigilancia Mundial, (por sus siglas en inglés)
ROLAC	Oficina Regional para América Latina y el Caribe
SAICM	Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional, (por sus siglas en inglés)
SCCPs	Parafinas Cloradas de cadena corta
SOP	Procedimientos de Operación Estándar
TCDD	Tetraclorodibenzo-p-dioxina
TEF	Factores de equivalencia tóxica (por sus siglas en inglés)
TEQ	Equivalente de toxicidad, (por sus siglas en inglés)
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (por sus siglas en inglés)
WHO-TEQ	Equivalente de Toxicidad de la Organización Mundial de la Salud
XAD	Resina de copolímero estireno-divinilbenceno, (por sus siglas en inglés)

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

Actividad	Todo programa o actividad que genere datos o información sobre los niveles de COPs en el medio ambiente o en humanos (indicadores biológicos) que pueda contribuir a la evaluación de la eficacia prevista en el Art. 16 del Convenio de Estocolmo.
Convenio	Se refiere al Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)
Fase I	Actividades para dar cumplimiento a lo establecido en el art. 16 del Convenio de Estocolmo sobre Evaluación de la Eficacia que fue llevada a cabo por la Conferencia de las Partes en su cuarta reunión. Información recopilada entre 2000 y 2007.
Fase II	Actividades para dar cumplimiento a lo establecido en el art. 16 del Convenio de Estocolmo sobre Evaluación de la Eficacia que fue llevada a cabo por la Conferencia de las Partes en su séptima reunión. Información recopilada entre 2009 y 2013.
Fase III	Actividades para dar cumplimiento a lo establecido en el art. 16 del Convenio de Estocolmo sobre Evaluación de la Eficacia que fue llevada a cabo por la Conferencia de las Partes en su octava reunión. Información recopilada entre 2016 and 2019.
IL-1	Nivel de instrumentación capaz de analizar PCDD/ PCDF y PCB similares a las dioxinas en concentración ultra- traza (espectrometría de masa de alta resolución en combinación con una columna capilar).
IL-2	Nivel de instrumentación capaz de analizar todos los COP (columna capilar y detector selectivo de masas)
IL-3	Nivel de instrumentación capaz de analizar todos los COP sin PCDD/ PCDF y PCB similares a las dioxinas (columna capilar y detector de captura de electrones)
IL-4	Nivel de instrumentación no capaz de análisis de congéneres específicos de PCB (sin columna capilar, ni detector de captura de electrones, ni detector selectivo de masas.
Inter-comparaciones	Participación en actividades nacionales e internacionales de intercalibración tales como rondas de pruebas y programas de verificación de competencias de laboratorio, entre otras.
LD	Límite de detección. La concentración más baja a la que se puede detectar un compuesto; se define como aquella que corresponde a una señal tres veces mayor que el ruido.
LDC	Límite de cuantificación. La concentración más baja que puede determinarse cuantitativamente es tres veces mayor que el LD. Compuestos encontrados entre los niveles de LD y LDC, pueden ser reportados como presentes, o, posiblemente presentes en una concentración estimada, pero en este último caso el resultado tiene que ser claramente marcado como debajo del LDC.
LDM	Límite de detección del método. El LDM considera el método completo, incluyendo, muestreo, tratamiento de la muestra, y análisis instrumental. Se determina por las cantidades antecedentes en los blancos del campo.
Matriz objetivo	Se trata de las matrices que la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo señaló como esenciales para la primera evaluación: A = aire ambiente, W = Agua, M = leche materna (humana), B = sangre humana.
Programa	Actividad institucionalizada para llevar a cabo mediciones repetitivas conforme a un método acordado, incluida la previsión del financiamiento necesario durante un tiempo determinado.
Zona remota	Aquella área alejada de las fuentes puntuales que pueda representar niveles de fondo.

## RESUMEN EJECUTIVO

Este documento es el Tercer Informe Regional de Monitoreo de COPs en las matrices objetivo abióticas y bióticas en la región GRULAC. Incluye comparaciones de concentraciones de COPs entre sitios, países y períodos de tiempo 2005-2012 y 2013-2019; análisis de tendencias en los casos en que esté disponible; niveles de referencia de COPs emergentes y candidatos, y el primer análisis de la trayectoria inversa de sitios seleccionados.

Para la implementación del Plan de Monitoreo Global se llevaron a cabo dos talleres regionales en GRULAC en 2015 y 2018; y debido a la Pandemia COVID-19 el desarrollo del informe regional se logró mediante reuniones virtuales apoyadas por el grupo consultor. Para recopilar la información de matrices objetivo y otros medios, se enviaron cuestionarios a puntos focales en 32 países del GRULAC. Los datos provenientes de los programas de monitoreo se obtuvieron principalmente de los proyectos UNEP/GEF GMP II, las redes de monitoreo del aire GAPS y LAPAN, el estudio de leche materna de la OMS y MONET-Aqua.

El grupo de organización regional del GRULAC (GOR GRULAC) entrega el informe actual de acuerdo con los objetivos del GOR establecidos en la Decisión SC-3/19. Los principales objetivos de los grupos de organización regionales (GOR) son definir e implementar la estrategia regional para la recopilación de información, incluida la creación de capacidad y el establecimiento de asociaciones estratégicas para llenar las lagunas de datos identificadas, y preparar el informe de vigilancia regional como contribución a la evaluación de la eficacia.

## PANORAMA GENERAL DE LA REGIÓN

La Región de América Latina y el Caribe incluye 46 países, territorios dependientes y departamentos de ultramar, de los cuales 33 son miembros del Grupo de Países de América Latina y el Caribe (GRULAC) y 31 han ratificado el Convenio de Estocolmo. Dividido en cuatro subregiones, cada una de las cuales tiene características especiales de desarrollo y rica diversidad biológica, se enfrenta a muchos problemas ambientales sociales, incluida la contaminación y en esta, a los contaminantes orgánicos persistentes. Existen notables diferencias en el desarrollo socioeconómico de la región. La mayor parte de su población vive en áreas urbanas y se ha triplicado en tamaño entre 1950 y 2019, el proceso de urbanización está aumentando, así como la demanda de servicios ecosistémicos, reduciendo la resiliencia colectiva y la capacidad de responder a situaciones críticas de salud, aumentando las desigualdades y empeorando la degradación socioambiental.

Los principales problemas ambientales son las amenazas relacionadas con la degradación ambiental, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la deforestación, la falta de saneamiento, la contaminación del aire y de cuerpos de agua y la alteración de los suministros de agua. Las prácticas de quema de biomasa contribuyen a aumentar las concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles y el uso de plaguicidas está aumentando la resistencia de los insectos y contaminando a gran parte de la población expuesta, especialmente a la más vulnerable, como las poblaciones tradicionales, los trabajadores indígenas, ribereños y afrodescendientes que dependen de la tierra para su alimentación segura. Además, las tasas de indicadores de salud deficientes están aumentando y las posibilidades de que enfermedades infecciosas resurjan son un riesgo real.

## PROGRAMAS QUE CONTRIBUYEN / COLABORADORES

Los programas que aportaron datos al presente informe fueron los proyectos UNEP/GEF GMP II, el Muestreo Pasivo Atmosférico Global (GAPS), la Red Latinoamericana de Monitoreo Atmosférico Pasivo (LAPAN), el estudio de Leche Materna del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Mundial de la Salud (OMS) y MONET-Aqua. La red de monitoreo de COPs de Colombia proporcionó información adicional.

Los proyectos UNEP/GEF GMP II (denominados Air-GEF en el DWH) y el programa GAPS utilizaron muestreadores pasivos de espuma de poliuretano (PUF) y LAPAN utilizó muestreadores de resina poli aromática hidrofóbica (XAD), que poseen diferente resolución temporal. Los análisis de las muestras fueron realizados por CSIC-IDAEA y el laboratorio MTM de Suecia para Air-GEF y las muestras de agua de los proyectos UNEP/GEF GMP II; ECCO para las muestras del programa GAPS; RECETOX para las de LAPAN y MONET-Aqua; y por último el laboratorio CVUA de Friburgo en Alemania analizó las muestras de leche de la OMS.

## PRINCIPALES HALLAZGOS

### *Resultados en Aire*

El análisis de COPs en la matriz de aire involucró 83 parámetros medidos por tres programas de monitoreo y 19 países de los cuales nueve mantuvieron sitios de monitoreo que permitieron la evaluación de cambios de concentración. Mostró una gran variabilidad de los datos y una baja recurrencia en los sitios de monitoreo. Los valores de medianas más altos se presentan casi siempre en los sitios urbanos de los tres programas y los máximos en el Programa Air-GEF. El Cono Sur seguido por el Caribe presentó el mayor número de valores de medianas máximos.

Se compararon las medianas de los datos de los períodos 2004-2012 contra las de 2013-2018. En general, se observa aumento de concentración en el período 2013-2018 para los grupos: Ciclodienos, DDT, BPC con TEF, HCH, y BDE; y disminución para BPC, PCDD y PCDF y PeCB. Además, los valores de medianas más altos los presenta el programa Air-GEF. Se midieron por primera vez concentraciones de fondo de 13 COPs que involucran compuestos nuevos, emergentes y el PFHxS candidato a ser incluido en el Convenio de Estocolmo.

Los países que presentaron aumento en el mayor número de los grupos de compuestos fueron Uruguay, seguido de Antigua y Barbuda y de Brasil; todos bajo el programa Air-GEF. En contraste, Brasil con el programa LAPAN, y Colombia y México con el programa GAPS, presentaron disminución en la mayoría de sus parámetros.

En resumen, los sitios del Programa Air-GEF presentan aumento de concentración para la mayoría de los parámetros de los Ciclodienos a excepción de Endosulfanes; DDT e isómeros, HCB, HCH y los BPC con TEF, BDE y congéneres y TEQ de Dioxinas; y disminución para BPC y PCDD y PCDF. Con respecto a los parámetros medidos dentro del período 2016 a 2018, PeCB muestra aumento y PBB en general con valores abajo del LDC. Los valores máximos se dieron principalmente en St. James, Barbados, seguido de Montevideo, Uruguay y en tercer lugar Los Mochis, México.

El programa GAPS presenta reducciones significativas de la mayoría de los parámetros de los grupos Ciclodienos, BPC, HCH y BDE; medidos en los sitios urbanos y no clasificados (NC). Los sitios remotos registraron aumento en la mayoría de los parámetros de los Ciclodienos, BPC y HCH. En general, los sitios urbanos ostentan los valores de medianas más altos, sin embargo, destaca el sitio NC Sonora, México, 2014 que tuvo valores extremos en la mayoría de los parámetros.

Respecto al Programa LAPAN, los sitios urbanos exhibieron los mayores valores de concentración en comparación con los sitios NC y Remotos, y, aumento de valor de concentración en el período 2013 a 2016, comparándolo con 2010-2012, principalmente en aquellos sitios no recurrentes, es decir, los sitios que únicamente midieron en el período 2013-2016. Por otro lado, solamente Aldrín, HCB y BDE 153 tuvieron una disminución de concentración en los tres grupos de sitios. Los valores extremos de todos los parámetros se presentan principalmente en Brasil, seguido de Argentina y Colombia en tercer lugar.

### *Resultados en Leche Humana*

Para esta Tercera Evaluación, el estudio MILK-WHO suministró datos de 2001 a 2019 y de 14 países participantes. Sin embargo, solo 9 participaron en más de una ronda y 7 de ellos también participaron en la sexta ronda (2015 a 2019) y fueron la base de las comparaciones de concentraciones.

Los parámetros analizados en las muestras de Leche durante el período 2015-2019 fueron 108 de los cuales 13 parámetros fueron analizados por primera vez y constituyen concentraciones de fondo para futuras evaluaciones. Estos también incluyen sustancias emergentes y el COP candidato PFHxS que está en revisión para ser incluido en el Convenio.

De los 108 parámetros medidos, comparaciones a nivel regional mostraron que la mayoría presentó disminuciones en la concentración; 20 parámetros presentaron valores bajo el LDC o cero y algunos nunca han presentado valores superiores al LDC en ningún país de la región; sólo tres mostraron leves aumentos a nivel regional: Alfa-HBCD, Epóxido de cis-Heptacloro y la Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro. El Caribe seguido por el Cono Sur presentó casi todos los valores máximos de medianas.

Las comparaciones de concentraciones por parámetro y países con participación repetida en el estudio de leche materna mostraron, en general, que seis parámetros de 4 grupos aumentaron su concentración en tres o más países, no siendo significativo para el grupo de PCDD y PCDF y significativo para los demás:

- Insecticidas grupo Ciclodieno: Epóxido de cis-Heptacloro y la Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro.
- Bifenilos Policlorados tipo dioxinas (con TEFs): BPC 77
- PCDD y PCDF: 1,2,3,4,7,8-HxCDF y 1,2,3,7,8-PeCDF
- Hexabromociclododecano: Alfa-HBCD

Los países que mostraron incrementos significativos en el mayor número de grupos de compuestos fueron Barbados y Jamaica.

Es necesaria la participación reiterada de los países en el estudio sobre la leche materna de la región para comprender mejor la exposición de los grupos vulnerables como indicadores para proteger a las generaciones futuras, como se establece en los Objetivos del Milenio y el Convenio de Estocolmo.

### Resultados en Agua

Se obtuvieron concentraciones de referencia de las tres sustancias sujetas a vigilancia bajo el Convenio de Estocolmo: PFOS, PFOA and PFHxS en seis sitios en donde se monitoreó en 2017 y 2018. El análisis estadístico regional de los 6 sitios UNEP/GEF GMP de GRULAC mostró mayores valores de concentración de las medianas de los datos de PFOS que los de PFOA y PFHxS; y aumento en las medianas del año 2018 en comparación con las de 2017 para las tres sustancias, posiblemente por el cambio de sitio en Brasil.

Comparaciones entre sitios, parámetros y años mostraron que los valores de medianas máximos se presentaron en Río de la Plata Argentina 2017 y 2018, seguido del canal São Paulo São Vicente, Brasil 2018 y el río de la Bahía Hunts en Jamaica 2017 para las tres sustancias; y valores mínimos en el río Amazonas Brasil 2017 seguido del sitio intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador. Se observaron incrementos en las concentraciones de PFOS y disminución de PFOA and PFHxS en 2018 para los cuatro sitios que midieron dos años: río de la Plata Argentina, intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador, río de la Bahía Hunts en Jamaica y bahía Ohuira en México. Se detectaron concentraciones más altas para los tres parámetros en el canal São Paulo São Vicente, Brasil 2018 en comparación con el río Amazonas Brasil 2017.

Con respecto a los 47 parámetros medidos en el año 2016 por el programa Monet-Aqua, las comparaciones de concentraciones muestran en general, mayor concentración en la presa Peñol-Guatapé, Antioquia, Colombia que en el lago Llanquihue, Los Lagos, Chile para la mayoría de los parámetros.

## NIVELES DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN OTROS MEDIOS

Varios países de la región informaron en sus PNI de la presencia de contaminantes orgánicos persistentes en medios distintos de los establecidos como objetivo. Información relativa al muestreo en suelo y sedimentos fue proporcionada por Antigua y Barbuda; en tejido adiposo humano fue informado por México; Brasil informó de varios estudios sobre contaminantes orgánicos persistentes en medios humanos; Colombia informó sobre el monitoreo de COPs en aguas costeras y sedimentos; Barbados informó sobre el monitoreo de las aguas subterráneas y varios países informaron estudios en diferentes especies bióticas como huevos, peces, bivalvos y alimentos, entre otros (NIPs de los países). Pero ninguno de ellos informó tendencias a lo largo del tiempo.

## EVIDENCIA DE TENDENCIAS TEMPORALES Y TRANSPORTE A GRANDES DISTANCIAS

Para detectar cambios en las concentraciones con cierta confiabilidad, se deben tomar en consideración las resoluciones temporales y espaciales para diseñar adecuadamente un programa de monitoreo regional y las mediciones deben mantenerse en los sitios seleccionados. Cabe mencionar que de los 93 sitios de monitoreo del GRULAC, el 57% operó solo un año. La inconsistencia de la ubicación de los sitios en los países, la falta de participación regular de los países y la variabilidad de los datos no permitieron el análisis de tendencias significativas.

La evaluación del transporte de largo alcance en la región se realizó a través de la búsqueda de artículos científicos y la aplicación del análisis de retro trayectoria y el modelo HYSPLIT-NOAA en tres sitios que presentaron la mayoría de los valores máximos de medianas de la Región en las matrices de aire y leche materna. La mayoría de los artículos científicos identificados se refieren principalmente a otras partes del mundo, evidenciando la poca atención que la región ha recibido sobre este tema. Existen estudios locales de trayectoria inversa principalmente de México, de principios de la década de 2000, y estudios recientes de Colombia y el Caribe. No fue posible aplicar el modelo HYSPLIT-NOAA a más sitios de la región debido a la falta de recursos económicos para su aplicación.

Los resultados del análisis de trayectoria inversa y el modelo HYSPLIT-NOAA aplicado en los sitios de muestreo ubicados en Barbados, Jamaica y Uruguay a lo largo de 2018 indicaron que:

**Barbados:** Los arrastres de posibles emisiones contaminantes se deben a las áreas más cercanas al sitio de monitoreo, incluidas las emisiones marinas y embarcaciones más pequeñas.

**Jamaica:** Los arrastres de posibles emisiones contaminantes se deben a las áreas cercanas al sitio de monitoreo a nivel local y regional. Las rutas de las trayectorias pasan por Haití, República Dominicana, Puerto Rico y las islas caribeñas de Montserrat, Guadalupe y Dominica entre otras.

**Uruguay:** Los arrastres de posibles emisiones contaminantes se deben a las áreas cercanas al sitio de monitoreo a nivel local y regional. El setenta por ciento de las rutas de las trayectorias pasan por el sur de Brasil y Paraguay y el Atlántico; y el resto sobre Argentina y una mínima porción de Chile.

Asimismo, se revisaron imágenes satelitales de los incendios reportados durante 2018. Estas indican que hubo un aporte importante de estos eventos que pueden estar generando algunos contaminantes persistentes. Es muy recomendable revisar estas contribuciones en detalle para identificar el tipo de quema (agrícola o residuos, entre otros) que se estaba llevando a cabo en la región.

## VACÍOS DE INFORMACIÓN

Existen importantes lagunas de datos en algunas subregiones como Mesoamérica, específicamente en Centro América, en particular para establecer tendencias espaciales y temporales significativas de contaminantes orgánicos persistentes en las matrices objetivo. Es necesario mantener y ampliar las redes de monitoreo existentes, que deberían comenzar con esfuerzos nacionales para promover programas de monitoreo gestionados a nivel regional. Existen capacidades de monitoreo en al menos nueve países de la región. La región, sin embargo, necesita crear programas sólidos de monitoreo científico utilizando recursos locales, ya que todos los programas existentes son apoyados principalmente por financiamiento externo, lo que limita su sostenibilidad a largo plazo. El compromiso de los países de mantener los programas de monitoreo debe basarse en su interés nacional por contar con instrumentos de gestión de política pública para reducir el riesgo de exposición a estas sustancias y en su voluntad de establecer una estructura regional capaz de respaldar los programas de monitoreo a largo plazo.

Se necesita más investigación para evaluar los riesgos de exposición a contaminantes orgánicos persistentes a través del transporte atmosférico dentro de los límites de la región. La brecha de información más importante en la región es la ausencia de programas de monitoreo continuo y sostenible y la posterior capacidad de modelado atmosférico que son factores limitantes para establecer tendencias temporales y espaciales significativas.

## NECESIDAD DE CREACIÓN DE CAPACIDADES

Ha existido fortalecimiento de las capacidades a través de los programas y proyectos, pero el desafío que tienen ahora los países es desarrollar capacidad para los nuevos COPs. Cuando muchos países habían hecho inversiones para adquirir equipamiento para los primeros COPs ahora se requiere tecnología más fina para evaluar los nuevos COPs lo que involucra nuevas inversiones. Lo anterior implica un problema para la región.

El desarrollo de capacidades en áreas como el diseño e implementación de programas de monitoreo, la necesidad de expertos altamente capacitados en el análisis de contaminantes orgánicos persistentes, especialmente las

sustancias nuevas y emergentes, junto con la ayuda para mejorar las instalaciones de laboratorio, y la capacitación en manejo, análisis e interpretación de datos, y modelación entre otros, ayudaría a establecer programas sólidos dentro de la región. El desarrollo de estas capacidades y la estimulación de sinergias parecen ser la forma de proceder para crear un programa de monitoreo sostenible.

## PROGRAMAS FUTUROS DE MONITOREO

Las futuras evaluaciones de la eficacia regionales podrían beneficiarse de los programas en curso; sin embargo, se necesita un mayor compromiso de la región para construir programas continuos y sostenibles. Es necesario mejorar la capacidad, tanto de seguimiento como de análisis. El grupo GOR existente podría jugar un papel clave en la activación de sinergias para el desarrollo de programas nacionales de monitoreo que contribuyan a una red regional; sin embargo, debería preverse la prestación de apoyo financiero por parte de los países de la Región.

El monitoreo futuro de la leche materna debe considerar los desafíos éticos y técnicos. Estos estudios también deben considerar acciones para comprender mejor la exposición de los grupos vulnerables como indicadores para proteger a las generaciones futuras, como se establece en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, los indicadores de desarrollo sostenible y el Convenio de Estocolmo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GRULAC ha estado colaborando con socios estratégicos desde 2000, entregando datos para las tres evaluaciones del PVM. Sin embargo, la inconsistencia de la ubicación de los sitios en los países, la falta de participación regular de los países y la variabilidad de los datos no permiten el análisis de tendencias significativas. Los programas de monitoreo del aire en la Región aún cuentan con financiamiento externo.

Los principales hallazgos del monitoreo mostraron que: Se realizaron por primera vez análisis de 13 COPs nuevos y emergentes en aire y leche materna y constituyen la línea de base para evaluaciones futuras; las concentraciones en el aire de los sitios de monitoreo de COPs heredados dependen principalmente de las características particulares del sitio, así como de influencias meteorológicas; el monitoreo de la leche materna mostró disminuciones en la mayoría de las concentraciones de los parámetros y el agua entregó concentraciones de referencia de las tres sustancias objetivo.

Este primer análisis de trayectorias inversas en los tres sitios seleccionados muestra que, para comprender los procesos de transporte al sitio de monitoreo, es necesario contar con datos desagregados temporalmente para establecer la estacionalidad a fin de poder relacionar y comprender los valores de las concentraciones observadas con posibles fuentes que puedan contribuir a esos valores. Asimismo, esta información permitirá evaluar estas fuentes en una segunda etapa y definir acciones de reducción o mitigación locales o regionales.

Se puede concluir que se deben diseñar e implementar estudios más sistemáticos para abordar este tema dentro de la región del GRULAC. El monitoreo pasivo del aire y el muestreo activo podrían usarse para modelar el transporte de COPs entre las áreas de origen y receptor. Se recomienda que se estimulen la capacitación y la formación en modelación de COPs en la región.

Como se mencionó en el primer informe, la región de América Latina y el Caribe debe formalizar una estructura coordinada para desarrollar un Plan de Acción Regional (PAR). Esto permitiría que los países evaluaran las opciones disponibles y actividades necesarias para alcanzar los requerimientos del Convenio de Estocolmo sobre la vigilancia de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, que desarrollaran un programa de monitoreo regional indicando sus alcances, limitaciones, costos y beneficios y que identificaran los requerimientos para la creación estratégica de capacidades y acceso a la asistencia externa.

Es imperativo lograr sinergias entre los países. La interacción entre gobierno, academia, industria y organizaciones de la sociedad civil se necesitará tanto a nivel nacional como regional para construir una estrategia exitosa que enfrente el desafío del monitoreo de los niveles de COPs en las matrices prioritarias del programa de vigilancia mundial.

# 1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Vigilancia Mundial (PVM) fue desarrollado en respuesta a la necesidad de la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo de datos de monitoreo mundiales, comparables, sobre la presencia de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), para evaluar la eficacia del Convenio. De conformidad con el mandato del artículo 16 de la Convención, el objetivo del PVM proporciona un marco organizacional armonizado para la recopilación de datos de monitoreo comparables sobre la presencia de los COPs listados en los Anexos A, B y C del Convenio a fin de identificar tendencias a lo largo del tiempo, así como para proporcionar información sobre su transporte ambiental regional y mundial (UNEP/POPS/COP.6/INF/31/Add.1).

La Conferencia de las Partes (COP) acordó en su primera reunión en 2004 (Decisión SC-1/13) iniciar arreglos para proporcionar datos de monitoreo comparables en los que pudiera basar la evaluación de la eficacia del Convenio y solicitó a la Secretaría que desarrollara un documento de antecedentes para un Plan de Vigilancia Mundial para ser considerado por la Conferencia de las Partes en su segunda reunión (UNEP-POPS-COP.1-SC-1.13). En su segunda reunión en 2006, la COP decidió (Decisión SC-2/13) completar la primera evaluación de la eficacia en su cuarta reunión que se celebraría en 2009. La decisión incluyó un acuerdo para implementar elementos de un Plan de Vigilancia Mundial y el establecimiento de un Grupo de Trabajo Técnico Ad-hoc Provisional (GTT) para elaborar las partes del plan y su implementación.

En su sexta reunión de mayo de 2013, la Conferencia de las Partes, mediante la decisión SC-6/23 sobre el Plan de Vigilancia Mundial para la evaluación de la eficacia, adoptó el Plan de Vigilancia Mundial de los Contaminantes Orgánicos Persistentes enmendado (UNEP/POPS/COP.6/INF/31/Add.1) y el plan de implementación enmendado para el plan de vigilancia mundial (UNEP /POPS/COP.6/INF/31/Add.2). También adoptó la Guía para el Plan de Vigilancia Mundial de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, que se actualizó en 2013 (UNEP/POPS/COP.6/INF/31) y 2019 (UNEP/POPS/COP.9/INF/36), para abordar el muestreo y el análisis de los COPs recientemente incluidos, proporcionando una base útil para el seguimiento de estos productos químicos en la segunda y tercera fases del plan de vigilancia mundial, así como para la recopilación, el almacenamiento y la manipulación de datos armonizados.

Se han llevado a cabo tres implementaciones mundiales del Plan de Vigilancia Mundial mediante acuerdos de cooperación con programas existentes y mediante actividades de monitoreo para complementar la información existente con el fin de obtener datos abióticos (aire, agua) y bióticos (sangre humana y leche materna) comparables de todas las regiones para apoyar la evaluación de la eficacia.

La primera implementación se llevó a cabo en las cinco regiones de las Naciones Unidas para contar con datos e información de referencia comparables para futuras evaluaciones. Se denominó la primera fase y recopiló datos de 2000 a 2008 sobre la presencia de los 12 COPs heredados de los programas de monitoreo existentes. En la COP4 de 2009 se aprobó un informe de Vigilancia Mundial en el marco del Plan de Vigilancia Mundial para la evaluación de la eficacia. La conclusión general a la que se llegó fue que hay datos en aire y leche o sangre humana de las cinco regiones de las Naciones Unidas que pueden utilizarse como referencia para futuras evaluaciones. Sin embargo, todas las regiones señalaron que faltaban datos en algunas subregiones importantes (UNEP/POPS/COP.4/33).

La segunda implementación, denominada segunda fase del PVM (2009-2014), recopiló datos sobre matrices objetivo abióticas (aire / agua) y bióticas (leche humana) de los programas de monitoreo existentes, de la primera ronda de los proyectos UNEP/GEF financiada por el FMAM y por el Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional (SAICM), que se implementaron en 32 países de África, América Latina y el Caribe (GRULAC), y las regiones de las Islas del Pacífico de 2009 a 2012 para cubrir las lagunas de información.

Su informe, Segundo Informe de Monitoreo Mundial, fue aprobado en la COP 8, 2017. Comparó los datos de la primera y la segunda implementación y proporcionó la primera indicación de cambios en las concentraciones de los 12 COPs heredados e información de referencia sobre los COPs incorporados en las COP 4, 5 y 6 (2009-2013). Además, abordó aspectos relevantes sobre el transporte a larga distancia de COPs y los efectos climáticos y la evaluación de las concentraciones del Ácido Sulfónico de Perfluorooctano (PFOS) en el agua que se incluyó por primera vez (UNEP/POPS/COP.8/INF/38).

La tercera implementación finalizó en 2019. También compila datos sobre las mismas matrices objetivo de los programas de monitoreo existentes y de los proyectos UNEP/GEF GMP II, financiados por el FMAM, que se implementaron en 42 países de las regiones de África, Asia, las Islas del Pacífico y América Latina y el Caribe (GRULAC) de 2016 a 2019.

Este tercer informe integra información de las tres implementaciones y presenta los hallazgos actuales sobre las concentraciones de COPs en la Región del GRULAC. Si bien el primer informe de seguimiento proporcionó información sobre las concentraciones de referencia de los 12 COPs heredados y el segundo informe de seguimiento presentó las primeras indicaciones sobre los cambios en las concentraciones de los productos químicos incluidos inicialmente en el Convenio, así como información de referencia sobre los COPs recién incluidos, este tercer informe de seguimiento ofrece además análisis de tendencias, información de referencia de COPs en medios acuáticos y del COPs candidato Ácido Perfluorohexano sulfónico en todas las matrices objetivo y análisis de la trayectoria inversa de sitios específicos.

En la región del GRULAC, la viabilidad a largo plazo de los programas de seguimiento existentes, como son los programas de monitoreo mundial GAPS y los estudios sobre leche materna de la OMS, fueron fundamentales para evaluar los cambios de concentración de los COPs en el tiempo. Asimismo, la operación continua de la red regional de monitoreo del aire LAPAN y la operación recurrente de los sitios nacionales bajo los proyectos UNEP/GEF GMP fueron los pilares de esta tercera evaluación. El repositorio de datos, DWH GMP por sus siglas en inglés, jugó un papel muy importante brindando apoyo en la recopilación, procesamiento, almacenamiento y presentación de datos de monitoreo.



## 2. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN

La región América Latina y el Caribe comprende 46 países (Figura 1), territorios dependientes y departamentos de ultramar, de los cuales 33 son miembros del Grupo de Países de América Latina y el Caribe (GRULAC). Pero solo 31 han ratificado el Convenio de Estocolmo. Haití es signatario y Granada no forma parte. La región cubre una extensa área, que se extiende desde Las Bahamas y México hasta Argentina y Chile. Abarca 21,951,000 kilómetros cuadrados (8,475,000 millas cuadradas). Al oeste, está limitado por el Océano Pacífico y al este por el Océano Atlántico y el Mar Caribe.

Figura 1. La región de América Latina y el Caribe.



GRULAC, es uno de los cinco Grupos Regionales de las Naciones Unidas, sus 33 Estados Miembros se encuentran distribuidos en el continente Americano, así como en algunas islas del Caribe. Sus miembros componen el 17% de todos los miembros de las Naciones Unidas. El Grupo, como todos los grupos regionales, es un grupo de diálogo no vinculante donde se discuten temas relacionados con asuntos regionales e internacionales (Agam et al, 1999). Además, el Grupo trabaja para ayudar a asignar escaños en los organismos de las Naciones Unidas al nominar candidatos de la región (GRULAC, 2019).

La Región GRULAC está dividida en **cuatro subregiones** (Ver Figura 2): **Mesoamérica** (integrada por 8 países), el **Caribe** (integrada por 15 países), los **Andes** (integrada por 5 países) y el **Cono Sur** (integrada por 5 países), cada una con características especiales y con rica biodiversidad. Su topografía abarca desde islas tropicales hasta cordilleras y altas mesetas, selvas tropicales, desiertos y llanuras. La subregión del Cono Sur ocupa el 62% de la superficie del Grupo, seguida de Los Andes con el 23%, Mesoamérica 12%, y el Caribe con apenas el 3% del territorio total (Tabla 2).

Figura 2. Subregiones de la Región GRULAC



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Resumen de las subregiones de GRULAC (2018)

Subregiones	Países	Población (millones de habitantes)	Superficie (miles de km <sup>2</sup> )	PIB (Miles de millones de dólares EU)
Mesoamérica	Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá	175.4	2,486.7	1,489.4
Los Andes	Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela	138.9	4,694.0	851.0
El Cono Sur	Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay	283.1	12,635.8	2,803.7
El Caribe	Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Cuba, Dominica, Granada, Guyana, Haití, Jamaica, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago	40.1	598.3	266.9

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2020a).

En 2018, en la región de América Latina y el Caribe residían alrededor de 640 millones de habitantes, de los cuáles 18% viven en poblaciones rurales (CEPAL, 2019a).

Cabe señalar, que en 1950 sólo el 41% de la población de América Latina y el Caribe habitaba en la zona urbana, pero en la actualidad lo hace más del 80% (A. Bárcena y otros, 2020). Esta urbanización es más pronunciada en América del Sur, donde aproximadamente 346 millones de personas (83 por ciento de la población) habitaban en zonas urbanas en 2015. Asimismo, la tasa de urbanización es más rápida en el Caribe, donde el 62 por ciento de la población residía en zonas urbanas a comienzos del milenio, llegando al 70 por ciento en 2015 y con una proyección del 75 por ciento para 2025. (UNEP, 2016).

A pesar de que este proceso de urbanización ha tenido consecuencias económicas y sociales favorables, el aumento de la productividad reflejado en un mayor dinamismo en las actividades productivas, el desarrollo de los servicios, y el aprovechamiento de economías de escala, también ha dado lugar a externalidades negativas, como la contaminación atmosférica, la generación de gases de efecto invernadero, los accidentes viales, la congestión vial, los problemas de salud, la contaminación del agua, uso de productos químicos, entre otros, que erosionan las bases de sustentación del dinamismo económico.

Por lo anterior, en la mayoría de los casos, la concentración de personas, así como los patrones de producción asociados con la urbanización, exacerban la degradación ambiental (UNEP, 2016). “La población de América Latina y el Caribe se ha triplicado entre 1950 y 2019, se proyecta que alcance un pico de cerca de 768 millones alrededor de 2058 y que después descienda a 680 millones en 2100” (UN, 2019).

Además, América Latina alberga entre 29 y 45 millones de indígenas según varios estudios que proporcionaron estimaciones alrededor de 2010 (CRS, 2020). El Banco Mundial señaló en un informe que “los datos oficiales sobre pueblos indígenas no son concluyentes, ya que persisten muchas dificultades técnicas y sociológicas en los datos censales”; sin embargo, las cifras oficiales proporcionadas por los censos nacionales establecen 41.81 millones (Banco Mundial, 2015).

Según estimaciones de la CEPAL en 2014, 44.8 millones de personas en América Latina eran indígenas, lo que representa el 8.3% del total. Los países con mayor porcentaje de población indígena son: Bolivia (62.2%), Guatemala (41%), Perú (24%), México (15.1%), Panamá (12.3%) y Chile (11%). En cifras, México tenía 17 millones, Perú 7.5, Bolivia 6.2 y Guatemala 5.9 millones (CEPAL, 2014 a, b) (UN, 2018a).

Asimismo, en términos numéricos de la población indígena, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) informó en 2019 que México tenía 12 millones, Guatemala 5.8, Bolivia 4.2 y Perú 4 (UNESCO, 2019a). A diferencia de lo que ocurre en otras regiones más pobladas del mundo, más de la mitad de estas personas, el 52.2%, vive actualmente en zonas urbanas (OIT, 2020).

Según el Banco Mundial (2018), uno de cada cuatro latinoamericanos se identifica como afrodescendiente comprendiendo 133 millones de personas que en su mayoría están concentradas en Brasil, Venezuela, Colombia, Cuba, México y Ecuador (Banco Mundial, 2018).

Como ya se ha comentado, los países de América Latina y el Caribe están entre los más ricos del mundo en biodiversidad. Sólo Sudamérica tiene casi la mitad de la biodiversidad terrestre y más de un cuarto de sus bosques. El litoral mesoamericano conserva los arrecifes coralinos más largos del hemisferio occidental, y la región entera posee 700 millones de hectáreas de tierra potencialmente cultivable, 570 millones de hectáreas de praderas, más de 800 millones de hectáreas de bosque y cerca del 27% del agua dulce disponible en el mundo (PNUD, 2010).

Según la Organización de Naciones Unidas Medio ambiente, América Latina y el Caribe (ALC) conserva gran parte de su biodiversidad. Seis de los países con mayor biodiversidad del mundo se encuentran en esta región: Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela. Además, Costa Rica tiene el 6% de la biodiversidad mundial (Butler, 2016) También, señala que es el hogar del hábitat con mayor biodiversidad del mundo, la selva tropical del Amazonas (UNEP, 2012) (UNEP-WCMC, 2016).

Se calcula que la superficie total de las áreas protegidas en América Latina y el Caribe, lugares importantes de biodiversidad terrestre, de agua dulce y marina, es más de 2,042 millones de hectáreas. Es importante, mencionar que América Latina y el Caribe se ha posicionado como líder en conservación marina, ya que de 2010 a 2015

paso de 3.56% a 20.15% el total de áreas marinas protegidas con relación al total de áreas marinas de la región (CEPAL, 2020a).

Así mismo, de las 20 áreas protegidas más grandes del mundo, seis están en la región: el bosque amazónico en Colombia, con 32 millones de hectáreas; la Reserva de Biosfera Alto Orinoco - Casiquiare en Venezuela, con 8.4 millones de hectáreas; el Valle de Javari en Roraima - área indígena en el Brasil, con 8.3 millones de hectáreas; el área de Yanomami, en el Brasil, con 7.75 millones de hectáreas; la zona del Pacífico en Colombia, con 7.4 millones de hectáreas, y el sur del estado de Bolívar en Venezuela, con 7.3 millones de hectáreas.

Otras riquezas naturales que posee la región son los abundantes recursos forestales. Se calcula que el área total de bosque de la región asciende a 935.5 millones de hectáreas, lo cual corresponde al 46.4% de su superficie total. Esto equivale al 23.4% del área total de bosque en el mundo. Son cinco países de la región los que disponen del 80% del área total de bosque: Brasil con el 53%, Perú con el 8%, México con el 7 %, Colombia y Bolivia con el 6% (COFLAC, 2017).

Debido a su diversidad de ecosistemas, su clima varía enormemente, teniendo una precipitación media anual de 1,600 milímetros y una escorrentía media de 400 mil metros cúbicos por segundo, concentrando casi un tercio de los recursos hídricos mundiales. Esto significa, que mientras su disponibilidad media de agua por habitante alcanza a casi 22 mil metros cúbicos por habitante por año, a nivel mundial dicho valor es de sólo un poco más de 6 mil (BID, 2018).

Las diferencias de diversidad que presenta la región se hacen patentes ya que abarca la cuenca hidrográfica más grande del mundo (el Amazonas), el mayor acuífero transfronterizo (el Guaraní) y el desierto más árido (el Atacama). En esta región se extraen para usos domésticos y productivos unos 290,000 millones de metros cúbicos de agua al año, que es 2.2% de los recursos disponibles. El principal uso corresponde a la agricultura de riego, con extracciones que equivalen en promedio a un 70% del caudal total extraído. Así, por ejemplo, en América del Sur la demanda de la agricultura representa entre el 60 y el 92% de los usos/extracciones (UNESCO, 2019b).

## GOBERNANZA

En las últimas décadas, se incrementó el desarrollo impulsado principalmente por los precios de las materias primas y el crecimiento del comercio en la región que ayudó a reducir la pobreza y avanzar en la reducción de la desigualdad. Indujo también a aumentos en el gasto público, mejoras en la protección social, educación y servicios de salud y el inicio de reformas estructurales. Sin embargo, los gobiernos en la región no aprovecharon lo suficiente las oportunidades que ofreció este desarrollo para garantizar que el crecimiento se vuelva sostenible y verdaderamente inclusivo (OECD, 2020).

La productividad no ha mejorado significativamente, mientras que la desigualdad, a pesar del progreso económico, sigue siendo muy alta, se mida en ingresos u otros resultados de bienestar. La inversión pública representó solo el 1,6% del PIB en la región en 2017, aproximadamente la mitad de lo que se invirtió en promedio en los países de la OCDE. En general, el acceso y la calidad de los servicios públicos varían ampliamente y aquellos que pueden pagarlo, optan a menudo por proveedores privados (OECD, 2020).

Para mejorar la gobernanza de la región los países han fomentado alianzas entre ellos: MERCOSUR (Mercado Común del Sur), AdP (Alianza del Pacífico), CAN (Comunidad Andina de Naciones), CARICOM (Comunidad del Caribe), UNASUR (Unión de Naciones Suramericanas), SICA (Sistema de la Integración Centroamericana), ALBA (Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América) y CELAC (Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños).

Sin embargo, los países de América Latina y el Caribe continúan enfrentando retos en el diseño y ejecución de políticas públicas que promuevan la buena gobernanza y sociedades inclusivas. Para mantener el crecimiento inclusivo, América Latina y el Caribe deben continuar promoviendo la implementación de reformas al sector público que persigan la equidad para todos (OECD, 2020).

## ECONOMÍA

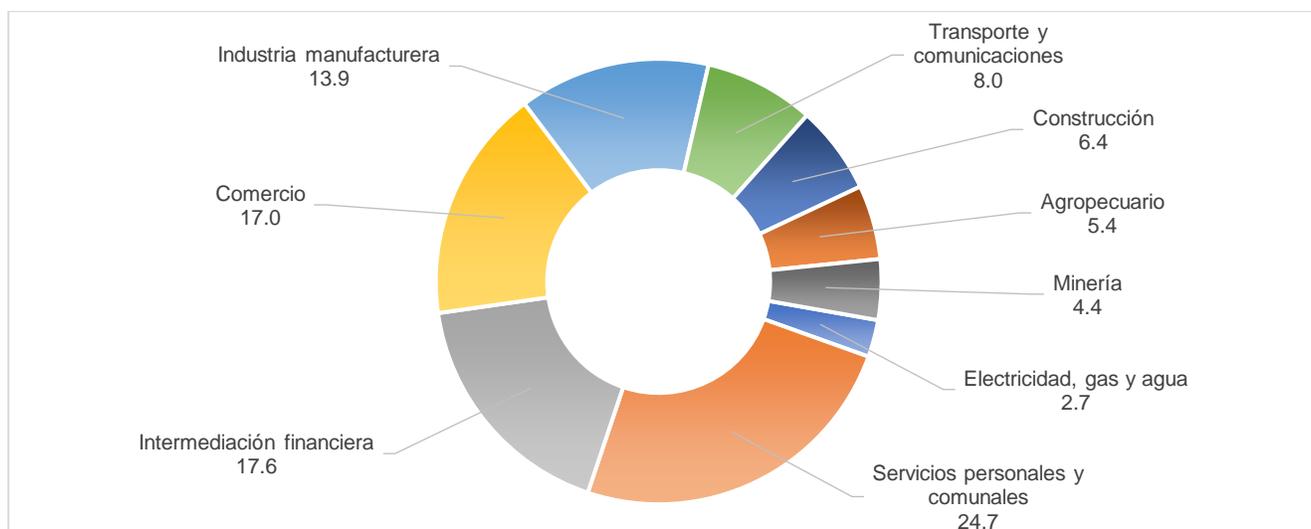
América Latina y el Caribe es una región vulnerable ante el clima económico mundial. La economía mundial se ha debilitado. Los flujos de inversión hacia y desde los países de la OCDE también han disminuido significativamente desde 2015, mientras que la volatilidad en los mercados financieros ha aumentado.

Este deterioro internacional está afectando a las economías de América Latina, muchas de las cuales son vulnerables a los flujos mundiales de comercio e inversión. De hecho, la CEPAL estima que la desaceleración mundial tendrá repercusiones negativas en la mayoría de los países de la región. Asimismo, el Cambio Climático también es una amenaza, especialmente para países como Brasil que dependen en gran medida de la agroindustria.

El declive en las perspectivas económicas de la región es evidente. Después de un buen desempeño regional que duró varios años, la actividad económica en América Latina ha estado creciendo por debajo del promedio de la OCDE desde 2014, y el crecimiento promedio del PIB regional actualmente se mantiene en una tendencia a la baja, del 1.3% en 2017 al 0.9% en 2018 y, según estimaciones de la CEPAL, al 0.5% en 2019 (CEPAL, 2019a).

En cuanto al desglose de la **actividad económica** y su aportación al valor agregado del PIB en el año 2018, los *servicios profesionales, intermediación financiera y el comercio* son los que tributaron alrededor del 60% al producto total (Figura 3). En cambio, la *industria manufacturera* lo hizo con el 14%, seguido del transporte y comunicaciones con el 8%. Es de llamar la atención que el sector agropecuario sólo contribuyó con un poco más del 5% (CEPAL, 2019b).

Figura 3. Porcentaje del PIB por actividad económica a precios corrientes en América Latina



Fuente: CEPAL, 2019b.

Un factor importante en la economía es la exportación, en América Latina y el Caribe la CEPAL (2019) indica que los diez principales productos en este rubro según su participación en el total del PIB regional son:

- Petróleos crudos
- Vehículos automotores para pasajeros, excepto los autobuses
- Soya
- Mineral y concentrados de cobre
- Otras partes para vehículos automotores, salvo motocicletas
- Camiones y camionetas, incluidos los vehículos de ambulancia
- Máquinas de estadística que calculan a base de tarjetas perforadas o cintas
- Mineral de hierro y sus concentrados (excepto piritas de hierro tostadas)
- Cobre refinado, incluido el refundido
- Tortas y harinas de semillas oleaginosas y otros residuos de aceite vegetal

Asimismo, en el ranking de las primeras 20 mayores economías mundiales según el Foro Económico Mundial, solamente 2 países de América Latina y el Caribe ocupan un lugar: desde 2018 Brasil ocupa el noveno lugar y primero en América Latina, pero recientemente ha sido removido de esta posición; mientras que México está en el quinceavo lugar a nivel mundial y el segundo en América Latina (Foro Económico Mundial, 2018).

Teniendo en cuenta el contexto internacional, como lo señala el Banco Mundial (2020), y después de varios años de lento crecimiento de la región, la economía de América Latina y el Caribe se enfrenta a un nuevo revés a medida que la pandemia de COVID-19 golpea la economía global. Sumado a que la mayoría de los países de la región han forzado el aislamiento social y restringido el movimiento de personas para evitar el contagio, reduciendo la productividad económica y aumentando la incertidumbre sobre cómo se afectará el crecimiento económico en los próximos años.

También CEPAL menciona: “El mundo se enfrenta a una crisis humanitaria y sanitaria sin precedentes en el último siglo. La pandemia de la enfermedad del coronavirus (COVID-19) ha golpeado a economías ya debilitadas por el lento crecimiento y la creciente desigualdad. La región de América Latina y el Caribe enfrenta esta crisis desde una situación de crecimiento económico social que es insuficiente para reducir la pobreza y aumentar el empleo al ritmo que necesitan sus sociedades” (CEPAL, 2020b).

A esto, según el Banco Mundial, se suman los shocks externos, que varían en impacto de un país a otro. Por ejemplo, la demanda de China y los países desarrollados, limitada por la pandemia, caerá dramáticamente, afectando a los exportadores de productos básicos en América del Sur, así como a los exportadores de bienes y servicios manufacturados en América Central y el Caribe. Las restricciones de vuelo ya están afectando al sector turístico del Caribe, una fuente principal de ingresos para muchos pequeños estados insulares.

Así, la naturaleza sin precedentes de la pandemia de COVID-19 podría cambiar, incluso dramáticamente, los pronósticos de desempeño económico en 2020. Por ello, se deben aprovechar las medidas que el Grupo del Banco Mundial está impulsando para ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su respuesta ante la pandemia, entre las que destacan el aumentar la vigilancia de enfermedades, mejorar las intervenciones de salud pública y apoyar al sector privado para mantener las operaciones y los empleos (Banco mundial, 2020b).

## PROBLEMAS AMBIENTALES

Los problemas ambientales que destacan en la región son: la deforestación con su consecuente aumento de erosión, principalmente en áreas del Amazonas en Brasil; pérdida de biodiversidad, falta de saneamiento, desastres climáticos, especialmente inundaciones e incendios forestales, con altos niveles de contaminación del aire. La Amazonia brasileña perdió 87,762 km<sup>2</sup> por deforestación e incendios, la pérdida de la mayor superficie de la década (INPE, 2021). Se suman, la contaminación del aire en diversas ciudades de Latinoamérica por el incremento del área urbana y la concentración de población, principalmente en megaciudades como la Zona Metropolitana del Valle de México; la contaminación de cuerpos de agua principalmente en donde se establecen actividades ilícitas o artesanales, como la minería ilegal de oro en Perú (Nikolau, 2016); y la alteración de suministros de agua por aumento de las temperaturas o por degradación del suelo, destruyendo los sistemas de agua como el de los Andes, ya que conducen a la desaparición de los glaciares (Centero y Lajous, 2018).

A pesar de que la región de América Latina y el Caribe tiene las mayores reservas mundiales de tierra cultivable, la expansión urbana no planificada, la erosión, el uso no sostenible de la tierra, la pérdida de nutrientes, la contaminación química, el pastoreo excesivo y la deforestación han causado la degradación de lo que una vez fue tierra agrícola productiva: más de 300 millones de hectáreas, lo que representa 16% del mundo entero. Las actividades de gestión de la tierra que más han contribuido a dicha degradación de la tierra son la agricultura mecanizada, el pastoreo excesivo y la expansión urbana e industria (UNEP, 2016).

En la región andina el cambio en la cobertura de la tierra impulsada por los productos básicos afecta fuertemente el suministro de agua, impactando en los medios de vida de millones de personas aguas abajo que dependen del agua de los Andes. En el caso del Caribe la tasa de urbanización es más rápida que en las otras subregiones, en la mayoría de los casos, la concentración de personas y los patrones de producción asociados con la urbanización exacerban la degradación ambiental (UNEP, 2016).

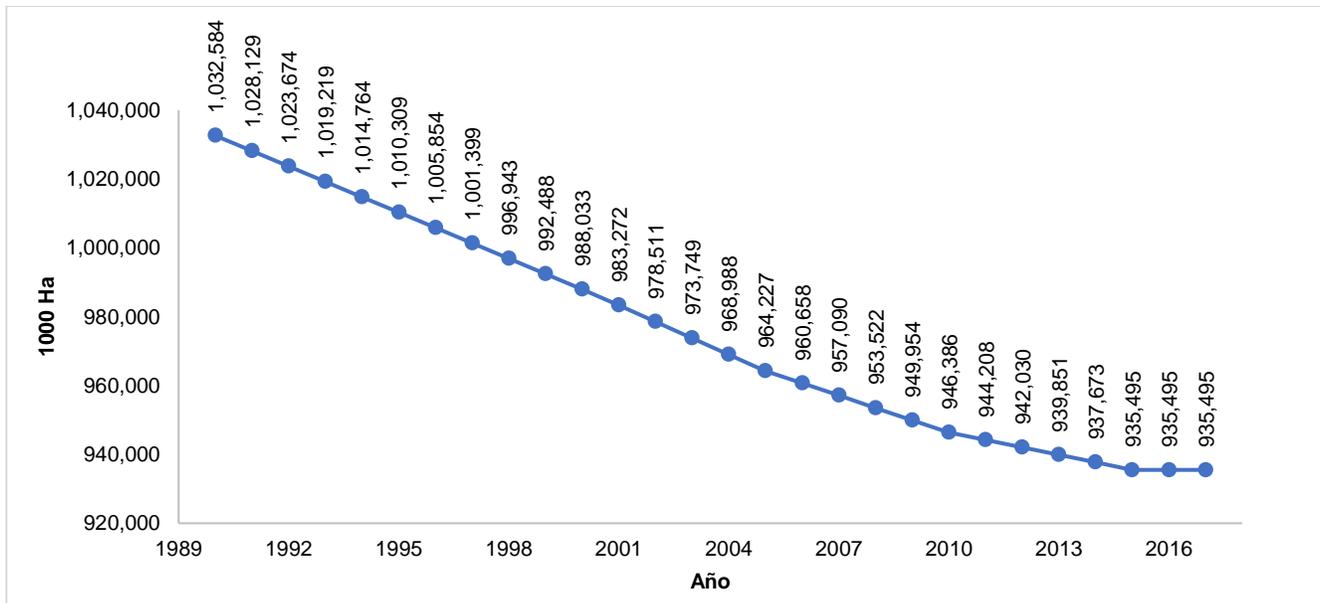
Al revisar de manera particular la problemática de algunos de los países GRULAC, el 18 % del territorio de México está afectado por degradación química; Guatemala, con el 12% del país presenta erosión hídrica; El Salvador

con el 75% de territorio con erosión; Costa Rica con suelos sobreexplotados en un 19.8%; Nicaragua con erosión moderada a extrema que afecta al país en un 58.9%; Panamá con 21 mil km<sup>2</sup> de tierra afectada por la sequía y degradación. Hay evidencias de afectación en Argentina por erosión hídrica alrededor de 250 mil km<sup>2</sup>, aumentado cada año en 2.5 mil km<sup>2</sup>, además, el 81.5% de sus superficies áridas y semiáridas ya con algún nivel de desertificación. Asimismo, Brasil con el 15.72% de su superficie susceptible a la desertificación, y Chile es afectado por la desertificación de todo su territorio en un 62.6% (UNEP, 2016).

Es importante señalar, que los bosques nativos, los pastizales y otros hábitats naturales son quemados luego de ser despejados para proporcionar más tierra para la agricultura. Las emisiones por esta práctica contribuyen a incrementar las concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles.

En América Latina y el Caribe (ALC) se perdieron 4,7 millones de hectáreas de superficie forestal entre 2000 y 2005, lo que representa el 65% de la deforestación mundial. Adicionalmente, se estima que Colombia perdió casi 425,000 hectáreas de cobertura arbórea en 2017 y la Amazonía peruana más de 143,000 hectáreas de ese mismo año (PNUDLAC, 2020). En 28 años la pérdida de tierras forestales ha sido de cerca de 97 millones de hectáreas como se muestra en la figura 4 (ONUAA, 2020).

Figura 4. Pérdida de tierras forestales en América Latina



Fuente: elaboración propia con datos de la ONUAA, 2020.

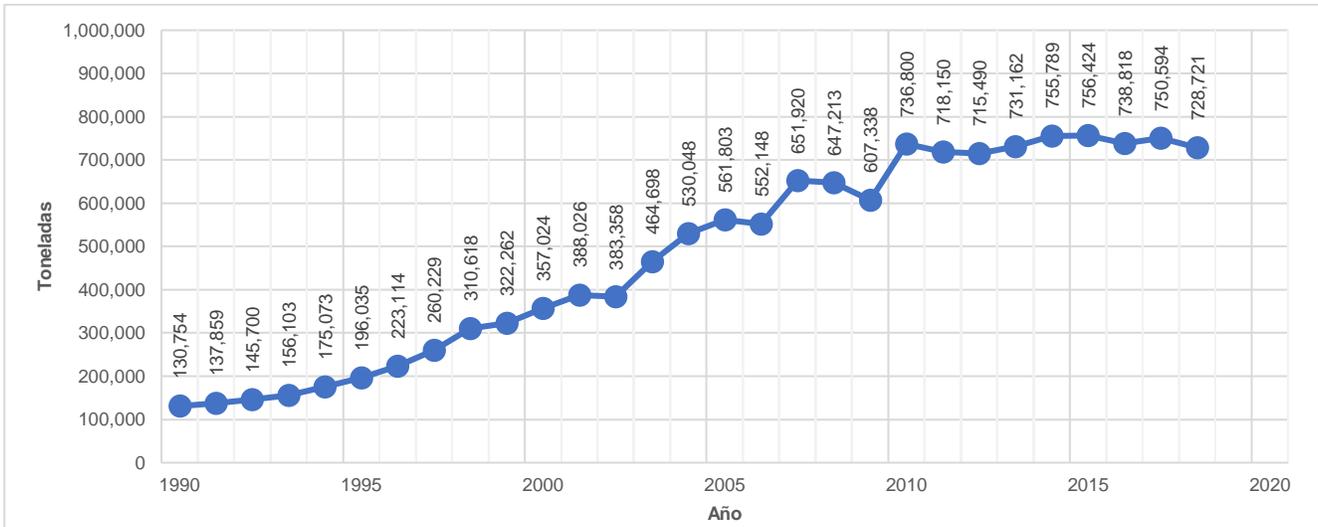
La pérdida de hábitat tiene impactos socioeconómicos y con la deforestación mejoran las condiciones de reproducción de mosquitos que son vectores de enfermedades tales como la Malaria, Dengue, Zika y Chikungunya; asimismo, las temperaturas más altas también están asociadas con brotes de enfermedades más frecuentes y más violentos que afectan la salud de miles de seres humanos.

## USO DE PLAGUICIDAS EN LA REGIÓN GRULAC

El uso de plaguicidas en la región ha venido aumentando, pasando de 130.8 mil toneladas en 1990 año a cerca de 728.7 mil toneladas en el 2018 (Figura 5).

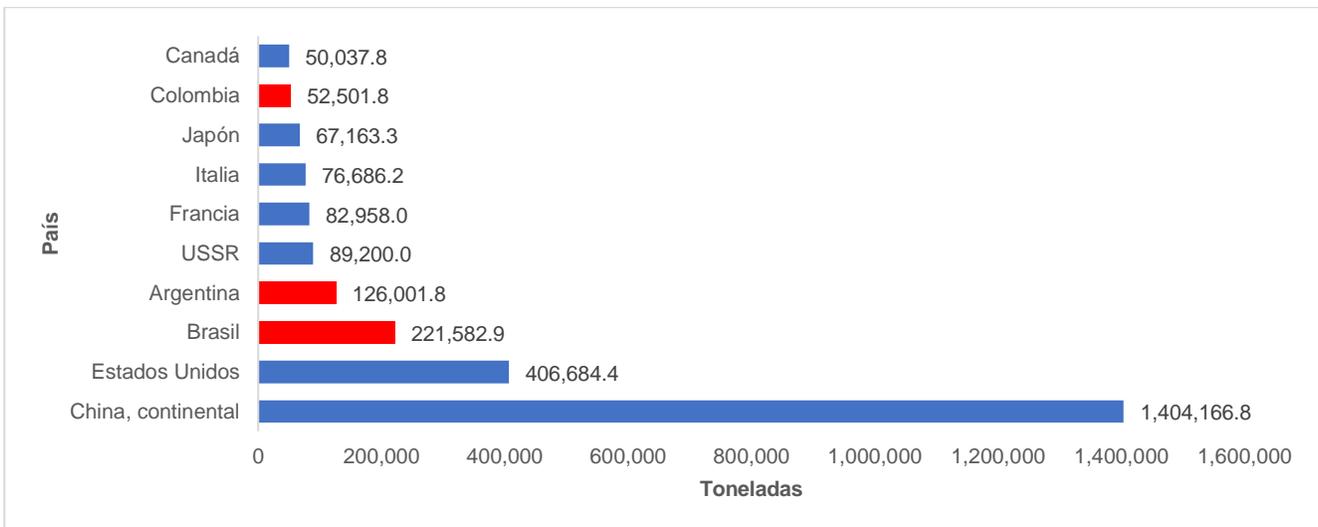
A nivel mundial, en 2018, Brasil ocupaba el tercer lugar en el uso de plaguicidas con 221,583 toneladas, el primer lugar lo ocupaba China con 1,404,167 toneladas, después Estados Unidos con 406,684 toneladas (Figura 6).

Figura 5. Uso de plaguicidas en América Latina y el Caribe



Fuente: Elaboración propia con datos de ONUAA, 2020. (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2020. Datos obtenidos de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>)

Figura 6. Países con mayor uso de plaguicidas en 2018



Fuente: Elaboración propia con datos de la ONUAA, 2020.

En cuanto al uso de fertilizantes el Banco Mundial registró que, por cada hectárea de tierra cultivable a nivel mundial, en 2016 se empleó en promedio 200.7 kilogramos de fertilizante, siendo un total de 7,546,392.01 Km<sup>2</sup> las tierras agrícolas en ese año. Países con mayor consumo de fertilizantes por hectárea de tierra cultivable son: Uruguay con 1731.6 kg/ha, Brasil (534.9), Colombia (525.5), Cuba (475.5) y México (290.3) (Banco Mundial, 2020c).

## SALUD

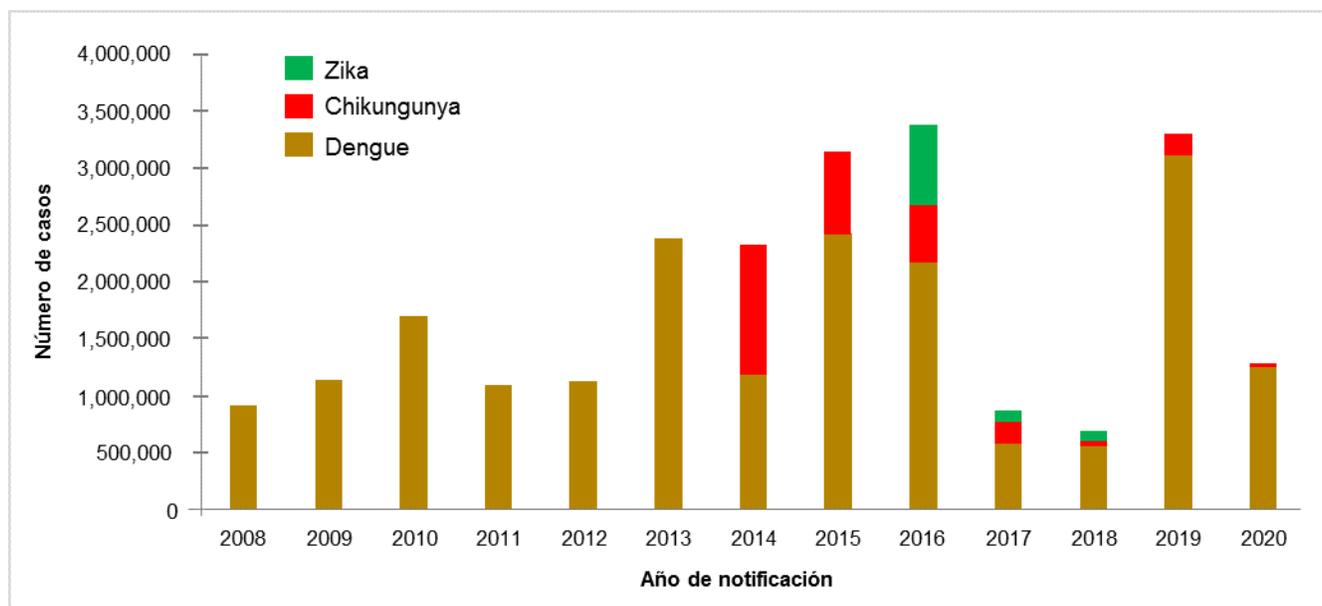
En cuanto a la salud de la población de América Latina y el Caribe, al menos 125 millones de los residentes de la región no tienen acceso a servicios de salud. Esto se agrava para los grupos indígenas y afrodescendientes. Las enfermedades infecciosas siguen causando la muerte en la región, pero las enfermedades crónicas no transmisibles se están convirtiendo en una causa importante de morbilidad y mortalidad. (Bliss, 2009; Lotufo, 2015 y 2018).

Las tasas de indicadores de salud deficientes como la obesidad, el tabaquismo, parasitosis, enfermedades transmisibles como la Tuberculosis y otros riesgos están aumentando a un ritmo alarmante. La vigilancia efectiva de las enfermedades sigue siendo un desafío en la región. La migración de profesionales de la salud, la colocación limitada de centros de salud en áreas rurales y de bajos ingresos, y la dedicación restringida de recursos a la preparación de emergencias dificultan la eficacia de los sistemas de salud regionales.

Además, muchas regiones de América Latina carecen de hospitales equipados para atender las 5 principales enfermedades que se presentan en la región: enfermedad cardíaca o accidente cerebrovascular, diabetes, colesterol alto, hipertensión y lesiones. (Corpart, 2017).

El crecimiento de la población, la extensión de los asentamientos humanos a zonas remotas, las prácticas agrícolas insostenibles y el cambio climático aumentan las posibilidades de que surjan una o más enfermedades infecciosas nuevas. Incluso, enfermedades que ya se veían controladas o eliminadas están repuntando, como es el caso de la Chikungunya, Zika, Paludismo y Sarampión, Figura 7 (OPS, 2020).

Figura 7. Distribución de casos de dengue, chikungunya y Zika por año de notificación.



Fuente: Región de las Américas, 2008-2020. (OPS, 2020).

Además de las enfermedades presentes en la región, la población se expone todos los días a diversos productos químicos, a través de rutas de exposición como la ingestión, la inhalación, el contacto con la piel y a través del cordón umbilical hasta el feto. Existen productos químicos inofensivos o incluso beneficiosos, sin embargo, otros son una amenaza para nuestra salud y el medio ambiente. La producción de químicos continúa aumentando y, con ello, el potencial de exposición a químicos sin el cumplimiento a la legislación ambiental.

Las sustancias químicas como metales pesados, plaguicidas, solventes, pinturas, detergentes, queroseno, entre otros, conducen a intoxicaciones no intencionales en el hogar y en el lugar de trabajo. Se estima que las intoxicaciones no intencionales causan 193,000 muertes al año, siendo la mayor parte producto de exposiciones químicas evitables (OMS, 2016).

La lista de productos químicos clasificados como carcinógenos humanos con evidencia suficiente o limitada es larga. Se estima que los carcinógenos ocupacionales causan entre el 2% y el 8% de todos los cánceres. Para la población general, se estima que el 14% de los cánceres de pulmón son atribuibles a la contaminación del aire ambiente, el 17% a la contaminación del aire del hogar, el 2% al humo de segunda mano y el 7% a los carcinógenos ocupacionales. La tasa de mortalidad según el Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe en el periodo 2015-2020 es de 6% en América Latina y de 7.7% para el Caribe (OMS, 2016).

### 3. ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN REGIONAL

EL Grupo de Organización Regional del Grupo de países de América Latina y el Caribe, GOR-GRULAC, se forma en el año 2007 en respuesta a la decisión SC-3/19 donde se establece que se invita a las Partes a que nominen candidatos para que se integren los Grupos de Organización Regionales que facilitarían la implementación regional del Plan de Monitoreo/Vigilancia Global/Mundial, PVM. (POPS COP 3.SC-3/19, 2007)

El GOR-GRULAC inicia actividades en enero del 2008, en el Taller de Inicio celebrado en México. En este taller se establecieron las responsabilidades de cada miembro, los representantes de la región en el Grupo de Coordinación Mundial (GCM) y el coordinador del GOR. Asimismo, se acordaron la estrategia, las tareas y el calendario para llevar a cabo la recolección de información, y la redacción del primer informe de vigilancia regional, el cual es entregado en marzo del 2009.

Desde la primera evaluación a la fecha dos programas de monitoreo mundiales han proporcionado información a la región GRULAC: el Estudio de Leche Materna de la OMS y el Programa Atmosférico de Muestreo Pasivo GAPS por sus siglas en inglés.

A partir de la segunda evaluación se han implementado proyectos para generar información y fortalecer las capacidades de las regiones denominados UNEP/GEF GMP, por sus siglas en inglés. Estos proyectos han contado principalmente con el apoyo del Secretariado, del PNUMA y del FMAM; además de otros países donantes, instituciones como SAICM y laboratorios expertos. Además, en GRULAC se implementó un proyecto regional de muestreo pasivo de aire ambiente denominado LAPAN.

#### 3.1. REUNIONES Y TALLERES QUE APOYAN LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE MONITOREO GLOBAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

La primera fase del PVM se llevó a cabo en el período 2007 a 2009, incluyendo la recopilación de información y los correspondientes informes regionales. El informe mundial fue presentado en la COP 4, 2009, concluyendo que los niveles de COPs encontrados podrían servir como línea base para futuras evaluaciones.

La segunda fase del PVM se implementó en el periodo 2009-2014, y en noviembre de 2014 el Grupo de Coordinación Mundial (GCM) se reunió para revisar los avances alcanzados por las regiones en materia del monitoreo de COPs durante dicha segunda fase del PVM. En lo que respecta a la región GRULAC, a pesar de que 18 de los 33 países que comprenden la región contribuyeron con datos para el informe, estos datos no fueron consistentes y suficientes para poder evaluar tendencias y transporte a larga distancia. Se destacó la necesidad de crear incentivos para los países que aún no participan en el PVM, la necesidad de continuar con la capacitación como fundamento para el establecimiento de sistemas de monitoreo regionales y también continuar con el monitoreo del aire en los mismos sitios existentes para poder realizar análisis de tendencias temporales en el futuro (GCM, 2014).

En la reunión del GCM de octubre del 2015, se bosquejaron los primeros pasos hacia la tercera fase del PVM. Se enfatizó el restablecimiento de los GOR, confirmar la participación de sus miembros para la instrumentación de la tercera fase y la comunicación en las regiones. También se presentaron actividades relevantes en curso, específicamente una descripción general de los proyectos regionales del UNEP/GEF GMP II para África, Asia, GRULAC y las islas del Pacífico que en general iniciaron actividades a principios de 2016. A excepción del GRULAC que inició actividades con su taller de inicio regional llevado a cabo en el Centro Coordinador del Convenio de Basilea y Centro Regional del Convenio de Estocolmo (CCCB-CRCE) de Uruguay en diciembre de 2015 (GCM, 2015).

En dicho Taller de Inicio de los Proyectos UNEP/GEF GMP II "Apoyo en la Implementación del Programa de Vigilancia Mundial de Compuestos Orgánicos Persistentes en los países de América Latina y el Caribe" organizado por el CCCB-CRCE para América Latina y el Caribe en Uruguay, se presentó el objetivo de estos proyectos: fortalecer las capacidades de la región para implementar un Plan de Vigilancia Mundial de COPs, creando las condiciones para un monitoreo sostenible de los 23 COPs listados por el Convenio de Estocolmo al momento de la aprobación del proyecto.

Asimismo, se establecieron los responsables de los programas de aire, agua y leche de los países participantes, así como los laboratorios que llevarían a cabo los análisis de dichas muestras en cada país; se discutieron las principales actividades del proyecto, los roles de los organismos, laboratorios expertos y países participantes (Informe Taller, 2015).

Además, se acordaron fechas para las principales actividades del proyecto, se discutió y aclaró el presupuesto, y por último se estableció un cronograma de actividades con los compromisos de cada una de las partes interesadas (países, agencias, expertos), objetivos y observaciones (Informe Taller, 2015).

Los proyectos tendrían una duración de cuatro años y cada proyecto debería asegurar las condiciones para una implementación exitosa, desarrollando capacidades para fortalecer el monitoreo nacional de COPs y generando datos para la tercera evaluación.

Participaron en este Taller representantes de 11 países del GRULAC además de representantes del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), del Secretariado de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo (Secretariado BRE), Instituto de las Naciones Unidas para la Formación y la Investigación (UNITAR, por sus siglas en inglés), así como representantes de laboratorios de referencia como el CSIC – España y expertos de la universidad de Örebro (Informe Taller, 2015).

En octubre del 2016 nuevamente se reúne el GCM. En esta reunión se definen las principales actividades y tiempos para el desarrollo del Informe de la tercera fase del PVM, y se establece un cronograma que debido a la situación de la pandemia por COVID-19, quedó obsoleto (GCM, 2016).

También en esta reunión las regiones presentaron las actividades de monitoreo en curso. La región GRULAC informó que el monitoreo de aire se llevaría a cabo por tres programas: GAPS; el proyecto UNEP/GEF GMP que incluiría 11 países de la región (muestreo pasivo) y una muestra activa; y LAPAN. El muestreo de PFOS en agua se llevaría a cabo en 5 sitios dentro del mismo proyecto, y el muestreo de leche humana en 12 países (11 cubiertos por el proyecto UNEP/GEF GMP) y Costa Rica financiado por el Secretariado (GCM, 2016).

En general, nuevamente de los 33 países de la región, solo 11 participarían con muestras de aire y 12 con muestras de leche. La falta de buena comunicación dentro de la región, el suministro limitado de información oficial (principalmente dependiendo de la academia y los estudios internacionales) también se señalaron como desafíos en la implementación del PVM en la región (GCM, 2016).

En su octava reunión celebrada en 2017 (COP-8), la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo dio la bienvenida al Segundo Informe de Vigilancia Mundial, el cual marcó el final de la segunda fase de implementación del Plan de Vigilancia Mundial, y solicitó a los Grupos de Organización Regional (GORs) y al Grupo de Coordinación Mundial (GCM) continuar implementando el Plan de Vigilancia Mundial. Dicha COP-8 marcó la primera evaluación de la eficacia del Convenio de Estocolmo realizada de acuerdo con el marco de referencia adoptado.

La reunión del GCM y GORs llevada a cabo en mayo del 2018 en Brno, República Checa se centró en revisar el progreso de los trabajos sobre la implementación de la tercera fase del PVM, incluyendo la actualización del documento Guía para considerar los nuevos COPs listados y consideraciones sobre el monitoreo de las matrices objetivo y el manejo de los datos (GCM, 2018). Se revisaron las estrategias regionales incluyendo arreglos de monitoreo y cronogramas para completar los terceros informes de vigilancia regionales para su presentación en la COP-10.

El GOR GRULAC presentó las actividades generadoras de datos para el tercer informe de vigilancia en el GRULAC. La red GAPS con participación de 7 países de la región y 9 sitios de monitoreo: Argentina, Brasil (2), Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica y México (2). El proyecto financiado por el UNEP/GEF con 11 países: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Jamaica, México, Perú y Uruguay, con un sitio de aire pasivo en cada país y dos años de monitoreo durante 2017 y 2018, así como un muestreo de aire activo en Brasil. El proyecto también incluye cinco sitios para muestreo de agua (PFOS) en Argentina, Brasil, Ecuador, Jamaica y México. El estudio de leche materna que estaba en curso en 11 países del proyecto, en los que Haití y Costa Rica también participan a través de la colaboración de los secretariados de la OMS / BRE (GCM, 2018).

Otros programas incluyen LAPAN que cubrió 13 países: Antigua y Barbuda, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela y 61 sitios para muestreo pasivo

de aire. El proyecto ARCAL “Mejoramiento de la gestión de la contaminación por COPs para reducir el impacto en las personas y el medio ambiente” que abarca 10 países: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Guatemala, México, Paraguay y Uruguay. Las muestras incluyen alimentos, agua y leche materna (muestras individuales). Los resultados del monitoreo se esperaban para fines de 2019, proporcionados por laboratorios nacionales que utilizan las mismas metodologías. Y por último los programas nacionales que se esperaba que contribuyeran con datos al GMP-3 eran los programas PRONAME (México) y CETESB (Brasil) (GCM, 2018).

En julio del 2018 se llevó a cabo el Taller Regional Intermedio del proyecto UNEP/GEF GMP II en Colombia. Participaron en este taller los coordinadores nacionales de los proyectos: Coordinador/Responsable de aire-agua o Coordinador de leche materna de cada uno de los once países asociados al proyecto, representantes de: el Secretariado de BRE, PNUMA, laboratorios expertos, OMS, representantes de los programas GAPS y LAPAN, los miembros del GCM y Coordinador Regional del proyecto PNUMA/GEF GMP II, CCCB-CRCE.

El taller intermedio se realizó para fortalecer la colaboración entre los socios del proyecto que apoyan la ejecución en la Región GRULAC. El Plan de Vigilancia Mundial de COP se lanzó a principios de 2016 y para mediados de 2018, el progreso de las actividades de muestreo fue consistente con el plan de acción. Expertos de los laboratorios encargados de las muestras abióticas de aire, CSIC de España y de PFOS en agua, MTM de Suecia; reportaron avances y dificultades en aduanas por el envío de muestras al CSIC.

El experto del laboratorio de referencia CVUA Freiburg/Alemania, encargado del estudio de leche materna de la OMS, presentó avances y resultados analíticos históricos de la encuesta sobre la leche materna, que muestran que algunos COPs como PCDD / F, BPC y DDT están considerablemente por encima de los límites de seguridad. Con base en estos resultados, se enfatizó la importancia de la evaluación de riesgos, y se recomendó encarecidamente identificar un “estándar de seguridad”. Para visualizar el panorama completo de la exposición a los COPs, se propuso el monitoreo y análisis continuo de nuevos COPs (Workshop Report, 2018).

En lo que respecta al avance en la capacitación se reportó que 5 de 11 países ya recibieron la capacitación y que los instrumentos y materiales para dichos entrenamientos ya habían sido suministrados.

Asimismo, se presentó el trabajo de las tres redes de monitoreo regional: el proyecto GAP financiado por el gobierno canadiense, la red de atmósfera de muestreo pasivo de América Latina (LAPAN) financiado por el gobierno brasileño y el proyecto ARCAL en Argentina; dos países Brasil y Jamaica presentaron el avance en sus actividades nacionales; se presentaron la organización y resultados preliminares de las tercera y cuarta rondas de evaluación interlaboratorios; se discutió sobre las necesidades y arreglos para completar las actividades de muestreo, redactar los informes nacionales y regional, oportunidades y desafíos de los COPs más allá del GMP II y por último se comunicó a los países participantes la planificación provisional para el monitoreo sustentable de COPs y propuestas sobre futuros pasos para cumplir con las obligaciones de monitoreo de los nuevos COPs (Workshop Report, 2018).

En octubre del 2019 nuevamente se reunió el GCM en Ginebra para revisar los arreglos y herramientas en marcha para la preparación de los terceros informes regionales de vigilancia y para la actualización de la Guía del PVM. Los temas que se discutieron fueron: el avance en la implementación del Plan de Vigilancia Mundial tercera fase; la disponibilidad de datos para su incorporación en los informes regionales; manejo de datos, análisis e interpretación; alianzas estratégicas en curso y actividades planificadas para PVM-4, así como información relevante para la actualización del documento Guía del PVM y por último consideraciones para la sustentabilidad.

Asimismo, PNUMA Químicos organizó una consulta sobre estrategias para fortalecer los mecanismos de apoyo al monitoreo de COPs en el marco de los proyectos GEF GMP.

Los avances en la región GRULAC, fueron presentados por el coordinador del ROG quien presentó información sobre las siguientes actividades en curso en el GRULAC:

- La red GAPS que cubrió 7 países: Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica y México.
- El proyecto PNUMA/GEF GMP II que cubrió 11 países: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Jamaica, México, Perú y Uruguay, con un sitio de aire pasivo en cada país y dos años de monitoreo, así como un muestreo de aire activo en Brasil. El proyecto también incluye cinco sitios para muestreo de agua (PFOS) en Argentina, Brasil, Ecuador, Jamaica y México.

- La encuesta sobre la leche materna también en curso en el marco del mismo proyecto PNUMA/GEF GMP II.
- LAPAN con 61 sitios para muestreo pasivo de aire en 13 países: Antigua y Barbuda, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela, y
- El Proyecto ARCAL “Mejoramiento de la Gestión de la Contaminación por COP para reducir el impacto en las personas y el medio ambiente” que abarcó 10 países: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Guatemala, México, Paraguay y Uruguay, con muestras que incluyen alimentos, agua y leche materna (muestras individuales).

Asimismo, se informó que no se recopiló información nacional relevante a través de la encuesta enviada al GRULAC por el ROG, por lo tanto, la mayor parte de la información para el informe PVM-3 se basaría en los resultados de los programas regionales en curso, que se esperaba estuvieran disponibles a través del depósito de datos PVM (GCM, 2019).

### 3.2. COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN LA REGIÓN

El objetivo principal de los grupos de organización regionales como se establece en su Mandato, anexo a la decisión SC-3/19, es definir e instrumentar la estrategia para la recopilación de información regional, incluido el facilitar la mejora de las capacidades técnicas y analíticas, y producir los informes de vigilancia regionales

Sus principales obligaciones, establecidas también en su Mandato anexo a la decisión SC-3/19 son las siguientes (POPS COP 3.SC-3/19, 2007):

- Establecer su composición;
- Especificar dónde están o no están disponibles los datos de vigilancia adecuados existentes;
- Elaborar una estrategia regional para la aplicación del plan de vigilancia mundial;
- Establecer y proponer redes de vigilancia regionales, subregionales e interregionales en los casos en que sea posible;
- Coordinar con las Partes participantes las disposiciones de muestreo y análisis;
- Garantizar el cumplimiento de los protocolos relacionados con el aseguramiento y el control de la calidad;
- Mantener la interacción con otros grupos de organización regionales y la secretaría, según proceda;
- Determinar las necesidades de creación de la capacidad en sus regiones respectivas;
- Prestar asistencia, con el fin de subsanar las deficiencias, en la preparación de las propuestas de proyectos, incluso a través de modalidades de asociación;
- Preparar un resumen de las experiencias en el cumplimiento de las obligaciones asignadas en los apartados h) e i) *supra* que se transmitirá al grupo de coordinación, por conducto de la secretaría;
- Elaborar los informes regionales, en los que se incluirán, cuando proceda, información sobre de la Antártida;
- Alentar la transparencia en las comunicaciones y la difusión de información dentro de las regiones y entre ellas, señalando la necesidad de que participen los interesados directos.

En el caso del GOR-GRULAC se restablece y actualiza la composición de sus miembros a partir del año 2013, permaneciendo la división de responsabilidades de los seis miembros del GOR GRULAC desde la segunda fase de implementación del Plan de Vigilancia Mundial, para facilitar la comunicación con los países de la región. Dicha organización se presenta en la tabla 3 la división de responsabilidades entre los miembros del GOR-GRULAC; donde además se incluyen los nombres de los miembros y los países de los cuales son responsables.

Para aplicar el plan de vigilancia mundial en la región y con la finalidad de obtener información confiable requerida para evaluar la presencia de los productos químicos incluidos en los anexos A, B y C del Convenio de Estocolmo, así como sobre su transporte en el medio ambiente a escala regional, el GOR-GRULAC desde el inicio de su gestión acordó recopilar información tomando en consideración lo establecido en el artículo 16 del Convenio de Estocolmo. Se estableció que las Partes deben realizar arreglos para obtener datos de monitoreo comparables y que las estrategias para recoger los datos deben aplicarse utilizando los programas y mecanismos existentes en la medida de lo posible.

Tabla 3. División de responsabilidades entre los miembros del GOR-GRULAC

<b>GUYANA</b> Ms. Trecia David	<b>BRASIL</b> Ms. Sandra De Souza Hacon	<b>URUGUAY</b> Ms. Alejandra Torre	<b>COSTA RICA</b> Mr. Rigoberto Blanco Sáenz	<b>ECUADOR</b> Ms. Carola Resabala Zambrano	<b>MÉXICO</b> Mr. Arturo Gavi-lán
Miembros	Miembros	Miembros	Miembros	Miembros	Miembros
Guyana	Brasil	Uruguay	Costa Rica	Ecuador	México
Dominica	Venezuela	Argentina	Honduras	Perú	Bahamas
San Cristóbal y Nieves	Antigua y Barbuda	Chile	Nicaragua	Panamá	Rep. Dominicana
Santa Lucía	Trinidad y Tobago	Paraguay	Belice	Colombia	Barbados
San Vicente y las Granadinas	Surinam	Cuba	Guatemala		Jamaica
			El Salvador	Bolivia	Signatarios: Haití

Asimismo, para fortalecer las capacidades técnicas y analíticas de los países de la región y obtener mayor información de calidad sobre la exposición a COPs, el GOR ha promovido entre los países de la región, con el apoyo del PNUMA y en estrecha colaboración con el Secretariado del Convenio de Estocolmo, proyectos denominados “Apoyo en la Implementación del Programa de Vigilancia Mundial de Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs) en los países de América Latina y el Caribe”.

A la fecha dos conjuntos de proyectos se han instrumentado con asistencia financiera principalmente del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y contribuciones del Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional (SAICM) Fondo Fiduciario, el Secretariado del Convenio de Estocolmo y aportaciones de la Unión Europea y gobiernos como Noruega. El primero denominado UNEP/GEF GMP1, por sus siglas en inglés, que se instrumentó de 2009 a 2012 y brindó apoyo a 12 países en GRULAC y el segundo UNEP/GEF GMP II de 2016 a 2021 que brindó apoyo a 11 países.

El Centro Coordinador del Convenio de Basilea y Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe en Uruguay (CCCB-CRCE) ha coordinado las etapas de ejecución de los proyectos Apoyo en la Implementación del Programa de Vigilancia Mundial de Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs) en los países de América Latina y el Caribe brindando asistencia a los 11 países implementadores que, en esta tercera fase, de 2016 a 2019, fueron: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Jamaica, México, Perú y Uruguay. Cabe mencionar que Argentina y Colombia no participaron en UNEP/GEF GMP1 y se agregaron a los proyectos UNEP/GEF GMP II.

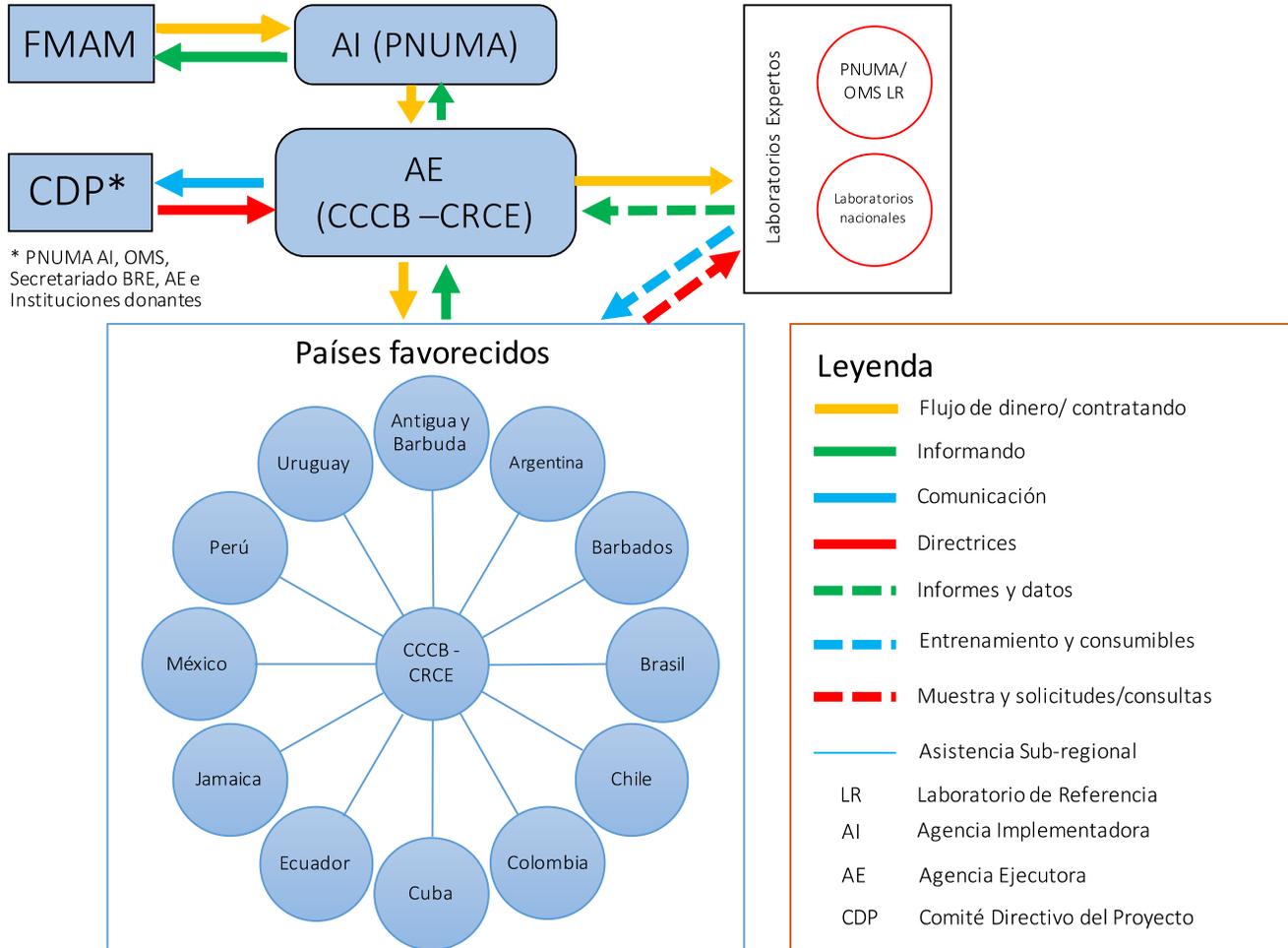
Dicho centro regional, BCCC-SCRC, administró los fondos del proyecto para la región GRULAC, distribuyó los recursos, ayudó a los países participantes. El 50% de los fondos se otorgaron después de la firma del memorando de entendimiento para equipar a los laboratorios con todos los materiales, solventes, estándares, consumibles y para comenzar el proyecto. El 30% o 35% se entregó después del primer año y los primeros 3 informes de actividades, y el 20% o 15% se entregará al final de los proyectos, después de la presentación del informe final.

El centro regional sigue el plan de trabajo de los países y envía recordatorios cuando se acerca la fecha límite. El centro gestionó los fondos para Ecuador, Perú Chile y Uruguay. (Mid Term Review, 2019).

Este último proyecto UNEP/GEF GMP II, se implementó en estrecha colaboración con el Consejo Español de Investigación Científica, CSIC-IDAEA, Barcelona (España); Laboratorio de referencia PNUMA-OMS; CVUA, Friburgo (Alemania); y también recibe apoyo del Secretariado de los Convenios de BRE y de la Organización Mundial de la Salud.

A través de estos proyectos UNEP/GEF GMP la región del GRULAC ha recibido: recursos para el muestreo y análisis de COPs en las matrices objetivo aire, agua y leche materna y en otras matrices de interés nacional; capacitación a nivel nacional sobre el muestreo y análisis de COPs, que incluye el desarrollo de Procedimientos Estándares de Operación y entrenamientos en laboratorios nacionales; y participación en las evaluaciones interlaboratorios de COPs bianuales. La figura 8 presenta el diagrama de la organización.

Figura 8 Diagrama organizacional del GRULAC (proyectos UNEP/GEF GMP II)



Fuente: POPs GMP II GRULAC CEO Endorsement Request\_16.12.2014

### 3.3. ESTRATEGIA UTILIZADA PARA RECOPILAR INFORMACIÓN

Establecido nuevamente el GOR GRULAC, nominados los miembros que lo representarían en el GCM y acordada la división de responsabilidades para la comunicación con los países, así como la organización y planificación de las actividades de coordinación de los proyectos UNEP/GEF II, la estrategia sobre cómo recibir y utilizar la información para el informe, se describe a continuación.

Se identificaron primero las posibles fuentes de información en la región que podrían ser útiles para recopilar la información disponible sobre las matrices objetivo del PVM y la evaluación preliminar de la cobertura de datos por matriz y compuestos, COPs, requeridos. Tres fuentes fueron identificadas:

- a) Programas Mundiales (GAPs, AQUA GAPs and WHO)
- b) Programas Regionales (UNEP/GEF projects, LAPAN, ARCAL)
- c) Programas Nacionales (PRONAME, CETESB, otros a confirmar)

Segundo, dado que se requería establecer contacto con los países de la región para conocer si existían programas nacionales en curso que suministraran datos al PVM, se solicitó al Secretariado, en la reunión del GCM y GORs del año 2018 llevada a cabo en Brno, que se comunicara oficialmente con los Puntos Focales, presentando a los miembros del GOR.

Tercero, un cuestionario fue preparado por el GOR-GRULAC considerando las actividades del PVM. Este cuestionario fue enviado desde finales del año 2019 por los miembros del GOR GRULAC de acuerdo a sus responsabilidades. Se mandó a través de los Puntos Focales solicitando información relevante para el PVM y la evaluación de la eficacia del Convenio de Estocolmo.

De los 45 contactos de 32 países de GRULAC identificados por el Secretariado solamente se recibió respuesta de 9 países: Argentina, Brasil, Ecuador, el SALVADOR, Colombia, Costa Rica, Panamá, Paraguay y Uruguay. Sin embargo, ninguno de ellos suministró datos para el PVM; solo confirmaron su participación en proyectos regionales y globales existentes, o información de monitoreo de otras matrices o sustancias. Ninguno de ellos reconoce programas nacionales de monitoreo de las matrices y compuestos objetivo en curso.

Debido a que no se recopiló información nacional relevante a través de la encuesta enviada al GRULAC por el ROG, en la reunión del GCM del año 2019 se estableció que la información disponible para el informe PVM-3 se basaría principalmente en los resultados de los programas mundiales y regionales en curso.

Los datos de los programas mundiales y regionales identificados en la región cumplen con los requisitos y con los requerimientos de control y aseguramiento de calidad establecidos en el documento Guía del PVM y se incorporan, por los administradores de dichos programas, al depósito oficial de datos del Programa de Vigilancia Mundial, <https://dmc.pops-gmp.org>, GMP DWH por sus siglas en inglés.

Sin embargo, con respecto a la recopilación de información de programas locales y nacionales el GOR-GRULAC solicitó nuevamente al secretariado confirmar con los puntos focales sus obligaciones bajo el Convenio de Estocolmo, requiriendo la presentación de cualquier dato disponible al GOR-GRULAC. A la fecha no se ha recibido más información.

Asimismo, se decidió que para suministrar los datos se utilizarían los formatos establecidos por el depósito oficial de datos, GMP DWH. La evaluación de los datos disponibles se llevaría a cabo de acuerdo con los criterios de selección de datos y calidad de datos descritos en la Guía del PVM. Y por último se utilizaría el depósito oficial de datos, GMP DWH, para el almacenamiento y archivo de datos.

En conclusión, los miembros del GOR GRULAC decidieron utilizar para la tercera evaluación solamente la información de programas del GRULAC contenida en el depósito oficial de datos del Programa de Vigilancia Mundial, <https://dmc.pops-gmp.org>, GMP DWH por sus siglas en inglés; administrado por el Centro RECETOX (Research Centre for Toxic Compounds in the Environment). En este sitio se armonizan los datos de las cuatro matrices objetivo de cada región: aire ambiente, tejidos humanos (leche y sangre materna) y agua superficial; y se brindan herramientas para su visualización, manejo y análisis.

Para la tercera evaluación y en materia de la matriz de Aire ambiente, el proyecto PNUMA/GEF GMP II y dos programas suministran información a nivel regional: GAPS y LAPAN. Dicho proyecto fue estratégicamente relevante para apoyar a los programas existentes, en la región:

- Red mundial de muestreo pasivo atmosférico (GAPS)
- Red Latinoamericana de Muestreo Atmosférico Pasivo (LAPAN)

La red GAPS, <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/air-pollution/monitoring-networks-data/global-atmospheric-passive-sampling.html>, se estableció en 2005 para medir a los COPs que figuran en el Convenio de Estocolmo y está a cargo de un laboratorio central en *Environment and Climate Change Canada* (ECCC). Esta red implementó una iniciativa especial en 2012, con el apoyo del PNUMA, para afrontar la falta de información sobre contaminantes emergentes, candidatos y nuevos COPs en la región del GRULAC. Existen datos de 2014 a 2016 de ocho países.

El objetivo de LAPAN es reunir nuevos datos de muestras de aire, evaluar las fuentes locales y globales de estos contaminantes, producir estudios temporales a largo plazo y mejorar la capacidad regional de muestreo y análisis en el aire. Los datos recopilados de LAPAN entre 2010 y 2013 se incluyeron en el Segundo Informe de Vigilancia de la Región GRULAC y para la tercera evaluación se cuenta con datos de 2015 a 2017 de once países.

La disponibilidad de información de Aire ambiente incorporada al depósito de datos, GMP DWH, se resume en el Capítulo 4, donde se presenta por programa de monitoreo, los países participantes, año de monitoreo y número de parámetros disponibles.

En materia de tejidos humanos (leche materna y sangre humana) Brasil ha venido participando en los estudios de la OMS desde 1992 y a partir del año 2001 doce países, principalmente con apoyo de los proyectos UNEP/GEF GMP. Para suministrar datos al PVM-3 se brindó apoyo a través de estos proyectos a 12 países que estaban programados para participar, sin embargo, por problemas locales relacionados con el código de ética Brasil, Costa Rica y Chile no entregaron muestras.

Al respecto de esta información se acordó que para la presente evaluación solamente se considerarían los datos de leche materna a partir del año 2001. Asimismo, se acordó que los datos de sangre no se considerarían en esta tercera evaluación dado que no existen datos recientes y solamente se cuenta con datos de sangre del período 1997 a 2001 que ya fueron considerados en los informes de evaluaciones previas. La disponibilidad de información de leche materna se presenta nuevamente en el Capítulo 4. El relación a la sangre humana la tabla 4 presenta la información disponible.

Tabla 4. Disponibilidad de información de Sangre Humana, GMP DWH

Parámetros medidos en SANGRE						
Programa	País	1997	1998	1999	2000	2001
GMP 1	Brasil	11	11	3	2	1

En materia de agua superficial la región cuenta, para la tercera evaluación con información del programa MONET-Aqua cuyas muestras fueron analizadas por el centro RECETOX y con los muestreos de 6 países de los proyectos PNUMA/GEF GMP: Argentina, Brasil, Ecuador, Jamaica, México y Uruguay; cuyas muestras fueron analizadas por MTM de Suecia. La disponibilidad de información de agua superficial se presenta en el Capítulo 4.

Es importante destacar que en el caso de la matriz aire, cada uno de los programas establece sus propios procedimientos para realizar su trabajo, lo que incluye diferentes laboratorios de análisis para cada programa. Las muestras del programa LAPAN son analizadas por el RECETOX; las muestras del programa GAPS son analizadas por el ECCC y las muestras de Air-GEF resultado de los proyectos PNUMA/GEF GMP, son analizadas por el CSIC-IDAEA y PFOS por el MTM.

Dado que el uso de diferentes laboratorios de análisis es una fuente importante de varianza, el GOR llegó a la conclusión de que sería muy difícil de lograr la comparabilidad entre programas. Por lo tanto, los esfuerzos se enfocaron en promover la comparabilidad dentro de los mismos programas a lo largo del tiempo tanto para el presente como para el futuro. Si bien esta conclusión significa que generalmente la comparabilidad directa entre las regiones será muy limitada, las excepciones significativas son evidentes, por ejemplo, cuando un programa opera en varias regiones utilizando un laboratorio de análisis centralizado que presta servicio a todas las regiones, como es el caso del estudio de leche humana coordinado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) que utiliza exclusivamente el laboratorio CVUA de Friburgo, Alemania; o el programa GAPS.

### 3.4. PLANES DE IMPLEMENTACIÓN DESARROLLADOS Y APLICADOS EN LA REGIÓN BASADOS EN EL MARCO MUNDIAL

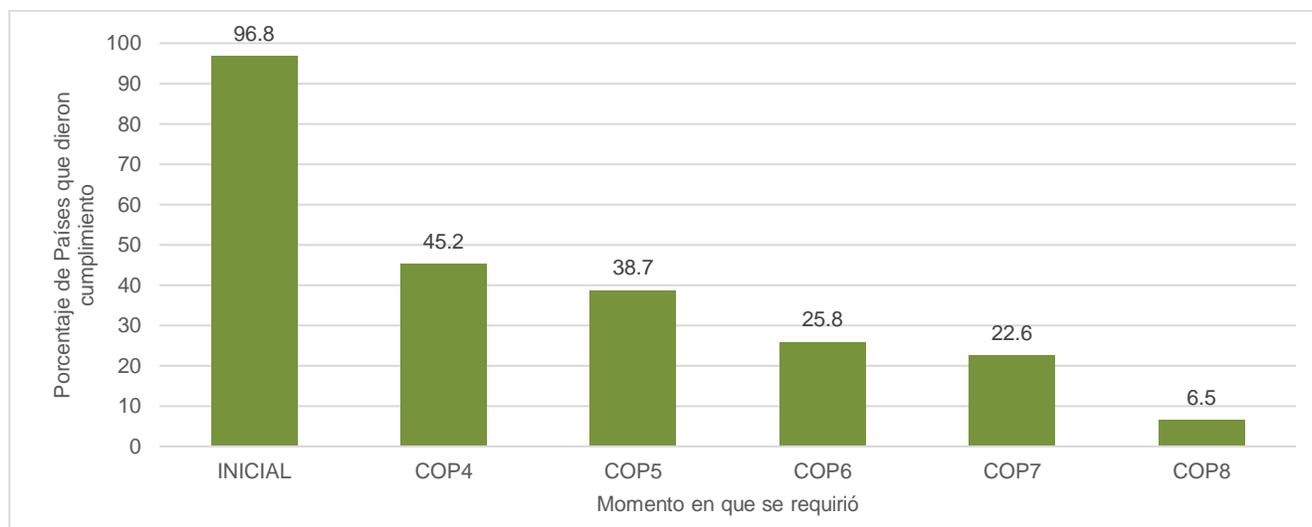
El artículo 7 del convenio de Estocolmo establece que “cada parte elaborará un plan para el cumplimiento de sus obligaciones emanadas del presente Convenio y se esforzará en aplicarlo; transmitirá su plan de aplicación a la Conferencia de las Partes dentro de un plazo de dos años a partir de la fecha en que el presente Convenio entre en vigor para dicha Parte; y revisará y actualizará, según corresponda, su plan de aplicación a intervalos periódicos y de la manera que determine una decisión de la Conferencia de las Partes” (ONU, 2018b). A la fecha, 30 países del GRULAC han presentado su plan inicial, pero solo dos han cumplido con todas las actualizaciones requeridas, como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Estado de presentación de los Planes de Implementación Nacionales en la Región GRULAC (PNI, 2004-2018)

Parte	PNI Iniciales	Actualizaciones PNI por enmiendas requeridas en:				
		COP 4	COP5	COP6	COP7	COP8
Antigua y Barbuda	1					
Argentina	1	1	1			
Bahamas						
Barbados	1					
Belice	1					
Bolivia (Estado Plurinacional de)	1					
Brasil	1	1	1			
Chile	1				1	
Colombia	1	1	1	1	1	
Costa Rica	1	1	1			
Cuba	1					
Dominica	1					
Ecuador	1					
El Salvador	1	1				
Guatemala	1	1	1	1		
Guyana	1					
Honduras	1	1	1			
Jamaica	1					
México	1	1	1	1		
Nicaragua	1					
Panamá	1	1	1	1	1	1
Paraguay	1	1	1	1	1	
Perú	1					
República Dominicana	1					
San Cristóbal y Nieves	1	1	1	1	1	
Santa Lucía	1					
San Vicente y las Granadinas	1					
Surinam	1	1				
Trinidad y Tobago	1	1	1	1	1	1
Uruguay	1	1	1	1	1	
Venezuela (Rep. Bolivariana de)	1					
TOTAL	30	14	12	8	7	2

En la figura 9 también se observa cómo ha disminuido el cumplimiento en la entrega de enmiendas de los Planes Nacionales de Implementación (PNI) ya que el porcentaje de países que han cumplido con las actualizaciones de PNI requeridas en las Conferencias de las Partes (COP) también ha disminuido.

Figura 9. Porcentajes de países que dieron cumplimiento a los requerimientos de las COP



En relación al artículo 11 del Convenio, Investigación, desarrollo y vigilancia, tres países muestran capacidad para implementar programas de monitoreo (Brasil, Colombia y México), pero solamente 2 países (Argentina y México) establecen claramente la planeación a futuro de programas nacionales de monitoreo de COPs en sus PNI. Los demás países refieren participación en programas regionales o mundiales, otras actividades relacionadas con la vigilancia como: inventarios de emisiones, implementación de RETC, muestreos de emisiones y liberaciones, entre otras; actividades de monitoreo por medio de la promoción de la investigación y otros están evaluando implementar el monitoreo a nivel nacional, pero todavía no tienen fecha programada. La misma situación se presenta en los Informes Nacionales, cuyo estado de reporte se describe a continuación.

En el artículo 15 del convenio de Estocolmo se establece que “Cada Parte informará a la Conferencia de las Partes sobre las medidas que haya adoptado para aplicar las disposiciones del presente Convenio y sobre la eficacia de esas medidas para el logro de los objetivos del Convenio” (ONU, 2018b). La periodicidad de estos reportes nacionales es de cada cuatro años de acuerdo a lo establecido en la primera reunión de la Conferencia de las partes, decisión SC-1/22 (POPS COP 1.SC-1/22, 2005).

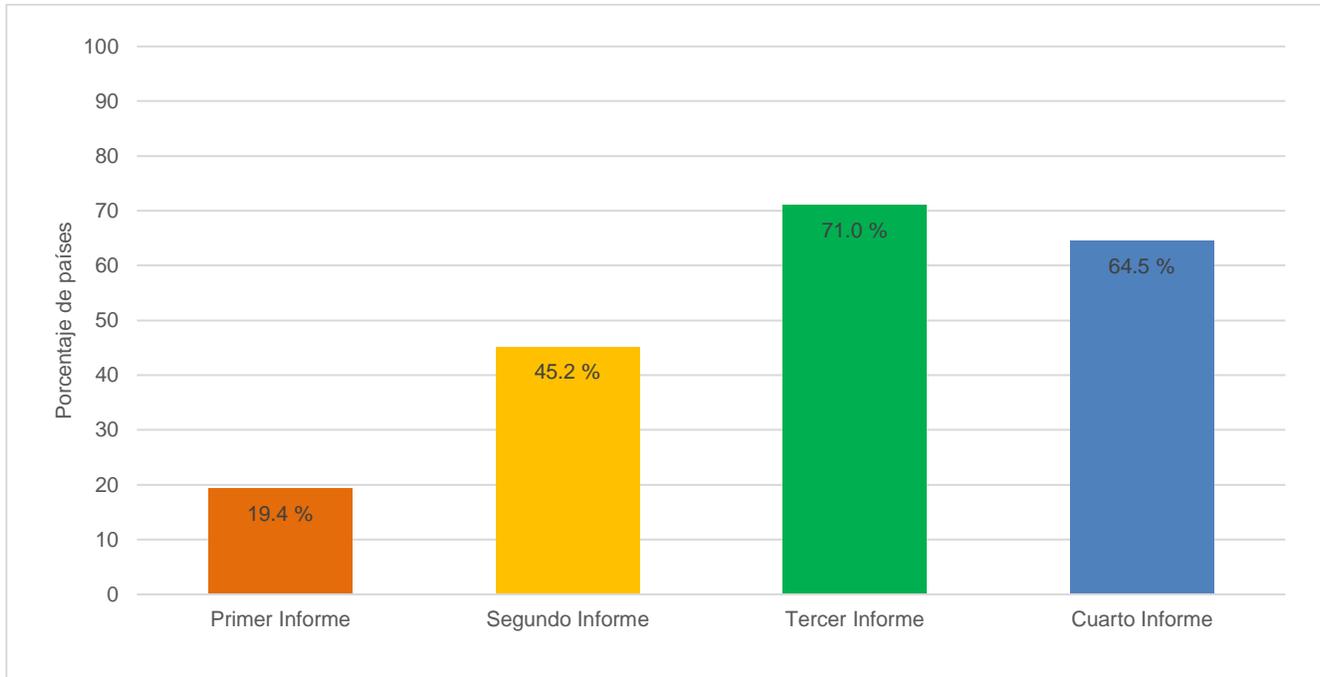
Las fechas de presentación de estos reportes en la región GRULAC se indica en la tabla 6 en donde se observa que 6 países no han presentado ningún informe y que solamente de 4 países han presentado todos los informes. El estado general que guarda el cumplimiento de los países en la región se presenta en la figura 10, donde se observa una mejora ya que más del 50 % de los países de la región presentaron los informes de los ciclos 3 y 4.

Tabla 6. Presentación de los Informes Nacionales en la Región GRULAC

Parte	Fecha de presentación del Informe: Número de ciclo (hasta el)			
	1 (30/12/2006)	2 (31/10/2010)	3 (31/08/2014)	4 (31/08/2018)
Antigua y Barbuda	17/02/2009		03/05/2016	
Argentina	15/08/2008	29/10/2010	29/08/2014	08/01/2019
Bahamas				
Barbados				
Belice				
Bolivia (Estado Plurinacional de)			15/03/2016	31/08/2018
Brasil	17/04/2007	11/04/2010	09/09/2014	31/08/2018
Chile	28/12/2006	27/10/2010		27/08/2018
Colombia		11/05/2010	02/09/2014	31/08/2018
Costa Rica	22/12/2006	29/10/2010	10/12/2014	05/09/2018
Cuba			10/05/2016	05/09/2018
Dominica				
Ecuador		12/12/2010	01/09/2014	30/10/2018
El Salvador			01/09/2014	30/08/2018
Guatemala		12/03/2010	29/08/2014	
Guyana			13/04/2016	29/08/2018
Honduras		27/01/2012	31/08/2015	
Jamaica			03/05/2016	
México	28/07/2007	29/10/2010	29/08/2014	09/11/2018
Nicaragua			30/04/2016	01/09/2018
Panamá		28/10/2010		
Paraguay		08/02/2011	01/05/2016	02/10/2020
Perú		25/01/2012	12/09/2014	29/08/2018
República Dominicana				
San Cristóbal y Nieves			09/05/2016	13/12/2018
Santa Lucía			06/05/2016	30/01/2020
San Vicente y las Grenadinas				
Surinam				16/08/2019
Trinidad y Tobago			18/12/2014	27/08/2018
Uruguay		30/10/2010	30/08/2014	11/01/2019
Venezuela (Rep. Bolivariana de)		29/10/2010	25/05/2015	04/09/2018
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>20</b>

Fuente: [http://ers.pops.int/eRSodataReports2/ReportSC\\_Submit\\_Status.html](http://ers.pops.int/eRSodataReports2/ReportSC_Submit_Status.html).

Figura 10. Porcentajes de países que dieron cumplimiento a la presentación de Informes Nacionales



Las figuras 11 y 12 muestran respectivamente el número de PNI presentados por cada país y el número de informes nacionales. En el caso de los PNI el número 1 corresponde a los PNI iniciales. Nótese que el 50% de los países solamente han presentado el PNI inicial.

Figura 11. Número de PNI presentados por cada país

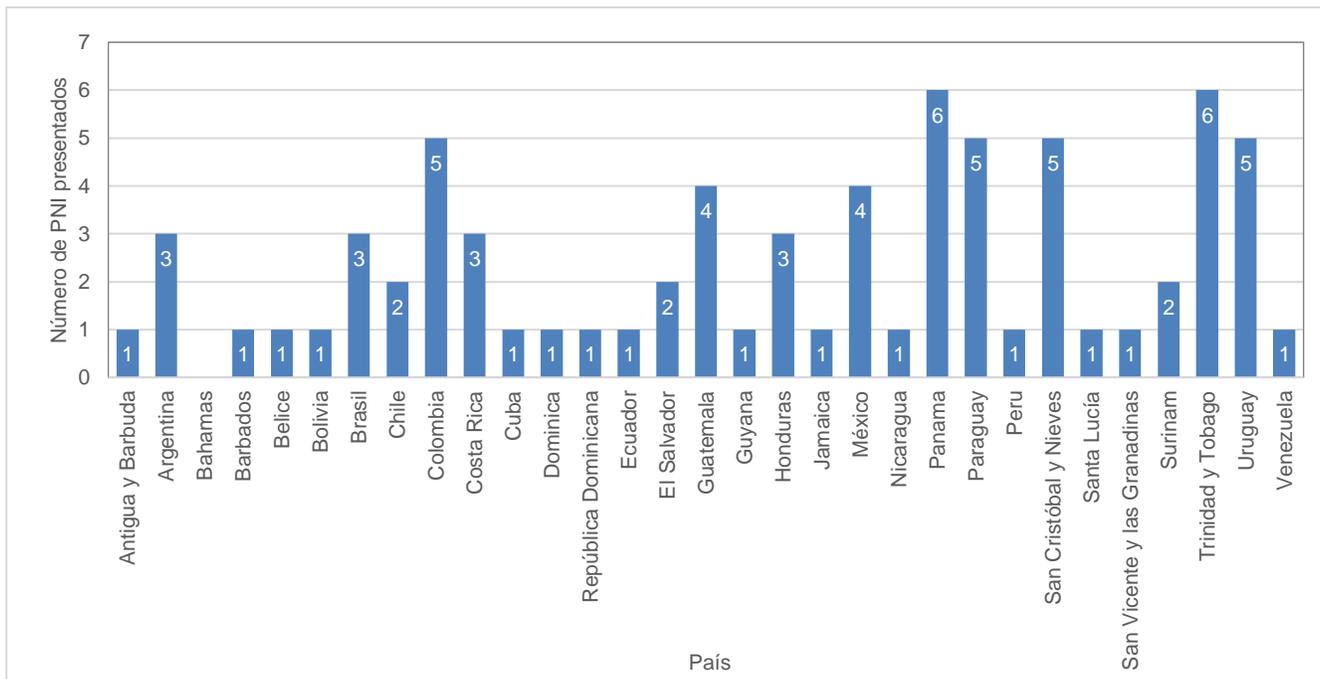
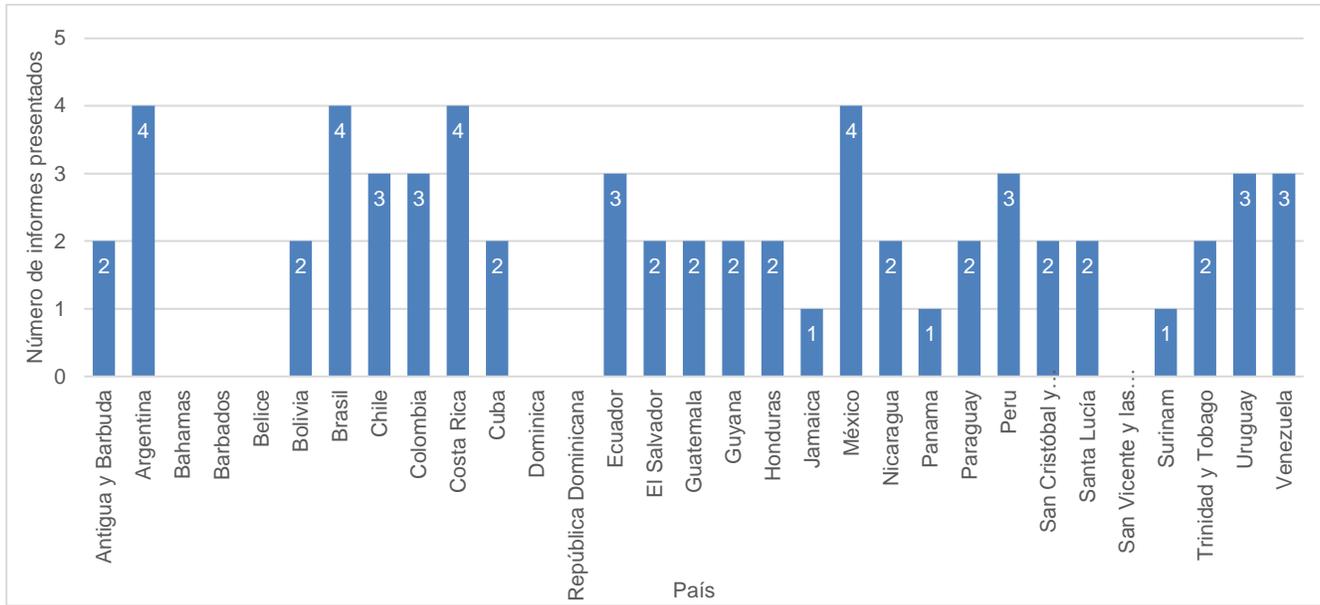


Figura 12. Número de Informes Nacionales presentados por cada país

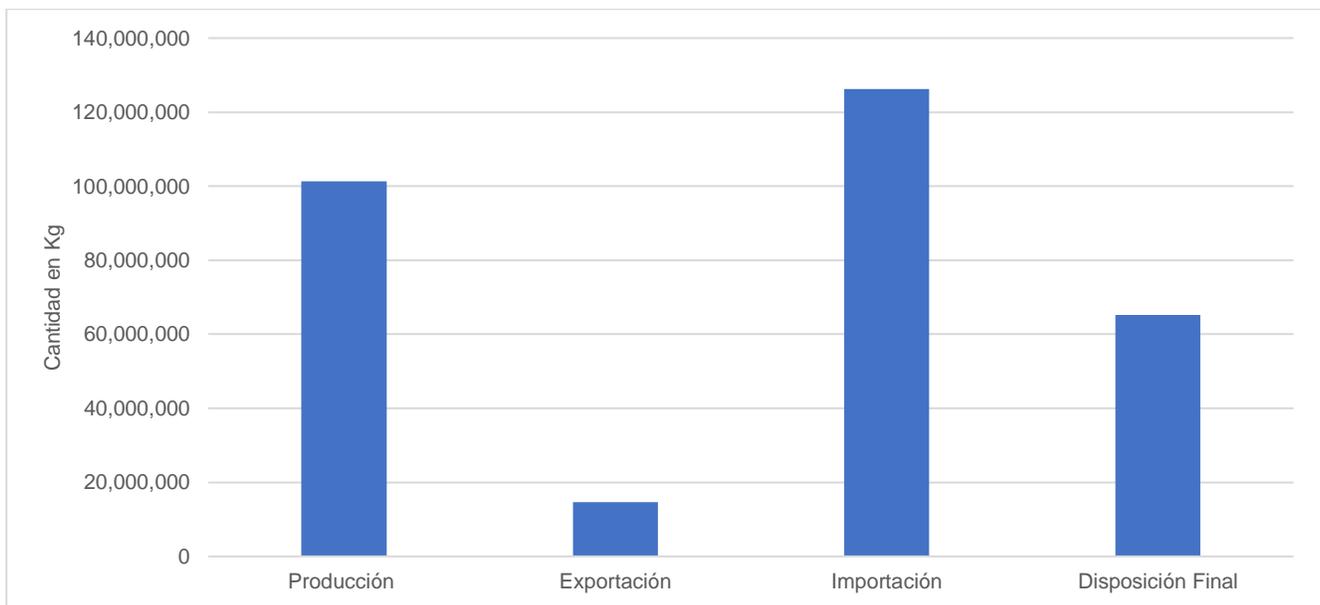


Asimismo, en el caso de los Informes Nacionales el 60% de los países que han presentado informes solamente han presentado 1 o 2 informes. De la información de 20 países del cuarto ciclo de reporte (2014-2018) se desprende que:

- Solamente dos Países Brasil y México Producen COPs
- Siete países reportan exportaciones
- Diez países reportan importaciones
- Diez países reportan disposición final de COPs

El resumen del total de la producción, exportación, importación y disposición final de los COPs reportada en la región se presenta en la figura 13.

Figura 13. Totales de producción, exportación, importación y disposición final de COPs



Fuente: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/ReportingDatabase/tabid/7477/Default.aspx>.

## 4. MÉTODOS PARA EL MUESTREO, ANÁLISIS Y MANEJO DE DATOS

En la Región GRULAC existen programas globales de monitoreo de las matrices objetivo bióticas y abióticas que fueron evaluados y seleccionados por la confiabilidad de sus procedimientos de muestreo y análisis y la capacidad de sus laboratorios desde el inicio de la gestión del Programa de Vigilancia Mundial (PVM). Dichos procedimientos han dado la pauta para el desarrollo de los procedimientos estándares de operación de muestreo y análisis que se utilizan en la región y han dado soporte a la Guía del PVM.

A la fecha, como se describió en el capítulo 3, existen tres niveles de fuentes de información en la región:

- 1) Programas Mundiales (GAPS y WHO)
- 2) Programas Regionales (proyectos UNEP/GEF, LAPAN, Monet Aqua, proyecto ARCAL RLA/5/069)
- 3) Programas Nacionales (PRONAME, CETESB, y Red de Monitoreo de COPs de Colombia)

Sin embargo, en el depósito oficial de datos del Programa de Vigilancia Mundial, <https://dmc.pops-gmp.org>, GMP DWH, por sus siglas en inglés, solamente se ha incorporado información de: los programas mundiales GAPS y WHO; las redes regionales proyectos UNEP/GEF y LAPAN; y de la Red de Monitoreo de COPs de Colombia, la cual presenta datos locales sobre PCDD y PCDF y BPCs. De esta última red se desconoce si los procedimientos utilizados para el muestreo y análisis de COPs son compatibles con los procedimientos recomendados en la Guía del PVM y si sus objetivos se alinean con dicho plan.

Al 4 de enero de 2021, se contaba con datos de 111 sitios de monitoreo de los diferentes programas incorporados al DWH, de los cuales 6 se duplican por ser sitios espejo, y participan 19 países, para evaluar la matriz de aire ambiente en lapsos de tiempo entre los años 2004 al año 2018; 9 sitios de monitoreo de agua en 8 países, con información de 2014-2015 y 2016-2019; y datos de leche materna de 14 países que han participado en una o más de las seis rondas del estudio de leche materna de la OMS, llevadas a cabo entre los años 1992 y 2019 (Anexo 1).

### 4.1. ESTRATEGIA PARA RECOPIRAR NUEVA INFORMACIÓN

La estrategia del GOR GRULAC para recopilar nueva información consistió en el desarrollo y envío de un cuestionario a 32 países de la región para conocer la información que se generaba, a nivel nacional, de concentraciones de COPs en las matrices objetivo del PVM, sus capacidades analíticas y acciones relacionadas con el monitoreo de COPs que se planean instrumentar a futuro. Sin embargo, solo se recibió respuesta de 9 países de los cuales 2 solamente reportaron sus capacidades analíticas y los 7 restantes reportaron participación en programas globales y en los proyectos UNEP/GEF GMP. A pesar de que algunos llevan a cabo monitoreo de COPs principalmente en alimentos, suelos, aguas marinas y sedimentos entre otras matrices, ninguno reportó un programa nacional en curso relacionado con las matrices y compuestos objetivo y que aplicara los lineamientos del PVM.

Por lo anterior y como se describe en el Capítulo 3, los miembros del GOR GRULAC decidieron utilizar para la tercera evaluación solamente la información del GRULAC contenida en el depósito oficial de datos del Programa de Vigilancia Mundial. La evaluación de los datos disponibles, como se ha comentado, se llevó a cabo de acuerdo con los criterios de selección y calidad de datos descritos en la Guía del PVM.

A excepción de los datos de monitoreo de Colombia, los programas de monitoreo que aportaron datos al GRULAC tienen alineados sus objetivos a los objetivos del PVM, lo que incluye la selección de matrices (aire, agua y leche materna) y compuestos objetivo; la definición de los sitios de monitoreo, frecuencia de muestreo, de los procedimientos de muestreo y de los métodos analíticos.

Para garantizar la representación de estos programas tanto en el tiempo como en el espacio se procedió a revisar la base de datos separándola por matriz objetivo y por programa. El procedimiento que se siguió para manejar esta base de datos se describe en la sección 4.3 Manejo de Datos.

Al respeto de las matrices objetivos bióticas y abióticas, para esta tercera fase de evaluación, en la región se cumple con el criterio establecido en la Guía sobre el número requerido de sitios de muestreo pasivo de aire, así como de muestreo activo. Ya que la Guía establece que, para representar cada región debe haber por lo menos un sitio activo y una red de 10 a 15 sitios de muestreo pasivo, y en la región GRULAC para la tercera evaluación se contó con un sitio de muestreo activo y 10 de muestreo pasivo del proyecto UNEP/GEF GMP II que suministró datos al GMP DWH. Sin embargo, los datos del sitio activo no se incorporaron al DWH.

Según la Guía del PVM, el objetivo de la red de muestreo del aire ambiente es obtener datos representativos para evaluar las líneas base y los cambios en el tiempo y el espacio y el transporte regional y mundial de COPs. Donde "representativo" se interpreta como la cantidad suficiente de sitios de muestreo para sacar conclusiones generales sobre las tendencias de los COPs y el transporte a largas distancias. La cobertura geográfica completa para una región o continente en particular no es económicamente viable y requeriría una red de muestreo extremadamente densa y un trabajo de investigación previo para evaluar la variabilidad regional de las concentraciones de COPs en el aire ambiente. (Borrador Guía UNEP, 2019)

La selección de sitios para muestrear COPs en Aire, se ha llevado a cabo de acuerdo con los protocolos establecidos en la Guía del Programa de Vigilancia Mundial para COPs, que establece que la combinación de varios sitios de muestreo activo a largo plazo complementados con un mayor número de sitios de muestreo pasivo producirá un programa rentable con flexibilidad para abordar los objetivos del PVM. La disponibilidad regional de laboratorios y la consideración de fuentes y rutas de transporte aéreo influirán en la configuración espacial y la densidad de la red. (Borrador Guía UNEP, 2019)

En materia de tejidos humanos (leche y sangre), como se comentó en el capítulo 3, desde 1992, Brasil ha venido participando en los estudios; en 2004, se integró Haití; y, a partir del año 2007 se empezaron a integrar 12 países más, dando un total de 14 países partícipes, principalmente con apoyo de los proyectos UNEP/GEF GMP, MILK WHO, WHO y de la Secretaría del Convenio de Estocolmo. En la sexta ronda 2015-2019, también comentado en el capítulo 3, se brindó apoyo a través de estos proyectos a 12 de los 14 países, sin embargo, por problemas locales Brasil, Costa Rica y Chile no entregaron muestras. De manera que en el repositorio del GMP DWH solamente se tienen datos de 9 países para dicha ronda. El protocolo recomienda tomar una muestra combinada de leche materna por cada 50 millones de habitantes. En el caso de países como Brasil y México, que exceden los 100 millones de habitantes se deberían de tomar más muestras combinada. Sin embargo, a pesar de que Brasil solicitó presentar más de una muestra esto no se pudo llevar a cabo. En el caso de esta sexta ronda de leche materna de la OMS, cada país entregó una sola muestra combinada.

En lo que respecta a la matriz de agua, los resultados de esta tercera evaluación servirán para determinar niveles de línea base de PFOS en agua de la región debido a la escasa información con que se cuenta. Para realizar este muestreo se han aplicado dos metodologías en la región: el muestreo pasivo a través de la exposición por varios meses de un material sorbente, y la toma de muestra directa, que es la recomendada por la Guía para monitoreo de agua del PVM (Weiss et al., 2015). La frecuencia de muestreo debe ser realista en términos del número de muestras (costos y logística), pero aun así representar un conjunto de muestras estadísticamente válidas para cumplir con el propósito del monitoreo. Generalmente se toman 4 muestras al año en cada sitio seleccionado, pero el número de tomas depende del método y del objetivo planteado. Se podrían usar muestras de agua superficial para ver variaciones temporales y regionales y la frecuencia de muestreo debe ser lo suficientemente alta como para filtrar la variabilidad a corto plazo (por ejemplo, eventos de precipitación).

En los primeros informes del Plan de Vigilancia en la región de América Latina y el Caribe no se realizó una evaluación de transporte de COPs. En este informe se pretende incluir este análisis, ya que, con ello, se puede obtener una mejor comprensión de las concentraciones y tendencias de COPs en un sitio en particular mediante una evaluación de las rutas de transporte a escala local y de ser posible regional. Para hacer esto, se requiere una comprensión de las rutas de transporte aéreo a escala local (mesoescala) así como a gran escala (sinóptica) hacia el sitio. Esto se logra a través de mediciones meteorológicas locales para caracterizar las influencias de mesoescala, así como del uso de modelos de transporte lagrangianos o eulerianos para reconstruir las rutas de transporte a gran escala al sitio. También es importante que, para los COPs solubles en agua, se considere el transporte oceánico y fluvial y el intercambio aire-agua, especialmente para los sitios ubicados en las costas, esta última evaluación no se pretende llevar a cabo en este informe. Una herramienta común de análisis de rutas de transporte que puede facilitar la detección e interpretación de tendencias en las concentraciones de COPs en el aire se basa en el análisis de la trayectoria inversa de las parcelas aéreas. En este enfoque, la ruta de transporte de aire a un sitio durante el muestreo se reconstruye a partir de los campos de viento observados (Borrador Guía UNEP, 2019).

A continuación, se revisa la información disponible por matrices y programas, siguiendo el procedimiento descrito en la sección 4.3. El análisis y resultados se reportará en el Capítulo 6.

#### 4.1.1. AIRE

El aire ambiente es una de las matrices objetivo del PVM para determinar tendencias y el transporte de COPs a larga distancia. Por ello, desde 2004, en la región GRULAC, se han monitoreado 107 parámetros en Aire ambiente con muestreadores pasivos y se han ubicado 106 sitios en 19 países por los siguientes tres programas:

- Monitoreo Atmosférico Pasivo Global (GAPS, por sus siglas en inglés)
- Plan de Vigilancia Mundial (PVM) de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), en los países de América Latina y el Caribe (AIR – GEF, por el acrónimo usado en el DWH)
- Red Latino Americana de Monitoreo Atmosférico Pasivo (LAPAN, por sus siglas en inglés)

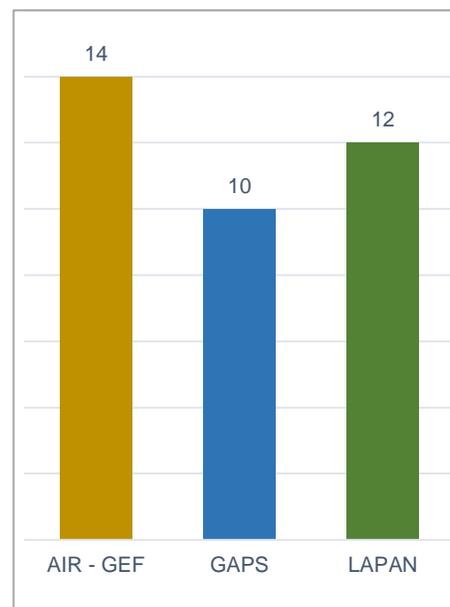
En este apartado se describen cada uno de estos programas, incluyendo la ubicación y descripción de los sitios de monitoreo y parámetros muestreados por año. Cabe mencionar, como se explicó en el Capítulo 3, que los datos de cada uno de estos programas se manejarán y analizarán por separado debido a las diferencias en sus procedimientos, y para garantizar la homogeneidad y representatividad de los datos en las comparaciones entre sitios y el cálculo de tendencias.

**Programas que suministraron datos por país.** En la revisión de la base de datos del repositorio GMP DWH, se encuentra que el muestreo en aire de los programas referidos se llevó a cabo en 19 países; siendo UNEP/GEF GMP II (denominado AIR – GEF en el DWH) aplicado en 14 países; el GAPS en 10 países y LAPAN en 12 países a lo largo de 15 años de monitoreo (ver Tabla 7 y Figura 14). En la Figura 14, se aprecia que AIR -GEF es el programa aplicado en más países seguido de LAPAN.

Tabla 7. países y programas que suministraron datos de COPs en aire

No.	País	AIR - GEF	GAPS	LAPAN
1	Antigua y Barbuda			
2	Argentina			
3	Bahamas			
4	Barbados			
5	Bolivia			
6	Brasil			
7	Chile			
8	Colombia			
9	Costa Rica			
10	Cuba			
11	Ecuador			
12	Haití			
13	Honduras			
14	Jamaica			
15	México			
16	Panamá			
17	Perú			
18	Uruguay			
19	Venezuela			

Figura 14. Número de países por programa



**Ubicación de sitios.** En el siguiente mapa (Figura 15) se presenta la ubicación de los sitios de los tres programas mencionados. Estos sitios están catalogados en 22 remotos, 6 rurales, 43 urbanos y 29 no clasificados. En la Tabla 8 se enlistan los sitios espejos y los programas correspondientes, es decir sitios donde se colocaron en paralelo muestreadores de dos programas diferentes.

Figura 15. Ubicación de sitios de monitoreo en Aire

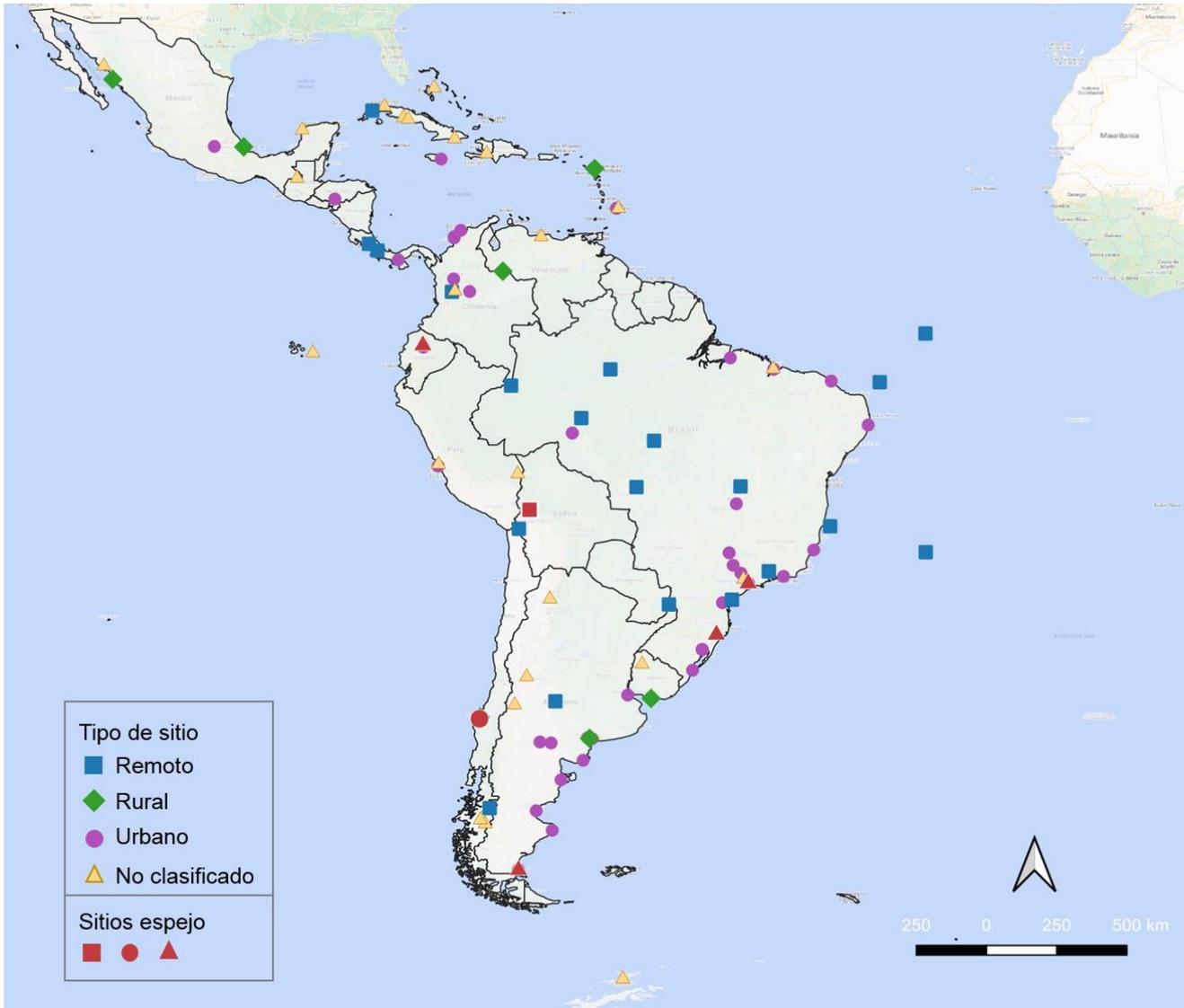


Tabla 8. Sitios espejo de muestreo en Aire

Sitio	País	AIR - GEF	GAPS	LAPAN
Chacaltaya	Bolivia			
Concepción	Chile			
Quito	Ecuador			
Río Gallegos	Argentina			
Sao Jose	Brasil			
Sao Paulo	Brasil			

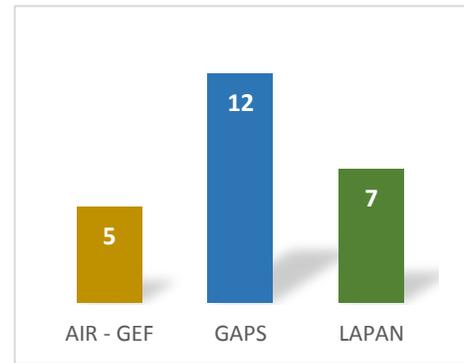
**Años en que se aplicaron los programas.** La Tabla 9 muestra los años en que se aplicaron los Programas. En dicha tabla, se observa que los proyectos UNEP/GEF GMP se implementaron en dos periodos, el primero de 2010 a 2011 y el segundo de 2016 a 2018. El Programa GAPS ha operado de 2004 a 2016 y el Programa LAPAN de 2010 a 2016.

**Número de años muestreados por Programa.** En el gráfico de la Figura 16 se muestra el número de años en que se han aplicado los programas: UNEP/GEF GMP II (AIR-GEF) 5 años, GAPS 12 años y LAPAN 7 años.

Tabla 9. Años en que se aplicaron los Programas

No.	AÑO	AIR - GEF	GAPS	LAPAN
1	2004			
2	2005			
3	2006			
4	2007			
5	2009			
6	2010			
7	2011			
8	2012			
9	2013			
10	2014			
11	2015			
12	2016			
13	2017			
14	2018			

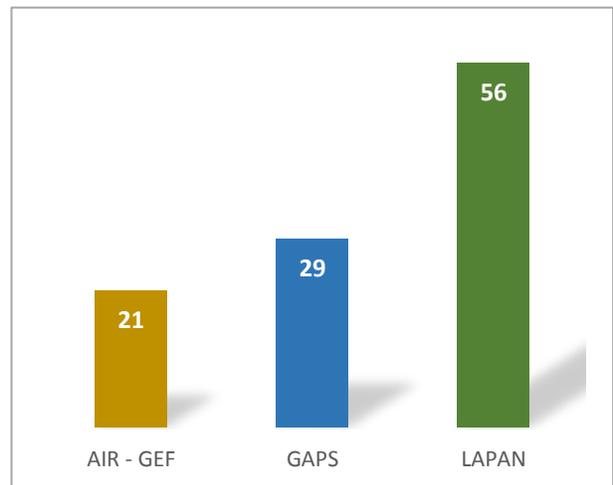
Figura 16. Número de años muestreados por Programa



**Número de sitios muestreados por Programa.**

Según el registro de datos en el GMP DWH, en la Figura 17 se presenta la cantidad de sitios muestreados por programa. Con los proyectos UNEP/GEF GMP II (Air-GEF) se muestrearon 21 sitios, con el GAPS 29 sitios y con LAPAN 56 sitios.

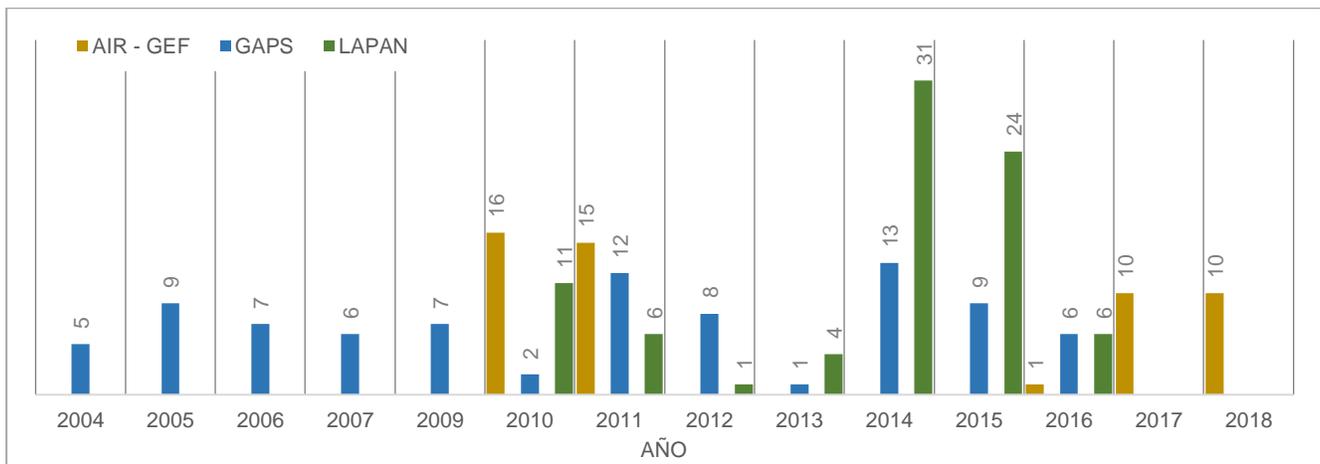
Figura 17. Número de sitios muestreados por programa



**Número de sitios muestreados por año y Programa.**

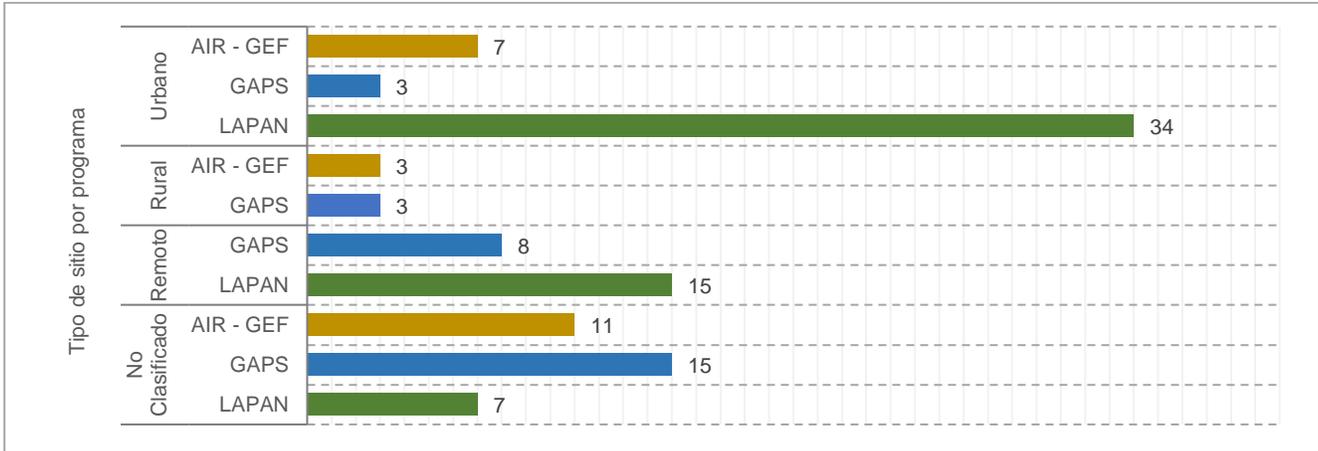
Al analizar los datos por año y programa, los proyectos UNEP/GEF GMP II (Air-GEF) en su segundo periodo (2016-2018), solamente se aplicaron en 10 sitios (ver Figura 18), en contraste con el primer periodo (2010 – 2011) que fue en 16 sitios. El mayor número de sitios muestreados en el Programa LAPAN se concentra entre 2014 y 2015, mientras que el Programa GAPS muestra mayor consistencia, ya que se ha aplicado en un promedio de 7 sitios por año desde 2004 a 2016.

Figura 18. Número de sitios muestreados por año y programa



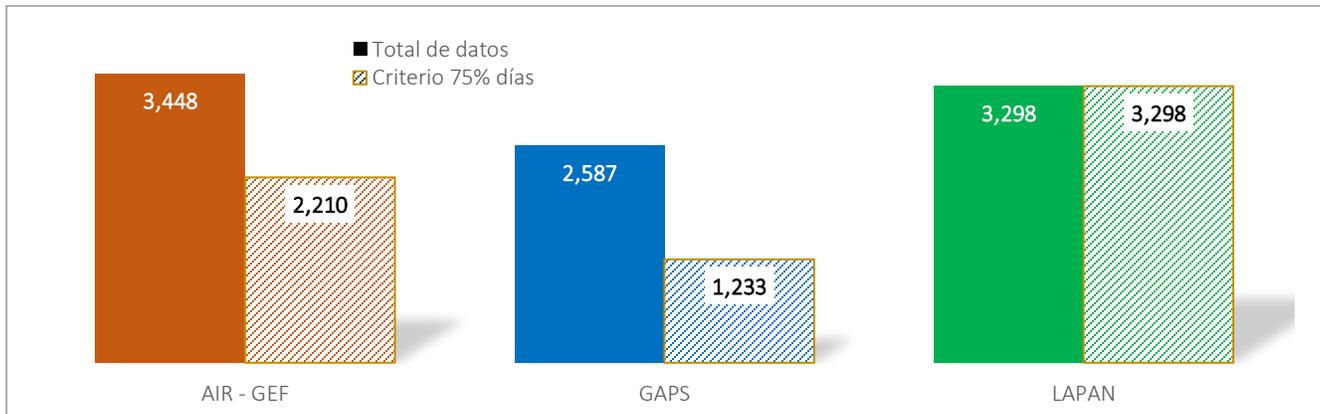
Asimismo, en la Figura 19 se presenta la distribución de puntos de muestreos por programas y tipo de sitios. Es de destacar que los sitios de muestreos que participaron en el Programa LAPAN en su mayoría se clasifican como urbanos. En cambio, los sitios que participaron en los Programas UNEP/GEF GMP II y GAPS muchos carecen de clasificación.

Figura 19. Tipo y número de sitios por programa



**Compleitud de datos.** Después de analizar los sitios de muestreos por programa, año y tipo de sitio, se observa que la disponibilidad de datos disminuye al aplicar el criterio de completud del 75% de suficiencia de datos por año monitoreado (Figura 20). Es decir, en la imagen se aprecia que al aplicar el criterio en las bases de datos AIR – GEF y GAPS se pierde casi el 40% de los datos, mientras que en LAPAN se mantienen todos los datos.

Figura 20. Cantidad de datos disponibles por Programa y datos disponibles con el criterio del 75%



**Prevalencia de sitios de muestreo.** En la Figura 21, se puede observar que más de la mitad de los sitios (57%) solo han operado un año, el 26% de los sitios han operado dos años, el 14% tres y solo un sitio para cada 4, 5 y 6 años de operación. En la Figura 22 se listan los sitios con completud, es decir aquellos que midieron por más del 75% del año calendario y cuentan con tres muestras en el año y el número de años que han operado.

Figura 21. Porcentaje de sitios que han operado durante 1 año, 2 y más años

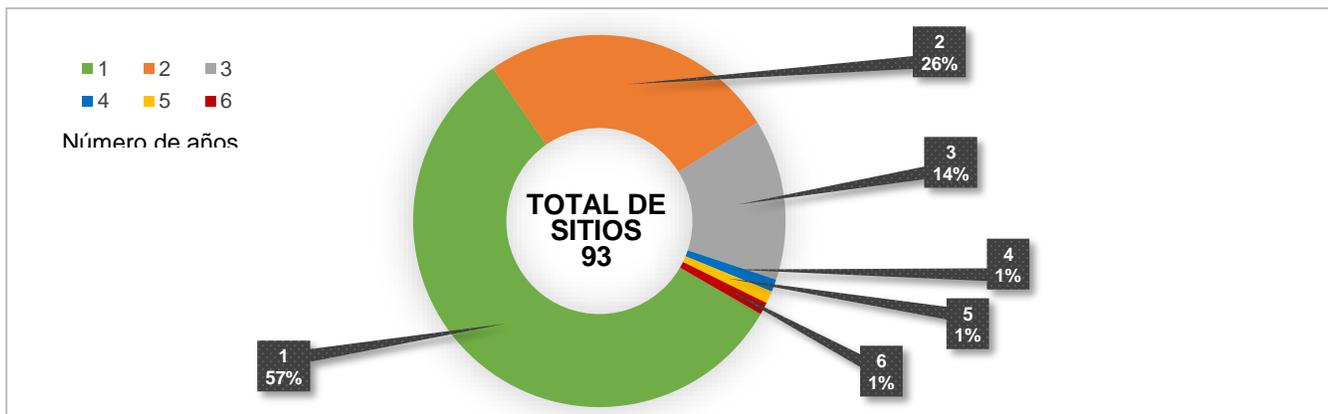
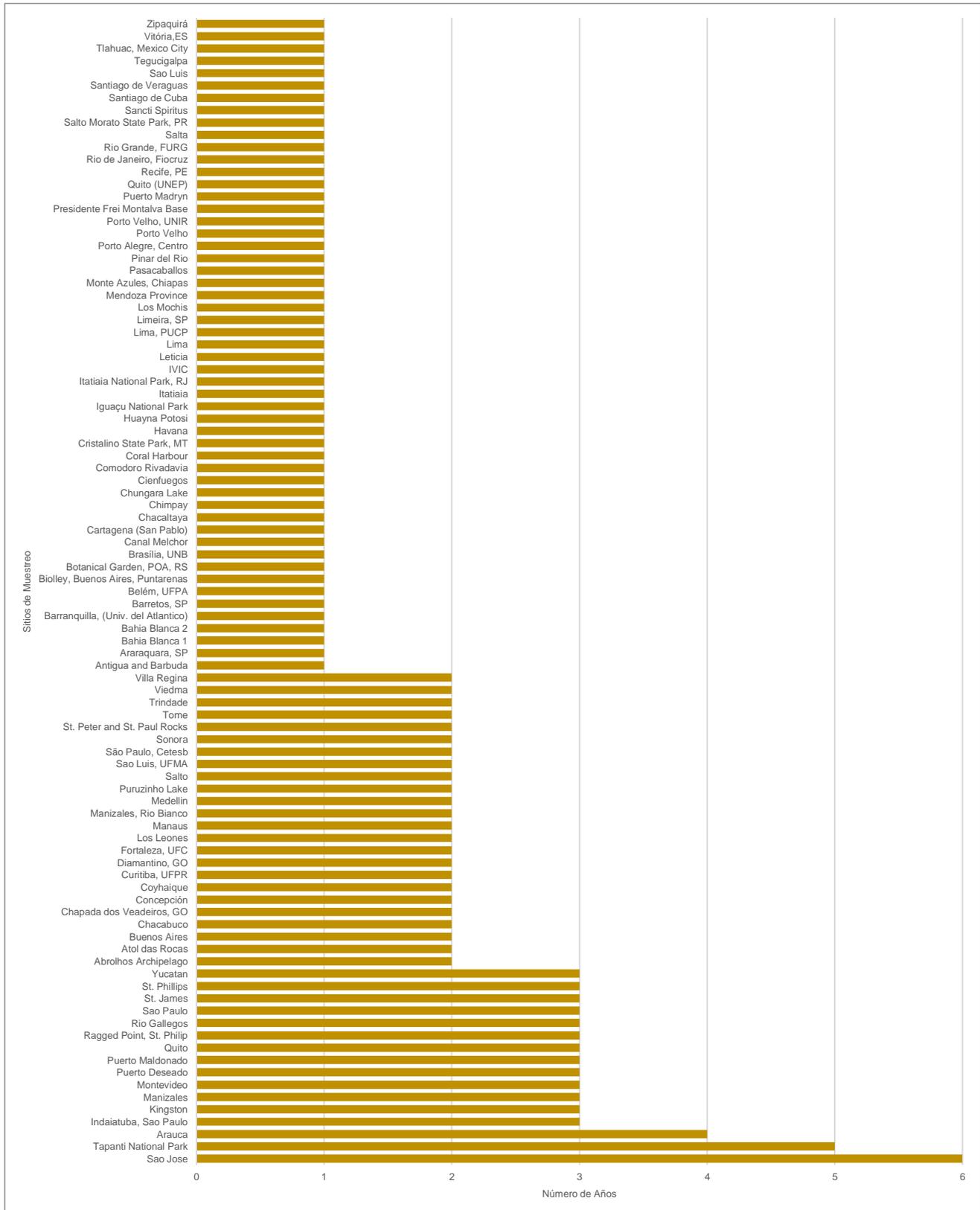


Figura 22. Años de operación de sitios con más de tres muestras



A continuación, se presenta la revisión de cada una de las fuentes de datos señaladas y se incluye en la sección 4.1.1.4 la descripción de la Red de Monitoreo de COPs de Colombia.

#### 4.1.1.1. Proyecto UNEP/GEF GMP II (AIR - GEF)

Los proyectos UNEP/GEF GMP empezaron desde 2005 y están programados hasta 2020. A diferencia de los demás programas de monitoreo, los proyectos GEF han apoyado desde el inicio al PVM con diversas actividades como: el desarrollo del Banco de datos de laboratorios; la elaboración de procedimientos estándares de operación; el entrenamiento de técnicos de laboratorio para el desarrollo de capacidades y la capacitación de los países en el tema del monitoreo y análisis de COPs. En total, 45 países en desarrollo han participado en actividades de capacitación, incluyendo 14 países del GRULAC, con énfasis en el muestreo de las matrices básicas de GMP y la capacitación *in situ* de los laboratorios de los países en desarrollo en el análisis de COP. Los datos del monitoreo de aire se obtienen de muestreadores pasivos de aire PUF expuestos durante tres meses, los cuales se analizan por los laboratorios nacionales y de referencia y estos últimos son incorporados al DWH de GMP con apoyo de PNUMA Químicos, el secretariado y RECETOX.

Estos proyectos utilizan como se mencionó, el método de muestreo pasivo disco espuma de poliuretano (PUF), de manera que al igual que el programa GAPS, para garantizar la calidad y representatividad de la información de cada año se requiere contar por lo menos con tres de cuatro discos expuestos en cada sitio de monitoreo por año. Además, en el periodo 2016 – 2018 se instaló un muestreador activo en Brasil en paralelo con el pasivo, sin embargo, no se contó con información de dicho muestreador.

El proyecto UNEP/GEF GMP II en la Región de América Latina y el Caribe (GRULAC) se implementó de 2016 a 2018. Estuvo coordinado por el Centro Regional Uruguay (CCCB-CRCE) y brindó asistencia a los 11 países implementadores, a saber, Antigua y Barbuda, Chile, México, Argentina, Colombia, Perú, Barbados, Ecuador, Uruguay, Brasil, Jamaica. Pero debido a la demora en el monitoreo de Perú los resultados del análisis aún no han sido incorporados al DWH. Este proyecto se llevó a cabo en estrecha colaboración con el Consejo Español de Investigaciones Científicas, CSIC-IDAEA, Barcelona (España); Laboratorio MTM de Suecia y también recibió apoyo de la Secretaría de BRE.

#### Ubicación de los sitios de los Proyectos UNEP/GEF GMP.

Los Proyectos UNEP/GEF GMP cubrieron las cuatro subregiones de América Latina y El Caribe con 21 sitios de monitoreo distribuidos en 14 países como se muestran en la Figura 23, de los cuales 3 son rurales, 7 urbanos y 11 no clasificados.

**Prevalencia de sitios por año.** En la Tabla 10 y 11, respectivamente, se enlistan los sitios y parámetros monitoreados durante los Proyectos UNEP/GEF GMP I y II. Como ya se mencionó, los dos Proyectos se aplicaron en 21 sitios de monitoreo ubicados en 14 países en total.

Figura 23. Ubicación de sitios de monitoreo de los Proyectos UNEP/GEF GMP I y II



El Primero se aplicó del 2010 al 2011 en 16 sitios de monitoreo y el segundo de 2016 a 2018 en 10 sitios, de los cuales solamente cinco sitios prevalecieron y entregaron resultados en los dos Proyectos, estos son: St. Phillips (Antigua y Barbuda), St. James (Barbados), Sao Paulo (Brasil), Kingston (Jamaica) y Montevideo (Uruguay).

Tabla 10. Prevalencia de sitios UNEP/GEF GMP. Sitios y años monitoreados

No.	País	Sitio	2010	2011	2016	2017	2018
1	Antigua y Barbuda	St. Phillips					
2	Argentina	Buenos Aires					
3	Bahamas	Coral Harbour					
4	Barbados	St. James					
5	Brasil	Sao Paulo					
6	Chile	Canal Melchor					
7		Tome					
8	Colombia	Medellin					
9	Cuba	Cienfuegos					
10		Havana					
11		Pinar del Rio					
12		Sancti Spiritus					
13		Santiago de Cuba					
14	Ecuador	Quito					
15		Quito (UNEP)					
16	Haití	Port-au-Prince					
17	Jamaica	Kingston					
18	México	Los Mochis					
19		Monte Azules, Chiapas					
20	Perú	Lima					
21	Uruguay	Montevideo					

**Prevalencia de parámetros por año.** Con relación a los 95 parámetros reportados, la Tabla 11 presenta los parámetros medidos por año de monitoreo por este proyecto. Nótese que en el período 2016-2018, de los 89 parámetros medidos en 2010-2011, 20 parámetros no se midieron; pero se miden por primera vez en este último período: los Endosulfánes, el BDE 175/183, la Suma de 7 BPCs, el Pentaclorobenceno y por primera vez en la región el Hexabromodifenilo (PBB 153).

Tabla 11. Prevalencia de parámetros Proyecto Air-GEF. Parámetros por año

No.	Parámetro	2010	2011	2016	2017	2018
1	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
2	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
3	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
4	1,2,3,4,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
5	1,2,3,4,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
6	1,2,3,6,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
7	1,2,3,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
8	1,2,3,7,8,9-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
9	1,2,3,7,8,9-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
10	1,2,3,7,8-PeCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
11	1,2,3,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
12	2,3,4,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
13	2,3,4,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
14	2,3,7,8-TCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
15	2,3,7,8-TCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
16	Aldrín (pg/m <sup>3</sup> )					
17	Alfa-HCH (pg/m <sup>3</sup> )					
18	BDE 100 (pg/m <sup>3</sup> )					
19	BDE 153 (pg/m <sup>3</sup> )					
20	BDE 154 (pg/m <sup>3</sup> )					
21	BDE 17 (pg/m <sup>3</sup> )					
22	BDE 175/183 (pg/m <sup>3</sup> )					
23	BDE 28 (pg/m <sup>3</sup> )					
24	BDE 47 (pg/m <sup>3</sup> )					
25	BDE 99 (pg/m <sup>3</sup> )					
26	Beta-HCH (pg/m <sup>3</sup> )					
27	cis-Clordano (pg/m <sup>3</sup> )					
28	cis-Heptacloro epóxido (pg/m <sup>3</sup> )					
29	cis-Nonaclor (pg/m <sup>3</sup> )					
30	Dieldrín (pg/m <sup>3</sup> )					
31	Endosulfán I (Alfa) (pg/m <sup>3</sup> )					
32	Endosulfán II (beta) (pg/m <sup>3</sup> )					
33	Endosulfán SO4 (pg/m <sup>3</sup> )					

No.	Parámetro	2010	2011	2016	2017	2018
34	Endrín (pg/m <sup>3</sup> )					
35	Gama-HCH (pg/m <sup>3</sup> )					
36	HCB (pg/m <sup>3</sup> )					
37	Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )					
38	Mirex (pg/m <sup>3</sup> )					
39	o,p-DDD (pg/m <sup>3</sup> )					
40	o,p-DDE (pg/m <sup>3</sup> )					
41	o,p-DDT (pg/m <sup>3</sup> )					
42	OCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
43	OCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
44	Oxy Clordano (pg/m <sup>3</sup> )					
45	p,p-DDD (pg/m <sup>3</sup> )					
46	p,p-DDE (pg/m <sup>3</sup> )					
47	p,p-DDT (pg/m <sup>3</sup> )					
48	PBB 153 (pg/m <sup>3</sup> )					
49	BPC 101 (pg/m <sup>3</sup> )					
50	BPC 105 (fg/m <sup>3</sup> )					
51	BPC 114 (fg/m <sup>3</sup> )					
52	BPC 118 (fg/m <sup>3</sup> )					
53	BPC 123 (fg/m <sup>3</sup> )					
54	BPC 126 (fg/m <sup>3</sup> )					
55	BPC 138 (pg/m <sup>3</sup> )					
56	BPC 153 (pg/m <sup>3</sup> )					
57	BPC 156 (fg/m <sup>3</sup> )					
58	BPC 157 (fg/m <sup>3</sup> )					
59	BPC 167 (fg/m <sup>3</sup> )					
60	BPC 169 (fg/m <sup>3</sup> )					
61	BPC 180 (pg/m <sup>3</sup> )					
62	BPC 189 (fg/m <sup>3</sup> )					
63	BPC 28 (pg/m <sup>3</sup> )					
64	BPC 52 (pg/m <sup>3</sup> )					
65	BPC 77 (fg/m <sup>3</sup> )					
66	BPC 81 (fg/m <sup>3</sup> )					
67	BPCs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
68	BPCs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
69	BPCs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
70	BPCs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
71	PCDDs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
72	PCDDs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
73	PCDDs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
74	PCDDs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
75	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
76	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
77	PCDDs/Fs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
78	PCDDs/Fs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
79	PCDFs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
80	PCDFs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
81	PCDFs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
82	PCDFs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
83	PeCB (pg/m <sup>3</sup> )					
84	Suma de 10 PCDFs (fg/m <sup>3</sup> )					
85	Suma de 12 BPCs (fg/m <sup>3</sup> )					
86	Suma de 17 PCDDs/Fs (fg/m <sup>3</sup> )					
87	Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )					
88	Suma de 3 p,p-DDTs (pg/m <sup>3</sup> )					
89	Suma de 6 DDTs (pg/m <sup>3</sup> )					
90	Suma de 6 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )					
91	Suma de 7 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )					
92	Suma de 7 PCDDs (fg/m <sup>3</sup> )					
93	trans-Clordano (= Gama) (pg/m <sup>3</sup> )					
94	trans-Heptaclor epóxido (pg/m <sup>3</sup> )					
95	trans-Nonacloro (pg/m <sup>3</sup> )					

**Criterio de Completud.** La completud de los datos durante estos años de monitoreo, se muestran en la Tabla 12, donde se aprecia que se cumple este criterio solamente en tres de los 5 años de muestreo. También, se puede observar que solamente cinco sitios registran más de tres muestras durante estos tres años.

Tabla 12. Completud. Sitios con más de tres muestras por el Proyecto AIR-GEF

No	País	Sitio	2010	2017	2018
1	Antigua y Barbuda	St. Phillips			
2	Argentina	Buenos Aires			
3	Bahamas	Coral Harbour			
4	Barbados	St. James			
5	Brasil	Sao Paulo			
6	Chile	Canal Melchor			
7		Tome			
8	Colombia	Medellin			
9	Cuba	Cienfuegos			
10		Habana			
11		Pinar del Rio			
12		Sancti Spiritus			
13		Santiago de Cuba			
14	Ecuador	Quito			
15		Quito (UNEP)			
16	Jamaica	Kingston			
17	México	Los Mochis			
18		Monte Azules, Chiapas			
19	Perú	Lima			
20	Uruguay	Montevideo			

#### 4.1.1.2. Programa global de monitoreo atmosférico pasivo (GAPS)

La Red de Muestreo Atmosférico Pasivo Mundial (GAPS) ha estado operando desde 2002 como una fase piloto en 7 sitios y desde 2005 en más de 50 sitios brindando información al PVM. Actualmente incluye más de 60 sitios ubicados en Asia, África, América del Norte, América del Sur, Antártida, Europa y Oceanía, según la Guía del Plan de Monitoreo Global de COPs. En todos los sitios, el Programa GAPS, utiliza el método de muestreo pasivo disco espuma de poliuretano (PUF), que se expone trimestralmente. A partir de 2009 y cada dos años se han expuesto discos PUF con absorbentes específicos para detectar COPs. Como se mencionó, para garantizar la representatividad del sitio y su comparabilidad se requiere contar con por lo menos tres de cuatro discos expuestos en cada sitio de monitoreo por año.

Figura 24 Ubicación de sitios de monitoreo del Programa GAPS



**Ubicación de los sitios del Programa GAPS.** Como se observa en el mapa de la Figura 24, este programa incluye 29 sitios de monitoreo que cubren las cuatro subregiones de América Latina y El Caribe, de los cuales 8 son remotos, 3 rurales, 3 urbanos y 15 no están clasificados.

**Prevalencia de sitios por año.** Al analizar la información del repositorio GMP DWH (<http://data.pops-gmp.org/2020/grulac/>) se encontraron, como se mencionó, datos obtenidos por el Programa GAPS desde el 2004 hasta el 2016 para los sitios y parámetros listados en la Tabla 13 y 14, respectivamente.

En la Tabla 13, se observa que los 29 sitios de monitoreo han reportado durante diferentes periodos y ninguno ha obtenido datos durante los 12 años del Programa. Solamente un sitio en Costa Rica ha reportado datos por 10 años y los demás por siete o menos años.

Tabla 13. Prevalencia de sitios GAPS. Años de muestreo por sitio

No	País	Sitios	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1		Bahia Blanca												
2		Malargue												
3		Mendoza Province												
4	Argentina	Pierre Auger Observatory in Patagonia Flats												
5		Rio Gallegos												
6		Salta												
7	Barbados	Ragged Point, St. Philip												
8		Chacaltaya												
9	Bolivia	Huayna Potosi												
10		Indaiatuba, Sao Paulo												
11		Itatiaia												
12		Porto Velho												
13	Brasil	Sao Jose												
14		Sao Luis												
15		Sao Paulo												
16		St. Peter and St. Paul Rocks												
17		Chungara Lake												
18	Chile	Concepción												
19		Coyhaique												
20		Arauca												
21	Colombia	Manizales												
22	Costa Rica	Tapanti National Park												
23	Cuba	La Palma												
24		Quito												
25	Ecuador	Santa Cruz Island												
26		Sonora												
27		Tlahuac, Mexico City												
28	México	Veracruz												
29		Yucatan												

**Prevalencia de parámetros por año.** Con relación a los 93 parámetros reportados por este Programa (Tabla 14), dioxinas y furanos solamente se reportaron entre los años 2010 a 2012, los BDE principalmente entre 2013 a 2016, y Aldrín y los DDT y sus isómeros ya no se registraron en los últimos años debido a las bajas concentraciones obtenidas, como se menciona en *Air monitoring of new and legacy POPs in the Group of Latin America and Caribbean (GRULAC) región, Environmental Pollution* (Rauert et al., 2018). Es importante mencionar que entre los parámetros analizados se encuentran 19 parámetros medidos por primera vez entre 2013 y 2016 por este programa, y 12 proporcionarán valores de referencia. Destaca el PFHxS, parametro a revisión bajo en Convenio.

Tabla 14. Prevalencia de parámetros en el Programa GAPS. Parámetros reportados por año

No	Parametro	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (fg/m <sup>3</sup> )												
2	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
3	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
4	1,2,3,4,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )												
5	1,2,3,4,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
6	1,2,3,6,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )												
7	1,2,3,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
8	1,2,3,7,8,9-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )												
9	1,2,3,7,8,9-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
10	1,2,3,7,8-PeCDD (fg/m <sup>3</sup> )												
11	1,2,3,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
12	2,3,4,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
13	2,3,4,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
14	2,3,7,8-TCDD (fg/m <sup>3</sup> )												
15	2,3,7,8-TCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
16	Aldrín (pg/m <sup>3</sup> )												
17	Alfa-HBCD (pg/m <sup>3</sup> )												
18	Alfa-HCH (pg/m <sup>3</sup> )												
19	BDE 100 (pg/m <sup>3</sup> )												
20	BDE 153 (pg/m <sup>3</sup> )												
21	BDE 154 (pg/m <sup>3</sup> )												
22	BDE 17 (pg/m <sup>3</sup> )												
23	BDE 175/183 (pg/m <sup>3</sup> )												
24	BDE 28 (pg/m <sup>3</sup> )												
25	BDE 47 (pg/m <sup>3</sup> )												
26	BDE 99 (pg/m <sup>3</sup> )												
27	BDE209 (pg/m <sup>3</sup> )												

No	Parametro	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
28	Beta-HBCD (pg/m <sup>3</sup> )												
29	Beta-HCH (pg/m <sup>3</sup> )												
30	cis-Clordano (pg/m <sup>3</sup> )												
31	cis-Heptacloro epóxido (pg/m <sup>3</sup> )												
32	Dieldrin (pg/m <sup>3</sup> )												
33	Endosulfán I (Alfa) (pg/m <sup>3</sup> )												
34	Endosulfán II (beta) (pg/m <sup>3</sup> )												
35	Endosulfán SO <sub>4</sub> (pg/m <sup>3</sup> )												
36	Gama-HBCD (pg/m <sup>3</sup> )												
37	Gama-HCH (pg/m <sup>3</sup> )												
38	HCBD (pg/m <sup>3</sup> )												
39	HCB (pg/m <sup>3</sup> )												
40	Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )												
41	NEtFOSA (pg/m <sup>3</sup> )												
42	NEtFOSE (pg/m <sup>3</sup> )												
43	NMeFOSA (pg/m <sup>3</sup> )												
44	NMeFOSE (pg/m <sup>3</sup> )												
45	o,p-DDD (pg/m <sup>3</sup> )												
46	o,p-DDE (pg/m <sup>3</sup> )												
47	o,p-DDT (pg/m <sup>3</sup> )												
48	OCDD (fg/m <sup>3</sup> )												
49	OCDF (fg/m <sup>3</sup> )												
50	p,p-DDD (pg/m <sup>3</sup> )												
51	p,p-DDE (pg/m <sup>3</sup> )												
52	p,p-DDT (pg/m <sup>3</sup> )												
53	BPC 101 (pg/m <sup>3</sup> )												
54	BPC 105 (fg/m <sup>3</sup> )												
55	BPC 114 (fg/m <sup>3</sup> )												
56	BPC 118 (fg/m <sup>3</sup> )												
57	BPC 123 (fg/m <sup>3</sup> )												
58	BPC 126 (fg/m <sup>3</sup> )												
59	BPC 138 (pg/m <sup>3</sup> )												
60	BPC 153 (pg/m <sup>3</sup> )												
61	BPC 156 (fg/m <sup>3</sup> )												
62	BPC 157 (fg/m <sup>3</sup> )												
63	BPC 180 (pg/m <sup>3</sup> )												
64	BPC 28 (pg/m <sup>3</sup> )												
65	BPC 52 (pg/m <sup>3</sup> )												
66	BPC 77 (fg/m <sup>3</sup> )												
67	BPC 81 (fg/m <sup>3</sup> )												
68	PCDDs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )												
69	PCDDs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )												
70	PCDDs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )												
71	PCDDs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )												
72	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )												
73	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )												
74	PCDDs/Fs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )												
75	PCDDs/Fs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )												
76	PCDFs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )												
77	PCDFs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )												
78	PCDFs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )												
79	PCDFs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )												
80	PeCB (pg/m <sup>3</sup> )												
81	PFHxS (pg/m <sup>3</sup> )												
82	PFOA (pg/m <sup>3</sup> )												
83	PFOS (pg/m <sup>3</sup> )												
84	Suma de 10 PCDFs (fg/m <sup>3</sup> )												
85	Suma de 17 PCDDs/Fs (fg/m <sup>3</sup> )												
86	Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )												
87	Suma de 3 p,p-DDTs (pg/m <sup>3</sup> )												
88	Suma de 6 DDTs (pg/m <sup>3</sup> )												
89	Suma de 6 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )												
90	Suma de 7 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )												
91	Suma de 7 PCDDs (fg/m <sup>3</sup> )												
92	trans-Clordano (= Gama) (pg/m <sup>3</sup> )												
93	trans-Nonacloro (pg/m <sup>3</sup> )												

**Criterio de completud.** Para garantizar la representatividad y comparabilidad de los datos se aplicó el criterio de 75% de completud de los datos a los años de monitoreo por sitio. El resultado se muestra en la Tabla 15, donde se aprecia una reducción en los años, sitios de monitoreo y países, es decir, de los 29 sitios solamente 20 de ellos registraron más de tres muestras por año distribuidos en 8 de los 10 países participantes en el Programa GAPS.

Tabla 15. Resultado de la aplicación del criterio de Completud

No	País	Sitio	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2014	2015
1		Mendoza Province									
2	Argentina	Pierre Auger Observatory in Patagonia Flats									
3	Barbados	Ragged Point, St. Philip									
4		Chacaltaya									
5	Bolivia	Huayna Potosi									
6		Indaiatuba, Sao Paulo									
7		Itatiaia									
8	Brasil	Porto Velho									
9		Sao Jose									
10		Sao Luis									
11		St. Peter and St. Paul Rocks									
12		Chungara Lake									
13	Chile	Concepción									
14		Coyhaique									
15		Arauca									
16	Colombia	Manizales									
17	Costa Rica	Tapanti National Park									
18		Sonora									
19	México	Tlahuac, Mexico City									
20		Yucatan									

#### 4.1.1.3. Red de Muestreo Pasivo Atmosférico de América Latina (LAPAN)

La Red Latinoamericana de Muestreo Atmosférico Pasivo (LAPAN) opera desde 2010, como proyecto piloto inicialmente en 6 países, y gradualmente ha aumentado el número de sitios y países participantes. Ahora comprende 56 sitios localizados en 12 países de la región GRULAC (figura 25). En todos los sitios, los muestreadores utilizan la técnica XAD con una exposición anual. Cuatro sitios pasivos con XAD de LAPAN fueron expuestos en paralelo con muestreadores PUF de la red GAPS.

La red de muestreo emplea un cilindro con malla de acero inoxidable lleno con XAD-2 (resina de copolímero estireno/divinil benceno), la cual se aloja en una cámara de acero inoxidable, de manera que para garantizar la calidad y representatividad de la información se requiere contar con por lo menos una exposición de 275 días para representar más del 75% del año. Del análisis de la base de datos se observa que la exposición de las resinas va de 297 a 683 días, siendo expuestas más de un año el 77% de las resinas.

**Ubicación de los sitios del Programa LAPAN.** El Programa LAPAN presenta datos de 56 sitios que cubren las cuatro subregiones de América Latina y El Caribe. Estos sitios, como se muestran en la Figura 25, son 15 remotos, 34 urbanos y 7 no clasificados.

Figura 25. Ubicación de sitios de monitoreo del Programa LAPAN



**Prevalencia de sitios por año.** Al analizar la información obtenida por el Programa LAPAN desde el 2010 hasta el 2016 para los sitios listados en la Tabla 16, se observa que de los 56 sitios de monitoreo que han reportado datos durante diferentes periodos ninguno lo ha hecho durante los 7 años del Programa. Solamente un sitio en Brasil ha reportado por 5 años y los demás por tres años o menos.

Tabla 16. Prevalencia de sitios LAPAN. Sitios y años monitoreados

No	País	Sitio	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1	Antigua y Barbuda	Antigua and Barbuda								
2	Argentina	Bahía Blanca 1								
3		Bahía Blanca 2								
4		Chimpay								
5		Comodoro Rivadavia								
6		Puerto Deseado								
7		Puerto Madryn								
8		Río Gallegos								
9		Viedma								
10		Villa Regina								
11		Bolivia	Chacaltaya							
12	Brasil	Abrolhos Archipelago								
13		Araraquara, SP								
14		Atol das Rocas								
15		Barretos, SP								
16		Belém, UFPA								
17		Botanical Garden, POA, RS								
18		Brasília, UNB								
19		Chapada dos Veadeiros, GO								
20		Cristalino State Park, MT								
21		Curitiba, UFPR								
22		Diamantino, GO								
23		Fortaleza, UFC								
24		Iguaçu National Park								
25		Itatiaia National Park, RJ								
26		Limeira, SP								
27		Manaus								
28		Porto Alegre, Centro								
29		Porto Velho, UNIR								
30		Puruzinho Lake								
31		Recife, PE								
32		Rio de Janeiro, Fiocruz								
33		Rio Grande, FURG								
34		Salto Morato State Park, PR								
35		Sao Jose								
36		Sao Luis, UFMA								
37		São Paulo, Cetesb								
38		Trindade								
39		Vitória,ES								
40		Chile	Chacabuco							
41			Concepción							
42			Los Leones							
43			Presidente Frei Montalva Base							
44		Colombia	Barranquilla, (Univ. del Atlantico)							
45			Cartagena (San Pablo)							
46			Leticia							
47			Manizales, Rio Blanco							
48			Pasacaballos							
49		Zipaquirá								
50		Costa Rica	Biolley, Buenos Aires, Puntarenas							
51	Honduras	Tegucigalpa								
52	Panamá	Santiago de Veraguas								
53	Perú	Lima, PUCP								
54		Puerto Maldonado								
55	Uruguay	Salto								
56	Venezuela	IVIC								

**Prevalencia de parámetros por año.** En la revisión de los datos del Programa LAPAN se encontraron que fueron 45 los parámetros reportados desde el 2010 hasta el 2016 (Tabla 17) y solo 40 de 2012 a 2016. Es importante mencionar, que la mayoría de los parámetros se han analizado en los siete años, pero no en todos los sitios de monitoreo.

Tabla 17. Prevalencia de parámetros en el Programa LAPAN. Parámetros reportados por año

No.	Parámetro	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Aldrín (pg/m <sup>3</sup> )							
2	Alfa-HCH (pg/m <sup>3</sup> )							
3	BDE 100 (pg/m <sup>3</sup> )							
4	BDE 153 (pg/m <sup>3</sup> )							
5	BDE 154 (pg/m <sup>3</sup> )							
6	BDE 28 (pg/m <sup>3</sup> )							
7	BDE 47 (pg/m <sup>3</sup> )							
8	BDE 99 (pg/m <sup>3</sup> )							
9	BDE209 (pg/m <sup>3</sup> )							
10	Beta-HCH (pg/m <sup>3</sup> )							
11	cis-Clordano (pg/m <sup>3</sup> )							
12	cis-Heptacloro epóxido (pg/m <sup>3</sup> )							
13	Dieldrín (pg/m <sup>3</sup> )							
14	Endosulfán I (Alfa) (pg/m <sup>3</sup> )							
15	Endosulfán II (beta) (pg/m <sup>3</sup> )							
16	Endosulfán SO4 (pg/m <sup>3</sup> )							
17	Endrin (pg/m <sup>3</sup> )							
18	Gama-HCH (pg/m <sup>3</sup> )							
19	HCB (pg/m <sup>3</sup> )							
20	Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )							
21	Mirex (pg/m <sup>3</sup> )							
22	o,p-DDD (pg/m <sup>3</sup> )							
23	o,p-DDE (pg/m <sup>3</sup> )							
24	o,p-DDT (pg/m <sup>3</sup> )							
25	Oxy Clordano (pg/m <sup>3</sup> )							
26	p,p-DDD (pg/m <sup>3</sup> )							
27	p,p-DDE (pg/m <sup>3</sup> )							
28	p,p-DDT (pg/m <sup>3</sup> )							
29	BPC 101 (pg/m <sup>3</sup> )							
30	BPC 105 (fg/m <sup>3</sup> )							
31	BPC 118 (fg/m <sup>3</sup> )							
32	BPC 138 (pg/m <sup>3</sup> )							
33	BPC 153 (pg/m <sup>3</sup> )							
34	BPC 156 (fg/m <sup>3</sup> )							
35	BPC 169 (fg/m <sup>3</sup> )							
36	BPC 180 (pg/m <sup>3</sup> )							
37	BPC 28 (pg/m <sup>3</sup> )							
38	BPC 52 (pg/m <sup>3</sup> )							
39	PeCB (pg/m <sup>3</sup> )							
40	Suma de 3 p,p-DDTs (pg/m <sup>3</sup> )							
41	Suma de 6 DDTs (pg/m <sup>3</sup> )							
42	Suma de 6 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )							
43	Suma de 7 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )							
44	trans-Clordano (= Gama) (pg/m <sup>3</sup> )							
45	trans-Nonacloro (pg/m <sup>3</sup> )							

**Criterio de completud.** Con respecto a la aplicación del criterio de completud, todos los años de monitoreo reportados cumplen con el criterio por lo que no hay reducción de los sitios y sus años de monitoreo.

4.1.1.4. Monitoreo de COPs de Colombia:

En la Figura 26 se ubican los 5 sitios del programa de monitoreo de COPs en Colombia.

Como se observa en el mapa, cuatro de los sitios están ubicados en Manizales en un radio de 4 km y el quinto sitio está ubicado en Bogotá en aproximadamente a 150 km de distancia de los otros.

En los cinco sitios se usaron muestreadores pasivos y en tres de ellos muestreadores activos.

**Prevalencia de sitios por año.** En la Tabla 18 y Tabla 19, se enlistan los sitios y parámetros muestreados durante el programa de monitoreo de COPs en Colombia.

Figura 26. Sitios del Programa de Monitoreo de COPs en Colombia

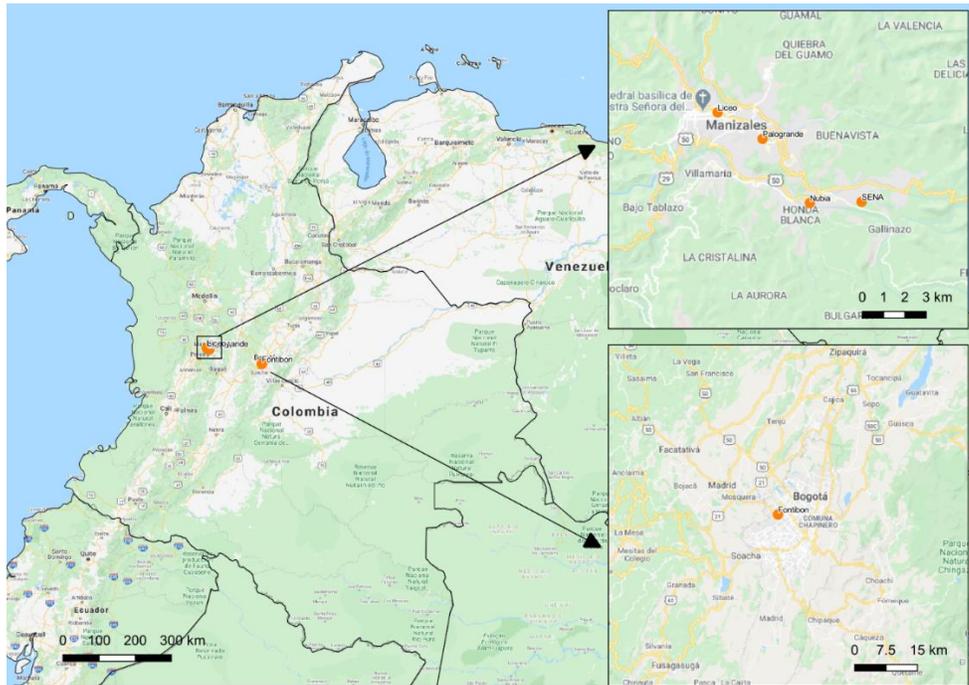


Tabla 18. Prevalencia de sitios de monitoreo de COPs en Colombia por año.

Tipo de Muestreo	Sitio	2009	2010	2012	2013	2014
Activo	Liceo					
	Nubia					
	Palogrande					
Pasivo	Fontibon					
	Liceo					
	Nubia					
	Palogrande					
	SENA					

En la Tabla 18 se observa que los sitios activos solo midieron durante el período 2009 a 2012. Los pasivos han medido a partir de 2012, año en que se presentan ambos tipos de muestreo en los sitios Liceo, Nubia y Palogrande, hasta 2014.

**Prevalencia de parámetros por año.** De la revisión de los datos del programa de monitoreo de COPs en Colombia se observa que se analizaron 44 parámetros por ambos muestreadores, pasivos y activos, entre los años 2009 hasta el 2014 (Tabla 19). Y con los muestreadores pasivos se analizaron 5 parámetros más en los años 2013 y 2014: los TEQ de los BPCs tipo Dioxinas y la Suma de 12 BPCs.

Tabla 19. Prevalencia de parámetros del programa de monitoreo de COPs en Colombia.

No.	Parámetro	2009	2010	2012	2013	2014
1	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
2	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
3	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
4	1,2,3,4,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
5	1,2,3,4,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
6	1,2,3,6,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
7	1,2,3,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
8	1,2,3,7,8,9-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
9	1,2,3,7,8,9-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
10	1,2,3,7,8-PeCDD (fg/m <sup>3</sup> )					

No.	Parámetro	2009	2010	2012	2013	2014
11	1,2,3,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
12	2,3,4,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
13	2,3,4,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
14	2,3,7,8-TCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
15	2,3,7,8-TCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
16	OCDD (fg/m <sup>3</sup> )					
17	OCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
18	BPC 105 (fg/m <sup>3</sup> )					
19	BPC 114 (fg/m <sup>3</sup> )					
20	BPC 118 (fg/m <sup>3</sup> )					
21	BPC 123 (fg/m <sup>3</sup> )					
22	BPC 126 (fg/m <sup>3</sup> )					
23	BPC 156 (fg/m <sup>3</sup> )					
24	BPC 157 (fg/m <sup>3</sup> )					
25	BPC 167 (fg/m <sup>3</sup> )					
26	BPC 169 (fg/m <sup>3</sup> )					
27	BPC 189 (fg/m <sup>3</sup> )					
28	BPC 77 (fg/m <sup>3</sup> )					
29	BPC 81 (fg/m <sup>3</sup> )					
30	BPCs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
31	BPCs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
32	BPCs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
33	BPCs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
34	PCDDs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
35	PCDDs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
36	PCDDs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
37	PCDDs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
38	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
39	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
40	PCDDs/Fs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
41	PCDDs/Fs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
42	PCDFs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
43	PCDFs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
44	PCDFs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )					
45	PCDFs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )					
46	Suma de 10 PCDFs (fg/m <sup>3</sup> )					
47	Suma de 12 BPCs (fg/m <sup>3</sup> )					
48	Suma de 17 PCDDs/Fs (fg/m <sup>3</sup> )					
49	Suma de 7 PCDDs (fg/m <sup>3</sup> )					

**Completud.** La completud de los datos durante estos años de monitoreo, se muestran en la Tabla 20, donde se aprecia que, con relación al monitoreo pasivo, se cumple este criterio solamente en el año 2013 para los sitios Liceo, Nubia y Palogrande donde el mayor número de valores máximos de medianas en dicho año se presentó en el sitio Liceo, ver tabla 21. Con respecto al monitoreo activo de los tres sitios ubicados en Manizales, Colombia, en total el DWH cuenta con seis datos por parámetros y sitio, del monitoreo de 2009 a 2012.

Tabla 20. Completud. Sitios con más de tres muestras por año. Monitoreo de COPs en Colombia.

Tipo de Muestreo	Sitio	2012	2013	2014
Pasivo	Fontibon			
	Liceo			
	Nubia			
	Palogrande			
	SENA			

Tabla 21. Valores máximos de medianas del año 2013 por sitios con completud. Monitoreo de COPs en Colombia

Parámetro	Liceo	Nubia	Palogrande
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (fg/m <sup>3</sup> )	17.9	13.1	9.8
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )	9.8	8.6	4.4
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )	1.6	1.2	0.7
1,2,3,4,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )	1.3	1.0	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )	3.0	2.5	1.3
1,2,3,6,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )	3.2	2.0	1.4
1,2,3,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )	2.2	2.5	1.0
1,2,3,7,8,9-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )	2.7	2.4	0.8
1,2,3,7,8,9-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )	0.4	0.4	0.2
1,2,3,7,8-PeCDD (fg/m <sup>3</sup> )	1.8	2.1	0.9
1,2,3,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )	5.8	3.6	2.0
2,3,4,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )	4.8	4.3	1.9
2,3,4,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )	6.9	5.1	2.5
2,3,7,8-TCDD (fg/m <sup>3</sup> )	0.6	0.1	0.3
2,3,7,8-TCDF (fg/m <sup>3</sup> )	5.6	5.4	2.7
OCDD (fg/m <sup>3</sup> )	75.3	30.8	44.0
OCDF (fg/m <sup>3</sup> )	5.9	3.3	2.8
BPC 105 (fg/m <sup>3</sup> )	1,167.7	740.5	281.3
BPC 114 (fg/m <sup>3</sup> )	49.0	49.4	19.0
BPC 118 (fg/m <sup>3</sup> )	3,058.2	1,634.7	743.1
BPC 123 (fg/m <sup>3</sup> )	286.9	184.7	77.8
BPC 126 (fg/m <sup>3</sup> )	46.4	31.8	17.1
BPC 156 (fg/m <sup>3</sup> )	244.5	162.7	63.3
BPC 157 (fg/m <sup>3</sup> )	50.0	43.4	13.9
BPC 167 (fg/m <sup>3</sup> )	113.4	73.7	30.2
BPC 169 (fg/m <sup>3</sup> )	6.6	5.4	3.6
BPC 189 (fg/m <sup>3</sup> )	12.2	17.9	6.0
BPC 77 (fg/m <sup>3</sup> )	354.2	278.0	143.1
BPC 81 (fg/m <sup>3</sup> )	26.9	23.1	10.3
BPCs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )	5.4	3.7	1.9
BPCs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )	5.4	3.7	1.9
BPCs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )	5.0	3.5	1.9
BPCs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )	5.0	3.5	1.9
PCDDs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )	3.2	2.9	1.5
PCDDs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )	3.2	2.9	1.5
PCDDs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )	3.2	2.9	1.5
PCDDs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )	3.2	2.9	1.5
PCDDs/Fs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )	8.2	7.3	3.6
PCDDs/Fs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )	8.2	7.3	3.6
PCDDs/Fs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )	6.7	6.2	3.1
PCDDs/Fs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )	6.7	6.2	3.1
PCDFs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )	5.4	4.4	2.1
PCDFs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )	5.4	4.4	2.1
PCDFs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )	3.9	3.3	1.6
PCDFs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )	3.9	3.3	1.6
Suma de 10 PCDFs (fg/m <sup>3</sup> )	48.2	36.8	19.3
Suma de 12 BPCs (fg/m <sup>3</sup> )	5,435.0	3,336.5	1,382.8
Suma de 17 PCDDs/Fs (fg/m <sup>3</sup> )	149.6	88.4	76.8
Suma de 7 PCDDs (fg/m <sup>3</sup> )	101.3	51.5	57.4

#### 4.1.2. TEJIDO HUMANO (LECHE MATERNA Y/O SANGRE)

La leche materna y la sangre humana se han utilizado como marcadores de exposición de los seres humanos a una serie de COPs durante varias décadas y son medios fundamentales para el biomonitoreo de COPs bajo el Convenio de Estocolmo. Ambas matrices revelan tendencias temporales comparables en una población particular porque integran la exposición ambiental y la exposición dietética relacionada con diferentes hábitos de consumo. Además, proporcionan información pertinente sobre la transferencia de COPs a los lactantes y posibles efectos en la salud.

El objetivo marcado en la Guía del PVM en el análisis de estas matrices es identificar **tendencias temporales** de los niveles de COPs en humanos. El programa también ayuda a la creación de capacidad regional en países en desarrollo al respaldar la capacidad técnica / analítica para detectar la exposición de COPs en los seres humanos. Además, mediante la comparación de los niveles de COPs encontrados en un número estadísticamente confiable de muestras representativas de un determinado país con los niveles encontrados en dichas muestras de otras regiones, se pueden derivar las prioridades para un posible seguimiento en un país con respecto a un determinado COP.

Para promover la confiabilidad y comparabilidad de los resultados, los países participantes recolectan muestras siguiendo un protocolo integral armonizado desarrollado por la OMS y enmendado por el PNUMA. El protocolo brinda orientación sobre el número y tipo de muestras, la selección de donantes, la recolección, el almacenamiento y el envío de muestras al laboratorio de referencia. Para todos los estudios, se aplican principalmente los siguientes criterios para la selección de madres donantes: ser madres primerizas; estar saludables y estar amamantando exclusivamente a un niño (es decir, sin gemelos), entre otros.

Según la Guía del PVM, para obtener datos estadísticamente confiables, se debe contratar a un número apropiado de donantes individuales para que proporcionen muestras para la encuesta. Como primera aproximación, se recomienda un mínimo de 50 muestras individuales para cada país. Se mezclan alícuotas iguales de estas muestras individuales para formar una muestra compuesta representativa ("muestra combinada"). El poder de la encuesta se puede aumentar mediante la inclusión de más de 50 muestras individuales. Se recomienda recolectar una muestra individual representativa por cada millón de ciudadanos. En particular, los países con poblaciones superiores a 50 millones deben incluir al menos un participante adicional por cada millón de habitantes. Los países con poblaciones superiores a los 50 millones (o con recursos suficientes) deberían preparar una segunda muestra combinada (o más) si es posible.

##### 4.1.2.1. Países participantes en estudios de Leche Humana

El depósito de datos DWH del GMP incluye datos de estudios de leche materna y sangre de tres programas diferentes: GMP1, MILK – WHO y WHO que se han aplicado en seis rondas de estudios. Cabe mencionar que el concepto de muestreo para estudios de exposición de la leche materna ha cambiado entre 2000 y 2012. Mientras que en 2000-2003 se motivó a los países a preparar dos o más grupos de muestras para hacer frente a las diferencias dentro de cada país, el documento de orientación para el Plan de Vigilancia Mundial del Convenio de Estocolmo pide actualmente una muestra representativa de más de 50 millones de ciudadanos.

Con el fin de obtener resultados comparables, la concentración media de todas las combinaciones nacionales enviadas es la comúnmente utilizada. En la Tabla 22, se visualizan los países donde se han muestreado COPs en leche humana por los programas GMP 1, WHO, MILK – WHO. En total son 14 países los que han participado desde 1992 a la fecha. Sin embargo, solo Brasil participó en GMP1 y es a partir del 2008 cuando, con el apoyo de los proyectos UNEP/GEF, más países empiezan a participar.

Tabla 22. Años muestreados por país y programa

Programa	País participante	Años de participación
GMP 1	Brasil	1992, 2002
	Antigua y Barbuda	2008, 2018
	Argentina	2019
	Barbados	2010, 2018
	Brasil	2001, 2012
	Chile	2008, 2011
	Colombia	2019
	Cuba	2011
	Ecuador	2019
	Haití	2004, 2011
	Jamaica	2011, 2018
	México	2011, 2017
	Perú	2011, 2019
	Surinam	2012
Uruguay	2009, 2019	
MILK - WHO	Antigua and Barbuda	2007
	Brasil	2002
	Chile	2010
	Haití	2007
	Uruguay	2010

En el siguiente mapa (ver Figura 27), se muestran los 14 países participantes en los tres programas antes mencionados. Como se puede observar, se han cubierto las cuatro subregiones de América Latina y el Caribe, aunque es de llamar la atención que ningún país de Centro América ha participado.

Figura 27. Países participantes en las rondas de leche humana



**Disponibilidad de datos.** En la Tabla 23 se muestran los países y el número de parámetros reportados al repositorio GMP DWH en todas las rondas de muestreos. Las ronda 5 y 6, presentan la mayor participación de países del GRULAC, gracias al apoyo de los proyectos UNEP/GEF GMP. En la última ronda de los 12 países participantes solamente nueve enviaron muestras al laboratorio.

Tabla 23. Disponibilidad de parámetros analizados en Leche Materna, GMP DWH

Programa	País	Ronda 2	Ronda 3		Ronda 4		Ronda 5					Ronda 6				
		1992	2001	2002	2004	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016	2017	2018	2019
GMP 1	Brasil	31		17												
	Antigua y Barbuda						97								108	
	Argentina															108
	Barbados								97						108	
	Brasil		84								87					
	Chile						97			97						
	Colombia															108
	Cuba									66						
	Ecuador															108
	Haití				84						97	97				
	Jamaica										97				108	
	México										97			108		
	Perú										97					108
	Surinam											97				
	Uruguay								97							108
WHO	Antigua y Barbuda									26						
	Brasil		1													
	Chile									26						
	Haití					1										
	Uruguay									26						

**Prevalencia de parámetros por año.** Con relación a los 110 parámetros reportados en la matriz Leche Humana (Tabla 24), 108 se analizaron en la sexta ronda y 13 por primera vez incluyendo PFHxS compuesto en revisión y candidato a ser incluido en el convenio. Estos trece compuestos son: BDE 175/183, Clordecona, Cis-Nonaclor, Dicofol, HCBd, PCA, PCP, PFOA, PFOS, PFHxS, Suma de 7 BPCs, Suma de SCCPs y Trans-Nonacloro.

Tabla 24. Prevalencia de parámetros Matriz Leche Humana. Parámetros analizados por año

No	Parámetro	1992	2001	2002	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2017	2018	2019
1	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (pg/g fat)														
2	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (pg/g fat)														
3	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (pg/g fat)														
4	1,2,3,4,7,8-HxCDD (pg/g fat)														
5	1,2,3,4,7,8-HxCDF (pg/g fat)														
6	1,2,3,6,7,8-HxCDD (pg/g fat)														
7	1,2,3,6,7,8-HxCDF (pg/g fat)														
8	1,2,3,7,8,9-HxCDD (pg/g fat)														
9	1,2,3,7,8,9-HxCDF (pg/g fat)														
10	1,2,3,7,8-PeCDD (pg/g fat)														
11	1,2,3,7,8-PeCDF (pg/g fat)														
12	2,3,4,6,7,8-HxCDF (pg/g fat)														
13	2,3,4,7,8-PeCDF (pg/g fat)														
14	2,3,7,8-TCDD (pg/g fat)														
15	2,3,7,8-TCDF (pg/g fat)														
16	Aldrín (ng/g fat)														
17	Alfa-HBCD (ng/g fat)														
18	Alfa-HCH (ng/g fat)														
19	BDE 100 (ng/g fat)														
20	BDE 153 (ng/g fat)														
21	BDE 154 (ng/g fat)														
22	BDE 17 (ng/g fat)														
23	BDE 175/183 (ng/g fat)														
24	BDE 28 (ng/g fat)														
25	BDE 47 (ng/g fat)														
26	BDE 99 (ng/g fat)														
27	Beta-HBCD (ng/g fat)														
28	Beta-HCH (ng/g fat)														
29	Clordecona (ng/g fat)														
30	cis-Clordano (ng/g fat)														
31	cis-Heptacloro epóxido (ng/g fat)														
32	cis-Nonacloro (ng/g fat)														
33	Dicofol (ng/g fat)														
34	Dieldrín (ng/g fat)														
35	Endosulfán I (Alfa) (ng/g fat)														
36	Endosulfán II (beta) (ng/g fat)														
37	Endosulfán SO4 (ng/g fat)														
38	Endrín (ng/g fat)														

No	Parámetro	1992	2001	2002	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2017	2018	2019
39	Gama-HBCD (ng/g fat)														
40	Gama-HCH (ng/g fat)														
41	HCB (ng/g fat)														
42	HCBD (ng/g fat)														
43	Heptacloro (ng/g fat)														
44	Mirex (ng/g fat)														
45	o,p-DDD (ng/g fat)														
46	o,p-DDE (ng/g fat)														
47	o,p-DDT (ng/g fat)														
48	OCDD (pg/g fat)														
49	OCDF (pg/g fat)														
50	Oxy Clordano (ng/g fat)														
51	p,p-DDD (ng/g fat)														
52	p,p-DDE (ng/g fat)														
53	p,p-DDT (ng/g fat)														
54	Parlar 26 (ng/g fat)														
55	Parlar 50 (ng/g fat)														
56	Parlar 62 (ng/g fat)														
57	PBB 153 (ng/g fat)														
58	PCA (ng/g fat)														
59	BPC 101 (ng/g fat)														
60	BPC 105 (pg/g fat)														
61	BPC 114 (pg/g fat)														
62	BPC 118 (pg/g fat)														
63	BPC 123 (pg/g fat)														
64	BPC 126 (pg/g fat)														
65	BPC 138 (ng/g fat)														
66	BPC 153 (ng/g fat)														
67	BPC 156 (pg/g fat)														
68	BPC 157 (pg/g fat)														
69	BPC 167 (pg/g fat)														
70	BPC 169 (pg/g fat)														
71	BPC 180 (ng/g fat)														
72	BPC 189 (pg/g fat)														
73	BPC 28 (ng/g fat)														
74	BPC 52 (ng/g fat)														
75	BPC 77 (pg/g fat)														
76	BPC 81 (pg/g fat)														
77	BPCs WHO1998-TEQ LB (pg/g fat)														
78	BPCs WHO1998-TEQ UB (pg/g fat)														
79	BPCs WHO2005-TEQ LB (pg/g fat)														
80	BPCs WHO2005-TEQ UB (pg/g fat)														
81	PCDDs WHO1998-TEQ LB (pg/g fat)														
82	PCDDs WHO1998-TEQ UB (pg/g fat)														
83	PCDDs WHO2005-TEQ LB (pg/g fat)														
84	PCDDs WHO2005-TEQ UB (pg/g fat)														
85	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ LB (pg/g fat)														
86	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ UB (pg/g fat)														
87	PCDDs/Fs WHO2005-TEQ LB (pg/g fat)														
88	PCDDs/Fs WHO2005-TEQ UB (pg/g fat)														
89	PCDFs WHO1998-TEQ LB (pg/g fat)														
90	PCDFs WHO1998-TEQ UB (pg/g fat)														
91	PCDFs WHO2005-TEQ LB (pg/g fat)														
92	PCDFs WHO2005-TEQ UB (pg/g fat)														
93	PCP (ng/g fat)														
94	PeCB (ng/g fat)														
95	PFHxS (pg/l)														
96	PFOA (pg/l)														
97	PFOS (pg/l)														
98	Suma de 10 PCDFs (pg/g fat)														
99	Suma de 12 BPCs (pg/g fat)														
100	Suma de 17 PCDDs/Fs (pg/g fat)														
101	Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro (ng/g fat)														
102	Suma de 3 p,p-DDTs (ng/g fat)														
103	Suma de 6 DDTs (ng/g fat)														
104	Suma de 6 BPCs (ng/g fat)														
105	Suma de 7 BPCs (ng/g fat)														
106	Suma de 7 PCDDs (pg/g fat)														
107	Suma de SCCPs (ng/g fat)														
108	trans-Clordano (= Gama) (ng/g fat)														
109	trans-Heptacloro epóxido (ng/g fat)														
110	trans-Nonacloro (ng/g fat)														

### 4.1.3. AGUA

En el Repositorio GMP DWH se cuenta con información de nueve sitios de muestreo en agua de tres Proyectos: Proyecto Monet-Aqua que fue aplicado en Chile y Colombia (un sitio de muestreo pasivo en cada país); Proyecto GMP UNEP en Uruguay con una sola toma de muestra directa para aplicar el método activo; y Proyecto UNEP/GEF GMP que fue aplicado en 6 sitios ubicados en 5 países: Argentina, Brasil, Ecuador, Jamaica y México (figura 4.15), siguiendo el protocolo de toma de muestra de la Guía del PVM.

Adicionalmente, algunos países de la Región reportaron programas de monitoreo y estudios de COPs en agua, pero no se identificó ningún programa de monitoreo formal para la determinación de los contaminantes objetivo, COPs Fluorados, que suministrará cambios de concentración o tendencias.

Figura 28. Sitios de monitoreo en Agua



**Disponibilidad de datos.** En la Tabla 25 se muestran los países, sitios y programas que reportaron datos al repositorio GMP DWH. En la tabla 26 se observan los años de reporte. GMP UNEP se aplicó en un sitio en el 2014, MONET-Aqua en dos sitios en 2016, y UNEP/GEF GMP en seis sitios en los años 2017 y 2018.

Tabla 25. Disponibilidad de información en Agua

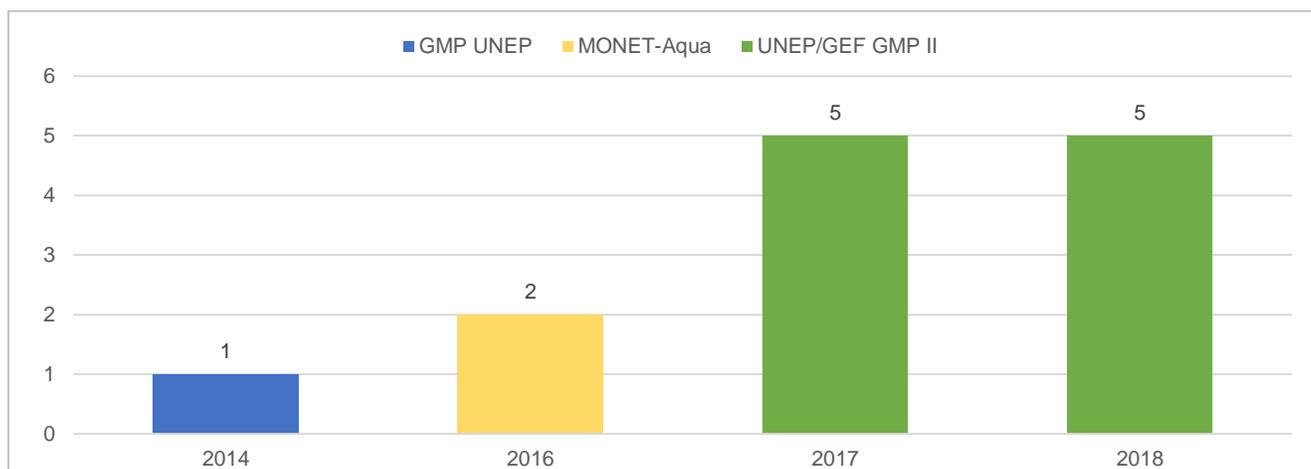
Sitio	País	GMP UNEP	MONET-Aqua	UNEP/GEF GMP
Argentina Río de la Plata	Argentina			
Amazon River	Brasil			
São Paulo São Vicente channel	Brasil			
Daule and Babahoyo River Junction	Ecuador			
Hunts Bay River	Jamaica			
Llanquihue Lake, Los Lagos	Chile			
Ohuira Bay	México			
Peñol-Guatapé Reservoir, Antioquia	Colombia			
Río de la Plata	Uruguay			

Tabla 26. Años en que se aplicaron los Programas

	GMP UNEP	MONET-Aqua	UNEP/GEF GMP II
2014			
2016			
2017			
2018			

Es importante señalar, que los años con más sitios de monitoreo son 2017 y 2018, como se puede observar en la gráfica de la Figura 29.

Figura 29. Número de sitios de muestreo por año y programa



**Parámetros medidos por año.** Con relación a los 50 parámetros reportados de la matriz Agua (Tabla 27). Se observa que en el año 2016 se midieron 47 de los 50 parámetros, pero ninguno de ellos corresponde a los compuestos objetivo listados por el Convenio en la COP 6. En 2014 solamente se reportó el compuesto objetivo PFOS de una sola muestra en Río de la Plata, Uruguay; y del 2017 al 2018 se analizan los tres compuestos objetivos de la matriz agua: PFOS (pg/l), PFHxS (pg/l) y PFOA (pg/l), por el Programa UNEP/GEF GMP II.

Tabla 27. Parámetros analizados por año y programa en la Matriz Agua

No	Parámetro	2014	2016	2017	2018
		GMP UNEP	MONET-Aqua	UNEP/GEF GMP II	
1	Aldrín (pg/l)				
2	Alfa-HBCD (pg/l)				
3	Alfa-HCH (pg/l)				
4	BDE 100 (pg/l)				
5	BDE 153 (pg/l)				
6	BDE 154 (pg/l)				
7	BDE 175/183 (pg/l)				
8	BDE 28 (pg/l)				
9	BDE 47 (pg/l)				
10	BDE 99 (pg/l)				
11	BDE209 (pg/l)				
12	Beta-HBCD (pg/l)				
13	Beta-HCH (pg/l)				
14	cis-Clordano (pg/l)				
15	cis-Heptacoloro epóxido (pg/l)				
16	Dieldrín (pg/l)				
17	Endosulfán I (alfa) (pg/l)				
18	Endosulfán II (beta) (pg/l)				
19	Endosulfán SO4 (pg/l)				
20	Endrín (pg/l)				
21	Gama-HBCD (pg/l)				
22	Gama-HCH (pg/l)				
23	HCb (pg/l)				
24	Heptacoloro (pg/l)				
25	Mirex (pg/l)				
26	o,p-DDD (pg/l)				

No	Parámetro	2014	2016	2017	2018
		GMP UNEP	MONET-Aqua	UNEP/GEF GMP II	
27	o,p-DDE (pg/l)				
28	o,p-DDT (pg/l)				
29	Oxy Clordano (pg/l)				
30	p,p-DDD (pg/l)				
31	p,p-DDE (pg/l)				
32	p,p-DDT (pg/l)				
33	BPC 101 (pg/l)				
34	BPC 118 (fg/l)				
35	BPC 138 (pg/l)				
36	BPC 153 (pg/l)				
37	BPC 180 (pg/l)				
38	BPC 28 (pg/l)				
39	BPC 52 (pg/l)				
40	PeCB (pg/l)				
41	PFHxS (pg/l)				
42	PFOA (pg/l)				
43	PFOS (pg/l)				
44	Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro (pg/l)				
45	Suma de 3 p,p-DDTs (pg/l)				
46	Suma de 6 DDTs (pg/l)				
47	Suma de 6 BPCs (pg/l)				
48	Suma de 7 BPCs (pg/l)				
49	trans-Clordano (= Gama) (pg/l)				
50	trans-Heptaclor epóxido (pg/l)				

Información adicional sobre otras matrices ambientales y estudios científicos llevados a cabo en la región se incluyen en el capítulo 6 de resultados.

## 4.2. ESTRATEGIA SOBRE PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS

Los procedimientos analíticos empleados para asegurar la calidad y comparabilidad de los datos incluyen desde el muestreo, la extracción y limpieza de la muestra hasta el análisis de los COPs.

Los procedimientos analíticos aplicados por los programas de muestreos en la región GRULAC, como GAPS para aire, Monet para agua y los estudios de la OMS, cuentan con sus propios procedimientos, los cuales han sido reconocidos y armonizados para el PVM. En lo que respecta a los proyectos UNEP/GEF GMP, estos se basan en las especificaciones dadas en la Guía del Plan de Vigilancia Mundial, procedimientos estándar de operación específicos para el muestreo de aire ambiente; Guías y videos con tutoriales para el monitoreo de leche materna; el protocolo para el muestreo de agua y guías para el análisis de COPs; desarrollados por UN Medio Ambiente desde 2013 al 2018 para armonizar los procedimientos analíticos. Todos ellos se encuentran a disponibilidad del público en general en el sitio web: [https://www.unep.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/persistent-organic-pollutants/guidance-and-standard?\\_ga=2.179288996.1673534726.1617999437-1597748263.1613938217](https://www.unep.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/persistent-organic-pollutants/guidance-and-standard?_ga=2.179288996.1673534726.1617999437-1597748263.1613938217).

Entre estas guías y procedimientos se cuenta, entre otros, con:

- Procedimiento para el muestreo de aire usando captadores pasivos (PAS)
- Procedimiento para el muestreo de aire usando captadores activos (CAV)
- Estudio coordinado por el PNUMA sobre contaminantes orgánicos persistentes en leche humana. Guía para la organización, el muestreo y el análisis.
- Protocolo 1: Análisis de ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS) en agua y sulfonamida de perfluorooctano (FOSA) en leche materna, suero humano y aire, y análisis de algunas sulfonamidas de perfluorooctano (FOSAS) y perfluorooctano sulfonamido etanoles (FOSES) en el aire
- Protocolo 2: Protocolo para el análisis de éteres de difenilos policlorados (BPC) y plaguicidas órganoclorados (OCP) en leche materna, aire y suero humano.
- Protocolo 3: Protocolo para el análisis de éteres de difenilos polibromados (PBDE) en leche materna, aire y suero humano
- Protocolo 5: Protocolo para el análisis de dibenzo-para-dioxinas policloradas, Dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF) y bifenilos policlorados tipo dioxina (dl-BPC) en aire ambiental y tejidos humanos

En la región América Latina y el Caribe se han utilizado dos tipos de muestreadores pasivos: muestreadores pasivos de espuma de poliuretano (PUF) y de resinas poli aromáticas hidrofóbicas (XAD), que poseen diferente resolución temporal. De 2004 a 2009 los muestreadores PUF se emplearon con mayor frecuencia en la región; sin embargo, los muestreadores XAD se instalaron junto con los muestreadores PUF en algunos sitios, a fin de permitir la comparación entre los dos sistemas de muestreo. En esos años los muestreadores PUF fueron analizados para bifenilos policlorados (BPCs) y algunos plaguicidas clorados, y los muestreadores XAD sólo para plaguicidas clorados. A partir de 2010 con LAPAN se extiende el uso de muestreadores pasivos XAD y también los parámetros analizados como se describió en la sección 4.1.

El procedimiento de **muestreadores activos de aire** (CAV), ha sido elaborado para dar apoyo a la implementación del del PVM de COPs bajo el Convenio de Estocolmo. Este procedimiento es aplicable a la instalación de CAV en localizaciones urbanas, suburbanas, rurales y remotas. A la fecha solo habían un muestreador activo localizado en Brasil bajo el proyecto UNEP/GEF GMP, pero no hubieron datos disponibles; y tres muestreadores activos bajo el programa de COPs de Colombia.

Por otro lado, la leche materna es considerada como una de las mejores matrices de muestreo para el bio monitoreo debido a su disponibilidad y al enfoque no invasivo en la recolección de las muestras individuales. Su alto contenido de lípidos hace más sencillo el método de extracción y ofrece mayor precisión a las mediciones de COPs. Los primeros estudios en leche materna fueron realizados por la OMS en Europa y Norteamérica de 1987 a 1989 y en 1992 y 1993, y se centraban exclusivamente en BPC, PCDD y PCDF. En 2001-2003, se realizó una encuesta global que consideraba doce COPs enumerados inicialmente en el Convenio de Estocolmo. Tras la ratificación del Convenio de Estocolmo, la OMS y el PNUMA iniciaron su colaboración, y realizaron dos encuestas globales adicionales en 2005-2007 y 2008-2012. Con dichos estudios se amplió significativamente el alcance geográfico para obtener resultados representativos de todas las regiones del mundo. Los resultados de tales encuestas han sido compilados en el documento UNEP/POPS/COP.6/INF/33. La quinta ronda de la encuesta sobre leche humana (2013-2014) tuvo como objetivo detectar cambios en los niveles de los COPs iniciales medidos en poblaciones humanas y construir una línea de base consistente para la exposición humana a los contaminantes orgánicos persistentes recién incluidos. La sexta ronda 2016-2018 pretende obtener tendencias temporales de exposición a COPs.

En relación con la matriz de agua para esta tercera evaluación los proyectos UNEP/GEF GMP II aplicaron el método del muestreo directo como lo recomienda el Protocolo para muestreo de agua de UN Medio Ambiente 2017, "Protocol for the Sampling of Water as a Core Matrix in the UNEP/GEF GMP II Projects for the Analysis of PFOS" por su nombre en inglés; con una frecuencia de muestreo de 4 veces por año por sitio de monitoreo.

### 4.3. ESTRATEGIA DE LOS LABORATORIOS PARTICIPANTES

En la región GRULAC cada uno de los programas que han suministrado datos cuenta con laboratorios de referencia para el análisis de sus muestras, con la finalidad de garantizar la confiabilidad de los datos y mejorar la comparabilidad de los resultados analíticos. Para la matriz de aire ambiente las muestras del programa LAPAN son analizadas por el centro RECETOX; las muestras del programa GAPS son analizadas por el ECCC y las muestras de Air-GEF resultado de los proyectos PNUMA/GEF GMP, son analizadas por el CSIC-IDAEA de España. El Centro de Investigación MTM de la Universidad de Örebro, Suecia, realiza los análisis de los productos químicos perfluorados en todas las matrices: aire, agua y leche materna.

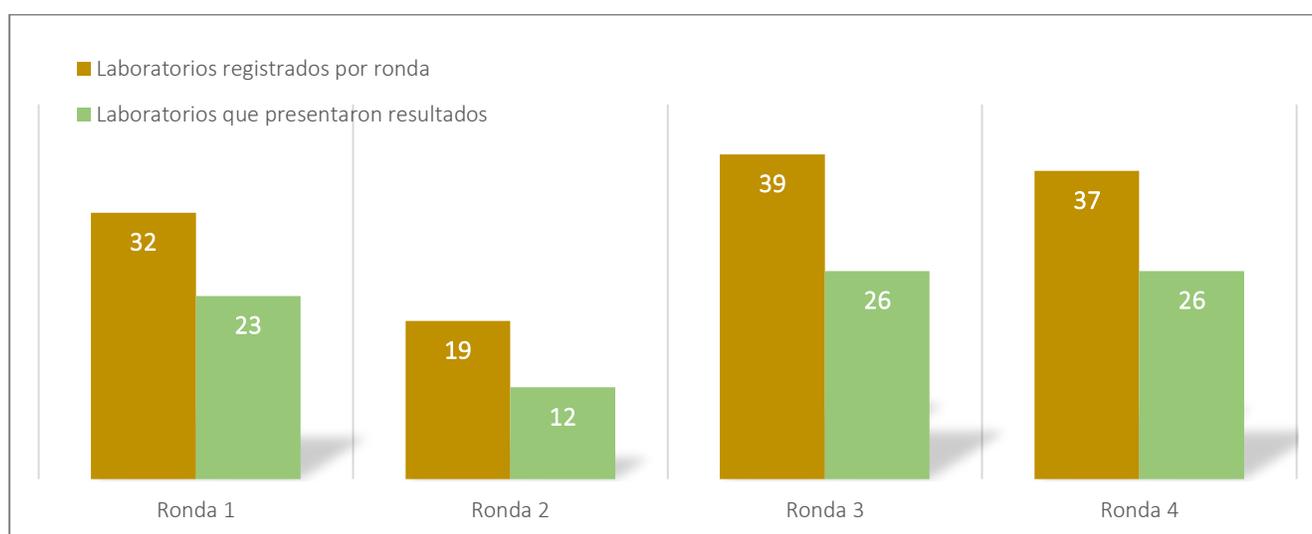
Asimismo, la OMS ha coordinado una serie de estudios de evaluación de calidad entre laboratorios, siendo el Instituto Estatal para Análisis Químico y Veterinario de Alimentos de Freiburg quien cumplió con todos los criterios predefinidos para los análisis de PCDD, PCDF, BPC similares a las dioxinas y los marcadores de BPC en la grasa de la leche materna, por lo cual fue seleccionado como el Laboratorio de Referencia de la OMS para analizar los COPs ,a excepción de PFOS, de los estudios en leche humana.

A la fecha la región GRULAC no ha desarrollado una metodología para clasificar los laboratorios nacionales según su nivel de instrumentación ni se han establecido criterios para su clasificación. Ningún laboratorio de la región analiza rutinariamente muestras de COPs en las matrices objetivo y tampoco participan en el análisis de las muestras de los programas regionales. Solamente algunos países de la región como Brasil, Colombia y México han instrumentado programas de monitoreo y análisis de COPs por cortos períodos de tiempo. Tal es el caso de los datos generados por Colombia incluidos en el DWH.

Para fortalecer las capacidades analíticas de los laboratorios de los países de la región se han desarrollado Guías y procedimientos estándares de operación para definir procedimientos analíticos; brindando cursos de capacitación; entrenamientos en los laboratorios de los países y se ha financiado la participación de los laboratorios nacionales en pruebas de evaluación interlaboratorios que se llevan a cabo cada dos años; todo lo anterior a través de los proyectos UNEP/GEF GMP.

El Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas ha venido coordinando estas evaluaciones interlaboratorios bianuales desde 2010, y a la fecha se han llevado a cabo cuatro rondas en las cuales se han realizado evaluaciones de diversas matrices como: sedimentos, pescado, leche y plasma humanas, extractos de aire y muestras de agua entre otras. De la región GRULAC 64 laboratorios participaron en estas rondas de evaluación, sin embargo, solo 5 participaron en las cuatro rondas, 14 en dos rondas, 21 en una ronda y 19 no entregaron resultados. La participación de los laboratorios de la región y su entrega de resultados se observa en la Figura 30. <https://www.unenvironment.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/persistent-organic-pollutants/pops-interlaboratory>.

Figura 30. Número de laboratorios de GRULAC que participaron en evaluaciones interlaboratorios



Fuente: (Fiedler H, 2019)

El resultado del desempeño de los laboratorios de la región, que participaron en dichas evaluaciones, se presenta a continuación en el Tabla 28 donde S significa un resultado satisfactorio, Q cuestionable, U no satisfactorio, C consistente e I inconsistente.

Tabla 28. Distribución de puntajes z en cuatro rondas de evaluaciones entre laboratorios

Región	S	Q	U	C	I	Subtotal
<b>GRULAC</b>	2,054	431	1,692	87	304	4,568

Fuente: Fiedler H, 2019.

Los resultados del desempeño de estas pruebas interlaboratorios se reflejan también en el Banco de datos de laboratorios de análisis de COPs, que fue desarrollado de 2005 a 2007, gracias al financiamiento del proyecto mundial UNEP/GEF “Evaluación de la capacidad existente y las necesidades de creación de capacidad para analizar los COPs en los países en desarrollo” establecido por mandato de la COP1. (Bi-ennial Global Interlaboratory Assessment on POPs 2010-2011, March 2012).

Desde entonces, la Subdivisión de Productos Químicos mantiene este banco de datos actualizado a través de cuestionarios que llenan los laboratorios y lo pone a disposición del público en su sitio web. <http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=2420>. Actualmente existen registrados en el banco 60 laboratorios de la región GRULAC correspondientes a 22 países. Ver Anexo 2. Listado de Laboratorios.

#### 4.4. MANEJO DE DATOS Y PREPARACIÓN PARA EL INFORME DE SEGUIMIENTO REGIONAL

El manejo de datos bajo el Plan de Monitoreo Global DE COPs es responsabilidad de los miembros de los Grupos de Organización Regional (GOR). El objetivo del PVM es determinar los cambios en las concentraciones de los COPs enumerados a lo largo del tiempo y la identificación de tendencias a partir del seguimiento de los COPs a nivel mundial para respaldar la evaluación de la eficacia del Convenio de Estocolmo como se especifica en el artículo 16 del Convenio.

Lo que requiere el PVM, indicado en la Guía PVM, es que los datos generados y proporcionados deben ser comparables, validados, armonizados y capaces de revelar tendencias a lo largo del tiempo y espacio de contaminantes de interés en las diversas regiones. Con este fin, se ha desarrollado el depósito de datos del Plan de Monitoreo Global (GMP DWH), una herramienta electrónica que contiene un repositorio de datos multinivel, herramientas analíticas y una plataforma de visualización.

Para este informe, el procedimiento que se instrumentó en el manejo de los datos obtenidos del repositorio DWH del GMP, se describe a continuación:

- A. **Configuración de Base datos GRULAC.** Se elaboró una tabla estructurada en Excel (en adelante referida como base de datos GRULAC) de los datos obtenidos, con la cual se realizó el manejo de datos con tablas dinámicas y funciones avanzadas de Excel.
- B. **Revisión de los datos** existentes por Programa de Muestreo. Se revisó la cantidad de datos existentes por matriz y programa, verificando renglones repetidos, triplicados y cuadruplicados y se procedió a realizar una limpieza de esta. Se desarrollaron tablas dinámicas por tipo de matriz para revisar cada matriz.
- C. **En el caso de la matriz de Aire** se revisó:
  - a) **Programas que suministran datos.** Descripción y revisión de los programas, países participantes, sitios y parámetros que analiza cada programa.
  - b) **Ubicación geográfica de los Sitios.** Se extrajo de la base de datos GRULAC la ubicación geográfica de los sitios de muestreo y se llevó a un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU (General Public License) llamado QGIS, esto para facilitar el análisis de la ubicación de los sitios. Con el QGIS se revisó la ubicación de los sitios de muestreo de aire en cada uno de los Programas para validar la ubicación geográfica y la consistencia de las coordenadas en los registros de cada línea de datos. En el Anexo 1, se presenta la lista de las estaciones con sus correspondientes coordenadas.
  - c) **Prevalencia de los sitios.** Se evaluó que los sitios de muestreos de aire usados en las diferentes etapas de los programas fueran consistentes, es decir, que mantuvieran su ubicación geográfica de un año o etapa a otra de monitoreo. Para los proyectos UNEP/GEF GMP, en general, los sitios de monitoreo no mantuvieron su ubicación geográfica de una campaña de monitoreo a otra (2010-2011 a 2016- 2018), por lo que se seleccionaron aquellos sitios que estaban a menos de 10 kilómetros de distancia, localizados en el mismo país y con la misma clasificación. Al encontrar que existen sitios con el mismo nombre, pero con coordenadas diferentes o sitios con diferentes nombres, y ubicados en un radio de 10 kilómetros a la redonda de otro, se realizó una consulta a los países para verificar la prevalencia de estos. Del resultado de la consulta Chile y Ecuador expresaron que los sitios eran diferentes, los demás países indicaron que eran los mismos sitios, como es el caso de Antigua and Barbuda y St Phillips; Barbados y St James; Brasil y Sao Paulo; Perú y Lima; Jamaica y Kingston; Uruguay y Montevideo. México expresó que el sitio Montes Azules, Chiapas y el sitio Los Mochis, tienen características similares, aunque estén separados por casi dos mil kilómetros de distancia por lo que no se pueden considerar como el mismo sitio. Ver Anexo 3. Mapas.
  - d) **Armonización de sitios.** Después de haber realizado la evaluación de la prevalencia de los sitios se procedió a armonizar la base de datos de UNEP/GEF GMP, denominada como Air-GEF en DWH, homologando las coordenadas de aquellos sitios que prevalecieron y ajustándolas a las coordenadas de la campaña 2016- 2018. Se hace notar que el programa GAPS también armonizó la ubicación de sus sitios de monitoreo.
  - e) **Revisión de la clasificación de sitios.** En los primeros informes, los sitios de muestreo de aire según los criterios establecidos en las anteriores Guías del PVM se clasificaban como remoto, rural, suburbano, urbano y agrícola. La enmienda del año 2019 de la Guía recomienda que los sitios sean clasificados como: Remoto, Rural y Urbano. Cabe señalar, que casi el 30% de los sitios de la base de datos de GMP DWH se presentan como no clasificados. Para la clasificación de los sitios se toma en cuenta la densidad de población de la siguiente manera: urbano  $\geq$  200,000 habitantes en un

- radio de 10 km; suburbano = entre 20,000 y 200,000 habitantes en un radio de 10 km; rural = entre 2,000 y 20,000 habitantes en un radio de 10 km; remoto = relativamente deshabitado (<2,000 habitantes en un radio de 10 km). La información y clasificación del sitio es importante para comparar datos dentro de una región y entre regiones.
- f) **Completud de los datos por sitio de monitoreo.** Se aplicó el criterio de 75% de días de muestreo por año de muestreo para validar los años de muestreo de cada sitio de monitoreo y programa. En el caso del monitoreo pasivo PUF se verificó que cada año de muestreo estuviera representado por lo menos por 3 muestras expuestas cada una por tres meses y en el caso del muestreo XAD se verificó que los muestreadores estuvieran expuestos por lo menos 275 días para representar cada año de muestreo.
  - g) **Parámetros medidos en cada sitio y año de monitoreo**
- D. **En el caso de la matriz de leche humana se revisó:**
- a) **Programas que suministran datos.** Descripción y revisión de los programas, países participantes y parámetros que analiza cada programa.
  - b) **Ubicación de los países participantes.**
  - c) **Participación reiterada** de los países por ronda de estudios de leche materna.
  - d) **Países que entregaron muestras al laboratorio** de referencia y cuyos resultados están en la base de datos.
  - e) **Número de muestras por país.**
  - f) **Parámetros medidos en cada país y ronda**
- E. **En el caso de la matriz de agua se revisó:**
- a) **Programas que suministran datos.** Descripción y revisión de los programas, países participantes, sitios y parámetros que analiza cada programa.
  - b) **Ubicación geográfica** de los sitios de muestreo.
  - c) **Prevalencia** de sitios.
  - d) **Completud.** Sitios que cumplieron con el criterio de por lo menos 3 de 4 muestras en un año.
  - e) **Verificación de protocolo** de muestreo.
  - f) **Parámetros medidos en cada sitio y año de muestreo**
- F. **Deficiencia de datos.** Durante estas actividades se identificaron algunas deficiencias en los datos, como es caso:
- a) **Ubicación de sitios.** No todos los países mantienen la ubicación de los sitios de monitoreo en los programas.
  - b) **Suficiencia de datos.** Hay sitios que no tienen suficientes datos para representar un año de monitoreo, es decir, no alcanzan el nivel de 75% de completud.
  - c) No todos los países participan recurrentemente en los programas de monitoreo. En aire la mayoría de los sitios solo presentan un año de datos de muestreo. En leche materna ocho países han participado en dos rondas y uno en tres.
  - d) **Clasificación de sitios.** Sitios no clasificados (29 en total).
  - e) **Datos faltantes de los programas.** Los programas o proyectos no cargaron previamente, en el repositorio del GMP DWH, los datos de todas las muestras cuando este informe se integró.

#### 4.4.1. PROTOCOLOS ACORDADOS PARA LA ADQUISICIÓN, ALMACENAMIENTO, EVALUACIÓN Y ACCESO DE DATOS

La región GRULAC no tiene acordados protocolos específicos para la adquisición, almacenamiento, evaluación y acceso de datos. Para esta tercera evaluación como se ha mencionado se utilizan los datos incorporados al repositorio de datos GMP DWH y las herramientas que este repositorio facilita como formatos y guías para la incorporación de los datos, el almacenamiento, evaluación y acceso de datos. Los datos incorporados en el DWH provienen de:

- Los resultados obtenidos por el Programa de Monitoreo Atmosférico Pasivo Global (GAPS) apoyado por la Agencia de Medio Ambiente de Canadá.

- Los resultados de la implementación de los proyectos UNEP/GEF, llamados “Apoyo en la Implementación del Plan de Vigilancia Mundial (GMP) de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), en los países de América Latina y el Caribe”
- Los resultados obtenidos de la Red Latino Americana de Monitoreo Atmosférico Pasivo (LAPAM)
- Programas o estudios nacionales de los países de la Región GRULAC, como: Red de Monitoreo de COPs de Colombia
- Estudios de Leche humana de WHO
- Programa Monet Aqua

#### **4.4.2. CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS**

Según la Guía del PVM, es importante utilizar varios estadísticos para la agregación anual, como el mínimo, el máximo, la media aritmética y geométrica y la mediana, que se pueden utilizar para una evaluación adicional de las tendencias.

Aunque la media aritmética fue recomendada por versiones anteriores del documento de orientación, las experiencias de las dos primeras campañas de monitoreo muestran sesgos significativos de una distribución normal de datos de concentración. Con base en este conocimiento, la mediana se utilizará en esta tercera evaluación como una estadística sólida y simple para la agregación anual. En por lo anterior que la mayoría de las estadísticas reportadas en este informe se basan en la mediana.

En lo que respecta a la disponibilidad de datos para establecer series de tiempo es necesario contar con prevalencia en los sitios de monitoreo o participación repetida. Para la matriz de aire ambiente después de aplicar el criterio de completud se contó con 93 sitios de los cuales el 57% de ellos solamente monitorearon un año y 43% más de 2 años, dando como resultado 40 sitios disponibles; y para la matriz de leche materna se cuenta con datos de 9 países que han participado en 2 rondas del estudio de la OMS, pero solo 7 en la sexta ronda.

Para el cálculo de tendencias se utilizó Mann-Kendall y se graficaron líneas de tendencias logarítmicas que tuvieron en general el mejor ajuste de  $r$ . En general se obtienen resultados no significativos ya que los datos presentan gran variabilidad. Según la experiencia de las dos primeras campañas de muestreo para la evaluación de COPs, el tamaño de muestra para identificar una tendencia (típicamente una disminución de la concentración de COPs) se observa entre 7 y 10 años de monitoreo (UNEP, 2019).

#### **4.4.3. ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Como se mencionó, los datos usados para este informe se han obtenido del Repositorio GMP DWH. Es importante señalar que este almacenamiento de datos del Plan de Vigilancia Mundial da soporte a la recolección de datos y asiste a los grupos regionales y a los grupos de coordinación global en la elaboración de informes de vigilancia y en la evaluación de la eficacia.

Dicho Repositorio GMP DWH incluye un sistema de captura interactiva de datos, su manejo y un módulo de presentación. El citado instrumento constituye un valioso depósito de información de acceso público que puede ser usado como un útil recurso para los encargados de formular políticas y los investigadores de todo el mundo. La herramienta se encuentra disponible en <http://data.pops-gmp.org/2020/>.

#### **4.4.4. DATOS DE PROGRAMAS DISPONIBLES.**

Los datos de los programas existentes se han incorporado al repositorio de datos del Plan de Vigilancia Mundial y se han puesto a disposición de los grupos de organización regionales para su validación y análisis (<https://dmc.pops-gmp.org/auth/dashboard>). Asimismo, se proporciona a los grupos de organización regionales el acceso, de manera eficiente y amigable, para recabar información sobre los actuales programas y actividades de monitoreo con un manejo y presentación de datos armónico de todas las regiones, para el desarrollo de los informes de vigilancia (<http://data.pops-gmp.org/2020/grulac/#>). En la tabla 29, se muestra el número de datos disponibles en el GMP DWH para cada año y el número de sitios monitoreados por matriz.

Tabla 29. Resumen de disponibilidad de datos en el DWH

Matriz	Programa	Año inicio	Año final	Número parámetros	Número de sitios	Número datos
Air	AIR - GEF	2010	2018	99	21	3552
	Colombia - POPs monitoring	2009	2014	49	5	901
	GAPS	2004	2016	93	29	2,587
	LAPAN	2010	2016	45	56	3,298
Leche humana	GMP 1	1992	2002	40	1	48
	MILK - WHO	2001	2019	110	14	2,360
	WHO	2002	2009	26	5	317
Sangre humana	GMP 1	1997	2001	12	1	54
Agua	MONET-Aqua	2016	2016	47	2	94
	GMP UNEP	2014	2014	1	1	1
	UNEP/GEF GMP II	2017	2019	3	6	33

Fuente: GMP DWH (<http://data.pops-gmp.org/2020/grulac/#>).

## 5. PREPARACIÓN DEL INFORME DE VIGILANCIA

Los arreglos que estableció el Grupos de Organización Regionales (GOR)-GRULAC para la preparación del Tercer Informe de Vigilancia consistieron en:

- Establecimiento del equipo de redacción compuesto por:
  - Miembros de GOR
  - Un consultor
  - Un traductor
  - Un editor
- Establecimiento del calendario de elaboración del informe
- Desarrollo de los términos de referencia para la contratación
- Selección de consultores
- Contratación del consultor para procesar y analizar los datos y producir un informe preliminar
- Teleconferencias para discutir el borrador inicial, con la participación de miembros del GOR y los consultores
- Reunión virtual para discutir y finalizar el borrador del informe
- Traducción inglés/español
- Distribución del Informe a los puntos focales de los países de la región, para su revisión, comentarios y recomendaciones
- Cierre del Informe

El GOR elaboró los términos de referencia para el trabajo de consultoría, los cuales fueron distribuidos a los consultores candidatos identificados por el GOR.

Las principales funciones del consultor fue la revisión y actualización de la información de la región, como: características, Planes Nacionales de Implementación e Informes Nacionales; manejo, análisis e interpretación de datos de muestreo y datos de estudios de COPs incorporados en el DWH del PVM; procesamiento de la información para la entrega de resultados; elaboración de conclusiones y recomendaciones en colaboración con los miembros del GOR; desarrollo del borrador del tercer informe regional durante julio 2020 a marzo del 2021; incorporación de las observaciones de los miembros del GOR y de los países y conclusión del documento.

Cabe aclarar que debido a la pandemia del COVID – 19, la reunión presencial para la conclusión del informe, que estaba programada para llevar a cabo el desarrollo de conclusiones, recomendaciones y la revisión final y completa del mismo, no se pudo realizar. Por lo anterior se trabajó a través de correo electrónico y se tuvieron una serie de reuniones virtuales en las que se revisaron uno por uno los capítulos del informe, se realizaron aclaraciones y se atendieron observaciones de los miembros del GOR.

La versión del borrador semifinal en inglés y español fue circulada entre los puntos focales de los 33 países de la región que conforman el GRULAC durante abril de 2021. De estos países, 31 confirmaron la recepción del documento mediante mensaje electrónico. Dos no lo recibieron por que el tamaño de documento rebasó la capacidad del correo electrónico. Se recibieron comentarios de 4 países, y otros requirieron un tiempo adicional para revisar el documento, dándose una extensión para ello durante una segunda convocatoria.

Los miembros del GOR y los consultores se reunieron en un taller virtual para revisar e incluir los últimos comentarios y observaciones enviados por los países y terminar el informe regional.

El informe final fue enviado al secretariado en abril de 2021 y se presentará al grupo de coordinación en los próximos meses. La edición final en español e inglés se publicará en el sitio web del Convenio de Estocolmo (<http://www.pops.int/>) en 2021.

## 6. RESULTADOS

El monitoreo formal de COPs en aire ambiente de la región GRULAC inició en 2004 con la participación de cinco países en el Programa GAPS. En el año 2005 se incorporaron tres países más, dando un total de ocho países que bajo dicho programa proporcionaron los datos para el Primer Informe de Vigilancia de la región. Para el Segundo Informe de Vigilancia se contó con datos de 17 países de: GAPS, proyectos UNEP/GEF/SAICM I y LAPAN. El presente Tercer Informe de Vigilancia incluye información de 19 países de los mismos programas que suministraron datos para el Segundo Informe.

Al Tercer Informe se sumaron países y sitios con años completos y monitoreo recurrente en la matriz de aire, que permiten evaluar cambios de concentración en nueve países. Además, se miden 83 parámetros, de los cuales 13 fueron medidos por primera vez en la Región; estos incluyen compuestos nuevos, emergentes y el Ácido Perfluorohexano Sulfónico (PFHxS), compuesto candidato a ser incorporado al Convenio.

Sin embargo, la variabilidad de los datos de la región y su baja recurrencia no permitió que se obtuvieran tendencias significativas. La Figura 31 resume la disponibilidad de datos por matriz y compuesto del DWH al 4 de enero de 2021, nótese que en la región las matrices aire y leche materna presentan tendencias no significativas para algunos compuestos y las matrices agua y sangre no cuentan con datos suficientes para evaluarlas.

Figura 31. Resumen de disponibilidad de datos y tendencias en la región GRULAC

	Aire	Agua	Leche humana	Sangre humana
Aldrín	85 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 45, N/A: 40)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	17 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 8, N/A: 9)	1 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 1)
Clordano	362 (Inc.: 1, Dec.: 0, Insig.: 210, N/A: 151)	6 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 6)	75 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 27, N/A: 48)	
Dicloro difenil tricloretano	691 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 365, N/A: 326)	16 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 16)	136 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 72, N/A: 64)	4 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 1, N/A: 3)
Dieldrín	103 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 55, N/A: 48)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	18 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 9, N/A: 9)	1 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 1)
Endrín	77 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 41, N/A: 36)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	17 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 9, N/A: 8)	
Hexaclorobenceno	86 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 50, N/A: 36)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	18 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 9, N/A: 9)	1 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 1)
Heptacloro	207 (Inc.: 0, Dec.: 1, Insig.: 132, N/A: 74)	8 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 8)	70 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 33, N/A: 37)	1 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 1)
Mirex	77 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 40, N/A: 37)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	17 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 8, N/A: 9)	1 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 1)
Bifenilos Policlorados	812 (Inc.: 1, Dec.: 1, Insig.: 425, N/A: 385)	16 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 16)	116 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 64, N/A: 52)	
Bifenilos Policlorados coplanares	597 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 285, N/A: 312)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	223 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 153, N/A: 70)	
Dibenzodioxinas policlorados	456 (Inc.: 0, Dec.: 2, Insig.: 233, N/A: 221)		175 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 108, N/A: 67)	
Dibenzofuranos policlorados	507 (Inc.: 0, Dec.: 4, Insig.: 236, N/A: 267)		204 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 126, N/A: 78)	
Dibenzodioxinas/Dibenzofuranos policlorados	198 (Inc.: 0, Dec.: 2, Insig.: 70, N/A: 126)		84 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 54, N/A: 30)	
Toxafeno			51 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 27, N/A: 24)	
Clordecona			9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	
Alfa-Hexaclorociclohexano	103 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 55, N/A: 48)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	18 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 9, N/A: 9)	1 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 1)
Beta-Hexaclorociclohexano	85 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 45, N/A: 40)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	18 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 9, N/A: 9)	1 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 1)
Gama-Hexaclorociclohexano	103 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 55, N/A: 48)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	18 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 9, N/A: 9)	1 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 1)
Hexabromobifenilo	10 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 10, N/A: 0)		4 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 8, N/A: 6)	
Pentaclorobenceno	71 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 31, N/A: 40)	2 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 2)	14 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 8, N/A: 6)	
Éteres de Polibromodifenilos	654 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 267, N/A: 387)	16 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 16)	95 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 44, N/A: 51)	
Sulfonato de perfluorooctano	31 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 10, N/A: 21)	11 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 11)	9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	
Endosulfán	276 (Inc.: 0, Dec.: 2, Insig.: 131, N/A: 143)	6 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 6)	42 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 24, N/A: 18)	
Hexabromociclododecano	65 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 41, N/A: 24)	6 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 6)	6 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 24, N/A: 12)	
Hexaclorobutadieno	9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 9, N/A: 0)		9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	
Pentaclorofenol			9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	
Pentacloroanisol			9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	
Dicofol			9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	
Ácido Perfluorohexano Sulfónico	7 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 7)	10 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 10)	9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	
Ácido Perfluorooctanoico	15 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 15)	10 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 10)	9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	
Parafinas Cloradas de cadena corta			9 (Inc.: 0, Dec.: 0, Insig.: 0, N/A: 9)	

Tipo de tendencias

- Incremento
- Decremento
- significante
- disponible
- os insuficientes

Fuente: DWH

El monitoreo formal de matrices bióticas en la región se enfoca principalmente en la matriz de leche materna bajo el programa OMS/PNUMA. Este Tercer Informe incluye el análisis de cambios de concentración en nueve países que participaron en dos o más rondas y comparaciones de 108 parámetros del programa MILK-WHO, entre los cuales 13 también fueron medidos por primera vez.

El monitoreo formal de agua inició en la región en 2014 con una toma de muestra y se formalizó para los compuestos objetivo PFOS, PFOA and PFHxS en 2017 y 2018 cuando se implementó el monitoreo en seis sitios de 5 países. Las concentraciones de estas sustancias, de estos sitios y años, representarán la información de referencia para futuras evaluaciones.

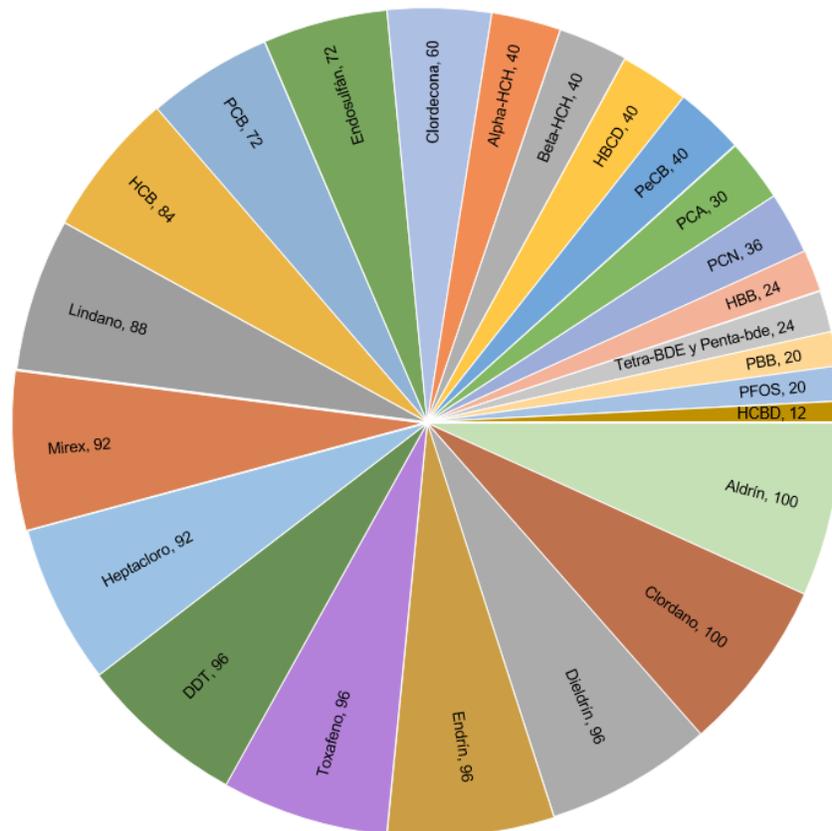
Los resultados por matriz y programa se detallan en la sección 6.2. Revisión de niveles y tendencias.

## 6.1. CONSIDERACIONES REGIONALES

Las fuentes de compuestos orgánicos persistentes de la Región de América Latina y el Caribe son: producción, existencias e importaciones. Las cuales han ido disminuyendo por el efecto que han tenido las prohibiciones que han aplicado los países de la región. Las prohibiciones incluyen desde su producción, usos e importación hasta la exportación.

De los 31 países de GRULAC, que son signatarios del Convenio, 25 han reportado alguna prohibición en los Informes Nacionales que tienen que presentarse cada 4 años en seguimiento a lo establecido en el Artículo 15 del Convenio (<http://www.pops.int/Countries/Reporting/NationalReports/tabid/3668/Default.aspx>). Hay COPs a los que se les aplican todas estas prohibiciones inclusive en todos los usos. Los COPs regulados por más países en la región son: Aldrín, Clordano, Dieldrín, Endrín, Toxafeno y DDT; en la figura 32 se muestran los porcentajes de regulación de cada uno de los COPs, donde se asigna el 100% a aquellos compuestos que tienen alguna regulación en todos los 25 países que han emitido reportes.

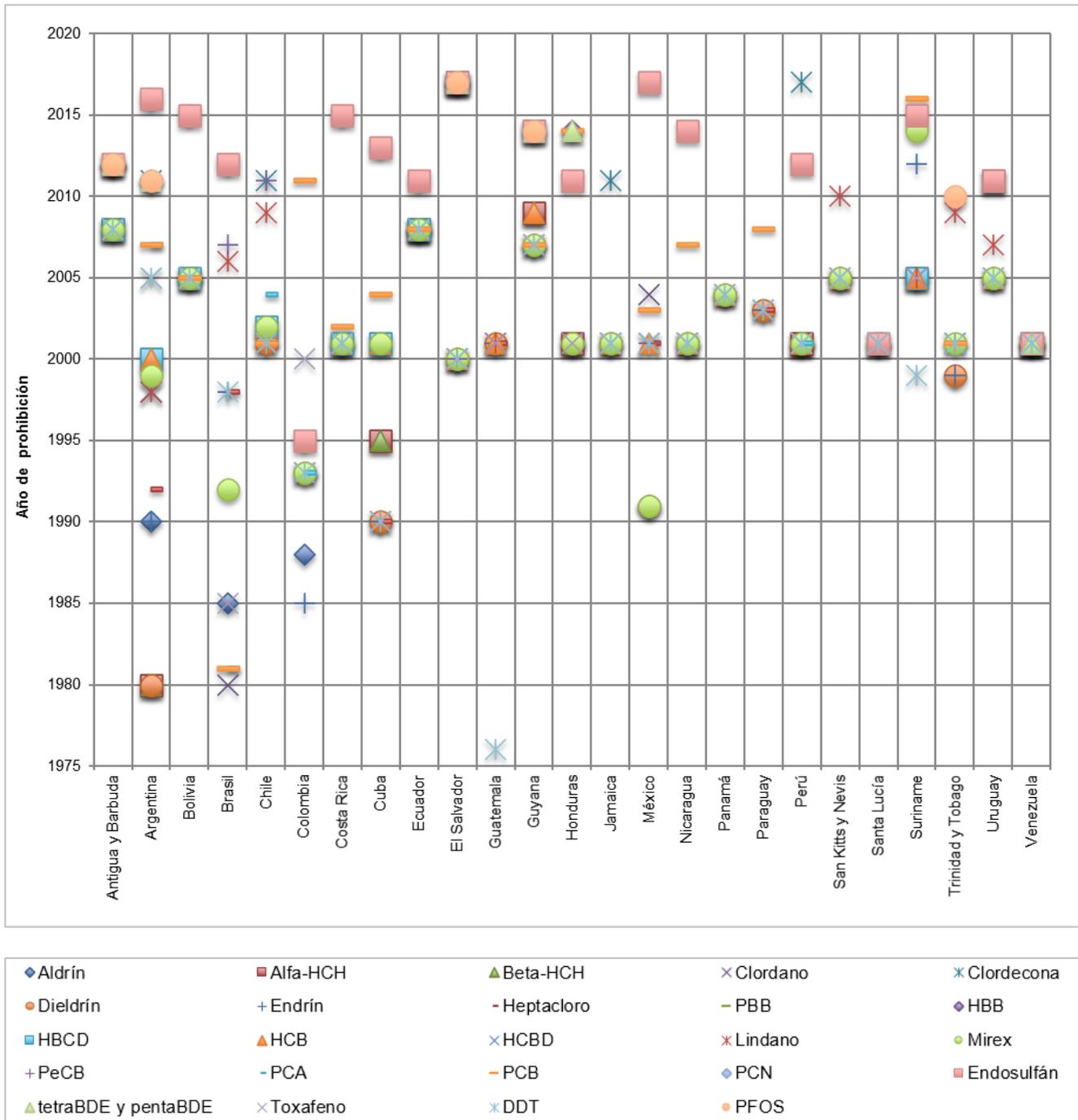
Figura 32. Compuestos regulados por 25 países en la región GRULAC



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/NationalReports/tabid/3668/Default.aspx>

El registro más antiguo de prohibición lo emite Guatemala en 1976 sobre el DDT; en los años ochenta, Argentina y Brasil emiten prohibiciones sobre Endosulfán, Dieldrín y Clordano; y después del año 2000 la mayoría de las partes de GRULAC se suman estableciendo prohibiciones para diversos COPs. La figura 33 resume esta información presentando los COPs regulados, año y países que emitieron alguna prohibición.

Figura 33. Compuestos regulados, países y año de regulación en GRULAC



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/NationalReports/tabid/3668/Default.aspx>

Con respecto a la producción, 18 países han reportado prohibiciones de producción desde 1980, a pesar de que muchos de ellos nunca han producido los compuestos, ver figura 34. Sin embargo, todavía en los informes nacionales del año 2018 dos países de la región reportaron producción de COPs: Brasil, de DDT, Endosulfán y Lindano del 2004 al 2008; y México de DDT hasta el año 2004 y Pentaclorofenol del 2004 al 2008. La figura 35 resume los kilogramos producidos por estos países.

Figura 34. Compuestos con prohibición de producción, país y año de regulación en GRULAC

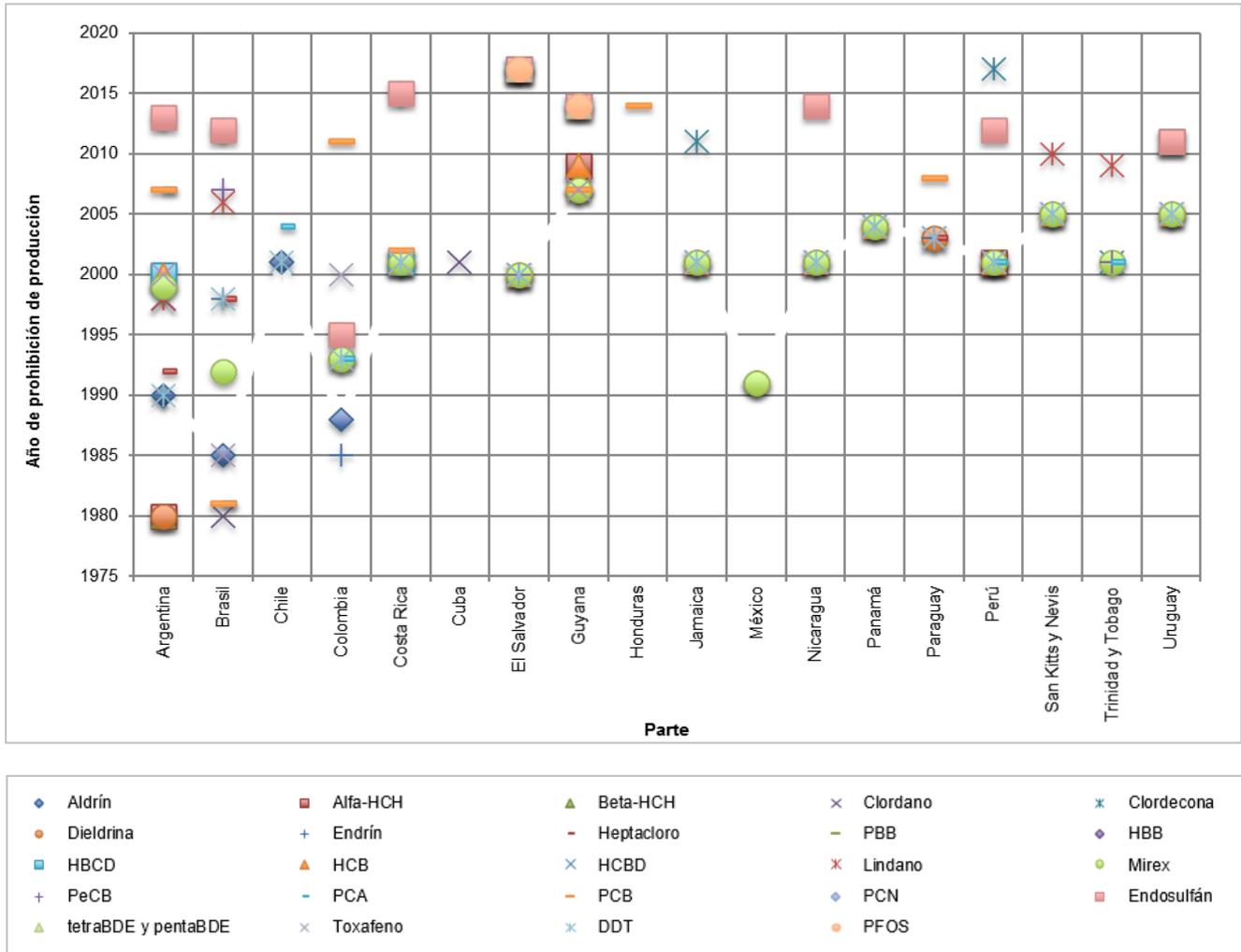
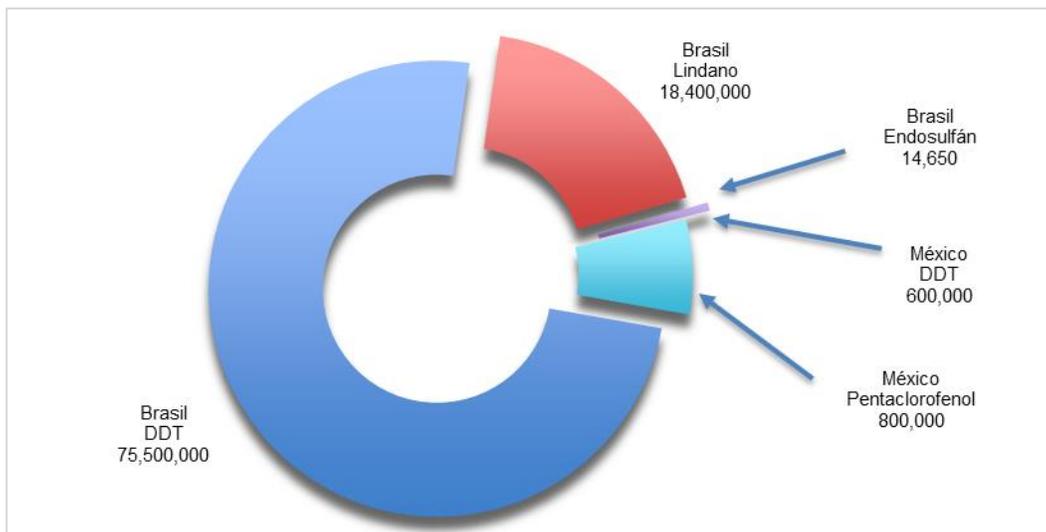


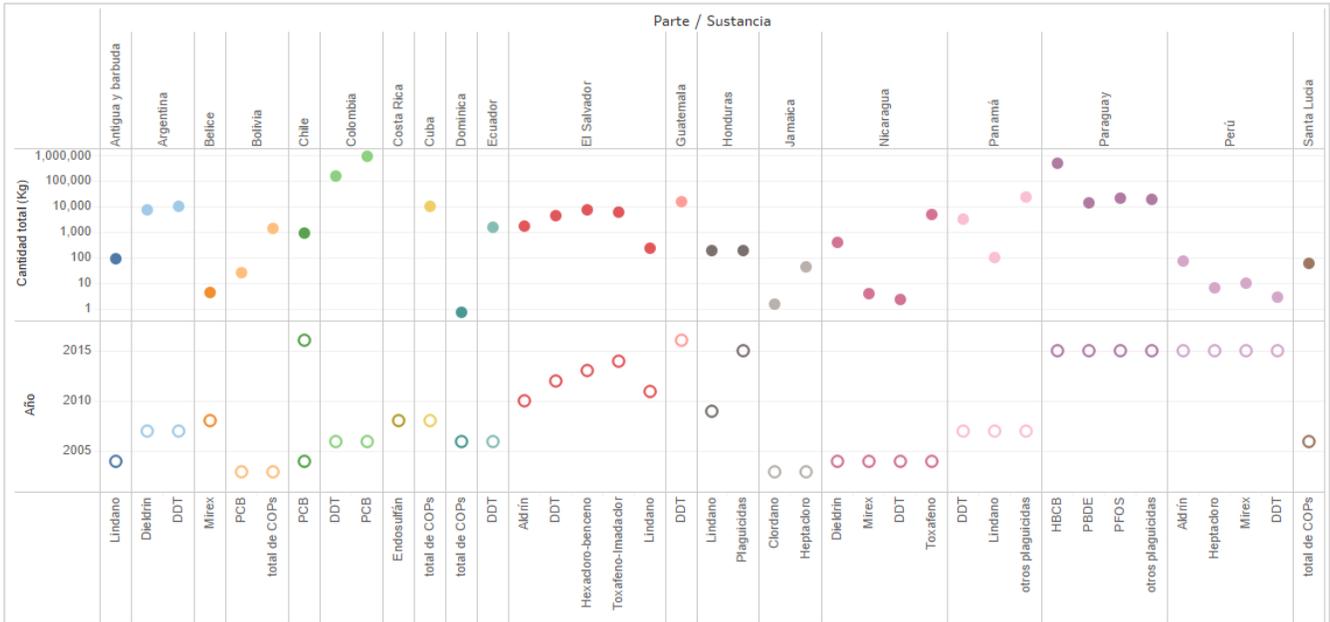
Figura 35. Producción de COPs en la Región GRULAC (Kg Totales)



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/NationalReports/tabid/3668/Default.aspx>.

En la región se reportaron existencias principalmente de: Aldrín, Clordano, Dieldrín, Endosulfán, Heptacloro, Mirex, DDT, HBCB, HCB, PBCDE, PCB, Toxafeno, Lindano y PFOS. Sin embargo, Honduras, Paraguay y Panamá reportaron sus existencias como plaguicidas. Mientras que Bolivia, Cuba, Dominica, y Santa Lucía lo reportaron como total de COPs. La mayoría de estas existencias son caducadas y solo las tienen almacenadas, la figura 36 muestra las cantidades de compuestos almacenados, año de reporte y país.

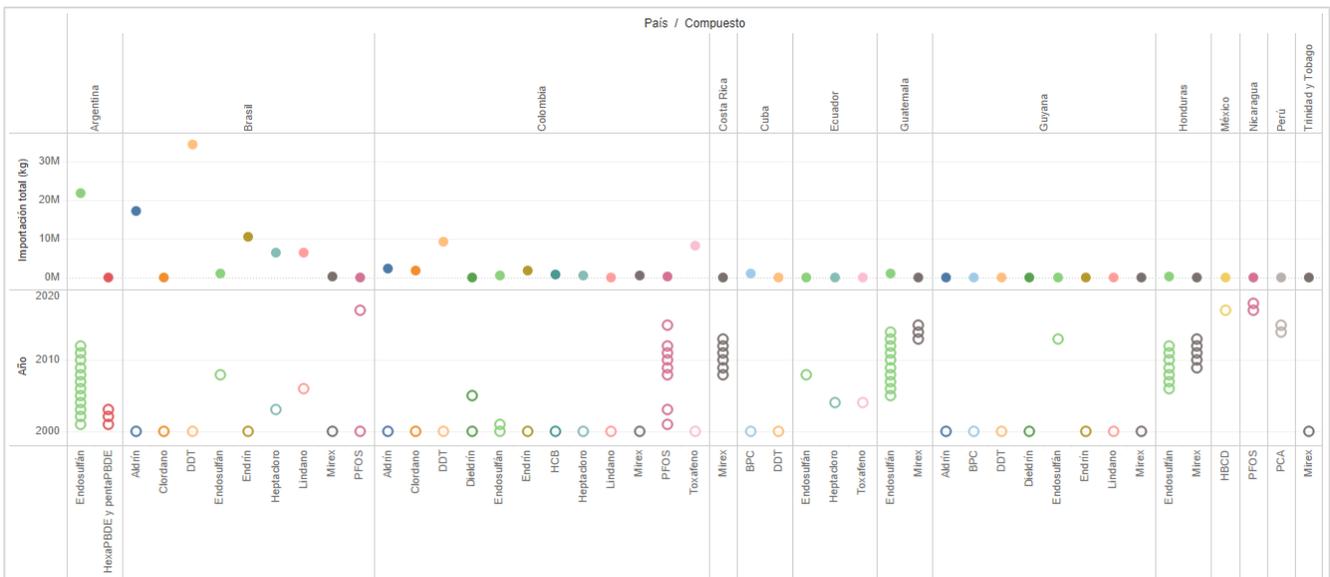
Figura 36. Cantidad de compuestos almacenados en los países que componen el GRULAC



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/NationalReports/tabid/3668/Default.aspx>.

Las importaciones de la región GRULAC se presentan en la figura 37. donde se muestran las importaciones totales de COPs, por país y por año. Los países que han realizado importaciones periódicas son: Argentina, Colombia, Costa Rica, Guatemala y Honduras; y los compuestos principalmente importados después del año 2010 son Endosulfán, Mirex y PFOS.

Figura 37. Importaciones de COPs en la Región GRULAC del 2001 al 2018



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/ReportingDatabase/tabid/7477/Default.aspx>.

Con respecto a las exportaciones, los compuestos que se exportan en la Región son: Aldrín, Bifenilos Policlorados (BPC), Endosulfán, Hexabromodifenil éter y Pentaclorofenol; principalmente por: Argentina, México, Costa Rica, Guatemala y Perú. La figura 38 presenta las exportaciones totales por año y por país reportadas en los Informes Nacionales. Algunos países exportan sus residuos para la eliminación. Colombia permite la exportación de COPs solo para el tratamiento. Dichas exportaciones se sumaron a los totales de disposición y se presentan con los datos de eliminación.

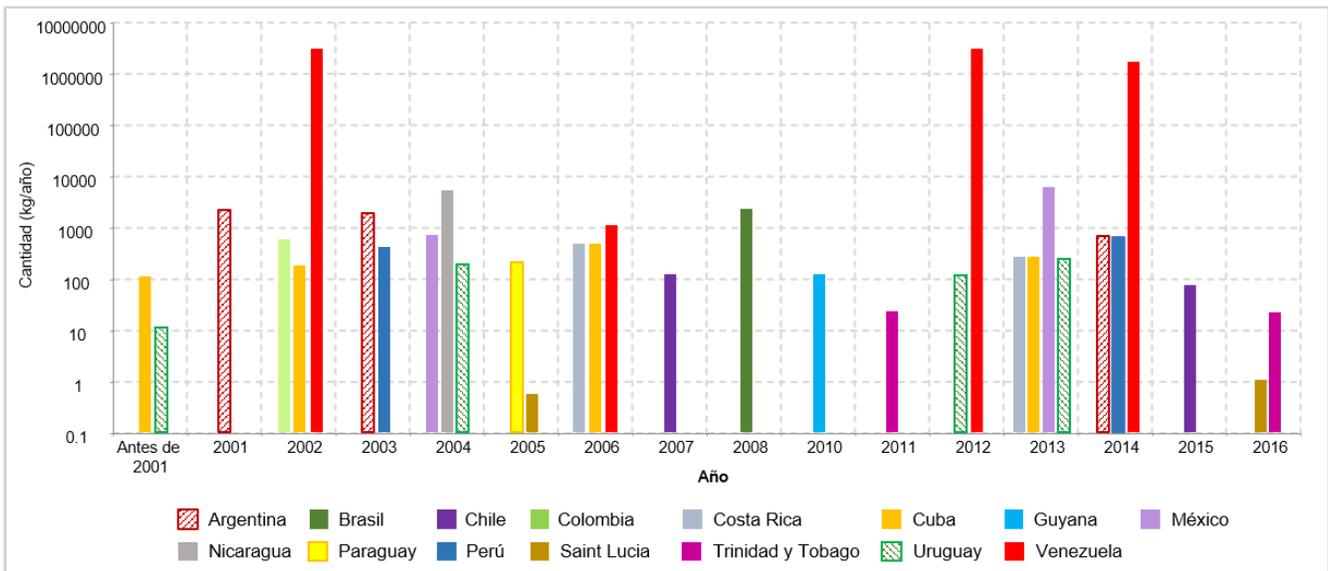
Figura 38. Exportación de COPs en la Región GRULAC



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/ReportingDatabase/tabid/7477/Default.aspx>

Asimismo, los países de la Región GRULAC que entregaron reportes sobre inventario de liberaciones de Dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuranos (PCDD/PCDF) de las fuentes de evaluación establecidas: incineración de desechos, producción de metales ferrosos y no ferrosos, generación de energía eléctrica y calefacción, producción de productos minerales, transportes, procesos de combustión no controlados, producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo; en cinco matrices: aire, agua, suelo, residuos y producción, fueron: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guyana, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Santa Lucía, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela. El inventario fue reportado en 2018 y abarca el período 2001 a 2016. En la figura 39 se muestran las cantidades totales de PCDD/PCDF liberadas por año y país. Las mayores cantidades las reportó Venezuela (Rep. Bolivariana de) en los años 2002, 2012 y 2014, seguido de México y Nicaragua. Las mayores liberaciones de PCDD/PCDF por año se presentaron en las matrices de: aire, suelo y residuos.

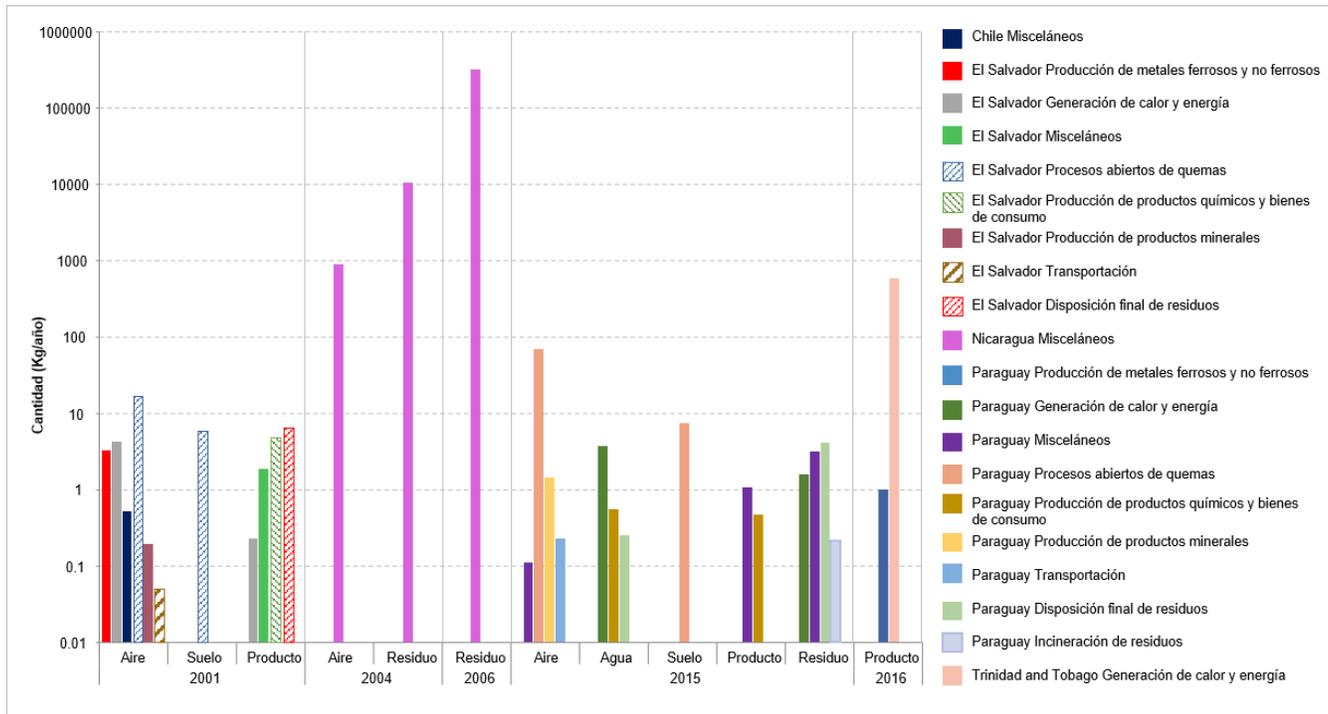
Figura 39. Inventario total de liberaciones de PCDD/PCDF



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/ReportingDatabase/tabid/7477/Default.aspx>

Las partes que reportaron liberaciones de PCB, Figura 40 Inventario de liberaciones, fueron: Chile, El Salvador, Nicaragua, Paraguay y Trinidad y Tobago; siendo Nicaragua quien tiene las mayores liberaciones de PCB por año: al aire en 2004 y residuos en 2006. Para el año 2016, sólo Chile y Trinidad y Tobago reportaron inventario.

Figura 40. Inventario de liberaciones de PCB



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/ReportingDatabase/tabid/7477/Default.aspx>.

Referente a la eliminación de todos los productos químicos listados por el Convenio en los Anexos A, B y C, la figura 41 resume la disposición histórica de los COPs, países y año en que se eliminaron dichos compuestos en la región GRULAC. Se ha reportado la eliminación de gran cantidad de PCB principalmente por: Argentina, Colombia, Brasil y México y en menor cantidad por Chile, Perú, Uruguay, el Salvador y Guatemala.

Figura 41. Disposición final de COPs en la Región GRULAC del 2001-2018



Fuente: Elaboración propia con datos de: <http://www.pops.int/Countries/Reporting/ReportingDatabase/tabid/7477/Default.aspx>.

### Información adicional

Información adicional se obtuvo de artículos científicos de revistas indexadas. Dichos artículos se recabaron de una búsqueda sobre tendencias de niveles de COPs informadas en la región, las palabras de búsqueda fueron “persistent organic pollutants, POPs, in GRULAC Region, (the Group of Latin America and Caribbean, GRULAC), Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans” la búsqueda se limitó del 2010 a la fecha.

A continuación, se presentan los principales hallazgos.

Sobre los COPs iniciales que incluyen una variedad de plaguicidas organoclorados (OC) y bifenilos policlorados (PCB), el estudio de Rauert et al., 2018a, reporta que no se presentaron cambios significativos de concentración a excepción del Gama-hexaclorociclohexano (HCH) y los endosulfanes que disminuyeron significativamente de 2005 a 2015, lo que sugiere que los niveles regionales están disminuyendo.

Tres autores confirman tendencias decrecientes de Dioxinas y Furanos, en la región GRULAC y establecen que las diferencias de concentración entre los sitios medidos dependen de condiciones meteorológicas, estación del año y características propias de los sitios analizados: urbano, industrial, rural (fondo), siendo mayor la concentración en sitios urbanos (Francisco et al., 2017; Hu et al., 2019; y Schuster et al., 2015). Sin embargo, de Lacerda, 2019, encontró que del 2012 al 2016 se presentó un incremento en los análisis de Dioxinas y Furanos en alimentos en Brasil.

Publicaciones de Rauter también ponen de relieve la importancia de la red de monitoreo GAPS para analizar diversos COPs. Por primera vez se reportaron concentraciones atmosféricas a escala regional de los COP nuevos y emergentes HCBd, PCA y Dicofol (productos de degradación). El HCBd presentó concentraciones similares sin importar la ubicación. El PCA tuvo concentraciones elevadas en el sitio urbano Concepción en Chile y el Dicofol fue detectado en el sitio agrícola Sonora México (Rauert et al., 2018a).

Otra iniciativa de dicha red fue el monitoreo regional de retardantes de flama que se reportó en 2016 por primera vez y que en el segundo reporte incluyó los éteres de difenilo polibromados (PBDE), órgano-ésteres de fosfato (OPE) y una gama de FR alternativos, resultando que los éteres de fosfato se presentaron en todos los sitios con valores por lo menos una orden de magnitud más altas que la mayoría de los demás retardantes de flama y que los PBDEs. Este mismo estudio detectó concentraciones de perfluoroalquil sulfonatos (PFAS) en toda la región del GRULAC independientemente del tipo de ubicación, y concentraciones de metilsiloxanos volátiles (VMS) que aumentaron con la densidad de población de los lugares de muestreo (Rauert et al., 2016 y 2018b y 2018c).

También Saini et al., 2020, reportó que las concentraciones atmosféricas de OPE dominaron significativamente el perfil de los retardantes de flama en todos los sitios. Se observó una correlación entre los niveles totales de OPE y el índice del Producto Interno Bruto de las ciudades.

Dos estudios encontraron que las concentraciones de PBDE en el aire fueron similares a las reportadas en muchas otras áreas urbanas a nivel mundial y que son similares a las detectadas en las muestras recolectadas en 2005 en los sitios GAPS. Se sugiere que las concentraciones atmosféricas globales de PBDE no han disminuido desde que se implementaron las medidas regulatorias (Pozo et al., 2017; y Rauert et al., 2018c).

Referente a la matriz agua, Lohmann et al, 2017 reportó monitoreo de agua desde 1916 por Aqua -GAPS para detectar COPs iniciales y emergentes en todo el mundo con dos sitios en GRULAC y un estudio de Baabish et al., 2021, reportó variación dentro y entre regiones, y se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la concentración promedio de PFOA en Asia Pacífico en comparación con África y GRULAC. También la red MONET- AQUA llevó a cabo monitoreo pasivo de POPs en agua en dos sitios en la región GRULAC los resultados se presentan en la sección 6.2.3.

## 6.2. REVISIÓN DE NIVELES Y TENDENCIAS

La revisión de niveles y tendencias de la región consideró los datos de las matrices abióticas y bióticas incorporados al repositorio de datos GMP DWH al 4 de enero de 2021. Estos datos se agruparon por matriz objetivo y grupos de compuestos y como se describió en el capítulo 4 se aplicaron criterios de completud y prevalencia de sitios a las bases de datos.

Para la matriz aire se presentan los cambios de concentración y tendencias de los datos generados por los programas UNEP/GEF GMP (AIR – GEF), GAPS y LAPAN. Los periodos asociados fueron 2004-2012 y 2013-2018. En total se revisaron datos de 106 sitios que suministraron información de 107 parámetros desde 2004 a 2018 con una participación de 19 países en total. En la sección 6.2.1 se presentan los resultados obtenidos del análisis está matriz.

En cuanto a las matrices bióticas se revisaron los datos de leche materna de los estudios GEF-1, MILK-WHO y WHO del período 1992 al 2019. Para esta tercera evaluación, se utilizaron los datos obtenidos por el programa MILK-WHO, de 110 parámetros muestreados en 14 países por ser el único programa que proporcionó datos en el período 2015-2019. En la sección 6.2.2 se presentan los cambios de concentración obtenidos de está matriz.

En relación con la matriz Agua se verificaron los datos obtenidos por los Programas GMP UNEP, UNEP/GEF GMP II, y del Proyecto Monet-Aqua. Se analizaron 50 parámetros de 9 sitios de muestreos ubicados en 8 países. En la sección 6.2.3 se presentan los resultados obtenidos de está matriz.



## 6.2.1. RESULTADOS AIRE

En la región GRULAC, como se relató en el capítulo 4, tres programas de monitoreo con 106 sitios suministraron datos de 107 parámetros desde 2004 a 2018 para evaluar concentraciones de COPs en aire ambiente con una participación de 19 países.

El Programa UNEP/GEF GMP (AIR – GEF, por el acrónimo usado en el DWH), se aplicó en 14 países; el Programa GAPS en 10 países y el Programa LAPAN en 12 países. Sin embargo, durante el período 2013 a 2018, se contó únicamente con datos de 75 sitios de monitoreo y 83 parámetros, de los cuales 13 fueron medidos por primera vez en la región.

El análisis de las medianas de concentraciones de los parámetros de cada uno de los programas comprende desde la integración y organización de los datos, su revisión por sitios, países y grupos de compuestos, hasta la observación estadística de los mismos.

En la integración se organizaron los datos por programa y compuesto en una secuencia común, agrupándolos para presentar los grupos de compuestos que midieron cada uno de los programas de monitoreo, en seguimiento a la estrategia recomendada en el documento Guía UNEP/POPS/COP.9/INF/36, Capítulo Séptimo.

En la revisión de los datos de cada parámetro se clasificaron aquellos datos que cumplen con el criterio de 75% de completud, para conformar dos bases de datos: una con completud y otra con todos los datos.

Con estas dos bases de datos se realizaron comparaciones de medianas a nivel regional por grupos de compuestos y programa de monitoreo.

Las bases de datos se separaron por programa de monitoreo para su análisis; se seleccionaron sitios de cada programa que midieron dos o más años completos y con mediciones durante el período 2013-2018.

En el análisis, se evaluó el comportamiento de los parámetros por tipo de sitio y años de monitoreo y se calcularon las estadísticas para los diferentes arreglos.

Se graficaron y calcularon cambios de concentración y posibles tendencias de los parámetros en los que aplicó.

Se revisó la distribución y variabilidad de todos los datos por medio de gráficos de cajas y bigotes, y un análisis estadístico para comparar, por parámetro las medianas de los tipos de sitios de monitoreo.

El análisis nacional, es decir, por país y por sitio de monitoreo se obtuvo del análisis por programa de monitoreo y grupos de compuestos y los resultados se presentan en las fichas técnicas estructuradas por grupo de compuestos para cada programa.

Los resultados relevantes se presentan a continuación.

### Análisis Regional

Para analizar el comportamiento de los parámetros a nivel regional, se cotejaron las medianas de los datos de los períodos 2004-2012 contra las de 2013-2018 usando diagramas de cajas, así como los estadísticos por programa aplicados a datos con completud y totales. En la Tabla 30, se presenta el resumen del resultado de la comparación de las medianas y el valor de la mediana de medianas del período 2013-2018 por parámetro y programa, señalando con fondo rojo si la concentración del parámetro aumentó, con verde si disminuyó y con azul cuando únicamente se midió en el período 2013-2018.

En general, se observa aumento de concentración en el período 2013-2018 para los grupos: Ciclodienos, DDT, BPC con TEF, HCH, y BDE; y disminución para BPC, PCDD y PCDF y PeCB. Además, los valores de medianas más altos los presenta el programa Air-GEF. Es importante mencionar que entre los 13 parámetros que se midieron por primera vez en la región destaca el PFHxS, compuesto candidato a ser incluido en el Convenio de Estocolmo.

Tabla 30. Mosaico Comparación de medianas de los períodos 2004-2012 y 2013-2018 por programa de monitoreo (datos con completud y totales)

No	Grupo	Parámetro	DATOS CON CRITERIO DE COMPLETUD			TODOS LOS DATOS		
			AIR - GEF 2016 - 2018	GAPS 2013 - 2016	LAPAN 2013 - 2018	AIR - GEF 2016 - 2018	GAPS 2013 - 2016	LAPAN 2013 - 2018
1	Insecticidas organoclorados: Subgrupo ciclodienos	Aldrin (pg/m3)	1.221	NM	0.472	1.445	NM	0.472
2		cis-Clordano (pg/m3)	3.145	1.037	0.498	3.295	1.029	0.498
3		trans-Clordano (pg/m3)	7.492	0.108	0.649	8.733	0.114	0.649
4		cis-Nonaclor (pg/m3)	0.770	NM	NM	0.771	NM	NM
5		trans-Nonaclor (pg/m3)	4.970	0.007	NM	6.782	0.006	NM
6		Oxy Clordano (pg/m3)	0.867	NM	0.077	0.868	NM	0.077
7		Dieldrin (pg/m3)	16.537	0.305	1.697	18.999	0.157	1.697
8		Endosulfán I (alpha) (pg/m3)	3.889	9.025	2.136	2.168	8.609	2.136
9		Endosulfán II (beta) (pg/m3)	1.948	1.738	2.439	1.977	1.492	2.439
10		Endosulfán Sulfato (pg/m3)	0.383	0.864	0.087	0.383	0.943	0.087
11		Endrin (pg/m3)	1.514	NM	0.389	2.038	NM	0.389
12		Heptacloro (pg/m3)	2.625	0.124	0.564	3.007	0.170	0.564
13		Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro (pg/m3)	1.341	0.277	NM	1.793	0.224	NM
14		Mirex (pg/m3)	0.153	NM	0.043	0.153	NM	0.043
15	Dicloro difenil tricloroetano (DDT) y sus isómeros	o,p-DDD (pg/m3)	1.015	NM	0.263	0.993	NM	0.263
16		o,p-DDE (pg/m3)	2.931	NM	0.409	2.491	NM	0.409
17		o,p-DDT (pg/m3)	7.323	NM	0.630	7.291	NM	0.630
18		p,p-DDD (pg/m3)	1.562	NM	0.488	1.502	NM	0.488
19		p,p-DDE (pg/m3)	32.106	NM	3.028	31.844	NM	3.028
20		p,p-DDT (pg/m3)	17.941	NM	1.500	17.908	NM	1.500
21		Suma de 3 p,p-DDTs (pg/m3)	54.419	NM	5.875	51.829	NM	5.875
22	Suma de 6 DDTs (pg/m3)	66.827	NM	7.253	63.692	NM	7.253	
23	Hexaclorobenceno	HCB (pg/m3)	26.139	27.000	14.360	26.078	27.000	14.360
24	Bifenilos Policlorados y congéneres	BPC 28 (pg/m3)	6.608	0.700	2.068	7.128	0.717	2.068
25		BPC 52 (pg/m3)	8.680	0.274	0.625	5.589	0.364	0.625
26		BPC 101 (pg/m3)	4.882	0.429	0.365	2.613	0.420	0.365
27		BPC 138 (pg/m3)	2.719	0.010	0.357	1.117	0.010	0.357
28		BPC 153 (pg/m3)	2.967	0.257	0.374	1.342	0.260	0.374
29		BPC 180 (pg/m3)	1.131	0.011	0.125	0.381	0.010	0.125
30		Suma de 6 BPCs (pg/m3)	30.044	1.720	4.076	15.124	1.806	4.076
31	Suma de 7 BPCs (pg/m3)	4,949.599	2.082	4.283	1,307.739	2.151	4.283	
32	Bifenilos Policlorados y congéneres con TEFs	BPC 105 (fg/m3)	1,196,914,023	NM	NM	570,255,078	NM	NM
33		BPC 114 (fg/m3)	91,154,924	NM	NM	49,017,069	NM	NM
34		BPC 118 (fg/m3)	3,019,307,289	241,582	308,500	1,244,452,992	252,848	308,500
35		BPC 156 (fg/m3)	225,947,264	NM	NM	97,437,334	NM	NM
36		BPC 157 (fg/m3)	56,416,132	NM	NM	23,717,465	NM	NM
37	BPC 189 (fg/m3)	27,711,590	NM	NM	9,633,962	NM	NM	
38	Dibenzodioxinas y Dibenzo furanos policlorados y congéneres (PCDD y PCDF)	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (fg/m3)	13.302	NM	NM	17.650	NM	NM
39		1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (fg/m3)	7.109	NM	NM	14.358	NM	NM
40		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (fg/m3)	0.862	NM	NM	0.931	NM	NM
41		1,2,3,4,7,8-HxCDD (fg/m3)	0.757	NM	NM	1.294	NM	NM
42		1,2,3,4,7,8-HxCDF (fg/m3)	2.595	NM	NM	4.626	NM	NM
43		1,2,3,6,7,8-HxCDD (fg/m3)	3.480	NM	NM	3.480	NM	NM
44		1,2,3,6,7,8-HxCDF (fg/m3)	2.778	NM	NM	4.976	NM	NM
45		1,2,3,7,8,9-HxCDD (fg/m3)	2.057	NM	NM	2.374	NM	NM
46		1,2,3,7,8,9-HxCDF (fg/m3)	0.471	NM	NM	0.471	NM	NM
47		1,2,3,7,8-PeCDD (fg/m3)	2.119	NM	NM	3.107	NM	NM
48		2,3,4,6,7,8-HxCDF (fg/m3)	2.510	NM	NM	4.289	NM	NM
49		2,3,4,7,8-PeCDF (fg/m3)	3.868	NM	NM	7.826	NM	NM
50		2,3,7,8-TCDD (fg/m3)	0.780	NM	NM	0.949	NM	NM
51		2,3,7,8-TCDF (fg/m3)	5.786	NM	NM	7.462	NM	NM
52	OCDD (fg/m3)	96.766	NM	NM	96.766	NM	NM	
53	OCDF (fg/m3)	5.773	NM	NM	5.853	NM	NM	
54	Suma de 7 PCDDs (fg/m3)	67.458	NM	NM	160.677	NM	NM	
55	Factor de Equivalencia Tóxica (TEQ): Dioxinas y Furanos y BPC similares a las Dioxinas	PCDDs WHO 998-TEQ LB (fg/m3)	2.185	NM	NM	4.214	NM	NM
56		PCDDs WHO 2005-TEQ LB (fg/m3)	2.187	NM	NM	4.227	NM	NM
57		PCDDs WHO 998-TEQ UB (fg/m3)	2.523	NM	NM	7.104	NM	NM
58		PCDDs WHO 2005-TEQ UB (fg/m3)	2.525	NM	NM	7.122	NM	NM
59	Hexaclorociclohexano y sus isómeros	Alpha-HCH (pg/m3)	2.281	0.333	0.920	2.442	0.258	0.920
60		Beta-HCH (pg/m3)	0.418	NM	0.708	0.419	NM	0.708
61		Gamma-HCH (pg/m3)	10.753	0.477	0.633	10.773	0.605	0.633
62	Pentaclorobenceno	PeCB (pg/m3)	142.350	11.500	6.590	138.474	11.000	6.590
63		BDE 47 (pg/m3)	2.273	1.008	0.258	2.133	1.008	0.258
64		BDE 99 (pg/m3)	0.932	1.210	0.099	0.932	1.210	0.099
65		BDE 153 (pg/m3)	0.946	0.130	0.015	0.946	0.130	0.015
66		BDE 154 (pg/m3)	0.303	0.109	0.015	0.303	0.109	0.015
67		BDE 175/183 (pg/m3)	1.891	0.150	NM	1.891	0.150	NM
68		BDE 17 (pg/m3)	0.192	0.020	NM	0.186	0.020	NM
69		BDE 28 (pg/m3)	0.430	0.090	0.063	0.405	0.090	0.063
70		BDE 100 (pg/m3)	0.259	0.278	0.021	0.256	0.278	0.021
71		Deca-BDE209 (pg/m3)	NM	0.500	0.604	NM	0.500	0.604
72	Hexabromocicloodecano (HBCD) y sus isómeros	Alpha-HBCD (pg/m3)	NM	0.044	NM	NM	0.044	NM
73		Beta-HBCD (pg/m3)	NM	0.031	NM	NM	0.031	NM
74		Gamma-HBCD (pg/m3)	NM	0.031	NM	NM	0.300	NM
75	Sustancias medidas por primera vez en la región GRULAC	PBB 153 (pg/m3)	0.000	NM	NM	0.0000567	NM	NM
76		PFOS (pg/m3)	NM	2.500	NM	NM	6.700	NM
77		NM eFOSA (pg/m3)	NM	0.050	NM	NM	0.480	NM
78		NM eFOSE (pg/m3)	NM	0.190	NM	NM	0.150	NM
79		NEiFOSA (pg/m3)	NM	0.110	NM	NM	0.160	NM
80		NEiFOSE (pg/m3)	NM	0.035	NM	NM	0.150	NM
81		HCB D (pg/m3)	NM	26.500	NM	NM	27.000	NM
82		PFOA (pg/m3)	NM	7.900	NM	NM	7.900	NM
83		PFHxS (pg/m3)	NM	0.015	NM	NM	1.500	NM

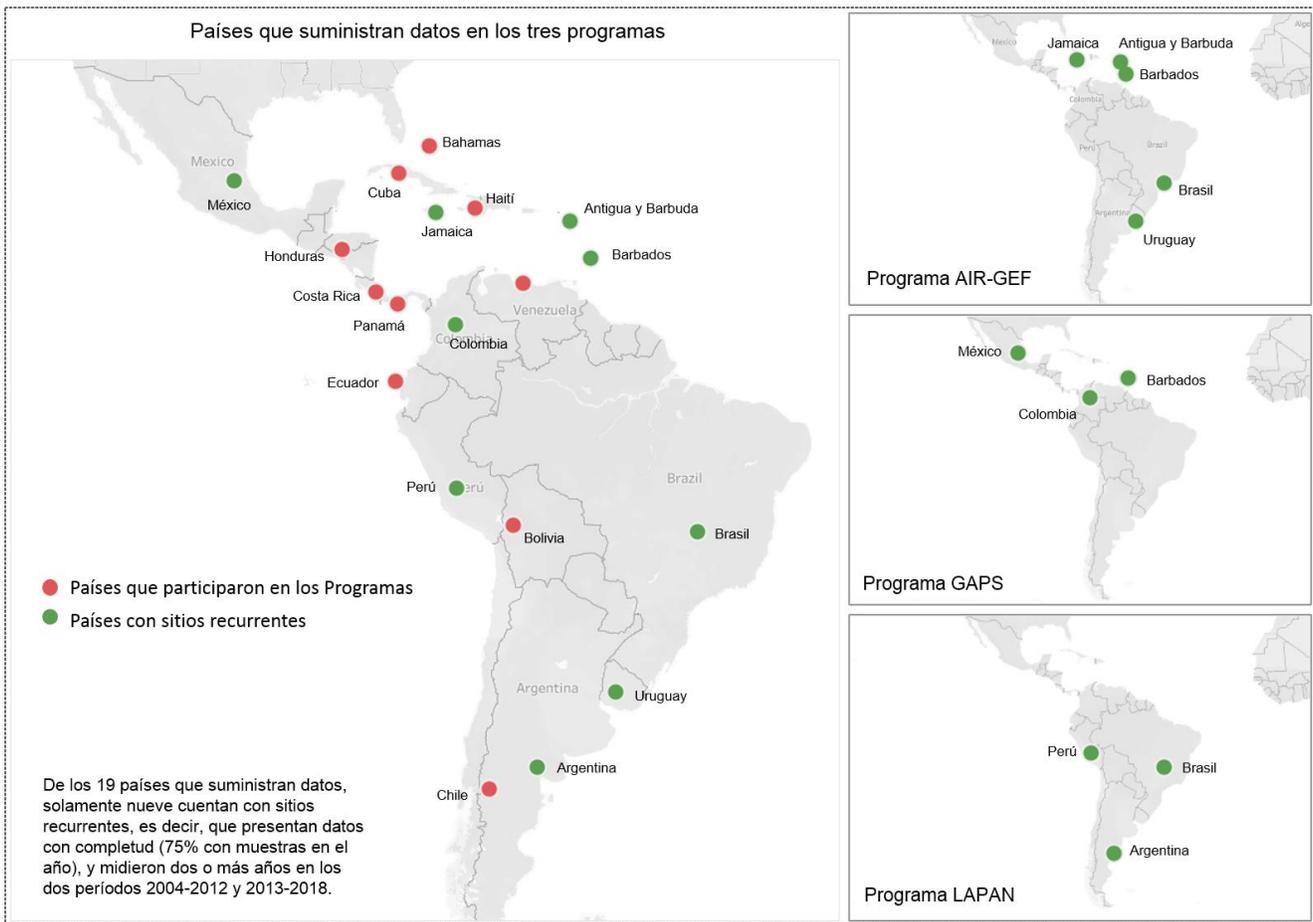
  Parámetro con aumento de concentración  
  Parámetro con disminución de concentración  
  Parámetro medido solamente en 2013-2018  
  Parámetro No Medido por el programa.

### Análisis Nacional (país/sitio)

Los resultados del análisis de los cambios de concentración en los sitios de monitoreo de cada país se presentan por programa y grupo de compuestos en las fichas técnicas, como ya se mencionó. Donde, de la revisión de los datos por programa, se seleccionaron aquellos sitios recurrentes, es decir, que presentan datos con completud, que midieron dos o más años y que además incluyen mediciones en ambos periodos 2004-2012 y 2013-2018. Estos son los sitios que se tomaron como representativos para evaluar cambios de concentración en los países.

Los países con sitios que suministran datos para evaluar dichos cambios se presentan en la Figura 42, en donde se resaltan con puntos verdes los 9 países con sitios recurrentes y su distribución por programa, es decir sitios que cumplen con las características mencionadas.

Figura 42. Países participantes y aquellos que suministran datos para evaluar cambios de concentración en los países del GRULAC



Las comparaciones entre los periodos 2004-2012 y 2013-2018 por país con sitios recurrentes, se presentan en la Figura 43 y Tabla 31, donde se observan los grupos de compuestos con aumento de concentración en el periodo 2013-2018. En esta tabla se asigna el color rojo a la celda cuando el número de parámetros en aumentó con relación al número de parámetros analizados por grupo de compuesto es igual o mayor al 50%, verde cuando es menor a este porcentaje, y sin color cuando no hay datos con completud y solo existen mediciones en el periodo 2013-2018. Se aprecia una situación similar al análisis regional para algunos grupos de compuestos: aumento de BPC con TEF, TEQ y HCH; y disminución para BPC, PCDD y PCDF y PeCB. Contrasta la disminución en los grupos de Ciclodienos y BDE, donde únicamente en los países del programa Air-GEF se presentaron aumentos en la mayoría de los parámetros.

Figura 43. Parámetros con cambio de concentración por país



Los países que presentaron aumento en el mayor número de los grupos de compuestos fueron Uruguay, seguido de Antigua y Barbuda y de Brasil; todos bajo el programa Air- GEF. En contraste, Brasil con el programa LAPAN, y Colombia y México con el programa GAPS, presentaron disminución en la mayoría de sus parámetros.

Tabla 31. Número de parámetros con cambio de concentración por país y programa

Parámetro	PAÍSES CON SITIOS RECURRENTES										
	ANTIGUA y BARBUDA	ARGENTINA	BARBADOS		BRASIL		COLOMBIA	JAMAICA	MÉXICO	PERÚ	URUGUAY
	AIR-GEF	LAPAN	AIR-GEF	GAPS	AIR-GEF	LAPAN	GAPS	AIR-GEF	GAPS	LAPAN	AIR-GEF
	Rural	Urbano	Urbano	NC	Urbano	Remoto/NC	NC	Urbano	NC	NC	Urbano
Ciclodienos	11 de 12	2 de 22	0 de 12	4 de 9	11 de 14	16 de 55	3 de 9	2 de 12	9 de 18	2 de 11	10 de 12
DDT	8 de 8	5 de 16	0 de 8		8 de 8	14 de 40		5 de 8		1 de 8	8 de 8
HCB	1 de 1	0 de 2	0 de 1		1 de 1	0 de 5	1 de 1	0 de 1		0 de 1	1 de 1
BPC	0 de 7	12 de 16	4 de 7	0 de 8	0 de 7	18 de 40	1 de 8	5 de 7	3 de 14	1 de 8	1 de 8
BPC con TEFs		2 de 2	6 de 6	0 de 1	6 de 6	2 de 5	0 de 1		0 de 2	1 de 1	6 de 6
PCDD y PCDF	4 de 17		13 de 17		1 de 17			2 de 17			16 de 17
TEQ	4 de 4		4 de 4		0 de 4			0 de 4			4 de 4
HCH	2 de 3	3 de 6	0 de 3	2 de 2	3 de 3	3 de 15	0 de 2	2 de 3	1 de 4	0 de 3	3 de 3
PeCB	1 de 1	0 de 1	0 de 1		1 de 1	0 de 1	1 de 1	1 de 1			1 de 1
BDE	5 de 7	3 de 8	2 de 8		2 de 8	4 de 14	1 de 7	6 de 8	6 de 7	0 de 2	7 de 8
Deca-BDE 209		0 de 1				0 de 1	0 de 1		0 de 1		
HBCD							0 de 1		0 de 1		
HCBD							1 de 1				
PBB	0 de 1		0 de 1		0 de 1			0 de 1			0 de 1

	Aumento de concentración
	Disminución de concentración
	Datos de 2013-2018 únicamente
	No hay datos con completud

## Análisis por programas

Cabe destacar, que 13 parámetros fueron medidos por primera vez en la región, e incluyen al Ácido Perfluorohe-xano Sulfónico (PFHxS) candidato a ser listado en el Convenio, proporcionando datos línea base para futuras evaluaciones. Sin embargo, el análisis de los programas de monitoreo de COPs, en la matriz de aire, mostró gran variabilidad de los datos y baja recurrencia en los sitios de monitoreo que impiden contar con tendencias significativas en la región. Los valores de medianas más altos se presentan casi siempre en los sitios urbanos de los tres programas y los máximos en el Programa Air-GEF.

En resumen, los sitios del Programa Air-GEF presentan aumento de concentración para la mayoría de los parámetros de los Ciclodienos a excepción de Endosulfanes; DDT e isómeros, HCB, HCH y los BPC con TEF, BDE y congéneres y TEQ de Dioxinas; y disminución para BPC y PCDD y PCDF. Con respecto a los parámetros medidos dentro del período 2016 a 2018, PeCB muestra aumento y PBB en general con valores abajo del LDC. Los valores máximos se dieron principalmente en St. James, Barbados, seguido de Montevideo, Uruguay y en tercer lugar Los Mochis, México.

El programa GAPS presenta reducciones significativas de la mayoría de los parámetros de los grupos Ciclodienos, BPC, HCH y BDE; medidos en los sitios urbanos y no clasificados (NC). Los sitios remotos registraron aumento en la mayoría de los parámetros de los Ciclodienos, BPC y HCH. En general, los sitios urbanos ostentan los valores de medianas más altos, sin embargo, destaca el sitio NC Sonora, México, 2014 que tuvo valores extremos en la mayoría de los parámetros.

Respecto al Programa LAPAN, los sitios urbanos exhibieron los mayores valores de concentración en comparación con los sitios NC y Remotos, y, aumento de valor de concentración en el período 2013 a 2016, comparándolo con 2010-2012, principalmente en aquellos sitios no recurrentes, es decir, los sitios que únicamente midieron en el período 2013-2016. Por otro lado, solamente Aldrín, HCB y BDE 153 tuvieron una disminución de concentración en los tres grupos de sitios. Los valores extremos de todos los parámetros se presentan principalmente en Brasil, seguido de Argentina y Colombia en tercer lugar.

6.2.1.1. Plan de Vigilancia Mundial de Contaminantes Orgánicos Persistentes en GRULAC (Air-GEF)

El Programa AIR-GEF, cuenta con datos de 21 sitios de muestreo pasivo distribuidos en 14 países, que han monitoreado 95 parámetros de COPs en dos períodos de 2010-2011 y 2016-2018. Sin embargo, no en todos los años se monitorearon todos los parámetros; en el período 2010-2011 fueron 88 parámetros y 71 en 2016-2018, de los cuales 7 se analizaron por primera vez por este programa y uno, el PBB 153 por primera vez en la matriz de aire en la región. Asimismo, no en todos los sitios se ha medido todos los años y como se observa en la Figura 44, a pesar de que 20 de estos sitios presentan datos de 2 o más años, al aplicar el criterio de completud (75% de datos al año) solamente 10 de ellos cumplen con mediciones de dos o más años y 5 de ellos presentan mediciones en ambos períodos: 2010-2011 y 2013-2016, permitiendo evaluar cambios de concentraciones de un período a otro.

La distribución de los 20 sitios por tipo de sitio y ubicación se muestra en la Figura 45 donde se observa que: 5 sitios se ubican en Cuba, 2 en Chile, Ecuador y México y los demás países solo cuentan con un sitio de monitoreo. Los 5 sitios que midieron COPs en ambos períodos y que cumplen con el criterio de completud, se denominan recurrentes y son 4 sitios urbanos ubicados en: Barbados, Brasil, Jamaica y Uruguay; y uno rural ubicado en Antigua y Barbuda.

Figura 44. Número de sitios del Programa AIR-GEF y años monitoreados

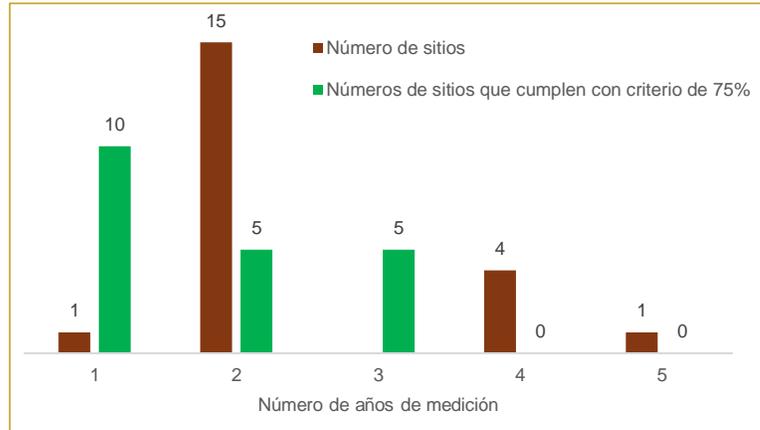
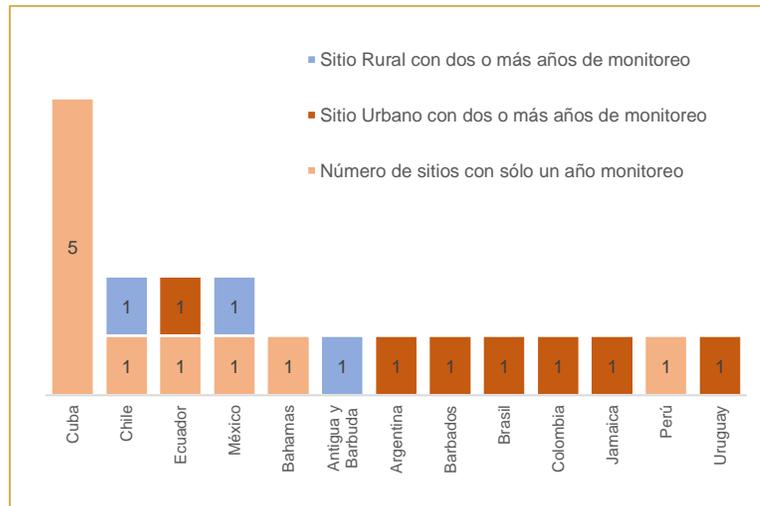


Figura 45. Distribución de sitios que cumplen con criterio de 75% por país y tipo de sitio



El resultado de las comparaciones de ambos períodos para estos cinco sitios recurrentes se presenta en la Tabla 32 Mosaico, donde además se presentan comparaciones de concentraciones de sitios no recurrentes es decir sitios que midieron dos o más años en el período 2016-2018. Cabe mencionar que en dos de los sitios recurrentes solo algunos parámetros cumplen con el criterio de completud principalmente en el período 2010-2011. Por lo anterior los parámetros y casillas se marcan con asterisco en los sitios recurrentes que no tienen completud en algún período.

Se observa, en el período 2016-2018, que el sitio St. James Barbados, presenta la mayoría de los valores máximos, pero solo 43% de los parámetros medidos con aumento de concentración; seguido de Montevideo Uruguay que a pesar de que presenta el segundo lugar en máximos, es el sitio con el mayor porcentaje de parámetros con aumento de concentración, 83%; y en tercer lugar de máximos Los Mochis México con 53% de parámetros con aumento. Nótese que St. Phillips, Antigua y Barbuda presenta aumento en el 59% de sus parámetros, pero solo presenta un valor máximo. En contraste, el sitio Tome, Chile presenta el mayor número de parámetros 47%, con valores bajo el LDC.

Tabla 32. Mosaico de comparación de niveles de concentración

GRUPO	PARÁMETRO	RECURRENTE: SITIOS CON DATOS EN AMBOS PERÍODOS 2010-2011 y 2016-2018						NO RECURRENTE: SITIOS CON DATOS DE 2017-2018					Máximo (2016 - 2018)	Sitio donde se registró el máximo (AÑO)
		Urbano			Rural			Urbano		Rural				
		Kingston, Jamaica (2010, 2011, 2017, 2018)	Montevideo, Uruguay (2010, 2011, 2017, 2018)	Sao Paulo, Brasil (2010, 2011, 2017, 2018)	St. James, Barbados (2010, 2011, 2016, 2017, 2018)	St. Phillips, Antigua y Barbuda (2010, 2011, 2017, 2018)	Buenos Aires, Argentina (2017, 2018)	Medellín, Colombia (2017, 2018)	Quito, Ecuador (2017, 2018)	Los Mochis, México (2017, 2018)	Tome, Chile (2017, 2018)			
Ciclodienos	Aldrin (pg/m <sup>3</sup> )	*		U	M*		ULOQ			ULOQ	11.41	St. James, Barbados (2016)		
	cis-Clordano (pg/m <sup>3</sup> )	*			M*				ULOQ	ULOQ	42.29	St. James, Barbados (2016)		
	trans-Clordano (pg/m <sup>3</sup> )	M*			*					ULOQ	62.08	Kingston, Jamaica (2017)		
	cis-Nonacloro (pg/m <sup>3</sup> )	*	U	U	M*		ULOQ		ULOQ	ULOQ	7.67	St. James, Barbados (2016)		
	trans-Nonacloro (pg/m <sup>3</sup> )	M*			*					ULOQ	42.49	Kingston, Jamaica (2018)		
	Oxy Clordano (pg/m <sup>3</sup> )	U*		U	M*	U	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	2.68	St. James, Barbados (2017)		
	Dieldrin (pg/m <sup>3</sup> )	*			M*	U	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	345.26	St. James, Barbados (2017)		
	Endosulfán I (Alfa) (pg/m <sup>3</sup> )*	U*	*	*	ULOQ	*	*	*	*	M*	ULOQ	48.43	Los Mochis, México (2018)	
	Endosulfán II (beta) (pg/m <sup>3</sup> )*	U*	*		U*	U*	*	U*		M*	ULOQ	26.13	Los Mochis, México (2017)	
	Endosulfán Sulfato (pg/m <sup>3</sup> )*	U*	*	*	U*	U*	*	U*		M*	ULOQ	2.70	Los Mochis, México (2017)	
	Endrin (pg/m <sup>3</sup> )	ULOQ			M*		ULOQ	ULOQ	ULOQ		ULOQ	7.46	St. James, Barbados (2017)	
	Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )			M	*	U			ULOQ	ULOQ	ULOQ	16.84	Sao Paulo, Brasil (2017)	
	Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )	*			*	U	M	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	7.13	Buenos Aires, Argentina (2017)	
	Mirex (pg/m <sup>3</sup> )	ULOQ	M		U*			U	ULOQ	ULOQ	ULOQ	3.02	Montevideo, Uruguay (2017)	
DDT	o,p-DDD (pg/m <sup>3</sup> )				*				M		ULOQ	1.58	Los Mochis, México (2018)	
	o,p-DDE (pg/m <sup>3</sup> )	*			U*				M		ULOQ	12.94	Los Mochis, México (2018)	
	o,p-DDT (pg/m <sup>3</sup> )	*			*						ULOQ	18.58	Medellín, Colombia (2017)	
	p,p-DDD (pg/m <sup>3</sup> )	*			*					ULOQ	2.99	Montevideo, Uruguay (2017)		
	p,p-DDE (pg/m <sup>3</sup> )	*			*				M		32,000.00	Los Mochis, México (2018)		
	p,p-DDT (pg/m <sup>3</sup> )	*			*			M			28.91	Medellín, Colombia (2018)		
	Suma de 3 p,p-DDTs (pg/m <sup>3</sup> )	*			*				M		32,020.24	Los Mochis, México (2018)		
	Suma de 6 DDTs (pg/m <sup>3</sup> )	*			*				M		32,043.19	Los Mochis, México (2018)		
	HCB	HCB (pg/m <sup>3</sup> )	*			*		M				96.28	Buenos Aires, Argentina (2017)	
		BPC 28 (pg/m <sup>3</sup> )	*			*	U		M			18.08	Medellín, Colombia (2017)	
BPC 52 (pg/m <sup>3</sup> )		*			*	U	M				40.35	Buenos Aires, Argentina (2018)		
BPC 101 (pg/m <sup>3</sup> )		*			*	U	M				32.63	Buenos Aires, Argentina (2017)		
BPC138 (pg/m <sup>3</sup> )		*			ULOQ	U	M				12.76	Buenos Aires, Argentina (2018)		
BPC 153 (pg/m <sup>3</sup> )*		*			U*	U	M				12.68	Buenos Aires, Argentina (2018)		
BPC 180 (pg/m <sup>3</sup> )		*			ULOQ	U	M			ULOQ	2.50	Buenos Aires, Argentina (2017)		
Suma de 6 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )		*			*	U	M				117.70	Buenos Aires, Argentina (2018)		
Suma de 7 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )*			M*	*	*	*	*	*	*	*	9,688.25	Montevideo, Uruguay (2018)		
BPC con TEFs	BPC 105 (fg/m <sup>3</sup> )		M								3,981,476.1	Montevideo, Uruguay (2018)		
	BPC 114 (fg/m <sup>3</sup> )		M								273,341.7	Montevideo, Uruguay (2018)		
	BPC 118 (fg/m <sup>3</sup> )		M								9,619,995.0	Montevideo, Uruguay (2018)		
	BPC 156 (fg/m <sup>3</sup> )		M								701,814.6	Montevideo, Uruguay (2018)		
	BPC157 (fg/m <sup>3</sup> )		M								172,477.1	Montevideo, Uruguay (2018)		
	BPC 189 (fg/m <sup>3</sup> )		M								69,216.1	Montevideo, Uruguay (2017)		
	PCDD and PCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (fg/m <sup>3</sup> )	M								*	187.92	Kingston, Jamaica (2018)	
		1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )	M								*	102.52	Kingston, Jamaica (2018)	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (fg/m <sup>3</sup> )					M	ULOQ		U		*	5.61	St. James, Barbados (2018)		
1,2,3,4,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					M	ULOQ				*	15.16	St. James, Barbados (2016)		
1,2,3,4,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )			M							*	21.08	Montevideo, Uruguay (2017)		
1,2,3,6,7,8-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					M					*	28.16	St. James, Barbados (2017)		
1,2,3,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )			M			U				*	23.30	Montevideo, Uruguay (2018)		
1,2,3,7,8,9-HxCDD (fg/m <sup>3</sup> )					M					*	25.20	St. James, Barbados (2018)		
1,2,3,7,8,9-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )		U			M	ULOQ			ULOQ	*	3.85	St. James, Barbados (2018)		
1,2,3,7,8-PeCDD (fg/m <sup>3</sup> )					M	ULOQ				*	25.84	St. James, Barbados (2017)		
2,3,4,6,7,8-HxCDF (fg/m <sup>3</sup> )			M			U				*	27.02	Montevideo, Uruguay (2017)		
2,3,4,7,8-PeCDF (fg/m <sup>3</sup> )			M							*	45.59	Montevideo, Uruguay (2018)		
2,3,7,8-TCDD (fg/m <sup>3</sup> )			M			ULOQ				*	6.93	Montevideo, Uruguay (2018)		
2,3,7,8-TCDF (fg/m <sup>3</sup> )			M							*	54.59	Montevideo, Uruguay (2018)		
OCDD (fg/m <sup>3</sup> )		M								*	988.24	Kingston, Jamaica (2018)		
OCDF (fg/m <sup>3</sup> )		M								*	73.98	Kingston, Jamaica (2018)		
Suma de 7 PCDDs (fg/m <sup>3</sup> )	M								*	1,239.14	Kingston, Jamaica (2018)			
TEQ	PCDDs WHO1998-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )				M						39.88	St. James, Barbados (2017)		
	PCDDs WHO2005-TEQ LB (fg/m <sup>3</sup> )				M						39.97	St. James, Barbados (2017)		
	PCDDs WHO1998-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )				M						39.88	St. James, Barbados (2017)		
	PCDDs WHO2005-TEQ UB (fg/m <sup>3</sup> )				M						39.97	St. James, Barbados (2017)		
	HCH	Alfa-HCH (pg/m <sup>3</sup> )	*		M	*					ULOQ	17.23	Sao Paulo, Brasil (2017)	
Beta-HCH (pg/m <sup>3</sup> )		ULOQ		M	*	ULOQ		ULOQ		ULOQ	5.10	Sao Paulo, Brasil (2017)		
Gama-HCH (pg/m <sup>3</sup> )		*			*			M			57.12	Quito, Ecuador (2018)		
PeCB	PeCB (pg/m <sup>3</sup> )*	*	*	*	*	M*	*	*	*	*	1,223.63	St. Phillips, Antigua y Barbuda (2018)		
BDE	BDE 47 (pg/m <sup>3</sup> )	M									ULOQ	16.83	Kingston, Jamaica (2018)	
	BDE 99 (pg/m <sup>3</sup> )	M									ULOQ	8.13	Kingston, Jamaica (2018)	
	BDE 153 (pg/m <sup>3</sup> )	UM		U		U			ULOQ		ULOQ	0.96	Kingston, Jamaica (2017)	
	BDE 154 (pg/m <sup>3</sup> )			U		U			ULOQ	M	ULOQ	1.23	Los Mochis, México (2018)	
	BDE 175/183 (pg/m <sup>3</sup> )*	*	*	U*	M*	*	*	*	*	*	5.70	St. James, Barbados (2016)		
	BDE 17 (pg/m <sup>3</sup> )					U			U	M	ULOQ	1.34	Los Mochis, México (2018)	
	BDE 28 (pg/m <sup>3</sup> )									M	ULOQ	3.74	Los Mochis, México (2018)	
	BDE 100 (pg/m <sup>3</sup> )									M	ULOQ	2.04	Los Mochis, México (2018)	
PBB	PBB 153 (pg/m <sup>3</sup> )*	M*	ULOQ*	ULOQ*	ULOQ*	ULOQ*	ULOQ	ULOQ	ULOQ	*	ULOQ	0.000057	Kingston, Jamaica (2017)	

  Aumento de concentración  
  Disminución de concentración  
  Sin cambio  
  ULOQ Todos los datos bajo el límite de cuantificación  
  Valor fuera de rango

M Valor máximo del período 2016-2018  
\* Sin o con un solo dato  
U Únicamente datos de 2016-2018  
U Valor más reciente bajo el LDC

La concentración de los parámetros del grupo Ciclodienos aumento en la mayoría de los parámetros 82%, en los sitios recurrentes a excepción de Endosulfán e isómeros que se analizan únicamente en el período 2016-2018. En los sitios no recurrentes se presenta disminución o valores bajo el LDC en la mayoría 86%, destacando nuevamente Tome Chile, 2017-2018, que presenta valores bajo el LDC en todos sus datos.

Situación similar se observa para el DDT e isómeros, HCB y los HCH, donde en general los sitios recurrentes muestran aumento de todos sus parámetros y los no recurrentes disminución del 55% de sus parámetros en el caso del DDT y 86% y 76 % para el HCB y HCH respectivamente.

Los BPC presentan disminución en el 95% de sus parámetros en los sitios recurrentes y aumento en el 61% en los no recurrentes; a diferencia los BPC con TEF presentan aumento del 100% de sus congéneres en los sitios recurrentes y disminución en el sitio no recurrente Los Mochis México.

Las Dioxinas y Furanos muestran disminución o valores bajo el LDC del 52% de los parámetros en los sitios recurrentes y aumento del 76% en los no recurrentes. Los TEQ de Dioxinas presentan aumento del 60% y del 75 % de los parámetros en los sitios recurrentes y no recurrentes respectivamente.

Los BDE muestran aumento del 56% de sus parámetros en los sitios recurrentes y disminución, valores bajo el LDC y sin cambio en el 63% de los no recurrentes. Y por último los parámetros medidos únicamente en el período 2016-2018 presentan: aumento del 60% en todos los sitios para PeCB y 80% de los datos bajo el LDC para el PBB 153.

Asimismo, del análisis realizado resulta que el 20 % de todos los datos presentan valores por debajo del LDC y todas las tendencias de los sitios recurrentes con más de tres años de medición no fueron significativas.

Para analizar la variabilidad de todos los datos del programa Air -GEF se siguió el mismo procedimiento en los programas de monitoreo de aire ambiente: se comparó primero año por año de monitoreo de cada parámetro, luego se separaron los datos por grupos de años y finalmente por tipo de sitio: No clasificado (NC), Rural y Urbano; para las comparaciones de este programa. Se analizó la dispersión de los datos por medio de diagramas de cajas y se calcularon los parámetros estadísticos para estimar los cambios de concentración en la región.

Se presentan comparaciones entre los datos, del período 2010-2011 con los de 2016-2018, de 64 parámetro, ya que 7 se analizaron por primera vez. Sin embargo, no todos los parámetros se miden en todos los sitios, ni todos los sitios tienen completud para todos los parámetros; además, a pesar de que 15 sitios, cumplieron con el criterio de 75% de completud, en el período 2010-2011, 10 de ellos son no clasificados y no tienen sitios comparables en el período 2016-2018. Estos sitios solamente se consideran en la comparación regional de Programas de Monitoreo de Aire Tabla 32 Mosaico. El análisis estadístico de los datos considera los 71 parámetros medidos en el período 2013-2016.

A continuación, se presenta el análisis por grupo de compuestos:

### *Insecticidas Organoclorados, Subgrupo Ciclodienos*

El grupo de Insecticidas Organoclorados, Subgrupo Ciclodienos presenta datos de ambos períodos. Sin embargo, la mayoría de los datos de 2010-2011 presentan valores bajo el LDC o no cumplen con el criterio de completud; solamente 3 sitios: uno rural y dos urbanos cumplen con el criterio. Para el período 2016-2018 se cuenta con datos de 3 sitios rurales y 7 urbanos y únicamente los parámetros cis-Nonaclor y Oxy Clordano muestran valores por debajo del LDC.

El análisis estadístico muestra que hay aumento de concentración para casi todos los parámetros en ambos grupos de sitios: rurales y urbanos, a excepción de Mirex en los sitios urbanos en el período 2016-2018. En general la mayoría de las medianas con valores más altos se presentan en los sitios urbanos. Se presentan valores extremos de Dieldrín en St. James Barbados, 2017 y 2018. Ver Figura 46 y Tabla 33.

Figura 46. Comportamiento de los Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros en GRULAC por tipo de sitio de monitoreo (con criterio de 75%)

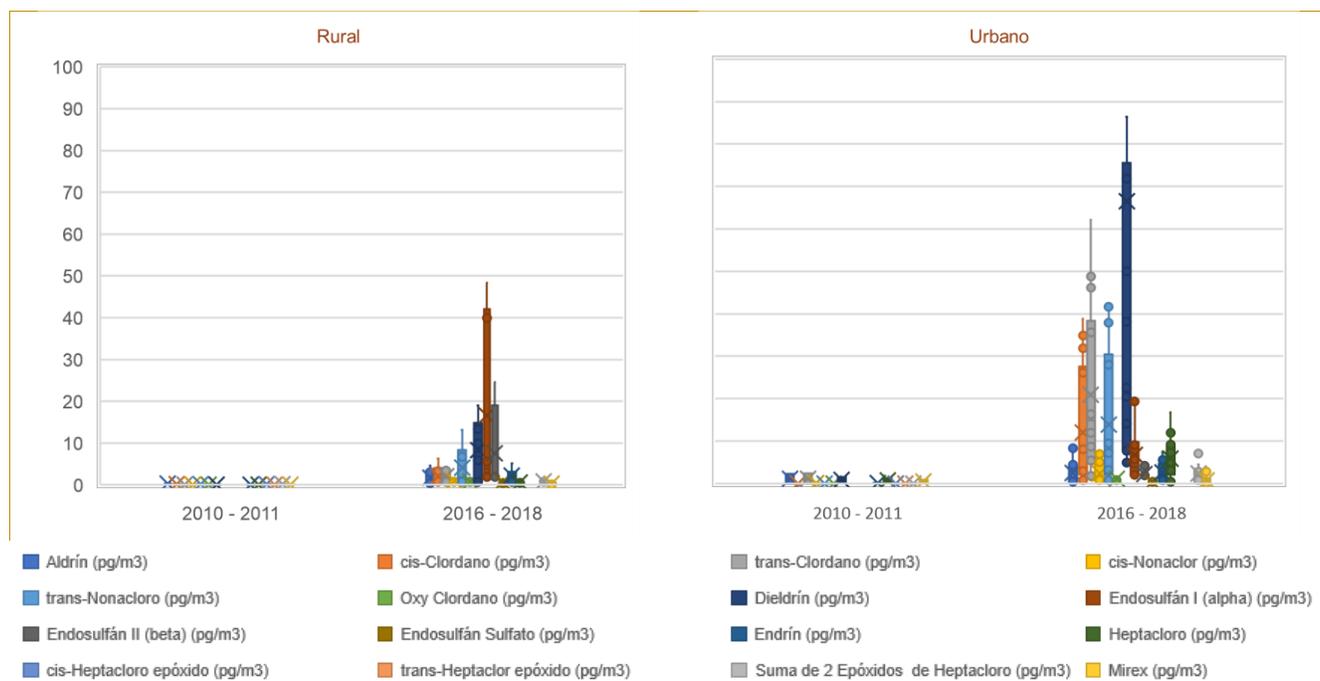


Tabla 33. Máximos, promedios y medianas de insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros (con criterio de 75%)

Parámetro	CICLODIENOS (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
<b>RURAL</b>						
Aldrín	0.265	4.675	0.265	1.662	0.265	0.741
cis-Clordano	0.127	6.286	0.127	2.126	0.127	0.831
trans-Clordano	0.040	3.519	0.040	2.116	0.040	2.102
cis-Nonaclor	0.002	1.583	0.002	0.903	0.002	0.781
trans-Nonaclor	0.125	13.104	0.125	4.187	0.125	1.870
Oxy Clordano	0.002	0.911	0.002	0.858	0.002	0.878
Dieldrín	0.002	18.999	0.002	8.284	0.002	7.890
Endosulfán I (Alfa)*		48.426		16.643		3.849
Endosulfán II (beta)*		24.614		7.619		1.973
Endosulfán Sulfato*		1.401		0.640		0.390
Endrín	0.035	5.134	0.035	2.268	0.035	2.202
Heptacloro	0.002	0.623	0.002	0.555	0.002	0.589
Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro	0.220	0.889	0.220	0.841	0.220	0.855
Mirex	0.002	0.578	0.002	0.284	0.002	0.151
<b>URBANO</b>						
Aldrín	2.206	8.531	1.104	2.503	1.104	1.476
cis-Clordano	0.002	38.855	0.002	11.964	0.002	3.722
trans-Clordano	2.328	62.079	1.165	20.867	1.165	14.935
cis-Nonaclor	0.180	7.209	0.091	2.352	0.091	0.767
trans-Nonaclor	0.002	42.491	0.002	13.956	0.002	7.598
Oxy Clordano	0.002	2.682	0.002	1.074	0.002	0.865
Dieldrín	1.537	345.256	0.812	66.489	0.812	22.466
Endosulfán I (Alfa)*		19.400		6.706		3.915
Endosulfán II (beta)*		4.230		2.281		1.948
Endosulfán Sulfato*		0.393		0.385		0.383
Endrín	0.119	7.464	0.100	2.661	0.100	0.989
Heptacloro	1.272	16.840	0.688	5.852	0.688	4.810
Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro	0.002	7.129	0.002	2.404	0.002	2.022
Mirex	0.832	3.021	0.513	0.785	0.513	0.153

### Dicloro Difencil Tricloroetano y sus Isómeros

El Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT) y sus isómeros también presenta datos de ambos períodos. Sin embargo, solamente 3 sitios: uno rural y dos urbanos cumplen con el criterio del 75% de completud durante 2010-2011. Para el período 2016-2018 se cuenta con datos de 3 sitios rurales y 7 urbanos. El comportamiento de los datos se muestra en la Figura 47 donde se observa que durante 2016-2018 se presentan valores extremos en Suma de 3 p,p-DDTs y Suma de 6 DDTs en los sitios rurales debido al valor atípico fuera de rango de p,p-DDE en Los Mochis México, 2018. Los parámetros estadísticos se resumen en la tabla 34, donde todas las medianas de los isómeros en ambos grupos de sitios presentan aumento de concentración y los valores más altos en los sitios urbanos. La mayoría de los datos analizados están arriba del LDC.

Figura 47. Comportamiento del DDT y sus isómeros en la región GRULAC (con criterio de 75%)

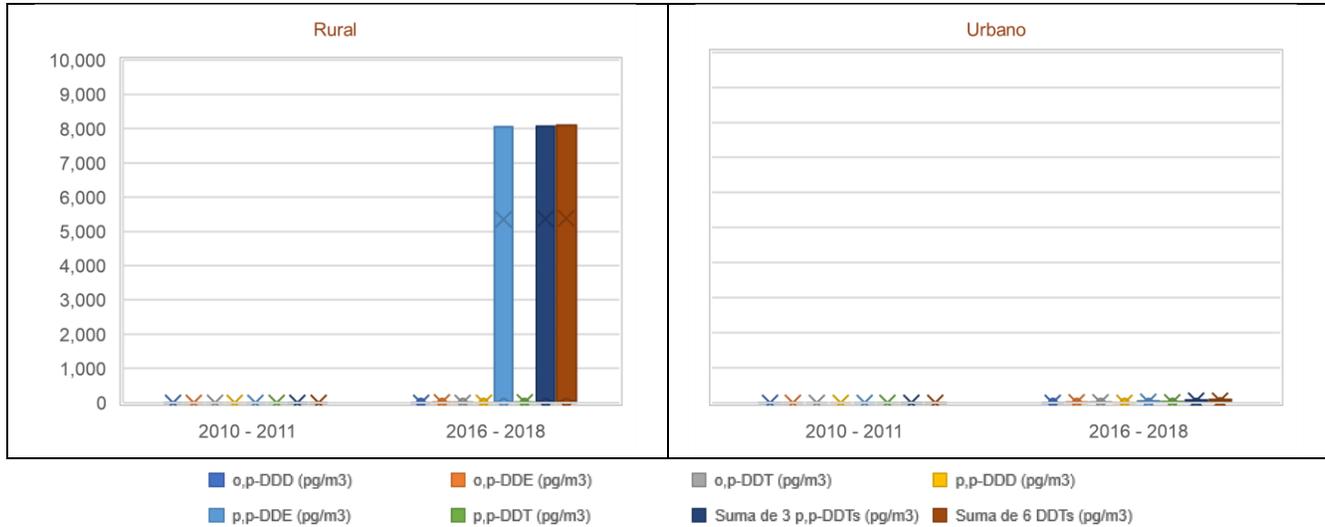


Tabla 34. Máximos, promedios y medianas del DDT y sus isómeros (con criterio de 75%)

Parámetro	DDT (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
<b>RURAL</b>						
o,p-DDD	0.002	1.578	0.002	0.636	0.002	0.449
o,p-DDE	0.002	12.938	0.002	3.469	0.002	0.681
o,p-DDT	0.002	7.291	0.002	2.980	0.002	2.260
p,p-DDD	0.002	2.337	0.002	1.055	0.002	0.923
p,p-DDE	0.016	32,000.000	0.016	28.716	0.016	31.582
p,p-DDT	0.002	17.974	0.002	9.311	0.002	9.511
Suma de 3 p,p-DDTs	0.016	32,020.245	0.016	5,367.551	0.016	45.281
Suma de 6 DDTs	0.047	32,043.185	0.047	5,375.638	0.047	50.793
<b>URBANO</b>						
o,p-DDD	0.134	1.577	0.068	0.932	0.068	1.064
o,p-DDE	0.158	8.145	0.080	3.455	0.080	3.476
o,p-DDT	0.008	18.584	0.005	9.506	0.005	9.392
p,p-DDD	0.297	2.988	0.149	1.539	0.149	1.638
p,p-DDE	0.519	60.724	0.410	30.674	0.410	34.048
p,p-DDT	0.452	28.906	0.280	16.950	0.280	19.856
Suma de 3 p,p-DDTs	0.915	91.369	0.889	49.418	0.889	57.862
Suma de 6 DDTs	1.376	119.387	1.266	63.396	1.266	73.342

### Hexaclorobenceno

El Hexaclorobenceno (HCB) también presenta datos de ambos períodos y solamente 3 sitios: uno rural y dos urbanos cumplen con el criterio del 75% de completud durante 2010-2011. Para el período 2016-2018 se cuenta de igual manera, con datos de 3 sitios rurales y 7 urbanos, todos sus datos están arriba del LDC. El comportamiento de los datos y los valores estadísticos se muestran en la Figura 48 y Tabla 35, donde se observa que

durante 2016-2018 se presenta aumento de concentración de medianas con mayor valor en los sitios urbanos y valor extremo en el sitio urbano Buenos Aires Argentina, 2017.

Figura 48. Comportamiento del Hexaclorobenceno (HBC) en la región GRULAC (con criterio de 75%)

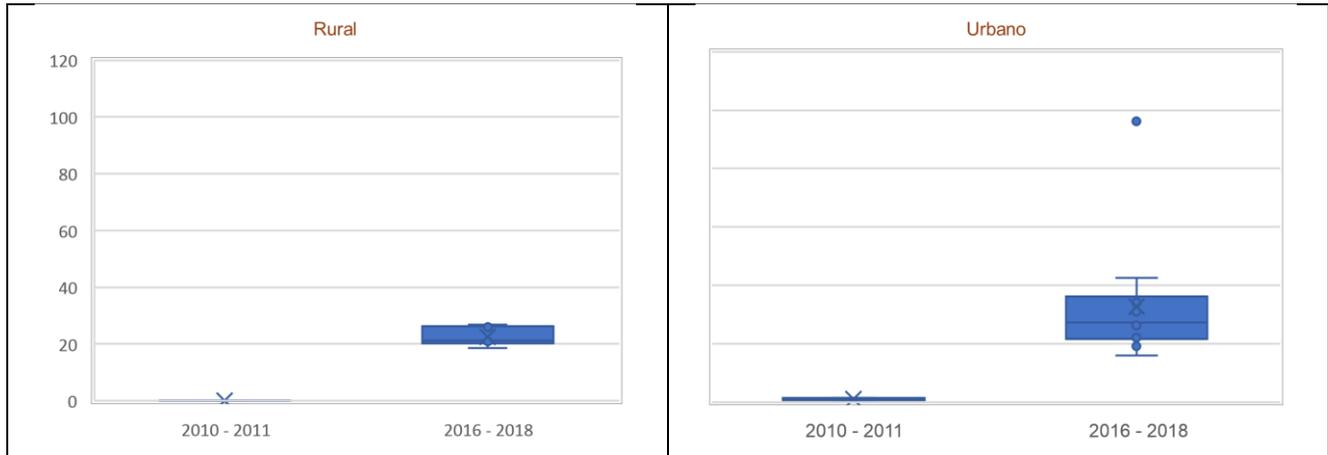


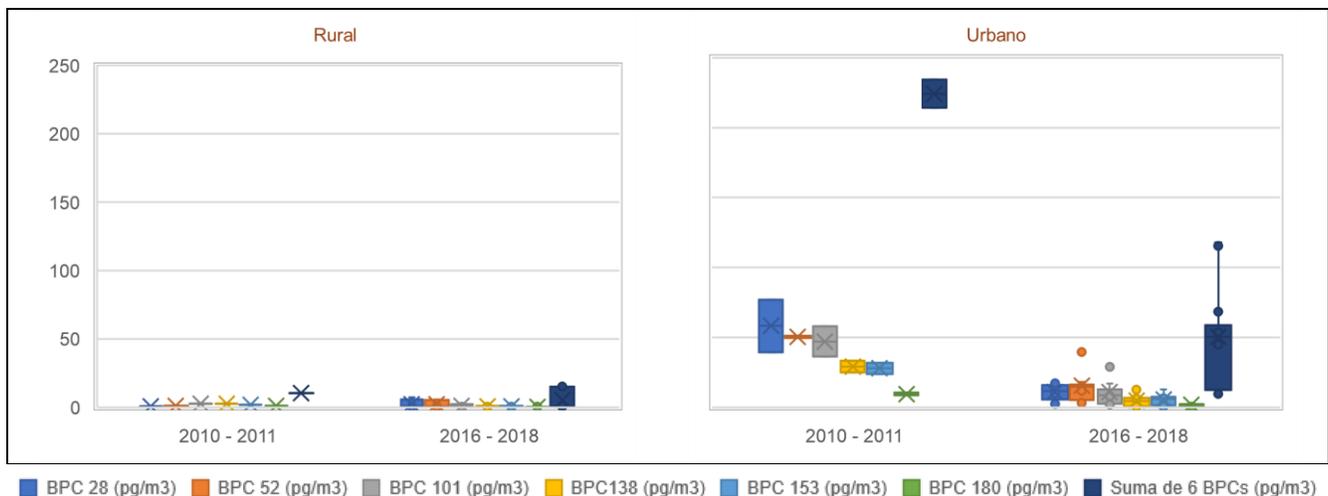
Tabla 35. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorobenceno (con criterio de 75%)

Tipo de sitio	HBC (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
RURAL	0.002	26.864	0.002	22.474	0.002	21.187
URBANO	1.394	96.283	0.994	32.784	0.994	27.180

### Bifenilos Policlorados y congéneres

En el período 2016-2018 se analizaron 6 congéneres de Bifenilos Policlorados (BPC) y las sumas de 6 y 7 BPC, esté último incluye el BPC con TEF 118 y se grafica con los BPC con TEF; de 10 sitios de muestreo 3 rurales y 7 urbanos, que cumplen con el criterio de 75%. Del período 2010-2011 se analizan los mismos congéneres a excepción de la suma de 7 BPC, medido únicamente en 2016-2018, de los 3 sitios mencionados: uno rural y dos urbanos que cumplen con el criterio del 75%. La mayoría de los datos presentan valores arriba del LDC a excepción del BPC 180 con el 48% de sus datos abajo del LDC en ambos períodos. Como se observa en la Figura 49 y Tabla 36, en 2016-2018, hay disminución de concentración en las medianas de ambos grupos de sitios: rurales y urbanos con valores más altos en los sitios urbanos. No se presentan valores extremos.

Figura 49. Comportamiento de los BPCs en la región GRULAC (con criterio de 75%)



■ BPC 28 (pg/m<sup>3</sup>) ■ BPC 52 (pg/m<sup>3</sup>) ■ BPC 101 (pg/m<sup>3</sup>) ■ BPC138 (pg/m<sup>3</sup>) ■ BPC 153 (pg/m<sup>3</sup>) ■ BPC 180 (pg/m<sup>3</sup>) ■ Suma de 6 BPCs (pg/m<sup>3</sup>)

Tabla 36. Máximos, promedios y medianas de los BPCs (con criterio de 75%)

Parámetro	BPC (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
<b>RURAL</b>						
BPC 28	0.51	7.13	0.51	2.39	0.51	0.499
BPC 52	1.09	5.59	1.09	2.25	1.09	0.798
BPC 101	2.52	2.61	2.52	1.15	2.52	0.528
BPC138	2.49	1.12	2.49	0.67	2.49	0.477
BPC 153	1.92	1.20	1.92	0.70	1.92	0.479
BPC 180	0.91	0.38	0.91	0.38	0.91	0.380
Suma de 6 BPCs	10.32	15.12	10.32	5.46	10.32	0.823
<b>URBANO</b>						
BPC 28	76.74	18.08	58.14	10.78	58.14	11.527
BPC 52	51.03	40.35	50.27	15.26	50.27	14.556
BPC 101	57.85	32.63	47.03	10.77	47.03	8.792
BPC138	33.22	12.76	29.04	4.91	29.04	4.562
BPC 153	31.78	12.68	27.84	5.68	27.84	6.095
BPC 180	10.57	2.50	9.56	1.63	9.56	2.037
Suma de 6 BPCs	234.46	117.70	224.28	50.16	224.28	50.421

**Bifenilos Policlorados con TEF**

Con respecto a los Bifenilos Policlorados (BPC) con TEF se analizaron también 6 congéneres, pero solo 4 sitios de monitoreo: 1 rural y tres urbanos, cumplen con el criterio de 75% en el período 2016-2018; a diferencia 15 sitios del 2010-2011: 10 NC, 1 rural y 4 urbanos, cumplen con el criterio. En la Figura 50 y Tabla 37 se aprecia el aumento significativo de los valores de las medianas de 2016-2018, con valores más altos en los sitios urbanos, principalmente del BPC 118 y la Suma de 7 PBC. No se observan valores extremos. Los datos se encuentran arriba del LDC.

Figura 50. Comportamiento de los BPCs con TEF en la región GRULAC (con criterio de 75%)

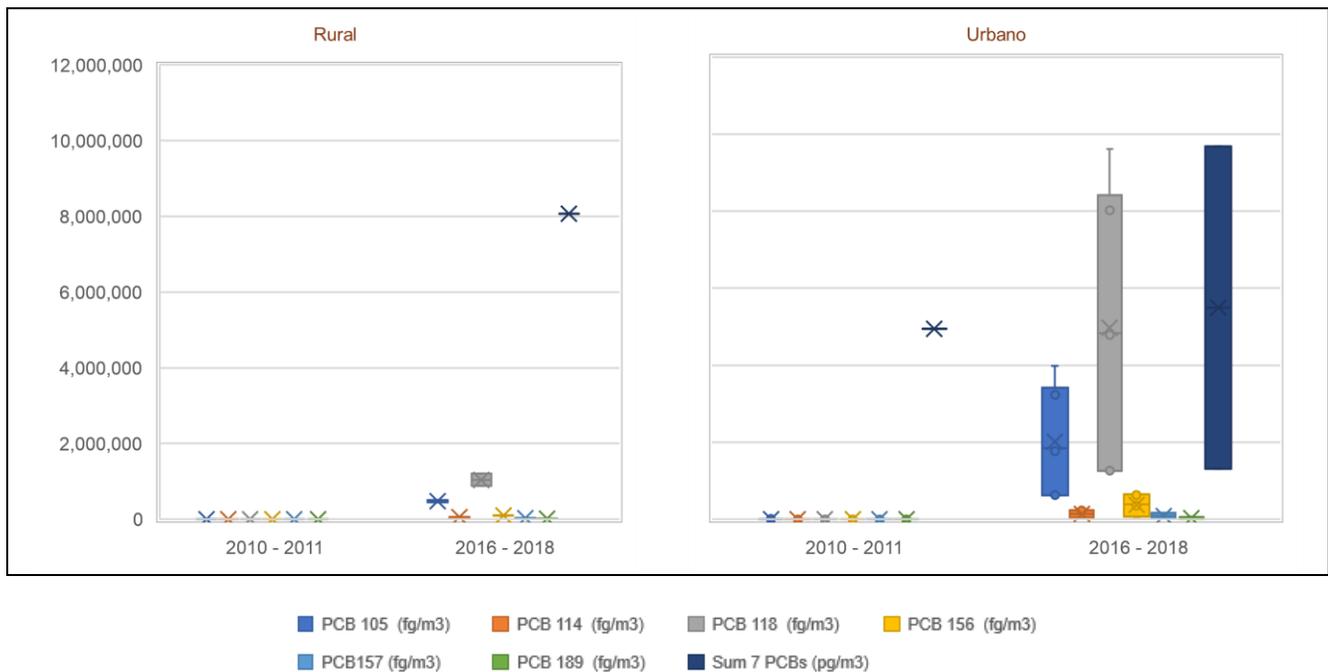


Tabla 37. Máximos, promedios y medianas de los BPCs con TEF (con criterio de 75%)

BPC con TEFs (fg/m <sup>3</sup> )						
Parámetro	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
<b>RURAL</b>						
BPC 105	165.04	503,513.25	165.04	475,797.67	165.04	475,797.67
BPC 114	12.60	54,749.32	12.60	52,340.06	12.60	52,340.06
BPC 118	86.67	1,200,512.05	86.67	1,040,203.62	86.67	1,040,203.62
BPC 156	65.93	102,713.63	65.93	100,956.55	65.93	100,956.55
BPC157	13.53	34,146.07	13.53	32,453.32	13.53	32,453.32
BPC 189	21.33	19,379.07	21.33	15,749.76	21.33	15,749.76
Suma de 7 BPCs		895,019.60		895,019.60		895,019.60
<b>URBANO</b>						
BPC 105	6,060.00	3,981,476.01	3,624.62	2,018,654.55	4,097.83	1,841,533.39
BPC 114	453.56	273,341.67	265.34	144,545.61	294.01	135,253.19
BPC 118	2,976.03	9,619,995.04	1,547.83	4,968,577.53	1,563.49	4,839,865.37
BPC 156	1,269.95	701,814.57	706.77	372,670.50	752.70	388,949.94
BPC157	297.52	172,477.14	170.85	90,948.78	188.01	91,107.37
BPC 189	154.36	69,216.07	73.27	35,790.74	65.34	42,704.97
Suma de 7 BPCs		9,688,254.08		6,003,867.40		6,509,738.40

*Dibenzodioxinas y Dibenzofuranos policlorados y congéneres*

En el período 2016-2018 se analizaron 17 parámetros de Dioxinas y Furanos (PCDD y PCDF) y sus congéneres de 10 sitios de muestreo que cumplen con el criterio de completud: 7 urbanos y tres rurales, y que presentan datos en mayoría arriba del LDC. Del período 2010-2011 se analizan 5 sitios para llevar a cabo la comparación: uno rural y 4 urbanos. En la Figura 51 y Tabla 38 se observa aumento de concentración en 2016-2018 para 13 de los 17 parámetros medidos en los sitios rurales, y 2 de los sitios urbanos. Los valores más altos de medianas se presentan en los sitios urbanos donde OCDD presenta valores extremos en Kingston Jamaica, 2017 y 2018.

Figura 51. Comportamiento de las Dioxinas y Furanos en la región GRULAC (con criterio de 75%)

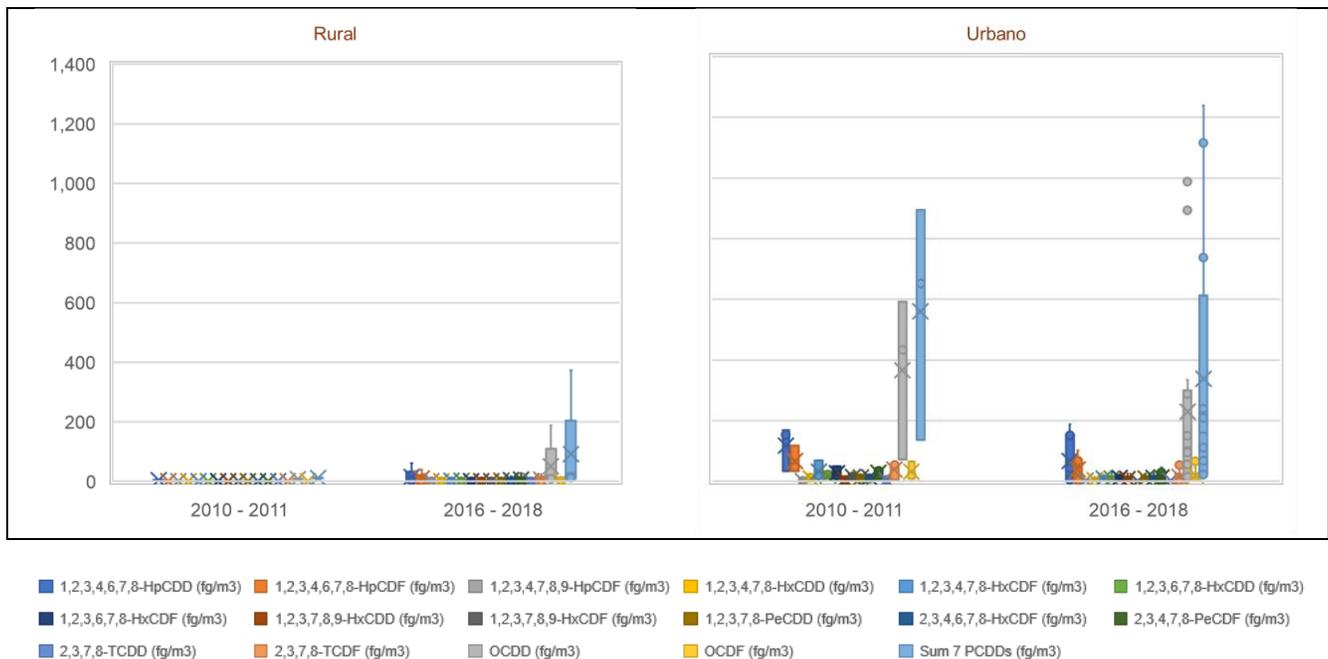


Tabla 38. Máximos, promedios y medianas de las Dioxinas y Furanos (con criterio de 75%)

Parámetro	PCDD Y PCDF (fg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
<b>RURAL</b>						
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3.58	62.02	3.58	15.05	3.58	3.804
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1.44	39.91	1.44	8.94	1.44	1.215
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.06	3.98	0.06	1.08	0.06	0.224
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.09	3.36	0.09	0.86	0.09	0.263
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.77	7.81	0.77	1.78	0.77	0.230
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.09	8.75	0.09	2.04	0.09	0.421
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.65	6.86	0.65	1.57	0.65	0.218
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.08	6.29	0.08	1.58	0.08	0.347
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.08	3.81	0.08	1.04	0.08	0.418
1,2,3,7,8-PeCDD	0.23	8.56	0.23	1.98	0.23	0.393
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.71	17.66	0.71	3.81	0.71	0.344
2,3,4,7,8-PeCDF	0.37	27.14	0.37	5.89	0.37	0.647
2,3,7,8-TCDD	0.05	2.19	0.05	0.60	0.05	0.153
2,3,7,8-TCDF	0.79	24.45	0.79	6.51	0.79	3.038
OCDD	8.62	188.46	8.62	50.84	8.62	20.897
OCDF	0.12	11.16	0.12	3.34	0.12	1.467
Suma de 7 PCDDs	12.21	373.17	12.21	91.11	12.21	26.675
<b>URBANO</b>						
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	953.6	187.9	327.5	67.1	161.2	47.021
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	510.0	102.5	177.5	39.4	82.5	41.042
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	2.7	5.6	1.1	2.2	0.9	1.387
1,2,3,4,7,8-HxCDD	57.4	14.4	21.6	4.5	12.8	2.851
1,2,3,4,7,8-HxCDF	89.9	21.1	47.3	9.8	43.9	12.567
1,2,3,6,7,8-HxCDD	122.9	28.2	45.5	9.7	24.8	4.944
1,2,3,6,7,8-HxCDF	108.2	23.3	47.9	11.1	34.1	13.224
1,2,3,7,8,9-HxCDD	100.0	25.2	29.3	8.3	8.6	3.497
1,2,3,7,8,9-HxCDF	107.7	3.9	38.2	1.2	19.5	0.733
1,2,3,7,8-PeCDD	105.7	25.8	36.1	8.7	15.7	5.034
2,3,4,6,7,8-HxCDF	16.6	27.0	10.4	10.4	10.0	13.586
2,3,4,7,8-PeCDF	133.5	45.6	55.1	13.2	39.1	10.884
2,3,7,8-TCDD	28.2	6.9	10.4	1.9	5.5	1.633
2,3,7,8-TCDF	122.7	54.6	59.8	14.5	55.4	7.712
OCDD	4,249.7	988.2	1,336.9	229.6	512.6	113.489
OCDF	405.3	74.0	125.5	19.9	43.2	10.626
Suma de 7 PCDDs	5,617.6	1,239.1	1,825.2	338.5	773.5	160.677

**Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ): Dioxinas y Furanos y BPC similares a las Dioxinas**

Los factores de equivalencia tóxica presentan datos en ambos períodos únicamente para los 4 parámetros de Dioxinas. El período 2016-2018 cuenta con los 10 sitios de muestreo que cumplen con el criterio de completud: 7 urbanos y tres rurales; y a pesar de que en el período 2010-2011, 15 sitios cumplen con el criterio: 10 NC, 1 rural y 4 urbanos; los 10 NC no se consideran en el análisis porque no se tiene comparación con sitios similares. Como se observa en la Figura 52 y Tabla 39, en el período 2016-2018 los sitios rurales presentan aumento de concentración en todos los parámetros y los urbanos disminución. No se presentan valores extremos y los valores más altos de medianas se observan en los sitios urbanos. Los datos de estos parámetros están arriba del LDC.

Figura 52. Comportamiento de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ) en la Región GRULAC (con criterio de 75%)

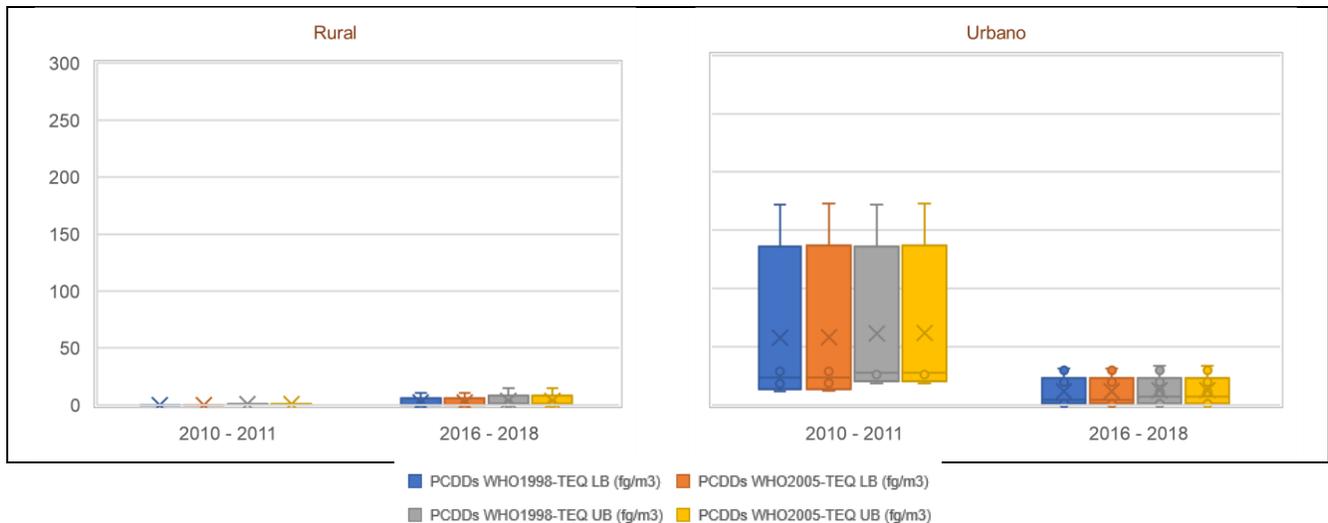


Tabla 39. Máximos, Promedios y medianas de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ) (con criterio de 75%)

Parámetro	TEQ (fg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
<b>RURAL</b>						
PCDDs WHO1998-TEQ LB	0.04	10.71	0.04	2.40	0.04	0.106
PCDDs WHO2005-TEQ LB	0.04	10.77	0.04	2.41	0.04	0.108
PCDDs WHO1998-TEQ UB	0.66	14.85	0.66	3.78	0.66	1.135
PCDDs WHO2005-TEQ UB	0.66	14.88	0.66	3.79	0.66	1.141
<b>URBANO</b>						
PCDDs WHO1998-TEQ LB	171.9	31.4	57.8	11.8	23.7	4.214
PCDDs WHO2005-TEQ LB	172.8	31.5	58.0	11.8	23.7	4.227
PCDDs WHO1998-TEQ UB	171.9	33.7	61.4	12.5	27.6	7.352
PCDDs WHO2005-TEQ UB	172.8	33.8	61.7	12.6	27.7	7.367

### Hexaclorociclohexano y sus isómeros

El Hexaclorociclohexano (HCH) y sus 3 isómeros también presenta datos de ambos períodos. Sin embargo, solamente 3 sitios: uno rural y dos urbanos cumplen con el criterio del 75% de completud durante 2010-2011. Para el período 2016-2018 se cuenta con datos de 10 sitios: 3 sitios rurales y 7 urbanos. La mayoría de los datos están arriba del LDC a excepción del Beta-HCH que presenta el 50% de los valores bajo el LDC. El comportamiento de los datos y la estadística se presentan en la Figura 53 y en la Tabla 40 donde se observa que durante 2016-2018 se presenta aumento de medianas para los tres isómeros en sitios rurales y urbanos, sin valores extremos.

Figura 53. Comportamiento del Hexaclorociclohexano y sus isómeros en la región GRULAC (con criterio de 75%)

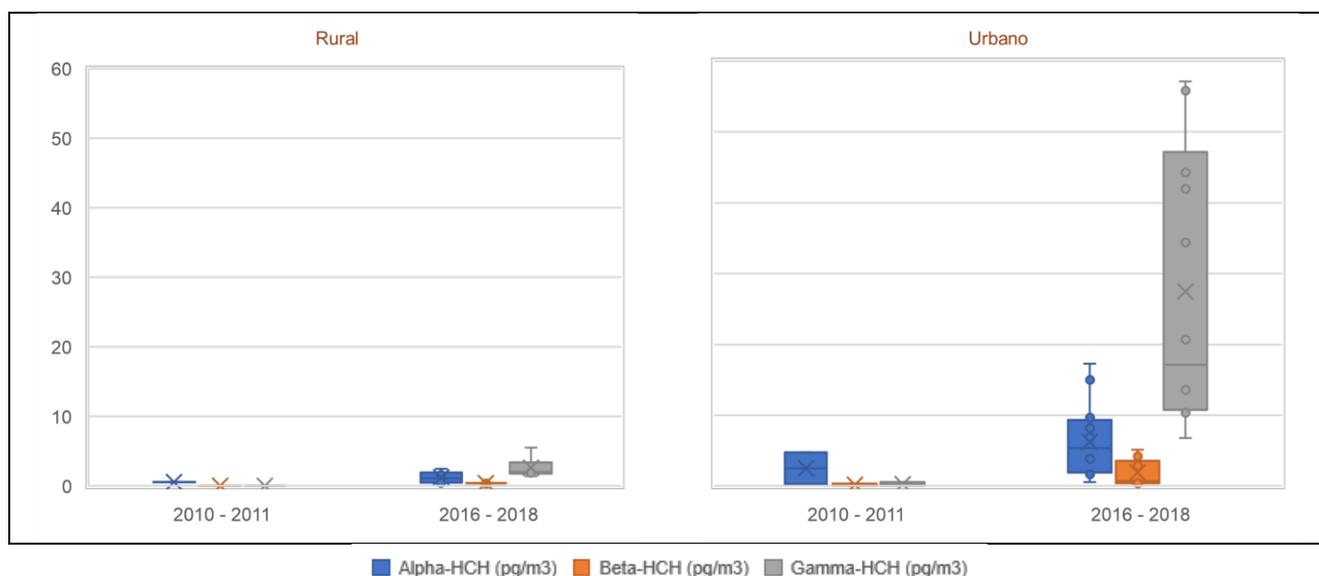


Tabla 40. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorociclohexano y sus isómeros (con criterio de 75%)

Parámetro	HCH (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
<b>RURAL</b>						
Alfa-HCH	0.58	2.44	0.58	1.24	0.58	1.135
Beta-HCH	0.00	0.42	0.00	0.40	0.00	0.404
Gama-HCH	0.02	5.51	0.02	2.61	0.02	2.053
<b>URBANO</b>						
Alfa-HCH	4.78	17.23	2.50	6.27	2.50	5.363
Beta-HCH	0.35	5.10	0.19	1.89	0.19	0.721
Gama-HCH	0.59	57.12	0.30	27.49	0.30	17.140

### Bromo Difetil Éter y sus isómeros

En el período 2016-2018 se analizaron 8 isómeros de los Éteres de Polibromodifenilos (BDE) de 10 sitios de muestreo que cumplen con el criterio de completud: 7 urbanos y tres rurales, y que presentan datos en mayoría arriba del LDC. Cabe mencionar que el BDE 175/183 se midió por primera vez por este programa en este período. Del período 2010-2011 se analizan 5 sitios para llevar a cabo la comparación: uno rural y 4 urbanos. En la Figura 54 y Tabla 41 se observa que en 2016-2018, los sitios rurales presentan aumento de concentración de todas las medianas y los urbanos disminución de la mayoría, a excepción de los BDE 153 y 154 que presentan aumento. Se presentan valores extremos en los sitios urbanos: Kingston Jamaica, 2017 y 2018, para los BDE 47, 99, 154, 28 y 100. Los valores más altos de medianas se presentan en general en los sitios urbanos.

Figura 54. Comportamiento del BDE y sus isómeros en la Región GRULAC (con criterio 75%)

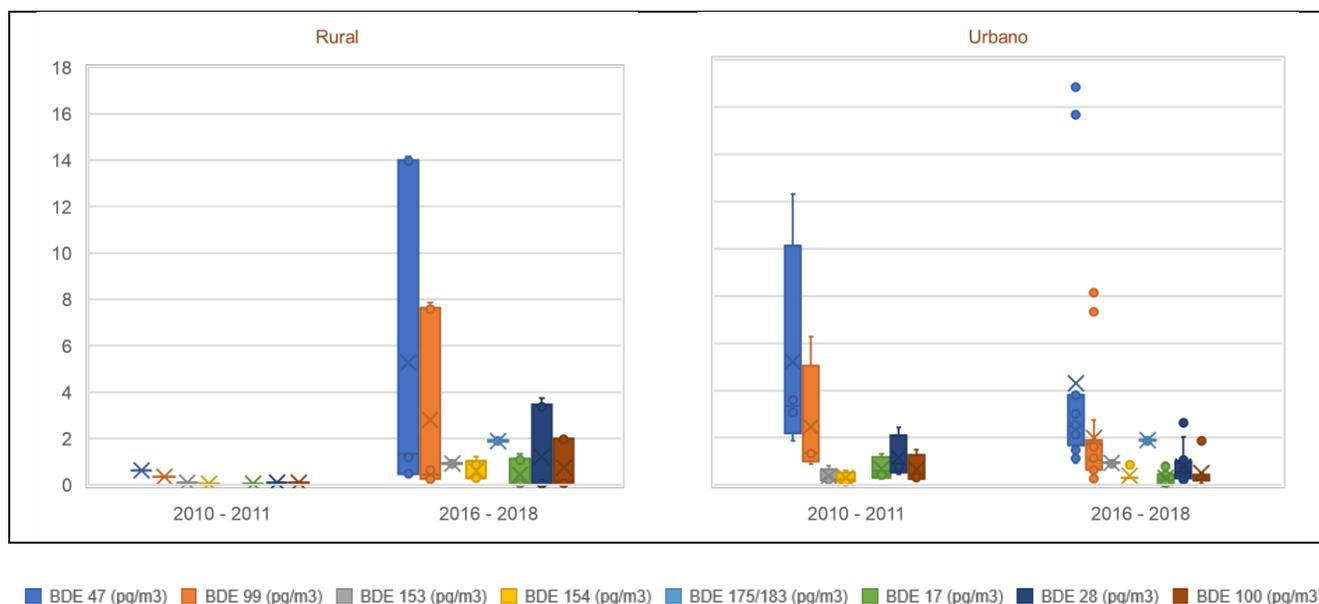


Tabla 41. Máximos, promedios y medianas del BDE y sus isómeros (con criterio de 75%)

Parámetro	BDE (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018	2010 - 2011	2016 - 2018
<b>RURAL</b>						
BDE 47	0.620	14.160	0.620	5.286	0.620	1.335
BDE 99	0.358	7.856	0.358	2.808	0.358	0.455
BDE 153	0.108	0.946	0.108	0.932	0.108	0.945
BDE 154	0.045	1.234	0.045	0.597	0.045	0.302
BDE 175/183		1.978		1.897		1.892
BDE 17	0.051	1.341	0.051	0.441	0.051	0.059
BDE 28	0.107	3.737	0.107	1.221	0.107	0.069
BDE 100	0.099	2.040	0.099	0.735	0.099	0.143
<b>URBANO</b>						
BDE 47	12.301	16.828	5.215	4.305	3.337	2.477
BDE 99	6.275	8.127	2.468	2.000	1.353	1.038
BDE 153	0.808	0.957	0.363	0.941	0.226	0.946
BDE 154	0.609	1.037	0.303	0.393	0.234	0.303
BDE 175/183		2.048		1.901		1.891
BDE 17	1.322	0.944	0.690	0.310	0.588	0.218
BDE 28	2.444	2.622	1.167	0.774	0.886	0.496
BDE 100	1.490	1.964	0.653	0.496	0.441	0.264

## Compuestos medidos por primera vez

### Pentaclorobenceno

El Pentaclorobenceno (PeCB) se mide por primera vez por este programa de monitoreo en 2016-2018 en los 10 sitios de monitoreo: 3 rurales y 7 urbanos. Todos los datos presentan valores arriba del LDC. La Figura 55 y la Tabla 42 muestran que la mayor mediana se presenta en los sitios urbanos a pesar de que el valor extremo máximo se presenta en el sitio rural St. Phillips, Antigua y Barbuda, 2018.

Figura 55. Comportamiento del Pentaclorobenceno en la región GRULAC (con criterio de 75%). PeCB (pg/m<sup>3</sup>)

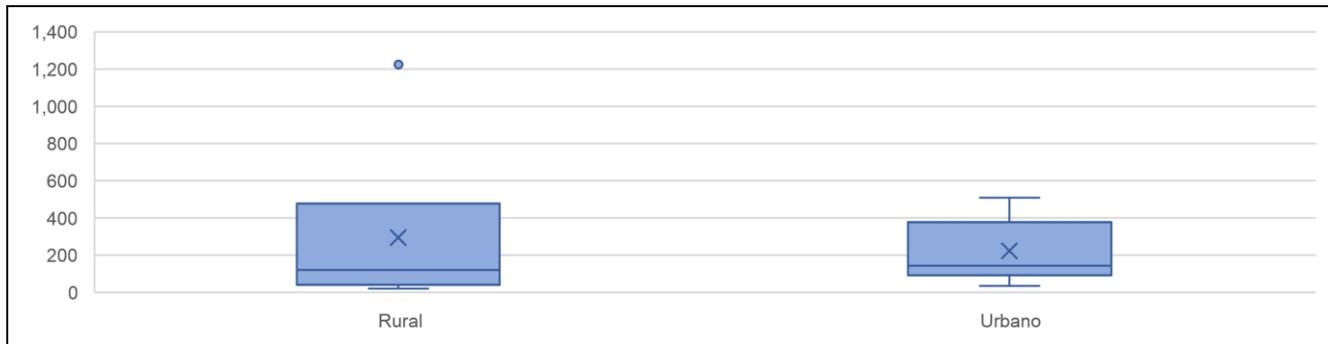


Tabla 42. Máximos, promedios y medianas del Pentaclorobenceno (con criterio de 75%).

Tipo de sitio	PeCB (pg/m <sup>3</sup> )		
	Máximo 2016 - 2018	Promedio 2016 - 2018	Mediana 2016 - 2018
RURAL	1,224	293	121
URBANO	508	225	142

### Hexabromobifenilo y sus isómeros

Del grupo del Hexabromobifenilo (PBB) y sus isómeros solamente se midió el PBB153 por primera vez en la región en 10 sitios durante el período 2016-2018. Todos los datos presentaron valores bajo el LDC excepto en: el sitio urbano, Kingston Jamaica; y en el rural Los Mochis México, ambos en el 2018. Se observa mayor variabilidad en los sitios rurales y valor atípico mínimo fuera del rango intercuartil en Quito Perú, 2018. Ver figura 56 y Tabla 43.

Figura 56. Concentraciones de PBB 153 por país y año (con criterio de 75%). PBB (pg/m<sup>3</sup>)

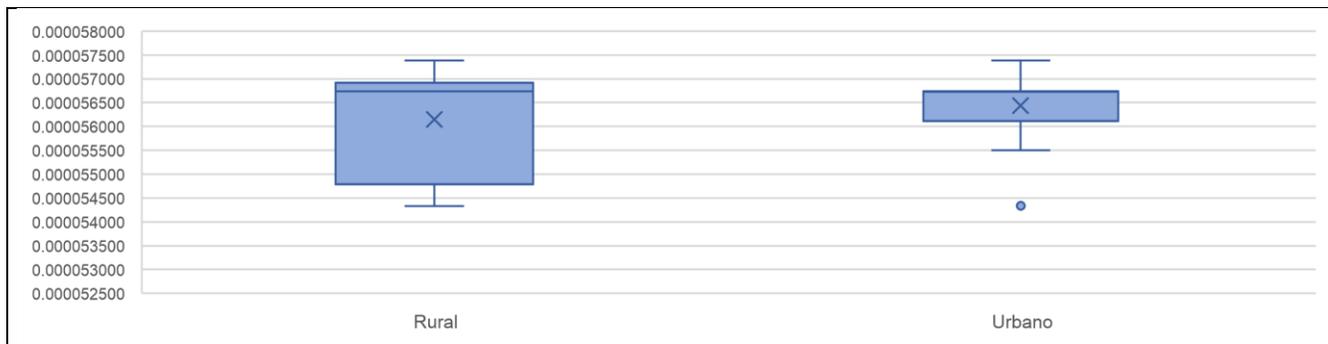


Tabla 43. Resumen del análisis del Hexabromobifenilo y sus isómeros (con criterio de 75%)

Tipo de sitio	PBB 153 (pg/m <sup>3</sup> )		
	Máximo 2016 - 2018	Promedio 2016 - 2018	Mediana 2016 - 2018
RURAL	0.0000574	0.0000561	0.0000567
URBANO	0.0000574	0.0000564	0.0000567

### 6.2.1.2. Programa global de muestreo atmosférico pasivo (GAPS)

La red de muestreo pasivo GAPS que está conformada por 29 sitios de monitoreo repartidos en diez países de América Latina y el Caribe, como se describe en el Capítulo 4, ha suministrado datos de COPs desde 2004 hasta 2016 evaluando 93 parámetros.

Cabe destacar que 19 de estos parámetros fueron analizados por primera vez por este programa durante el período 2013-2016. Sin embargo, no todos los sitios midieron todos los años, ni todos los parámetros y muchos sitios no miden años completos.

En la Figura 57, se observa el número de sitios y los años de monitoreo. Para garantizar la comparabilidad de los datos se seleccionaron aquellos sitios que monitorearon durante el 75% de cada año, reduciéndose el número de sitios a 20 (sitios con completud).

De estos 20 sitios solamente 10 monitorean dos o más años completos y se distribuyen de la siguiente manera: 2 en Brasil, 2 en Colombia, 2 en Chile, 2 en México, 1 en Barbados y 1 en Costa Rica (ver figura 58), donde también se observa su clasificación: Remotos 3, Rural 1, Urbano 1 y 6 NC.

Figura 57. Número de sitios del Programa GAPS y años monitoreados

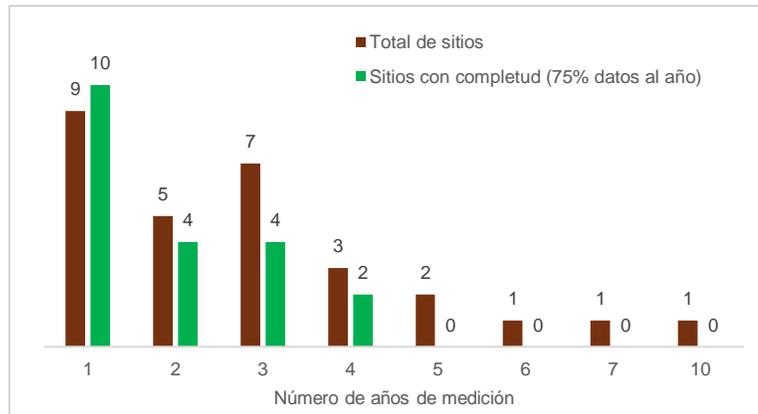
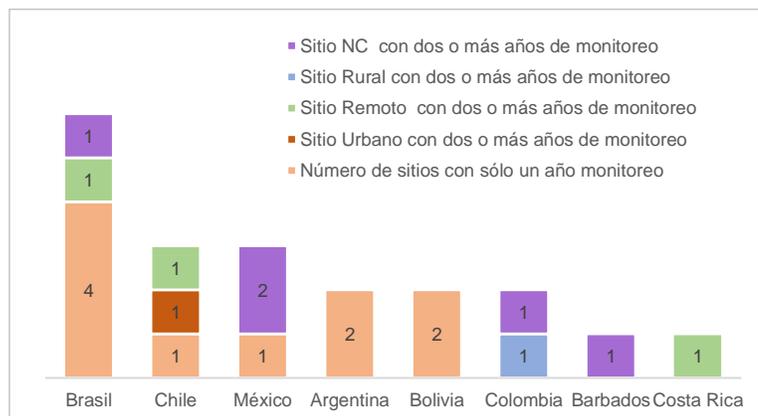


Figura 58. Distribución de sitios con completud por país y tipo de sitio



Asimismo, a pesar de que se cuenta con datos de 13 sitios de monitoreo del período 2013-2016, de los cuales 12 cumplen con el criterio de 75% de completud, solamente 4 sitios NC presentan monitoreo en períodos anteriores permitiendo realizar comparaciones entre 32 parámetros que incluyen: HBCD, HCB, HCBd y PeCB, medidos por primera vez en 2014. Dichas comparaciones se presentan en la Tabla 44, donde se observa que de los cuatro sitios solamente Yucatán, México muestra aumento de concentración en la mayoría de los parámetros 59%, mientras que los demás sitios presentan disminución en la mayoría de los parámetros analizados. Asimismo, el sitio Sonora, México presenta el mayor número de parámetros con valores máximos. Todas las tendencias de los sitios con más de tres años de medición no fueron significativas.

Los parámetros del grupo ciclodienos presentan en general reducciones significativas de concentración de Endosulfan e isómeros y de Diledrín en la mayoría de los 4 sitios de monitoreo. Aumento significativo de Isómeros del Clordano principalmente en Sonora y ligero de Heptacloro en los 4 sitios. Los BPC, incluyendo el BPC con TEF 118, presentan en general disminución de concentración en todos los sitios; al igual que los HCH que también presentan disminución en la mayoría de los sitios a excepción de Ragged Point, St. Philip, Barbados que presenta ligeros aumentos.

Los BDE presentan disminución de concentración en Manizales, Colombia y aumento en Yucatán, México. Los parámetros Gama-HBCD, HCB, HCBd y PeCB que se midieron de 2013-2016 presentan aumento de concentración en Manizales, Colombia; a excepción del Gama-HBCD que presenta valores abajo del LDC.

Tabla 44. Mosaico de comparación de niveles de concentración

Grupo	Parámetro	Sitios no clasificados					Máximo (2013-2016)	Sitios donde se dio el Máximo (Año)
		Manizales, Colombia (2011, 2014 y 2015)	Ragged Point, St. Philip, Barbados (2009, 2011 y 2014)	Sonora, México (2011 y 2014)	Yucatan, México (2011, 2014 y 2015)			
Ciclodienos	cis-Clordano (pg/m <sup>3</sup> )		U	M		4.089	Sonora, México (2014)	
	trans-Clordano (pg/m <sup>3</sup> )	M				1.812	Manizales, Colombia (2013)	
	trans-Nonacloro (pg/m <sup>3</sup> )			M		3.414	Sonora, México (2014)	
	Dieldrín (pg/m <sup>3</sup> )		M			44.022	Ragged Point, St. Philip, Barbados (2014)	
	Endosulfán I (Alfa) (pg/m <sup>3</sup> )			M		188.269	Sonora, México (2014)	
	Endosulfán II (beta) (pg/m <sup>3</sup> )		ULOQ	M		82.171	Sonora, México (2014)	
	Endosulfán Sulfato (pg/m <sup>3</sup> )	M		M		18.171	Manizales, Colombia (2013)	
	Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )	M				0.570	Manizales, Colombia (2013)	
Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro (pg/m <sup>3</sup> )	ULOQ		M		1.439	Sonora, México (2014)		
BPC	BPC 28 (pg/m <sup>3</sup> )		ULOQ	M		3.140	Sonora, México (2014)	
	BPC 52 (pg/m <sup>3</sup> )					1.744	Chacaltaya, Bolivia (2014)	
	BPC 101 (pg/m <sup>3</sup> )					1.552	Chacaltaya, Bolivia (2014)	
	BPC138 (pg/m <sup>3</sup> )			U		0.016	Sao Luis, Brasil (2014)	
	BPC 153 (pg/m <sup>3</sup> )				M	0.798	Yucatan, México (2014)	
	BPC 180 (pg/m <sup>3</sup> )	M		U	ULOQ	0.331	Manizales, Colombia (2013)	
	Suma de 6 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )					5.421	Concepción, Chile (2014)	
	BPC CON TEF 118 (fg/m <sup>3</sup> )					613.931	Rio Gallegos, Argentina (2014)	
Suma de 7 BPCs (pg/m <sup>3</sup> )					5.946	Concepción, Chile (2014)		
HCH	Alfa-HCH (pg/m <sup>3</sup> )			M		1.180	Sonora, México (2014)	
	Gama-HCH (pg/m <sup>3</sup> )	M				7.045	Manizales, Colombia (2013)	
BDE	BDE 47 (pg/m <sup>3</sup> )	*		M	*	37.000	Sonora, México (2014)	
	BDE 99 (pg/m <sup>3</sup> )	*		M	*	32.000	Sonora, México (2014)	
	BDE 153 (pg/m <sup>3</sup> )	*		M	*	1.557	Sonora, México (2014)	
	BDE 154 (pg/m <sup>3</sup> )	*		M	*	1.794	Sonora, México (2014)	
	BDE 175/183 (pg/m <sup>3</sup> )	ULOQ*		M	*	0.165	Sonora, México (2014)	
	BDE 28 (pg/m <sup>3</sup> )	U*		M	*	6.216	Sonora, México (2014)	
	BDE 100 (pg/m <sup>3</sup> )	*		M	*	6.292	Sonora, México (2014)	
	Deca-BDE 209 (pg/m <sup>3</sup> )	ULOQ*		M	ULOQ*	2.151	Sonora, México (2014)	
HBCD	Gama-HBCD (pg/m <sup>3</sup> )	ULOQ*			0.930	Concepción, Chile (2015)		
HCB	HCB (pg/m <sup>3</sup> )	*			76.000	Chacaltaya, Bolivia (2015)		
HCBD	HCBD (pg/m <sup>3</sup> )	*			71.000	Concepción, Chile (2015)		
PeCB	PeCB (pg/m <sup>3</sup> )	*		M		119.000	Sonora, México (2016)	

	Aumento de concentración
	Disminución de concentración
ULOQ	Todos los datos bajo el límite de cuantificación
	Dato que no cumplió con criterio del 75%

M	Valor Máximo en el periodo 2013-2015
*	Sin o con un solo dato
U	Únicamente datos de 2014 y 2015
U	Valor más reciente bajo el LDC

Para analizar la variabilidad de todos los datos del programa de monitoreo GAPS, se siguió el mismo procedimiento en todos los programas de monitoreo de aire ambiente. Se comparó primero año por año de monitoreo de cada parámetro, luego los datos por grupos de años y por tipo de sitio: No Clasificado (NC), Remoto, Rural y Urbano. Se analizó la dispersión de los datos por medio de diagramas de cajas y se calcularon los parámetros estadísticos para estimar los cambios de concentración en la región. Se presentan comparaciones entre los datos, del período 2004-2012 con los de 2013-2016, de 20 parámetros que cumplieron con el criterio de 75% de completud; y el análisis de la dispersión de los datos considera a los 42 parámetros medidos en el período 2013-2016. El análisis por grupo de compuestos se presenta a continuación:

### *Insecticidas Organoclorados, Subgrupo Ciclodienos*

En el caso de los Ciclodienos los datos del período 2013-2016 que se utilizaron para realizar las comparaciones de concentraciones en la región provienen de 11 de los 13 sitios de monitoreo y menos del 10 % de estos datos presentaron valores por debajo del LDC. Cabe mencionar que en dicho período no se llevaron a cabo muestreos en sitios rurales, que 7 de los 11 sitios son NC, 3 son remotos y 1 es urbano.

El análisis estadístico de los ciclodienos para los sitios NC muestra al igual que en el análisis comparativo de los sitios, disminuciones significativas de Endosulfan e isómeros y de Dieldrín; y aumento de cis-Clordano, trans-clordano y Heptacloro. Sin embargo, se observan valores extremos en 2014 de: Dieldrín en Ragged Point, St. Philip, Barbados; y Endosulfán alfa y beta en Sonora, México. Asimismo, en los sitios NC se presentan la mayoría de los valores más altos de medianas. Los sitios remotos también muestran aumento de cis-Clordano y

Heptacloro, pero además presentan aumento de Endosulfán beta y sulfato, y de la suma de 2 Epóxidos de Heptacloro. Los sitios urbanos presentan disminución en todos los parámetros y los valores de medianas más bajos para casi todos los parámetros en el período 2013-2016. Ver Figura 59, donde se presenta el comportamiento de los datos con el criterio de 75% de completud y el resumen estadístico Tabla 45.

Figura 59. Comportamiento de los Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros en GRULAC por tipo de sitio de monitoreo (con criterio de 75%)

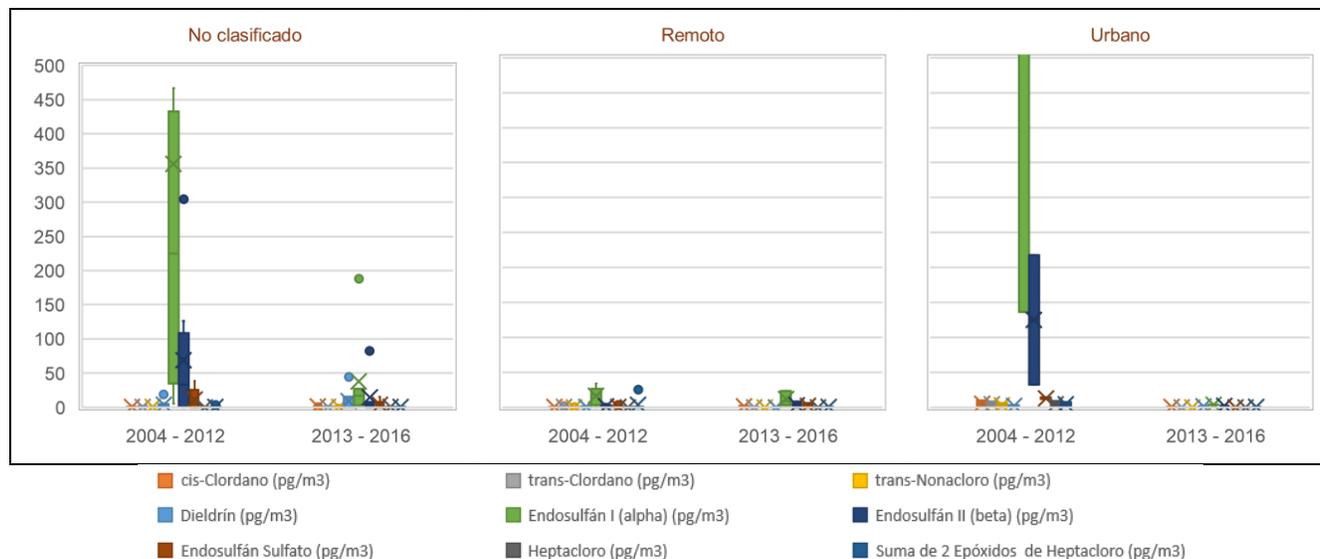


Tabla 45. Máximos, promedios y medianas de insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros (con criterio de 75%)

Parámetro	CICLODIENOS (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2004 - 2012	2013 - 2016	2004 - 2012	2013 - 2016	2004 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
cis-Clordano	1.768	4.089	0.528	1.481	0.335	1.209
trans-Clordano	2.333	1.333	0.799	0.558	0.159	0.578
trans-Nonacloro	1.100	3.414	0.321	0.724	0.060	0.007
Dieldrín	18.907	44.022	3.878	8.882	2.185	0.841
Endosulfán I (Alfa)	1,449.261	188.269	356.264	37.826	225.074	16.468
Endosulfán II (beta)	304.673	82.171	68.847	14.209	33.287	3.759
Endosulfán Sulfato	38.245	15.012	11.212	3.782	5.532	1.076
Heptacloro	0.211	0.353	0.098	0.160	0.086	0.162
Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro	3.138	1.439	0.613	0.352	0.234	0.130
<b>REMOTO</b>						
cis-Clordano	0.306	1.684	0.153	1.007	0.178	0.777
trans-Clordano	1.775	0.183	0.283	0.067	0.075	0.013
trans-Nonacloro	0.294	0.011	0.092	0.007	0.068	0.007
Dieldrín	2.119	0.009	0.588	0.005	0.269	0.003
Endosulfán I (Alfa)	34.017	23.666	16.329	11.818	17.666	9.025
Endosulfán II (beta)	5.017	7.978	1.266	3.076	0.139	1.245
Endosulfán Sulfato	3.533	6.080	0.707	2.340	0.086	0.864
Heptacloro	0.218	0.240	0.119	0.141	0.102	0.116
Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro	25.301	0.394	3.295	0.289	0.183	0.302
<b>URBANO</b>						
cis-Clordano	9.998	0.801	5.198	0.801	5.198	0.801
trans-Clordano	8.053	0.006	4.146	0.006	4.146	0.006
trans-Nonacloro	6.206	0.005	3.155	0.005	3.155	0.005
Dieldrín	2.712	1.095	1.697	1.095	1.697	1.095
Endosulfán I (Alfa)	1,269.871	3.373	702.959	3.373	702.959	3.373
Endosulfán II (beta)	217.441	1.738	124.981	1.738	124.981	1.738
Endosulfán Sulfato	14.002	0.075	12.850	0.075	12.850	0.075
Heptacloro	8.728	0.124	4.579	0.124	4.579	0.124
Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro	7.452	0.466	3.968	0.466	3.968	0.466

### Bifenilos Policlorados y congéneres

En el período 2013-2016, se analizaron en total 7 Bifenilos Policlorados (BPC) de 11 sitios de muestreo, de los cuales los BPC 138 y 180 presentaron más del 70% de sus datos debajo del LDC. El único BPC con TEF analizado en este período fue el 118, que presentó todos los valores arriba del LDC y disminución significativa de concentración en las medianas de los sitios de monitoreo NC y urbano. Nuevamente cabe mencionar que, en dicho período, no se llevaron a cabo muestreos en sitios rurales, que 7 de los sitios son NC, 3 son remotos y 1 es urbano.

El comportamiento de estos compuestos se presenta en la Figura 60 y Tabla 46, donde los sitios NC presentan disminuciones significativas de sus medianas en casi todos los parámetros a excepción del BPC 101 que presenta un ligero aumento. De igual manera, el sitio urbano presenta disminución en todos sus parámetros. Sin embargo, los sitios Remotos presentan aumento en casi todos sus parámetros a excepción de los BPC 138 y 180. Nótese que solo se presentaron valores extremos en el sitio NC Sonora México, 2014; y que los valores más altos de medianas se presentan principalmente en los sitios urbanos.

Figura 60. Comportamiento de los BPCs en la región GRULAC (con criterio de 75%)

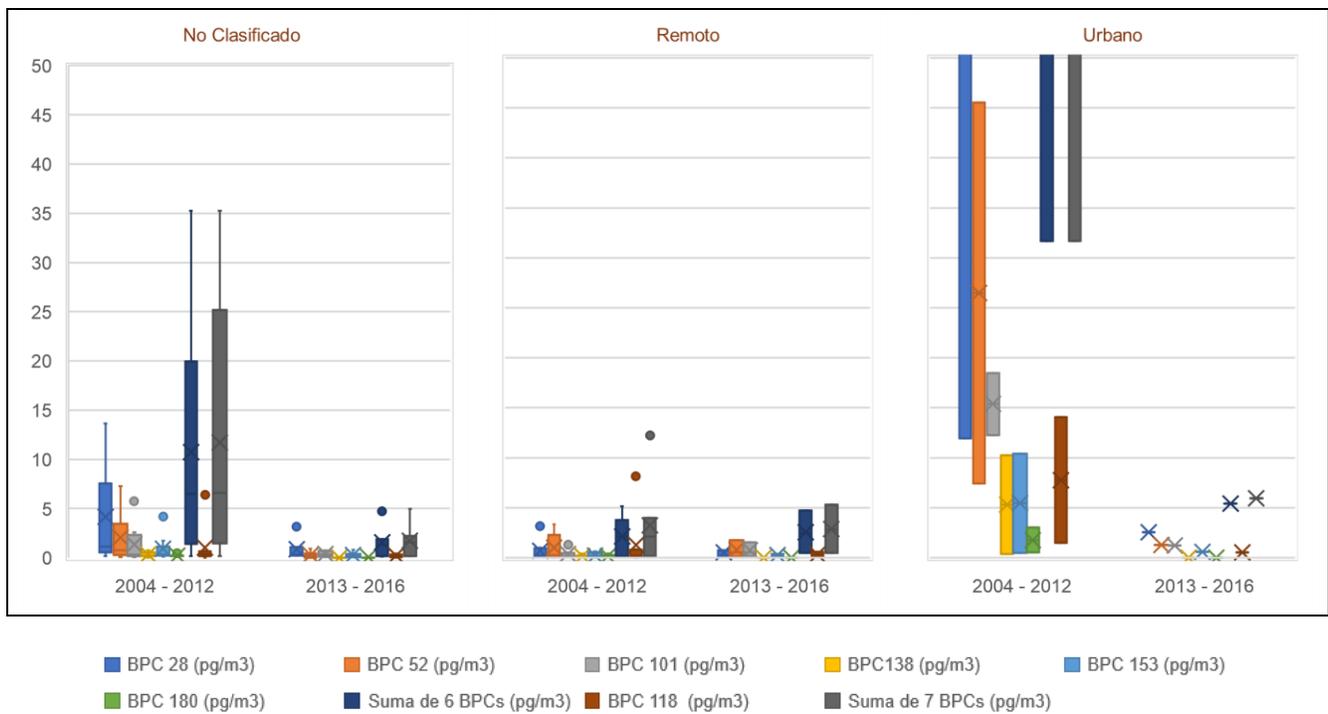


Tabla 46. Máximos, promedios y medianas de los BPCs (con criterio de 75%)

Parámetro	BPC (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2004 - 2012	2013 - 2016	2004 - 2012	2013 - 2016	2004 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
BPC 28	13.646	3.140	4.175	0.857	0.824	0.345
BPC 52	7.277	0.913	2.040	0.303	0.758	0.241
BPC 101	5.736	0.741	1.356	0.364	0.333	0.360
BPC138	0.740	0.016	0.330	0.012	0.233	0.011
BPC 153	4.203	0.798	0.922	0.265	0.356	0.198
BPC 180	0.456	0.208	0.214	0.040	0.200	0.011
Suma de 6 BPCs	35.236	4.738	9.528	1.559	2.540	1.315
BPC 118 con TEF	6.415	0.463	1.027	0.207	0.237	0.187
Suma de 7 BPCs	35.236	4.962	10.417	1.752	2.673	1.556
<b>REMOTO</b>						
BPC 28	3.141	0.748	0.710	0.547	0.223	0.700
BPC 52	3.349	1.744	0.995	0.810	0.289	0.558
BPC 101	1.333	1.552	0.362	0.753	0.189	0.533

BPC138	0.417	0.024	0.164	0.015	0.154	0.010
BPC 153	0.621	0.404	0.240	0.256	0.148	0.257
BPC 180	0.425	0.025	0.196	0.015	0.184	0.011
Suma de 6 BPCs	5.155	4.712	1.864	2.563	1.190	2.472
BPC 118 con TEF	8.171	0.612	1.270	0.336	0.198	0.264
Suma de 7 BPCs	12.262	5.324	2.834	2.877	1.190	2.803
<b>URBANO</b>						
BPC 28	128.963	2.541	70.458	2.541	11.953	2.541
BPC 52	45.512	1.298	26.474	1.298	26.474	1.298
BPC 101	18.493	1.236	15.383	1.236	15.383	1.236
BPC138	10.258	0.010	5.325	0.010	5.325	0.010
BPC 153	10.432	0.569	5.471	0.569	5.471	0.569
BPC 180	3.038	0.010	1.788	0.010	1.788	0.010
Suma de 6 BPCs	220.294	5.421	125.979	5.421	125.979	5.421
BPC 118 con TEF	14.053	0.524	7.767	0.524	7.767	0.524
Suma de 7 BPCs	231.188	5.946	131.425	5.946	131.425	5.946

### Hexaclorociclohexano y sus isómeros

Los isómeros del Hexaclorociclohexano (HCH) analizados en el período 2013-2016 fueron el Alfa-HCH y el Gama-HCH, que presentaron valores abajo del LDC en menos del 10% de los datos en los 11 sitios de muestreo. La Figura 61 y la Tabla 47 muestran reducción de concentración en los sitios NC y el urbano, y ligero aumento en los sitios remotos en 2013-2016. Sin embargo, los valores más altos de este período se presentan en los sitios NC y el máximo valor de mediana de Gama HCH en el sitio urbano Concepción, Chile 2015. No se presentan valores extremos.

Figura 61. Comportamiento del Hexaclorociclohexano y sus isómeros en la región GRULAC (con criterio de 75%)

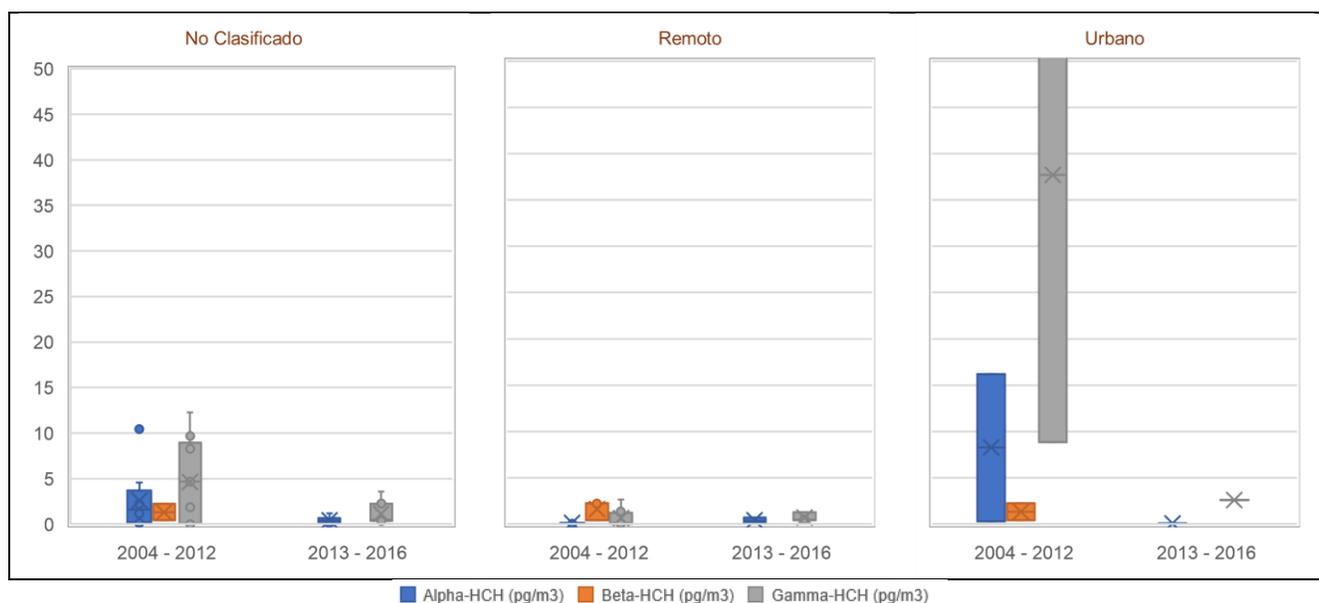


Tabla 47. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorociclohexano y sus isómeros (con criterio de 75%)

Parámetro	HCH (pg/m³)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2004 - 2012	2013 - 2016	2004 - 2012	2013 - 2016	2004 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
Alfa-HCH	10.457	1.180	2.562	0.437	0.609	0.333
Gama-HCH	12.239	3.599	4.614	1.146	4.667	0.471
<b>REMOTO</b>						
Alfa-HCH	0.284	0.674	0.103	0.385	0.098	0.383
Gama-HCH	2.658	1.276	0.635	0.716	0.128	0.477
<b>URBANO</b>						
Alfa-HCH	16.209	0.070	8.264	0.070	0.319	0.070
Gama-HCH	66.539	2.594	37.707	2.594	37.707	2.594

**Polibromodifenil Éteres (Bromo Difeníl Éter, sus isómeros y Decabromodifenil Éter)**

Tres isómeros de los Éteres de Polibromodifenilos (BDE), BDE 47, 99 y 100, fueron medidos en la región en 5 sitios que cumplen con el criterio de completud en 2004 y 2005 (2 NC, 2 remotos y un rural). En el período 2013-2016 se midieron 9 isómeros en 8 sitios (6 sitios NC y 2 sitios remotos); y 8 parámetros en el sitio urbano Concepción, Chile donde no se midió el BDE 17. El 53% de los datos presentaron valores bajo el LDC. El comportamiento de todos los parámetros se presenta en la Figura 62 y el resumen estadístico en la Tabla 48, donde se observa que hay aumento de concentración de los BDE 47, 99 y 100, en los sitios NC debido a los valores extremos que presenta el sitio Sonora México, en 2014 y en los sitios remotos del período 2013-2016. El Decabromodifenil éter (Deca-BDE 209) también presentó valor extremo en el sitio NC Sonora México, 2014.

Figura 62. Comportamiento del BDE y sus isómeros en la Región GRULAC (con criterio de 75%)

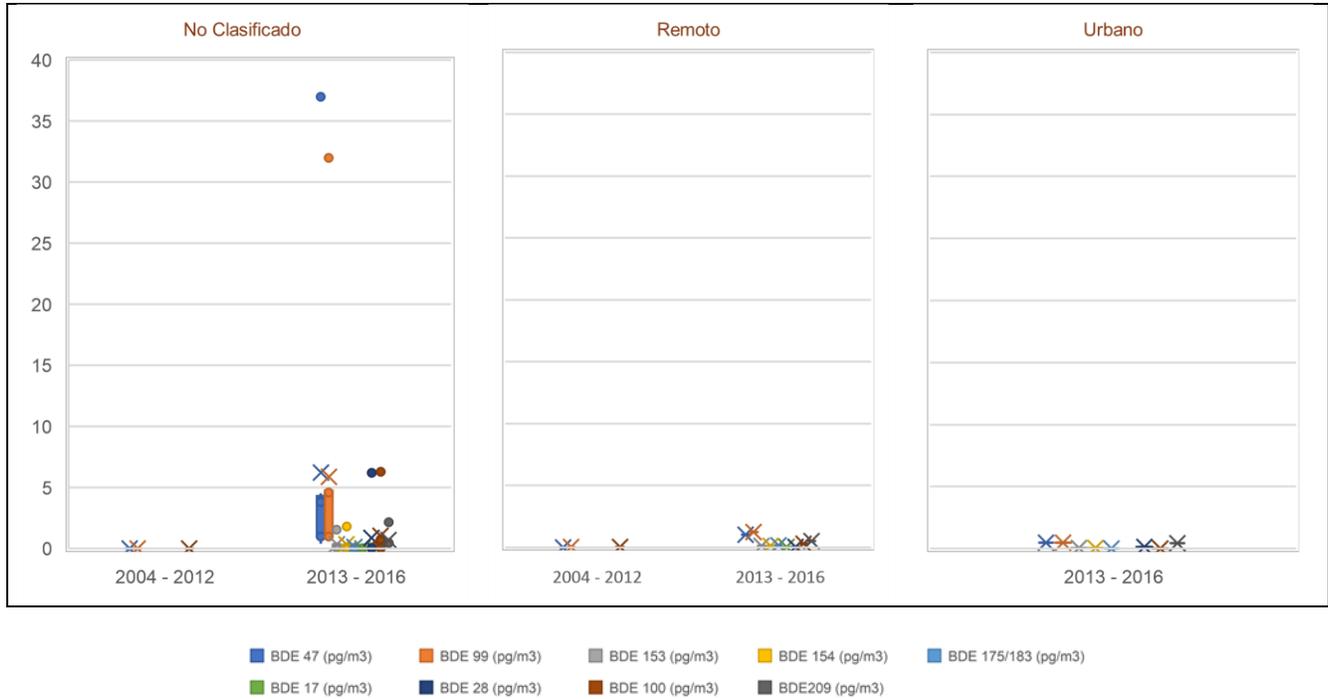


Tabla 48. Máximos, promedios y medianas del BDE y sus isómeros (con criterio de 75%)

Parámetro	BDE (pg/m³)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2004 - 2012	2013 - 2016	2004 - 2012	2013 - 2016	2004 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
BDE 47	0.005	37.000	0.005	6.223	1.004	1.008
BDE 99	0.021	32.000	0.021	5.864	0.021	1.210
BDE 153		1.557		0.352		0.140
BDE 154		1.794		0.354		0.109
BDE 175/183		0.165		0.130		0.150
BDE 17		0.020		0.015		0.020
BDE 28		6.216		0.898		0.105
BDE 100	0.019	6.292	0.019	1.073	0.019	0.278
Deca-BDE 209		2.151		0.694		0.500
<b>REMOTO</b>						
BDE 47	0.005	1.008	0.005	1.008	0.507	1.008
BDE 99	0.021	1.210	0.021	1.210	0.021	1.210
BDE 153		0.130		0.130		0.130
BDE 154		0.109		0.109		0.109
BDE 175/183		0.165		0.165		0.165
BDE 17		0.020		0.020		0.020
BDE 28		0.032		0.032		0.032
BDE 100	0.019	0.278	0.019	0.278	0.019	0.278
Deca-BDE 209		0.500		0.500		0.500

URBANO						
BDE 47		0.500		0.500		0.500
BDE 99		0.500		0.500		0.500
BDE 153		0.050		0.050		0.050
BDE 154		0.050		0.050		0.050
BDE 175/183		0.030		0.030		0.030
BDE 28		0.140		0.140		0.140
BDE 100		0.015		0.015		0.015
Deca-BDE 209		0.450		0.450		0.450

## Compuestos medidos por primera vez

### Hexabromociclododecano y sus isómeros

Los tres isómeros del Hexabromociclododecano (HBCD) se analizaron en 2014 en 8 sitios: 6 NC y 2 remotos; y en 2015 solamente se examinó el isómero Gama-HBCD en 3 sitios: 2 NC y 1 urbano. Todos los datos presentaron valores debajo del límite de cuantificación a excepción del Gama-HBCD medido en 2015 en el sitio urbano Concepción, Chile. El comportamiento del HBCD y sus isómeros se presenta en la Figura 63 y sus parámetros estadísticos en la Tabla 49.

Figura 63. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en la Región GRULAC (con criterio de 75%)

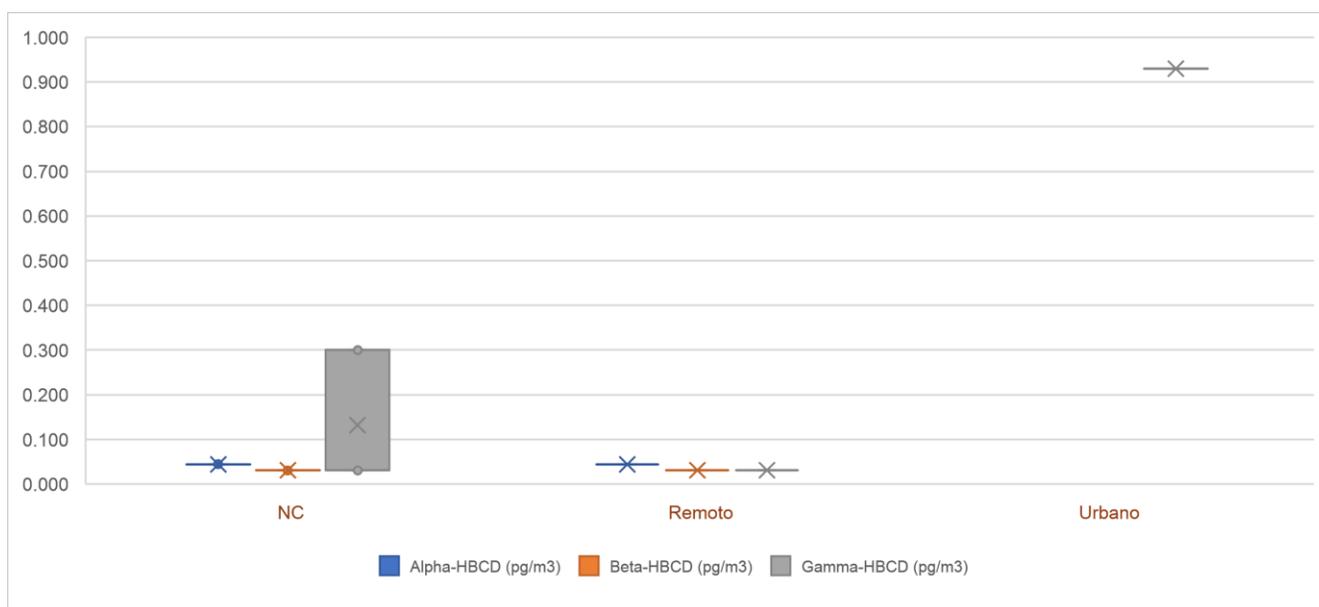


Tabla 49. Máximos, promedios y medianas del HBCD y sus isómeros (con criterio de 75%)

Parámetro	HBCD (pg/m <sup>3</sup> )		
	Máximo 2013 - 2016	Promedio 2013 - 2016	Mediana 2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>			
Alfa-HBCD	0.044	0.033	0.044
Beta-HBCD	0.031	0.023	0.031
Gama-HBCD	0.300	0.132	0.031
<b>REMOTO</b>			
Alfa-HBCD	0.044	0.044	0.044
Beta-HBCD	0.031	0.031	0.031
Gama-HBCD	0.031	0.031	0.031
<b>URBANO</b>			
Gama-HBCD	0.930	0.930	0.930

### Hexaclorobenceno

El Hexaclorobenceno (HCB) solo fue analizados en el período 2013-2016 y por primera vez en muestras del año 2014. Se midió en 9 sitios: 6 NC, 2 remotos y 1 urbano, pero solamente 3 sitios: 2 NC y 1 urbano, cumplen con el criterio del 75% de completud. Todos los datos presentaron valores arriba del límite de cuantificación. El comportamiento del HCB se presenta en la Figura 64 y su estadística en la Tabla 50; donde se comparan los datos que cumplen con el criterio del 75% con todos los datos. Se observa que al utilizar todos los datos aumenta el valor de la mediana del sitio urbano. El valor máximo se presenta en el sitio remoto Chacaltaya Bolivia, 2015, que no cumple con el criterio del 75%.

Figura 64. Comportamiento del Hexaclorobenceno en la región GRULAC

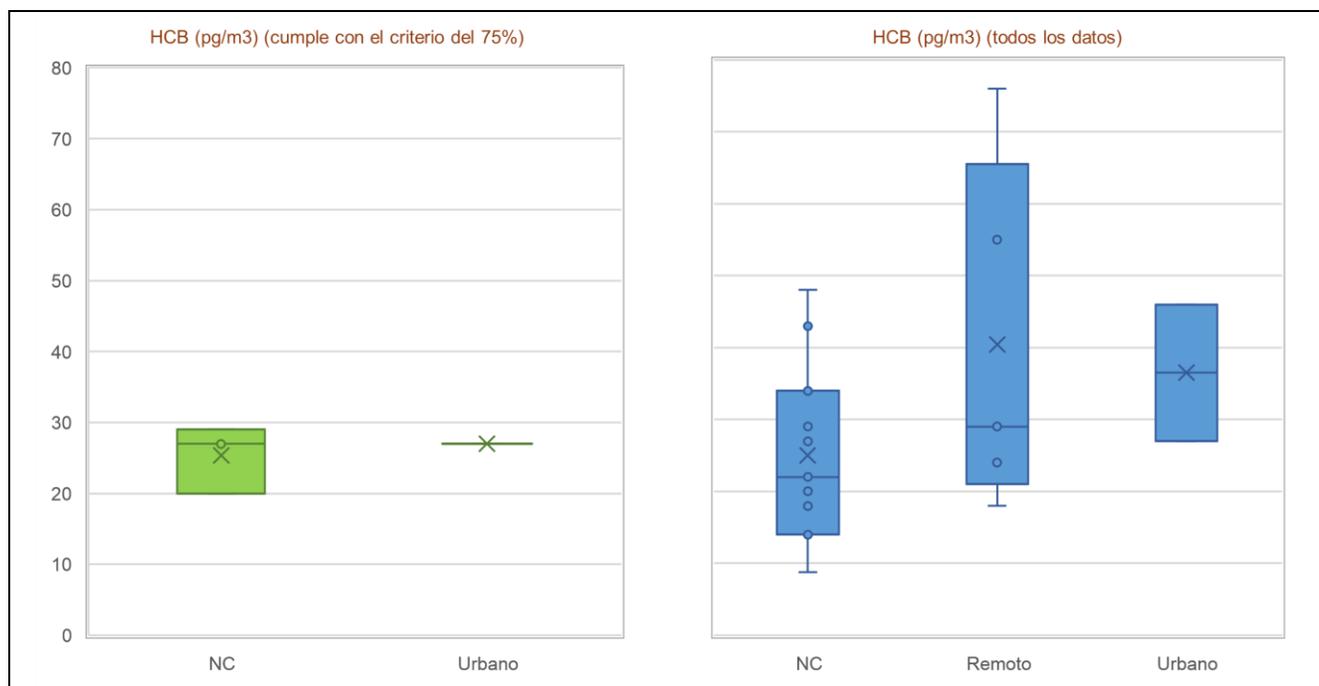


Tabla 50. Máximos, promedios, medianas del Hexaclorobenceno

Tipo de sitio y criterio	HCB (pg/m <sup>3</sup> )		
	Máximo 2013 - 2016	Promedio 2013 - 2016	Mediana 2013 - 2016
NC con criterio del 75%	29.0	25.3	27.0
NC con todos los datos	48.0	25.0	22.0
Remoto todos los datos	76.0	40.4	29.0
Urbano con criterio del 75%	27.0	27.0	27.0
Urbano con todos los datos	46.0	36.5	36.5

### Hexaclorobutadieno

El Hexaclorobutadieno (HCBBD) se midió en 2014, 2015 y 2016 en 7 (5 NC, 1 remoto y 1 urbano), 9 (6 NC, 2 remoto y 1 urbano) y 6 (4 NC y 2 remoto) sitios respectivamente. Sin embargo, solo 3 sitios cumplieron con el criterio de completud: 2 NC y el urbano Concepción Chile, 2015. Todos los datos presentan valores arriba del LDC. La figura 65 muestra el comportamiento de los datos comparando aquellos que cumplen con el criterio de completud contra todos los datos. Se observa valor máximo en el sitio urbano Concepción Chile, 2015; en ambos casos. La tabla 51 presenta los parámetros estadísticos.

Figura 65. Comportamiento del HCBd en la región GRULAC

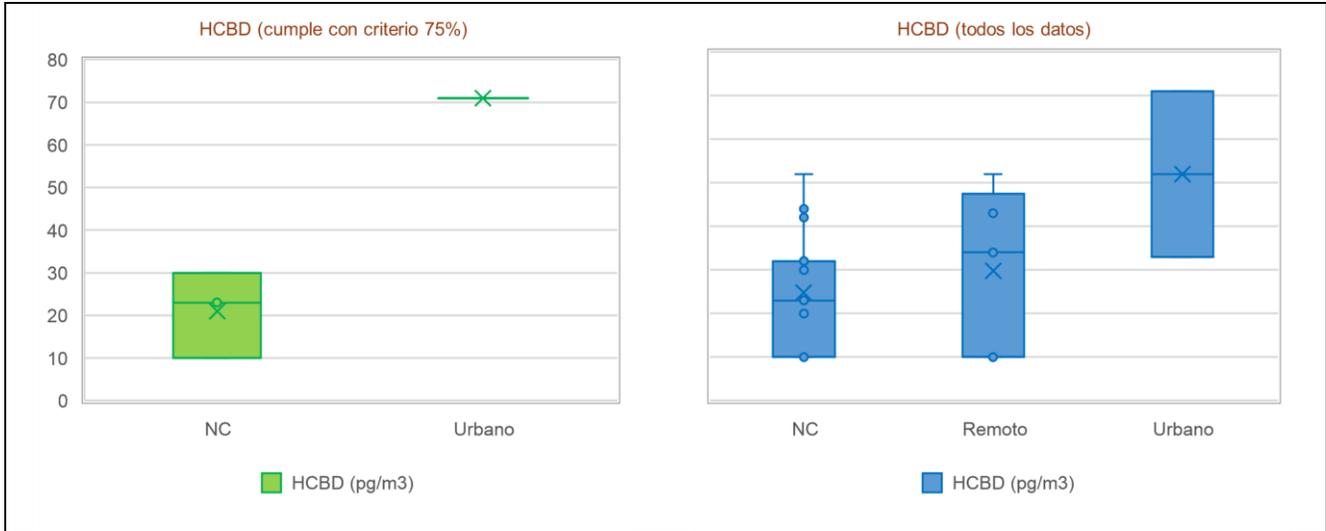


Tabla 51. Máximos, promedios y medianas del HCBd (Todos los datos)

Tipo de sitio y criterio	HCBd (pg/m <sup>3</sup> )		
	Máximo 2013 - 2016	Promedio 2013 - 2016	Mediana 2013 - 2016
NC con criterio del 75%	30.0	21.0	23.0
NC con todos los datos	52.0	24.7	23.0
Remoto con todos los datos	52.0	29.8	34.0
Urbano con criterio del 75%	71.0	71.0	71.0
Urbano con todos los datos	71.0	52.0	52.0

### Pentaclorobenceno

El Pentaclorobenceno (PeCB) fue analizado en 2014, 2015 y 2016 de muestras de 7 sitios (5 NC, 1 remoto y 1 urbano), 9 sitios (6 NC, 2 remoto y 1 urbano) y 6 sitios (4 NC y 2 remoto), respectivamente. Sin embargo, solo 3 sitios cumplieron con el criterio de completud: 2 sitios NC y el urbano Concepción Chile, 2015. La mayoría de los datos presentan valores arriba del LDC. En la Figura 66 se compara el comportamiento de los datos que cumplen con el criterio del 75% con todos los datos. Se observan valores extremos en el sitio NC Sonora México, 2014, 2015 y 2016 para todos los datos y máximo en el urbano Concepción Chile, 2015 para los datos que cumplen con el criterio de completud. La Tabla 52 presenta los parámetros estadísticos.

Figura 66. Comportamiento del Pentaclorobenceno en la región GRULAC.

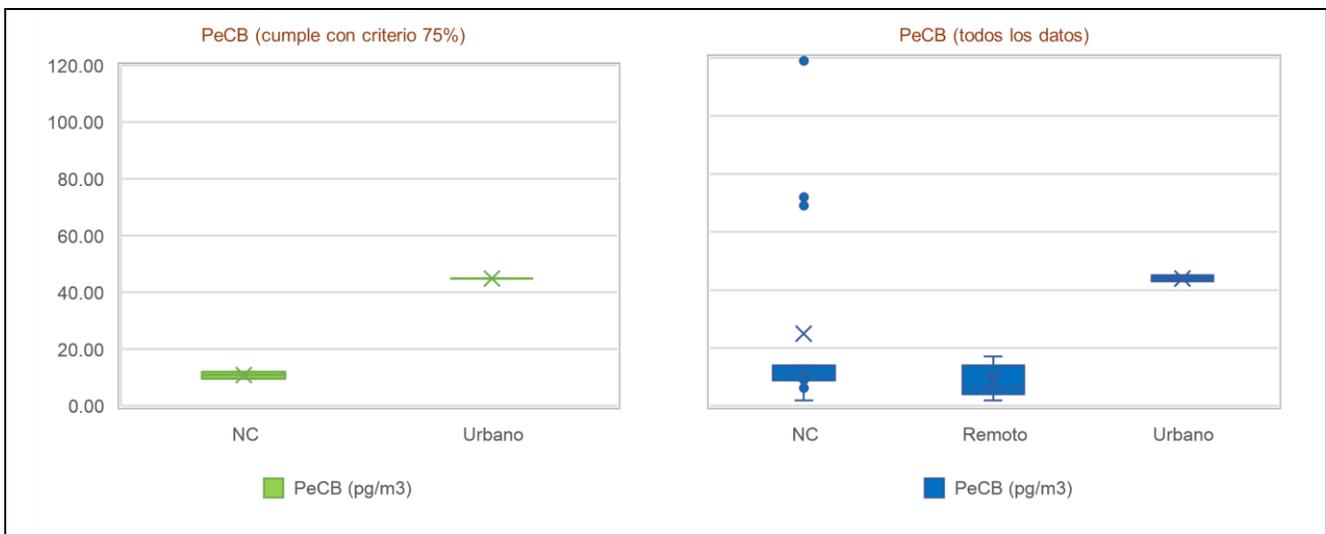


Tabla 52. Máximos, promedios y medianas del Pentaclorobenceno

Tipo de sitio y criterio	PeCB (pg/m <sup>3</sup> )		
	Máximo	Promedio	Mediana
	2013 - 2018	2013 - 2018	2013 - 2018
NC con criterio del 75%	120	10.9	11.0
NC con todos los datos	1190.	24.9	11.0
Remoto con todos los datos	17.0.	8.5	6.5
Urbano con criterio 75%	45.0	45.0	45.0
Urbano con todos los datos	45.0	44.0	44.0

### Sulfonato de perfluorooctano y sus isómeros

El Sulfonato de perfluorooctano (PFOS) y sus isómeros (NEtFOSA, NEtFOSE, NMeFOSA, NMeFOSE) se midieron en 2015 en 6 sitios (5 NC y un remoto) y en 2016 en un sitio remoto diferente. Presentan en su mayoría datos arriba del LDC a excepción de los isómeros NMeFOSE y NEtFOSE que presentan el 57% y 85 % de datos bajo el LDC. Sin embargo, solamente el sitio Tapanti National Park Costa Rica, 2015 cumplió con el criterio de completud presentando valores anuales arriba del LDC para PFOS, NEtFOSA y NMeFOSE. El comportamiento de todos los datos se presenta en la Figura 67 donde se observa que los valores más altos se presentan en general en los sitios NC, pero NMeFOSE presenta una mediana mayor en los remotos. Ver Tabla 53 con los parámetros estadísticos. Los valores máximos se presentan en: Sonora y Yucatán, México; y Sao Jose, Brasil en 2015; y Chacaltaya, Bolivia en 2016.

Figura 67. Comportamiento de los PFOS y sus isómeros en GRULAC

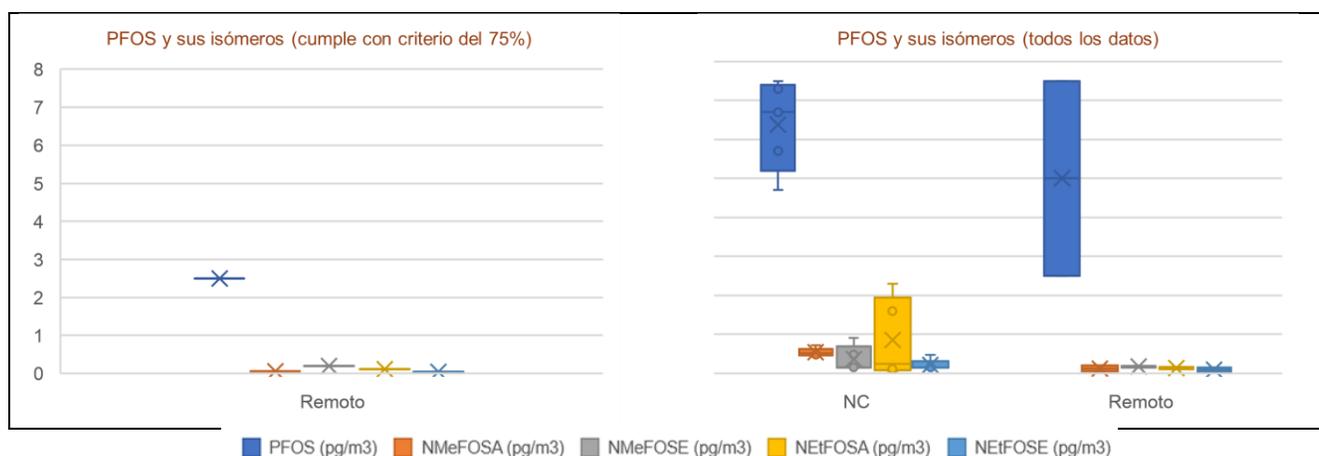


Tabla 53. Máximos, promedios y medianas de los PFOS y sus isómeros en GRULAC

Parámetro	PFOS y sus isómeros (pg/m <sup>3</sup> )		
	Máximo	Promedio	Mediana
	2013 - 2016	2013 - 2016	2013 - 2016
NC TODOS LOS DATOS			
PFOS	7.500	6.380	6.700
NMeFOSA	0.720	0.540	0.520
NMeFOSE	0.910	0.368	0.150
NEtFOSA	2.300	0.862	0.240
NEtFOSE	0.480	0.216	0.150
REMOTOS TODOS LOS DATOS			
PFOS	7.500	5.000	5.000
NMeFOSA	0.200	0.125	0.125
NMeFOSE	0.190	0.170	0.170
NEtFOSA	0.160	0.135	0.135
NEtFOSE	0.150	0.093	0.093
REMOTO DATOS CON 75%			
PFOS	2.500	2.500	2.500
NMeFOSA	0.05	0.05	0.05
NMeFOSE	0.19	0.19	0.19
NEtFOSA	0.11	0.11	0.11
NEtFOSE	0.035	0.035	0.035

### Ácido Perfluorooctanoico

El Ácido Perfluorooctanoico (PFOA) fue ratificado en 2019 para formar parte de los COPs listados en el Convenio de Estocolmo. Medido por primera vez en la matriz de aire en 2015 en el sitio Remoto Tapanti National Park, Costa Rica, el valor de PFOA 7.9  $\text{pg}/\text{m}^3$ , representa la línea base y es el único valor con el que se cuenta en la región GRULAC para dicha matriz. Este valor cumple con el criterio de completud.

### Ácido Perfluorohexano Sulfónico, sus sales y compuestos conexos

El Ácido Perfluorohexano Sulfónico (PFHxS) es un compuesto candidato a ser incluido en el Convenio de Estocolmo. Fue medido por primera vez en 5 sitios no clasificados y un remoto en 2015, y en 2016. Solamente el dato del sitio remoto Tapanti National Park Costa Rica, 2015 cumple con el criterio de completud y su valor está bajo el LDC. El comportamiento de todos los datos se observa en la Figura 68 donde se aprecia que el valor máximo se presenta en el sitio no clasificado Yucatán México, 2015. Los parámetros estadísticos se presentan en la Tabla 54.

Figura 68. Comportamiento de los PFHxS en GRULAC

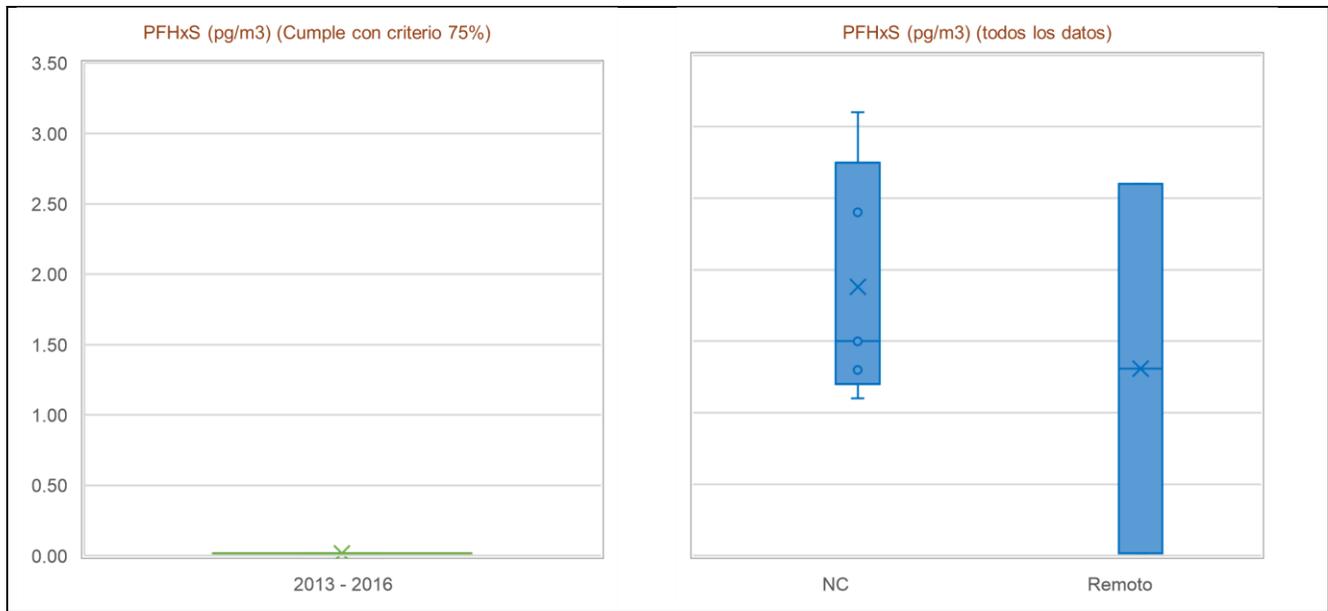


Tabla 54. Máximos, promedios y medianas de los PFHxS en GRULAC

Tipo de sitio y criterio	PFHxS ( $\text{pg}/\text{m}^3$ )		
	Máximo	Promedio	Mediana
	2013 - 2016	2013 - 2016	2013 - 2016
NC todos los datos	3.100	1.880	1.500
Remoto criterio 75%	0.015	0.015	0.015
Remoto todos los datos	2.600	1.308	1.308

### 6.2.1.3. Red Latinoamericana de Muestreo Atmosférico Pasivo (LAPAN)

El Programa LAPAN cuenta con datos de 56 sitios de muestreo pasivo distribuidos en 12 países, que han monitoreado 45 parámetros de COPs desde 2010 a 2016. Y todos cumplen con el criterio de 75% de completud. Sin embargo, como se observa en la Figura 69, 35 de estos sitios solamente han medido durante un año y 21 han medido 2 o más años, 18 de ellos cuentan con mediciones durante el período 2013-2016 y solamente 8 presentan mediciones en ambos períodos 2010-2012 y 2013-2016 permitiendo evaluar cambios de concentraciones de un período a otro. Los 18 sitios se distribuyen: 12 en Brasil, 4 en Argentina, 1 en Colombia y 1 en Perú; su clasificación se muestra en la Figura 70, donde se observan: 8 sitios urbanos, 8 remotos y 5 no clasificados de los cuales solo 2 ubicados en: Brasil y Perú, midieron en el período 2013-2016.

Asimismo, en la Figura 70 podemos observar que la mitad de los sitios se encuentran ubicados en Brasil, y los 28 restantes principalmente en Argentina, Colombia y Chile. Debido a esta distribución los resultados de cambios de concentración que se describirán en los apartados siguientes tienen un sesgo que deberá considerarse para representar a la región.

Los parámetros analizados bajo este programa fueron 45 de 2010 a 2012, pero solo 40 de ellos de 2013 a 2016. Por lo anterior, las comparaciones de niveles de concentración se limitan a estos últimos 40 parámetros.

El comportamiento de cada uno de estos parámetros por sitio de monitoreo se presenta en la Tabla 55, donde se observan los cambios de concentración de cada parámetro analizado por sitio recurrente y sitios no recurrentes. En general los parámetros del grupo ciclodienos y el HCH presentan reducciones de concentración en la mayoría de los sitios de monitoreo, a excepción del cis-Clordano, trans-Clordano y Endosulfán II (beta) en los sitios recurrentes. En el 40 % de los sitios no recurrentes hay también aumento de Oxi Clordano, Endosulfán Sulfato y Endrín. La mayoría de los datos de Aldrín y de Dieldrín presentan valores bajo el LDC.

El DDT e isómeros presentan aumentos en algunos sitios urbanos, mientras que en los sitios NC y remotos en general hay disminución a excepción del sitio recurrente Puruzinho Lake, Brasil. Asimismo, los BPC exhiben aumentos de concentración en la mayoría de sus parámetros y principalmente en los sitios urbanos. Los HCH presentan en general disminución en la mayoría de los sitios recurrentes, destacando el isómero Beta que muestra, en su mayoría, valores bajo el LDC. En lo que respecta a los BDE en general los sitios urbanos presentan aumento, y los remotos y NC presentan disminución.

Figura 69. Número de sitios del Programa LAPAN y años monitoreados

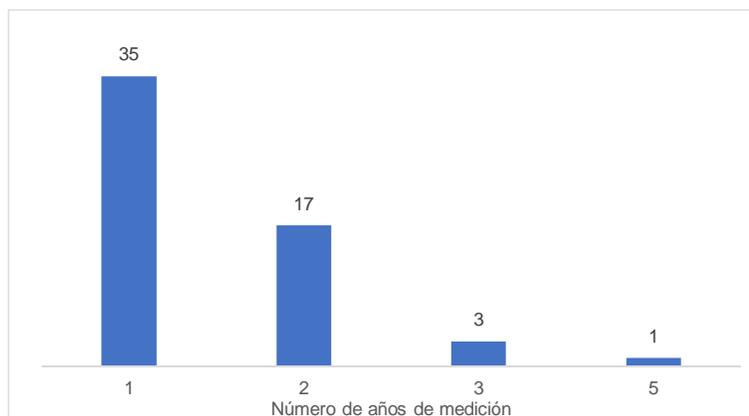


Figura 70. Distribución de sitios que cumplen con criterio de 75% por país y tipo de sitio

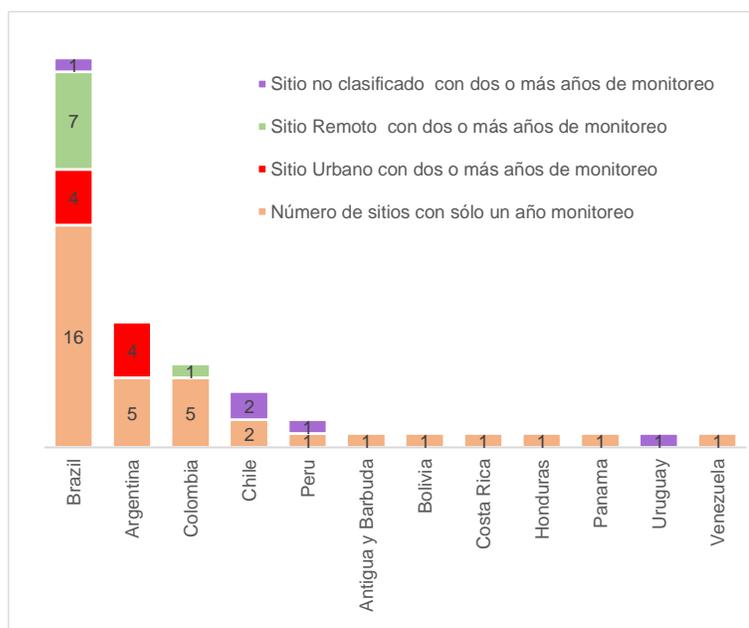


Tabla 55. Mosaico de comparación de niveles de concentración

Parámetro (pg/m <sup>3</sup> )	RECURRENTES: SITIOS CON DATOS EN AMBOS PERÍODOS 2010-2011 Y 2013-2016							NO RECURRENTES: SITIOS CON DATOS DE 2013-2016							Máximo				
	Urbano		Remoto			NC		Urbano				Remoto							
	Puerto Deseado, Argentina (2010, 2011 y 2014)	Río Gallegos, Argentina (2012, 2014 y 2015)	Atol das Rocas, Brasil (2010 y 2015)	Manaus, Brasil (2010 y 2014)	Puruzinho Lake, Brasil (2010 y 2014)	Trindade, Brasil (2010 y 2014)	Puerto Maldonado, Perú (2010, 2011 y 2015)	Sao Jose, Brasil (2010, 2011, 2014, 2015 y 2016)	*Viedma, Argentina (2014 y 2015)	*Villa Regina, Argentina (2014 y 2015)	*Curitiba, UFPR, Brasil (2014 y 2015)	*Fortaleza, UFC, Brasil (2013 y 2015)	*Sao Luis, UFMA, Brasil (2014 y 2015)	*São Paulo, Cetesb, Brasil (2014 y 2015)	*Abrolhos Archipelago, Brasil (2014 y 2015)	*Chapada dos Veadeiros, GO, Brasil (2014 y 2015)	*Diamantino, GO, Brasil (2014 y 2016)	*Manizales, Rio Blanco, Colombia (2014 y 2015)	Máximo (2013-2016)
Aldrín	ULOQ	ULOQ	ULOQ		ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	5.67	Araraquara, SP (2014)
cis-Clordano		ULOQ		ULOQ			ULOQ	U	U							U	ULOQ	6.44	Porto Alegre, Centro (2014)
trans-Clordano	ULOQ	ULOQ		ULOQ			ULOQ	U	U						U		ULOQ	44.45	Porto Alegre, Centro (2014)
Oxy Clordano				ULOQ	ULOQ		ULOQ	ULOQ							ULOQ		ULOQ	1.11	Araraquara, SP (2014)
Dieldrín	ULOQ		ULOQ	ULOQ	ULOQ		ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ				ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	88.85	Porto Alegre, Centro (2014)
Endosulfán I (Alfa)				U		U	U	U	M					ULOQ		U	U	94.25	Villa Regina (2015)
Endosulfán II (beta)	ULOQ	U			ULOQ	U	U	U	M	ULOQ	ULOQ			ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	16.72	Villa Regina (2015)
Endosulfán Sulfato	ULOQ		ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	U							ULOQ		U	U	5.68	Araraquara, SP (2014)
Endrín	ULOQ			ULOQ	ULOQ		ULOQ	ULOQ	ULOQ	M	ULOQ			ULOQ		ULOQ	ULOQ	53.95	Villa Regina (2015)
Heptacloro		ULOQ		U		U		U	U					U		U	ULOQ	38.51	Porto Alegre, Centro (2014)
Mirex)				ULOQ			ULOQ	U	ULOQ	ULOQ						U	ULOQ	3.99	Araraquara, SP (2014)
o,p-DDD	U	U					ULOQ	U		M						ULOQ	ULOQ	5.21	Villa Regina (2015)
o,p-DDE)		U		ULOQ			ULOQ	U		M						U	ULOQ	23.27	Villa Regina (2015)
o,p-DDT	ULOQ	U	U			ULOQ		U	ULOQ			M				U		18.35	Fortaleza, UFC (2013)
p,p-DDD	ULOQ	U	ULOQ				ULOQ	ULOQ								ULOQ	ULOQ	14.01	Pasacaballos (2015)
p,p-DDE	ULOQ	U	U	U			ULOQ			M						ULOQ		299.33	Villa Regina (2015)
p,p-DDT			U			U		U	ULOQ							ULOQ		43.48	Porto Alegre, Centro (2014)
Suma de 3 p,p-DDTs			U			U				M								316.10	Villa Regina (2015)
Suma de 6 DDTs										M								356.19	Villa Regina (2015)
HCB																		14.36	Mismo valor 2013-2016
BPC 28	U						U	U	U							U		56.28	Porto Alegre, Centro (2014)
BPC 52									U							ULOQ		32.30	Recife, PE (2014)
BPC 101					ULOQ		ULOQ	U								U	ULOQ	25.51	Recife, PE (2014)
BPC138					ULOQ		ULOQ	U								ULOQ	ULOQ	6.27	Recife, PE (2014)
BPC 153							U	U			M			U		U	ULOQ	11.36	Fortaleza, UFC (2013)
BPC 180		M					ULOQ	U								U	ULOQ	20.17	Río Gallegos (2015)
Suma de 6 BPCs																U		99.81	Porto Alegre, Centro (2014)
BPC CON TEF 118							U	U								U	ULOQ	11.00	Recife, PE (2014)
Suma de 7 BPCs																U		105.69	Porto Alegre, Centro (2014)
Alfa-HCH			U		ULOQ		U	U					ULOQ	M	ULOQ			7.91	São Paulo, Cetesb (2014)
Beta-HCH	ULOQ	ULOQ	U	ULOQ	ULOQ	ULOQ	ULOQ	U	U		U	ULOQ	ULOQ		M/U	ULOQ	ULOQ	17.98	Chapada dos V., GO (2014)
Gama-HCH		ULOQ	U	U	ULOQ	U	U	U	ULOQ	ULOQ					ULOQ	ULOQ	U	27.37	Recife, PE (2014)
BDE 47		U	U		U	U		*	ULOQ						ULOQ		ULOQ	11.15	Río Grande, FURG (2014)
BDE 99		ULOQ			U		U		ULOQ					M	U		ULOQ	4.98	São Paulo, Cetesb (2014)
BDE 153		ULOQ		ULOQ	ULOQ		ULOQ		U	U	U		U	U	U	ULOQ	U	1.71	Barretos, SP (2015)
BDE 154		U			U			*	ULOQ					M	U		ULOQ	0.42	São Paulo, Cetesb (2014)
BDE 28		U			U			U*	ULOQ						ULOQ		ULOQ	0.83	Pasacaballos (2015)
BDE 100		ULOQ			U	U	U	*	ULOQ					M	U		ULOQ	1.02	São Paulo, Cetesb (2014)
Deca-BDE 209		U			U	U		*	ULOQ	U	ULOQ	ULOQ	ULOQ	U	U	U	U	9.17	Manaus (2014)
PeCB								*										28.65	Rio de Janeiro, Fiocruz (2014)

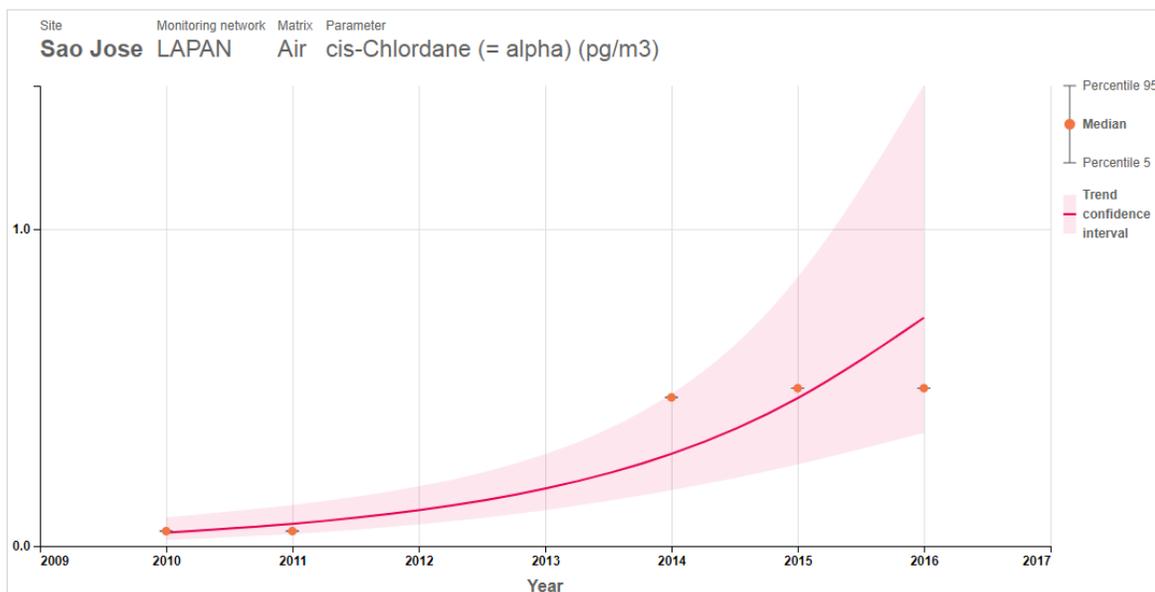
  Aumento de concentración  
  Disminución de concentración  
  Sin cambio  
  ULOQ Todos los datos bajo el límite de cuantificación

M Valor máximo en el período 2013-2016  
  Sin o con un solo dato  
\* Únicamente datos de 2013-2016  
U Valor más reciente bajo el LDC

Nótese que la mayoría de los valores de los sitios recurrentes presentan disminución o valores bajo el LDC, a diferencia los sitios no recurrentes presentan la mayoría de los valores máximos y destacan los sitios urbanos: Curitiba, UFPR, Brasil y Villa Regina, Argentina que muestran aumento de concentración en el 75 y 85% de los parámetros analizados respectivamente. Contrastan con el sitio urbano Fortaleza UFC, y con los sitios remotos: Abrolhos Archipelago y Atol das Rocas, todos en Brasil que presentaron disminución en el 75, 58 y 58 % de los parámetros analizados respectivamente.

De todos los sitios analizados solamente cuatro sitios presentan tendencias, tres sitios que midieron 3 años, dos en Argentina: Puerto Deseado y Rio Gallegos y Puerto Maldonado en Perú; y un sitio que midió 5 años, Sao Jose en Brasil, que presentó aumento de concentración de cis-Clordano, sin embargo, 4 de sus 5 datos presentaron valores bajo el LDC, ver Figura 71. Los demás parámetros presentaron tendencias no significativas en todos los sitios.

Figura 71. Tendencia de cis-Clordano en el sitio Sao Jose en Brasil



Fuente: DWH

Para analizar la variabilidad de todos los datos del programa de monitoreo LAPAN se siguió el mismo procedimiento en los programas de monitoreo de aire ambiente: se comparó primero año por año de monitoreo de cada parámetro, luego se separaron los datos por grupos de años y luego por tipo de sitio: No Clasificado (NC), Remoto y Urbano, para este programa. Se analizó la dispersión de los datos por medio de diagramas de cajas y se calcularon los parámetros estadísticos para estimar los cambios de concentración en la región.

Cabe mencionar que debido a que no se tiene monitoreo en los mismos sitios todos los años y la distribución de los sitios de monitoreo no es homogénea, los gráficos año por año no dan información relevante. Pero si comparamos el período de 2010-2012 con el período 2013 a 2016 y separamos los datos por tipo de sitio de monitoreo, se observa que para todos los parámetros los sitios urbanos presentan mayor variabilidad y valores más altos que los demás sitios de monitoreo. Cabe señalar que solamente 12 sitios de los 56 midieron en el período 2010-2012 y que la mayoría de los datos de dicho período presentan valores bajo el LDC. El análisis por grupo de compuestos se presenta a continuación:

### Insecticidas Organoclorados, Subgrupo Ciclodienos

El grupo ciclodienos presenta datos del 2010 al 2016 de los 56 sitios del programa LAPAN. Todos los datos de Aldrín presentan valores bajo el LDC en la mayoría de los sitios a excepción de los sitios: Araraquara, SP y Manaus, Brasil ambos 2014; los gráficos muestran aumento en el período 2013 a 2016 de cis-Clordano y Endosulfán II (beta) en todos los grupos; además aumento de Endosulfán e isómeros en los sitios remotos y aumento de todos los parámetros analizados a excepción de Aldrín en los sitios Urbanos. En los sitios remotos se observan valores extremos principalmente de Endosulfán I (alfa) y en los sitios urbanos de trans – Clordano, Dieldrín, Endosulfán I, Endrín y Heptacloro, en Porto Alegre Centro, Brasil 2014 y Villa Regina, Argentina 2015. Ver Figura 72 donde se presenta el comportamiento de los datos y el resumen estadístico en la tabla 56.

Figura 72. Comportamiento de los Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros en GRULAC por tipo de sitio de monitoreo

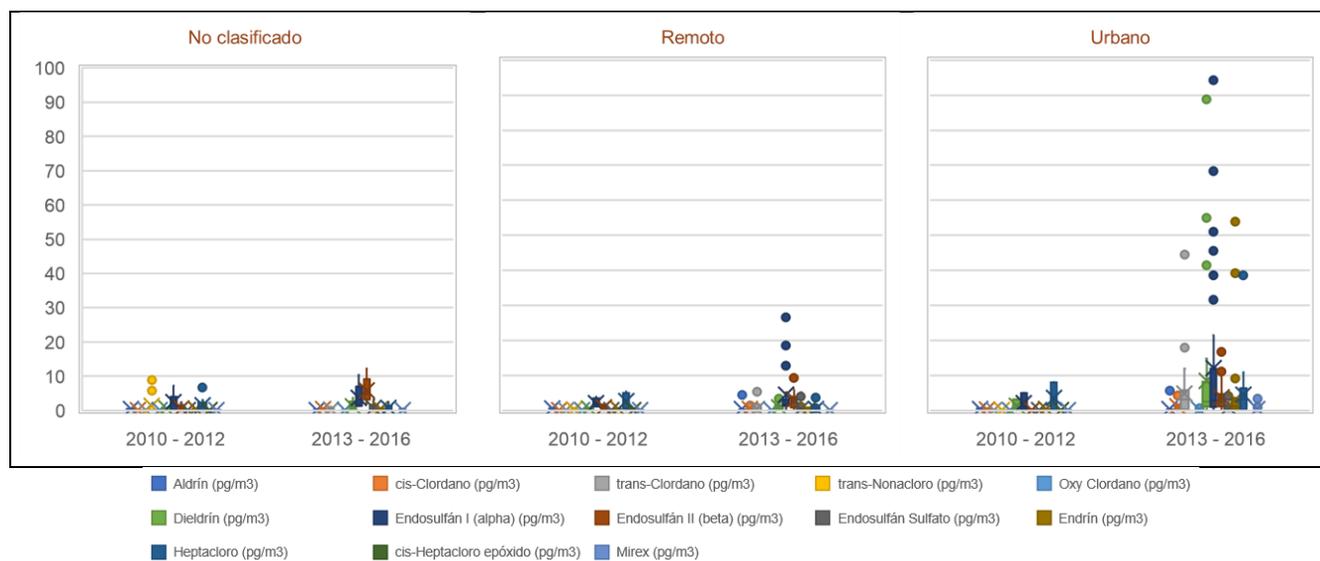


Tabla 56. Máximos, promedios y medianas de insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros

Parámetro	CICLODIENOS (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
Aldrín	0.489	0.376	0.489	0.141	0.489	0.109
cis-Clordano	0.047	0.498	0.047	0.431	0.047	0.498
trans-Clordano	0.050	1.211	0.050	0.332	0.050	0.022
trans-Nonacloro	8.937		1.377		0.052	
Oxy Clordano	0.034	0.101	0.034	0.043	0.034	0.016
Dieldrín	0.516	3.615	0.516	1.271	0.516	0.455
Endosulfán I (Alfa)	7.274	10.328	2.502	3.678	2.778	1.734
Endosulfán II (beta)	2.505	12.276	0.591	5.833	0.012	4.717
Endosulfán Sulfato	0.040	3.168	0.040	0.677	0.040	0.029
Endrín	0.460	0.658	0.460	0.369	0.460	0.271
Heptacloro	6.731	2.416	1.558	0.690	1.113	0.202
cis-Heptacloro epóxido	0.071		0.071		0.071	
Mirex	0.048	0.561	0.048	0.152	0.048	0.045
<b>REMOTO</b>						
Aldrín	0.489	4.434	0.489	0.351	0.489	0.118
cis-Clordano	0.047	1.343	0.047	0.403	0.047	0.498
trans-Clordano	0.050	5.281	0.050	0.417	0.050	0.022
trans-Nonacloro	0.696		0.213		0.052	
Oxy Clordano	0.034	0.128	0.034	0.046	0.034	0.034
Dieldrín	0.516	3.411	0.516	0.903	0.516	0.597
Endosulfán I (Alfa)	3.910	26.624	2.145	4.558	1.717	1.751
Endosulfán II (beta)	1.824	10.830	0.813	3.076	0.708	2.174
Endosulfán Sulfato	0.040	3.953	0.040	0.477	0.040	0.010
Endrín	0.460	0.795	0.460	0.303	0.460	0.175
Heptacloro	5.378	3.677	2.756	0.460	2.816	0.202
cis-Heptacloro epóxido	0.071		0.071		0.071	
Mirex	0.048	0.325	0.048	0.079	0.048	0.025
<b>URBANO</b>						
Aldrín	0.489	5.665	0.359	0.360	0.489	0.209
cis-Clordano	0.498	6.435	0.197	1.216	0.047	0.741
trans-Clordano	0.050	44.453	0.041	4.764	0.050	3.127
trans-Nonacloro	0.052		0.052		0.052	
Oxy Clordano	0.159	1.107	0.076	0.227	0.034	0.162
Dieldrín	3.075	88.848	1.369	8.391	0.516	2.501
Endosulfán I (Alfa)	5.001	94.255	2.019	12.151	1.021	2.783
Endosulfán II (beta)	0.283	16.725	0.102	3.680	0.012	2.410
Endosulfán Sulfato	0.040	5.683	0.039	0.881	0.040	0.267
Endrín	0.460	53.946	0.411	3.152	0.460	0.517
Heptacloro	7.997	38.509	3.669	4.569	2.807	3.339
cis-Heptacloro epóxido	0.071		0.071		0.071	
Mirex	0.048	3.987	0.040	0.416	0.048	0.103

## Dicloro Difenil Tricloroetano y sus Isómeros

El Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) y sus isómeros se miden en la región desde 2010 hasta 2016. En el período 2010-2012 la mayoría de los datos presentaron valores debajo del LDC. En el período 2013-2016 los sitios NC, como lo muestra la figura 73 y la Tabla 57, presentan ligeros aumentos en todos los isómeros o,p del DDT y en el p,p DDD; los remotos muestran aumento de o,p del DDD y DDE y p,p DDD con valores extremos en: Iguazu National Park, y Puruzinho Lake, ambos en Brasil 2014; y los sitios urbanos presentaron aumento en todos los parámetros, con valores extremos en Fortaleza, UFC y Porto Alegre, Centro, ambos también en Brasil 2014; Pasacaballos Colombia y Villa Regina Argentina, ambos 2015.

Figura 73. Comportamiento del DDT y sus isómeros en la región GRULAC

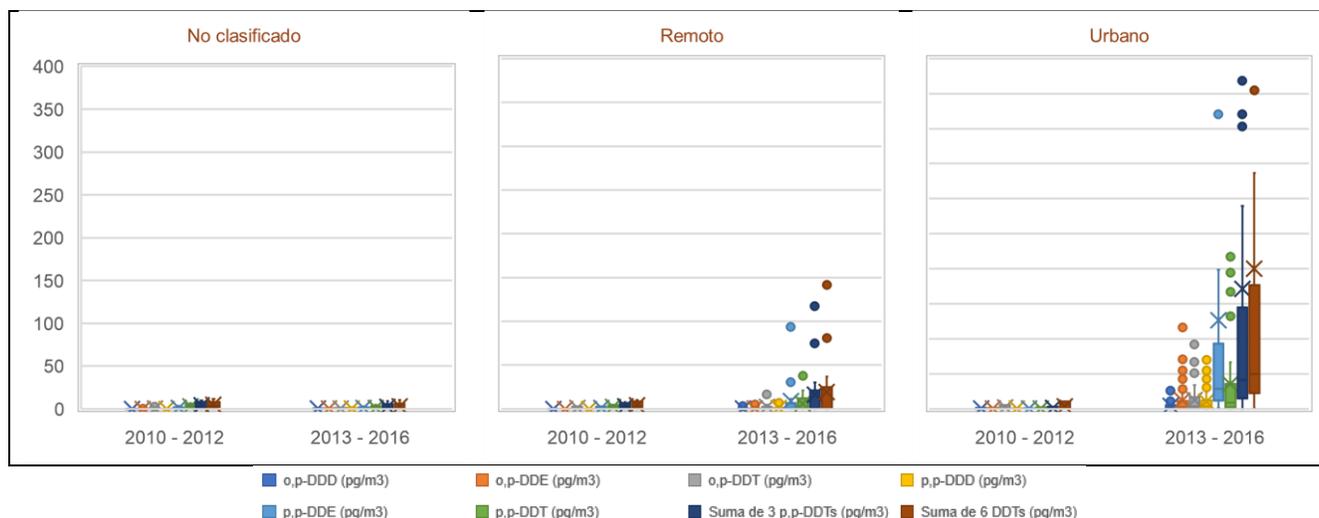


Tabla 57. Máximos, promedios y medianas del DDT y sus isómeros

Parámetro	DDT (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
o,p-DDD	0.011	0.497	0.011	0.252	0.011	0.192
o,p-DDE	0.162	0.355	0.055	0.215	0.039	0.175
o,p-DDT	2.668	1.003	0.599	0.472	0.054	0.288
p,p-DDD	0.036	1.641	0.036	0.446	0.036	0.204
p,p-DDE	3.568	2.892	0.934	0.821	0.586	0.240
p,p-DDT	6.340	4.715	3.192	1.207	2.754	0.234
Suma de 3 p,p-DDTs	9.907	9.248	4.107	2.232	3.038	0.243
Suma de 6 DDTs	11.674	10.250	4.700	2.743	3.369	0.878
<b>REMOTO</b>						
o,p-DDD	0.011	3.019	0.011	0.442	0.011	0.197
o,p-DDE	0.039	4.969	0.039	0.615	0.039	0.197
o,p-DDT	2.565	16.219	0.822	1.998	0.335	0.243
p,p-DDD	0.036	6.667	0.036	0.890	0.036	0.164
p,p-DDE	2.701	93.845	0.962	8.806	0.549	0.240
p,p-DDT	4.890	37.856	2.113	5.984	1.753	0.192
Suma de 3 p,p-DDTs	7.591	117.237	3.049	16.349	2.276	0.344
Suma de 6 DDTs	10.156	141.444	3.845	19.278	2.584	0.559
<b>URBANO</b>						
o,p-DDD	0.234	5.207	0.141	0.816	0.178	0.310
o,p-DDE	0.221	23.275	0.100	2.429	0.039	0.546
o,p-DDT	1.069	18.346	0.393	2.594	0.054	0.693
p,p-DDD	0.091	14.005	0.054	2.021	0.036	0.724
p,p-DDE	0.078	299.331	0.060	25.324	0.052	5.700
p,p-DDT	0.387	43.477	0.166	7.026	0.055	1.716
Suma de 3 p,p-DDTs	0.555	316.099	0.222	34.310	0.055	8.282
Suma de 6 DDTs	2.080	356.190	0.771	40.038	0.178	9.970

## Hexaclorobenceno

El Hexaclorobenceno (HCB) se midió de 2010 a 2016 en los 56 sitios de monitoreo. No presenta valores abajo del LDC, extremos, ni máximos, como se muestra en la figura 74 y Tabla 58, ya que todos los datos presentan un mismo valor para el período 2013-2016 y dicho valor es menor que el presentado en el período 2010-2012, lo que implica que hay disminución de concentración en todos los grupos de sitios: NC, remotos y urbanos.

Figura 74. Comportamiento del Hexaclorobenceno en la región GRULAC

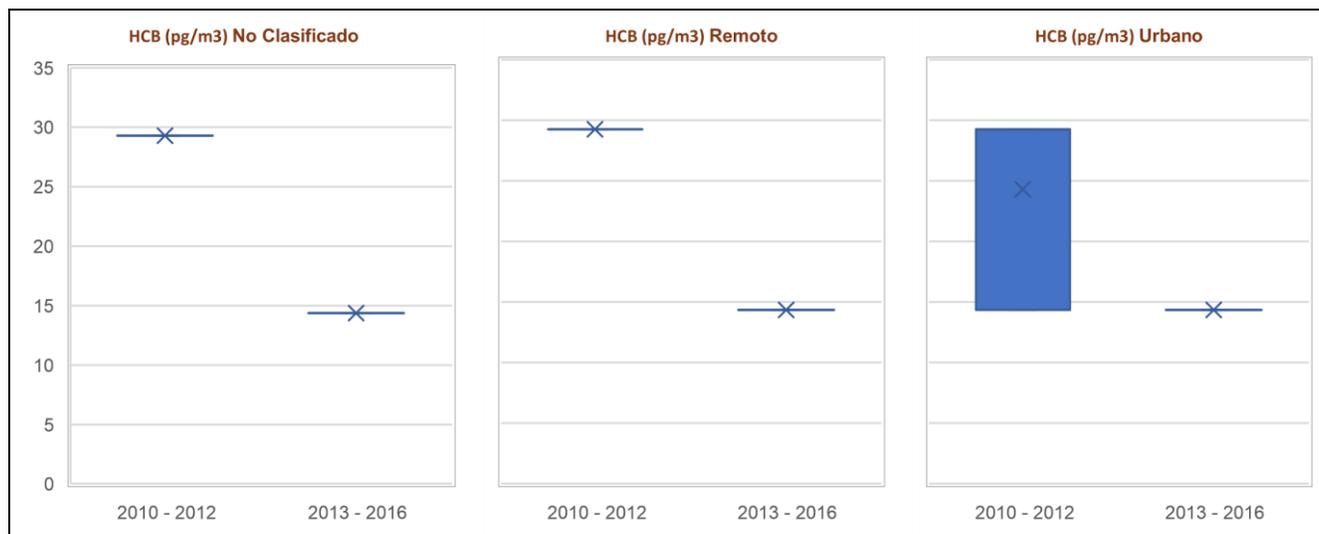


Tabla 58. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorobenceno

Tipo de sitio	HCB (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016
<b>No Clasificado</b>	29.265	14.360	29.265	14.360	29.265	14.360
<b>Remoto</b>	29.265	14.360	29.265	14.360	29.265	14.360
<b>Urbano</b>	29.265	14.360	24.297	14.360	29.265	14.360

## Bifenilos Policlorados y congéneres

Los Bifenilos policlorados (BPC), fueron medidos en los 56 sitios de monitoreo en ambos períodos 2010-2012 y 2013-2016; 6 congéneres de BPC, el BPC con TEF 118 y las sumas de 6 y 7 BPC. En el período 2013 a 2016, los sitios NC muestran aumento de 5 de 6 parámetros y los remotos en 4 de 6. Sin embargo, las sumas de 6 y 7 PCBs disminuyen en ambos casos, como se observa en la Figura 75 y Tabla 59. En ambos grupos no se presentan valores extremos. En los sitios urbanos todos los parámetros presentan aumento de concentración y valores extremos en: Fortaleza, UFC 2013; Porto Alegre, Centro y Recife, PE, ambos 2014, todos en Brasil; y Rio Gallegos, Argentina 2015. De los BPC con TEF solo se midió el congener BPC 118 en el período 2013 a 2016, que presentó aumento de concentración en los sitios remotos y urbanos, con valores extremos en el sitio remoto Leticia, Colombia 2015 y urbano Recife, PE, Brasil 2014. En referencia a los valores de los datos hay que mencionar que la mayoría de los datos del período 2010-2012 presentan valores bajo el LDC.

Figura 75. Comportamiento de los BPC en la región GRULAC

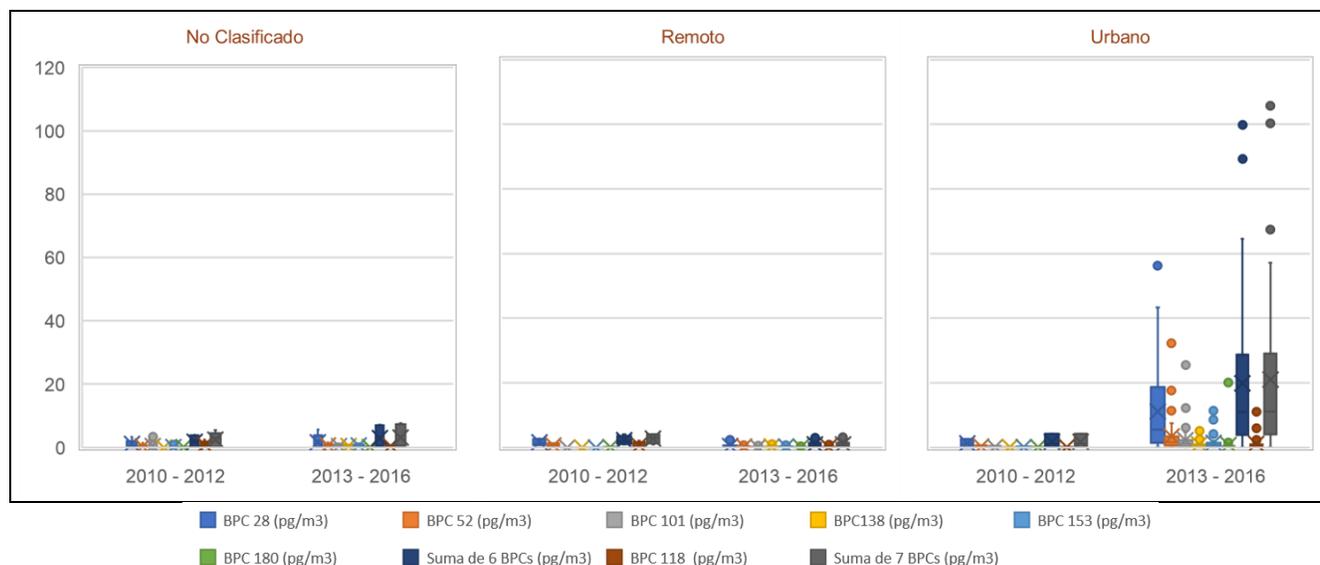


Tabla 59. Máximos, promedios y medianas de los BPC

Parámetro	BPC y congéneres (pg/m <sup>3</sup> )					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
BPC 28	3.301	5.694	1.126	1.627	0.623	0.125
BPC 52	1.404	1.693	0.305	0.693	0.044	0.552
BPC 101	3.333	1.293	0.370	0.499	0.011	0.295
BPC138	0.012	0.866	0.012	0.465	0.012	0.498
BPC 153	0.824	1.260	0.085	0.564	0.012	0.374
BPC 180	0.044	0.333	0.044	0.188	0.044	0.191
Suma de 6 BPCs	3.941	7.093	1.837	2.990	2.027	0.552
BPC con TEF 118	2.443	0.683	0.856	0.413	0.667	0.393
Suma de 7 BPCs	5.526	7.652	2.674	3.123	3.750	0.552
<b>REMOTO</b>						
BPC 28	2.805	2.340	1.538	0.417	1.283	0.125
BPC 52	1.277	0.681	0.658	0.244	0.655	0.226
BPC 101	0.011	0.592	0.011	0.150	0.011	0.148
BPC138	0.012	0.999	0.012	0.203	0.012	0.061
BPC 153	0.012	0.751	0.012	0.226	0.012	0.188
BPC 180	0.044	0.582	0.044	0.114	0.044	0.063
Suma de 6 BPCs	4.082	3.014	2.174	0.905	1.849	0.593
BPC con TEF 118	2.142	0.788	0.568	0.141	0.044	0.070
Suma de 7 BPCs	4.082	3.166	2.709	0.948	2.920	0.638
<b>URBANO</b>						
BPC 28	2.570	56.284	1.238	11.178	1.111	5.618
BPC 52	0.655	32.297	0.248	3.435	0.044	1.527
BPC 101	0.464	25.511	0.162	2.248	0.011	1.049
BPC138	0.135	6.266	0.053	0.908	0.012	0.404
BPC 153	0.291	11.364	0.105	1.396	0.012	0.680
BPC 180	0.084	20.169	0.058	0.818	0.044	0.149
Suma de 6 BPCs	4.198	99.815	1.784	19.893	1.111	10.898
BPC con TEF 118	0.044	10.973	0.038	1.079	0.044	0.499
Suma de 7 BPCs	4.198	105.689	1.784	20.948	1.111	11.119

## Hexaclorociclohexano y sus isómeros

Hexaclorociclohexano (HCH) y sus isómeros se mide de 2010 a 2016 en los 56 sitios de monitoreo, presenta valores bajo el LDC en la mayoría de los datos de los isómeros Beta y Gama HCH. Sin embargo, en el período 2013 a 2016 mostró aumento del valor de concentración de dichos isómeros Beta y Gama en todos los grupos de los sitios y del isómero Alfa solamente en los sitios urbanos. Ver Figura 76 y Tabla 60. Los valores extremos se presentan en el sitio remoto Chapada dos Veadeiros, GO, 2014 en Brasil; y en los sitios urbanos Recife, PE y São Paulo, Cetesb, ambos Brasil, 2014.

Figura 76. Comportamiento del Hexaclorociclohexano y sus isómeros en la región GRULAC

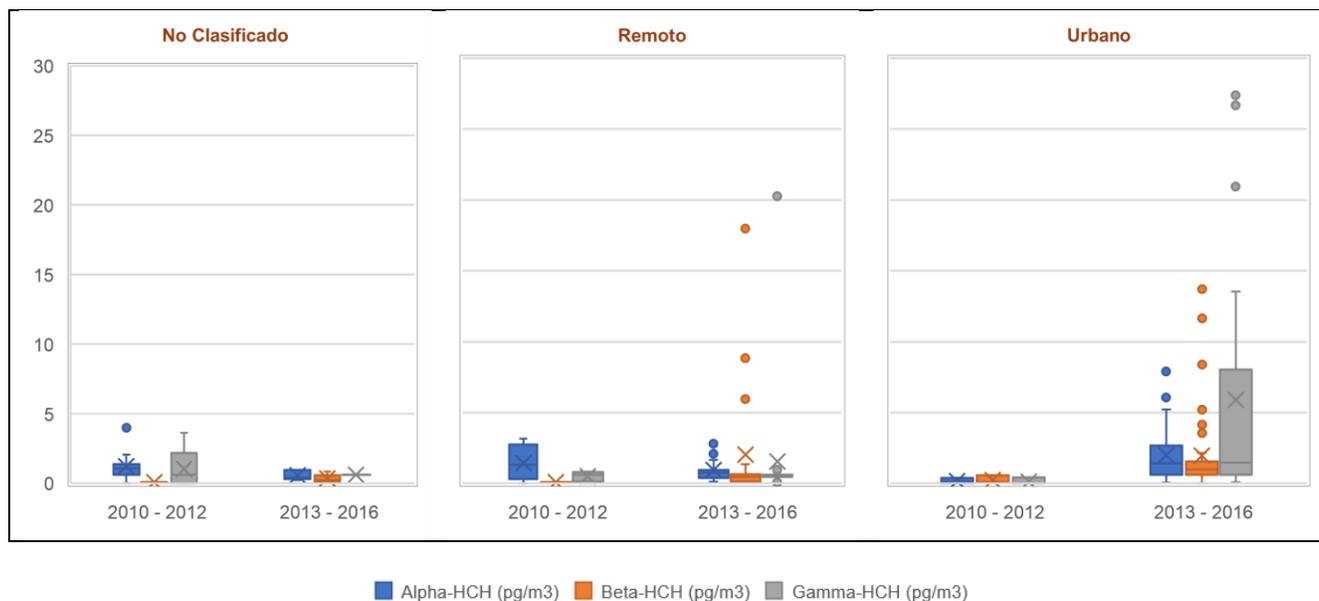


Tabla 60. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorociclohexano y sus isómeros

HCH y sus isómeros (pg/m <sup>3</sup> )						
Parámetro	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
Alfa-HCH	4.001	0.978	1.233	0.588	1.102	0.395
Beta-HCH	0.084	0.854	0.084	0.351	0.084	0.265
Gama-HCH	3.656	0.633	1.032	0.633	0.609	0.633
<b>REMOTO</b>						
Alfa-HCH	3.178	2.849	1.457	0.946	1.317	0.758
Beta-HCH	0.084	17.981	0.084	2.055	0.084	0.467
Gama-HCH	0.831	20.257	0.512	1.562	0.605	0.633
<b>URBANO</b>						
Alfa-HCH	0.402	7.910	0.179	2.014	0.119	1.443
Beta-HCH	0.597	13.701	0.255	1.962	0.084	0.973
Gama-HCH	0.420	27.370	0.145	5.897	0.008	1.485

## Polibromodifenil Éteres (Bromo Difenil Éter, sus isómeros y Decabromodifenil Éter)

Siete isómeros de Bromo Difenil Éteres (BDE) se midieron en los 44 sitios durante el período 2013-2016, y únicamente se monitorearon en un sitio urbano Río Gallegos, en el período 2010-2012. En los demás sitios restantes

de 2010-2012 solamente se analizaron el BDE 99 y 153; parámetros que nos permiten hacer comparaciones de cambios de nivel entre ambos períodos para los sitios NC y remotos. En el período 2013 a 2016, en la Figura 77 y Tabla 61, se observa que las medianas del BDE 153 presentan disminución de concentración en todos los sitios; y el 99 en los sitios NC y remotos. Es importante mencionar, que la mayoría de los datos del BDE 153 presentaron valores bajo el LDC. Los sitios NC no presentan valores extremos, sin embargo, muestran los valores más altos de medianas para los BDE 47, 99 y 100; los sitios remotos presentan valores extremos en Salto Morato State Park, PR, 2013, Manaus, 2014, y Chapada dos Veadeiros, GO, 2015 todos en Brasil; y los urbanos, principalmente en Rio Grande, FURG y São Paulo, Cetesb, ambos en Brasil 2014; y en Barretos, SP, Brasil y Pasacaballos Colombia, ambos 2015. Se incluye bajo este análisis el Decabromodifenil éter (Deca- BDE 209) que solo se midió en el período 2013-2016 y presentó aumento de concentración para el período 2013 a 2016, y valores extremos en el sitio remoto Manaus, y el urbano Rio Grande, FURG, ambos Brasil 2014; siendo el más alto el de Manaus. Sin embargo, la mayoría de sus valores se encuentran bajo el LDC. Observe nuevamente la figura 77 y la tabla 61.

Figura 77. Comportamiento del BDE y sus isómeros en la Región GRULAC

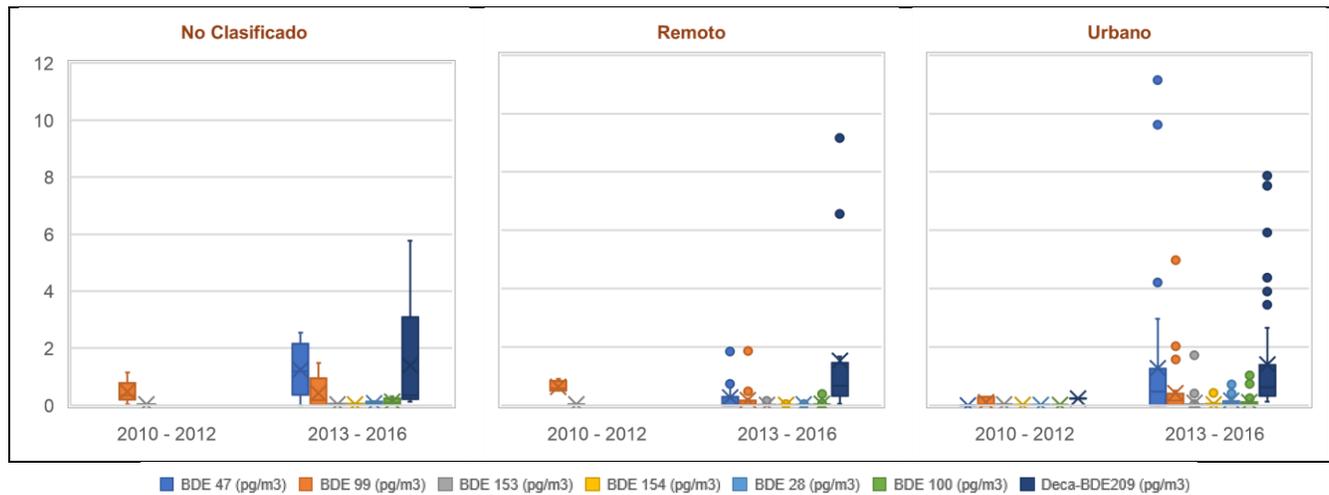


Tabla 61. Máximos, promedios y medianas del BDE y sus isómeros

Parámetro	BDE y sus isómeros (pg/m³)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016
<b>NO CLASIFICADO</b>						
BDE 47		2.544		1.240		1.180
BDE 99	1.140	1.476	0.484	0.418	0.350	0.180
BDE 153	0.035	0.049	0.035	0.025	0.035	0.017
BDE 154		0.062		0.024		0.014
BDE 28		0.150		0.068		0.075
BDE 100		0.304		0.119		0.093
Deca-BDE209		5.769		1.399		0.357
<b>REMOTO</b>						
BDE 47		1.842		0.261		0.004
BDE 99	0.902	1.868	0.638	0.177	0.576	0.032
BDE 153	0.035	0.149	0.035	0.022	0.035	0.017
BDE 154		0.140		0.021		0.011
BDE 28		0.216		0.028		0.006
BDE 100		0.393		0.041		0.013
Deca-BDE209		9.172		1.529		0.675
<b>URBANO</b>						
BDE 47	0.004	11.155	0.004	1.267	0.004	0.473
BDE 99	0.283	4.982	0.106	0.414	0.035	0.161
BDE 153	0.035	1.708	0.028	0.081	0.035	0.014
BDE 154	0.007	0.417	0.007	0.036	0.007	0.021
BDE 28	0.005	0.830	0.005	0.156	0.005	0.108
BDE 100	0.012	1.021	0.012	0.106	0.012	0.030
Deca-BDE209	0.231	7.875	0.231	1.398	0.231	0.611

### Pentaclorobenceno

El Pentaclorobenceno (PeCB) se mide principalmente en el período 2013 a 2016, y solamente en un sitio urbano Rio Gallegos Argentina (2012) en el período 2010-2012, y todos sus datos presentan valores arriba del LDC. En el período 2013 a 2016, se observa en la Figura 78 y Tabla 62, que los sitios NC no presentan valores extremos y los remotos lo presentan en Abrolhos Archipelago, Brasil 2014; la mediana más alta y los mayores valores se presentan en los sitios urbanos, con valor extremo máximo en Rio de Janeiro, Fiocruz, Brasil 2014. La comparación de medianas en los sitios urbanos presenta ligera disminución durante el período 2013 a 2016.

Figura 78. Comportamiento del Pentaclorobenceno en la región GRULAC (2013 a 2016)

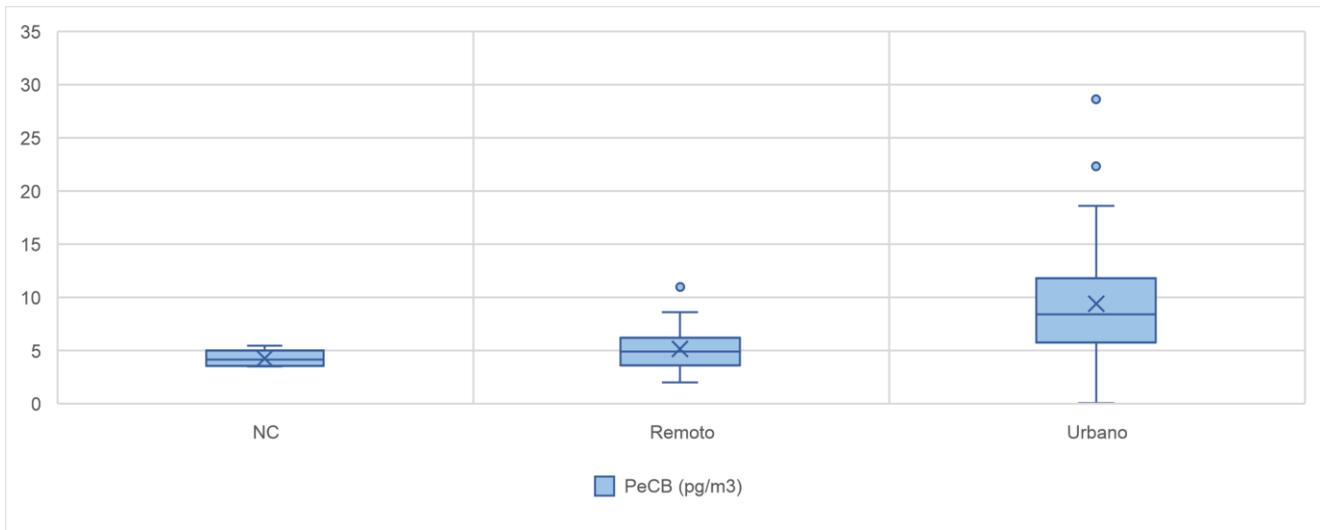


Tabla 62. Máximos, promedios y medianas del Pentaclorobenceno

Tipo de sitio	PeCB (pg/m³)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016	2010 - 2012	2013 - 2016
<b>No Clasificado</b>		5.489		4.279		4.178
<b>Remoto</b>		10.998		5.160		4.942
<b>Urbano</b>	8.520	28.646	8.520	9.439	8.520	8.423

## 6.2.2. RESULTADOS DE LECHE MATERNA

Los datos de leche materna se encuentran distribuidos en tres programas, como se describe en el Capítulo 4. El programa GEF 1 contiene únicamente datos de Brasil de 1992 y 2002, el programa MILK-WHO datos de 14 países de 2001 a 2019 y el programa WHO de cinco países de 2001 a 2010.

En cuanto a los parámetros muestreados, GEF 1 analizó 31 parámetros en 1992 y 17 en 2002; mientras que WHO solamente lo hizo con un parámetro en Brasil de 2001-2002, un parámetro en Haití en 2007 y 26 parámetros en Antigua y Barbuda, Chile y Uruguay en 2010.

Cabe mencionar, que los valores de estos 26 parámetros, de los tres países, son exactamente iguales que los del programa MILK-WHO porque fueron las mismas muestras, analizadas por el mismo laboratorio e incorporadas al proyecto UNEP/GEF I.

Los datos de ambos programas, GEF 1 y WHO ya fueron reportados en las evaluaciones anteriores del GRULAC, al igual que los datos del programa MILK-WHO hasta 2011. Sin embargo, los datos de Brasil y Surinam 2012 y Haití 2015 no han sido incluidos.

Para esta tercera evaluación la revisión de niveles y tendencias de los datos se centra en el programa MILK-WHO que como se mencionó, contiene datos de 14 países de 2001 a 2019 y ha analizado 110 parámetros. Sin embargo, de los 14 países solo nueve han participado en más de una ronda y los cinco restantes lo han hecho en una ronda, por lo que sus valores solo se pueden considerar como referencia para futuras evaluaciones.

El análisis de los datos de este programa comprende desde la integración y organización de los datos, su revisión por valores, rondas, países y grupos de compuesto, hasta el análisis estadístico de los mismos.

La integración se llevó a cabo iniciando con la organización de los compuestos en una secuencia común, agrupándolos para presentar los cambios de niveles por país y por grupo de compuesto, en seguimiento a la estrategia recomendada en el documento Guía UNEP/POPS/COP.9/INF/36 Capítulo Séptimo.

La revisión de los valores de cada parámetro se realizó comparando, por medio de gráficos de barras, los valores de las medianas de las concentraciones de los países en cada año en que participaron.

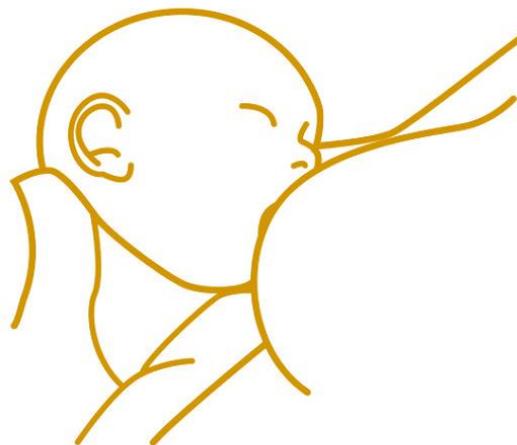
Un resumen de los hallazgos relevantes se presenta a continuación y el resultado completo del análisis se exhibe por grupo de compuestos.

De esta revisión, se seleccionaron aquellos países que presentan valores en más de una ronda y que además hubieran participado en la sexta ronda; estableciendo para este análisis el período 2015-2019 como sexta ronda, para incluir Haití 2015 en el análisis. De esta selección quedaron siete países. Cabe mencionar que a pesar de que Brasil y Chile también han participado en dos rondas, los valores más recientes son del año 2012.

Asimismo, se analizó el comportamiento de los grupos de compuestos en los países que presentan aumento de concentraciones en algún parámetro, graficando los cambios de niveles de cada parámetro en cada país. Estos gráficos se denominan Gráficos por País y se incluyen en el análisis por grupo de compuestos.

Asimismo, se seleccionaron parámetros de interés de cada grupo de compuestos, es decir, aquellos parámetros que presentan cambios de niveles en más de tres países y para respaldar los resultados de estas comparaciones se revisaron los resúmenes estadísticos del GMP DWH por parámetro.

El análisis estadístico de la región se llevó a cabo comparando, por parámetro, las medianas de las concentraciones de 2001 a 2012 de 11 países de la tercera a la quinta ronda, contra las medianas de 2015 a 2019 que incluyen diez países: nueve de la sexta ronda y Haití 2015. De los cuales siete países presentan valores en ambos grupos. El resumen de los resultados de estas comparaciones se presenta en la tabla 63. Mosaico de resultados. Diagramas de cajas y bigotes, y tablas con el análisis estadístico de cada grupo de compuestos también muestran dichas comparaciones.



Resultados relevantes de Leche Materna

Parámetros y Países analizados	
<p>En el periodo 2015-2019, se analizaron 108 parámetros a nivel regional y por país.</p> <p>Del análisis Regional:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mayoría de los parámetros presentaron reducciones de concentración, ver tabla 63.</li> <li>• Trece parámetros se analizaron por primera vez y constituyen la referencia para futuras evaluaciones. Entre ellos se incluyó el compuesto candidato a ser listado por el Convenio, PFHxS.</li> <li>• Veinte parámetros presentaron valores bajo el LDC o en cero y algunos nunca han presentado datos arriba del LDC en algún país de la región.</li> <li>• Seis parámetros de cuatro grupos presentaron aumento de concentración en tres o más países, pero a nivel regional solo tres parámetros presentaron ligeros aumentos. Ver Figura 79 y resumen estadístico, tabla 64.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Insecticidas Subgrupo ciclodienos</i>: cis-Heptaclor epoxido y la Suma 2 Epoxidos Heptaclor</li> <li>○ <i>Bifenilos Policlorados con TEFs</i>: BPC 77</li> <li>○ <i>PCDD Y PCDF</i>: 1,2,3,4,7,8-HxCDF y 1,2,3,7,8-PeCDF</li> <li>○ <i>Hexabromociclododecano</i>: Alfa-HBCD</li> </ul> </li> <li>• Los países del Caribe presentaron la mayoría de los parámetros con valores máximos de medianas.</li> </ul>	<p>Del análisis por país:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 países participaron en estudios de Leche Materna de 2001 a 2019. Nueve países más de una vez: ocho dos veces y Haití tres veces.</li> <li>• Siete países participaron en más de una ronda y repitieron en la sexta ronda (2015 a 2019) y son la base de las comparaciones de niveles de concentración.</li> <li>• Siete países presentaron aumento en dos o más parámetros de 2015 a 2019 y Barbados y Jamaica presentaron el mayor número de aumentos significativos. Ver tabla 65.</li> </ul>

Figura 79. Parámetros que presentan aumento de concentración en tres o más países de GRULAC

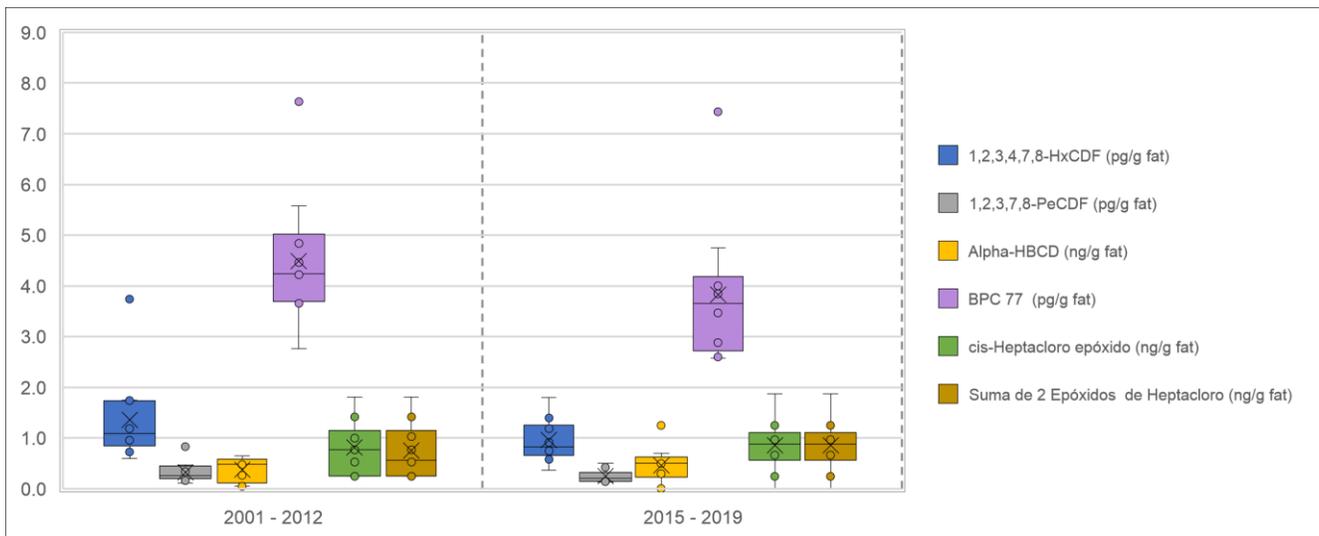


Tabla 63. Mosaico Resultados del análisis estadístico de la región. Comparación de medianas de 2001-2012 y 2015-2019

Grupo	Parámetro	Medianas regionales MILK-WHO (2015-2019)	País y año (con máxima mediana)	Grupo	Parámetro	Medianas regionales MILK-WHO (2015-2019)	País y año (con máxima mediana)
Ciclodienos (ng/g grasa)	Aldrín	LDC	LDC	PCDD y PCDF (pg/g grasa)	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3.67	Jamaica (2018)
	cis-Clordano	LDC	LDC		1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1.03	Jamaica (2018)
	trans-Clordano	LDC	LDC		1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.05	Jamaica (2018)
	cis-Nonacloro	0.00	Barbados (2018)		1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.48	México (2017)
	trans-Nonacloro	1.683	Barbados (2018)		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.83	México (2017)
	Oxy Clordano	1.647	Barbados (2018)		1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.74	Jamaica (2018)
	Clordecona	0	Todos datos Cero		1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.84	México (2017)
	Dieldrín	1.916	Barbados (2018)		1,2,3,7,8-PeCDD	0.67	Jamaica (2018)
	Endosulfán I (Alfa)	LDC	LDC		1,2,3,7,8-PeCDF	0.04	México (2017)
	Endosulfán II (beta)	LDC	LDC		1,2,3,7,8,9-HxCDD	1.11	Jamaica (2018)
	Endosulfán Sulfato	LDC	LDC		1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.21	Uruguay (2019)
	Endrín	LDC	LDC		2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.36	Uruguay (2019)
	Heptacloro	LDC	LDC		2,3,4,7,8-PeCDF	1.56	Uruguay (2019)
	cis-Heptacloro-epóxido	0.88	Uruguay (2019)		2,3,7,8-TCDD	0.29	Uruguay (2019)
	trans-Heptacloro-epóxido	LDC	LDC		2,3,7,8-TCDF	0.35	Uruguay (2019)
	Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro	0.88	Uruguay (2019)		OCDD	2.11	Jamaica (2018)
	Mirex	0.00	Uruguay (2019)		OCDF	0.11	Ecuador (2019)
DDT (ng/g grasa)	o,p-DDD	LDC	LDC	Suma de 7 PCDDs	2.81	Jamaica (2018)	
	o,p-DDE	LDC	LDC	Suma de 10 PCDFs	5.64	Uruguay (2019)	
	o,p-DDT	0.00	Jamaica (2018)	Suma de 17 PCDDs/Fs	3.39	Jamaica (2018)	
	p,p-DDD	0.00	Ecuador (2019)	TEQs (pg/g grasa)	PCDDs WHO1998-TEQ LB	1.91	Jamaica (2018)
	p,p-DDE	0.85	México (2017)		PCDDs WHO2005-TEQ LB	1.91	Jamaica (2018)
	p,p-DDT	0.33	México (2017)		PCDDs WHO1998-TEQ UB	1.91	Jamaica (2018)
	Suma de 3 p,p-DDTs	0.91	México (2017)		PCDDs WHO2005-TEQ UB	1.91	Jamaica (2018)
	Suma de 6 DDTs	0.91	México (2017)		PCDDs/Fs WHO1998-TEQ LB	2.99	Uruguay (2019)
	Toxafeno (ng/g grasa)	Parlar 26	0		Todos datos Cero	PCDDs/Fs WHO1998-TEQ UB	2.99
Parlar 50		0.00	Antigua y Barbuda (2018)		PCDDs/Fs WHO2005-TEQ LB	2.73	Uruguay (2019)
Parlar 62		LDC	LDC		PCDDs/Fs WHO2005-TEQ UB	2.73	Uruguay (2019)
HCB	HCB (ng/g grasa)	4.25	Uruguay (2019)		PCDFs WHO1998-TEQ LB	1.07	Uruguay (2019)
					PCDFs WHO1998-TEQ UB	1.07	Uruguay (2019)
BPC (ng/g grasa)	BPC 28	0.46	Argentina (2019)		PCDFs WHO2005-TEQ LB	0.76	Uruguay (2019)
	BPC 52	0.11	Jamaica (2018)		PCDFs WHO2005-TEQ UB	0.76	Uruguay (2019)
	BPC 101	0.13	Jamaica (2018)		PCBs WHO1998-TEQ LB	1.07	Argentina (2019)
	BPC138	0.3	Jamaica (2018)		PCBs WHO1998-TEQ UB	1.07	Argentina (2019)
	BPC 153	0.48	Barbados (2018)		PCBs WHO 2005-TEQ LB	0.74	Perú (2019)
	BPC 180	0.25	Barbados (2018)		PCBs WHO 2005-TEQ UB	0.74	Perú (2019)
	Suma de 6 BPCs	1.1	Barbados (2018)		HBB	PBB 153 (ng/g grasa)	LDC
	Suma de 7 BPCs	12.37	Barbados (2018)	PeCB	PeCB (ng/g grasa)	0.00	México (2017)
	BPC con TEFs (pg/g grasa)	BPC 77	3.66	Jamaica (2018)	BDE (ng/g fat)	BDE 47	0.19
BPC 81		0.97	Argentina (2019)	BDE 99		0.05	Antigua y Barbuda (2018)
BPC 105		0.37	Argentina (2019)	BDE 153		0.5	Antigua y Barbuda (2018)
BPC 114		0.54	Jamaica (2018)	BDE 154		0.04	Haití (2015)
BPC 118		1.4	Argentina (2019)	BDE 175/183		0.04	Haití (2015)
BPC 123		1.09	Argentina (2019)	BDE 100		0.35	Antigua y Barbuda (2018)
BPC 126		0.57	Perú (2019)	HBCD (ng/g grasa)	Alfa-HBCD	0.50	Ecuador (2019)
BPC 156		0.53	Jamaica (2018)		Beta-HBCD	LDC	LDC
BPC157		1.14	Jamaica (2018)		Gama-HBCD	0.00	Haití (2015)
BPC 167		1.66	Jamaica (2018)	HCB	HCB (ng/g grasa)	0	Todos datos Cero
BPC 169		3.62	Uruguay (2019)	Pentaclorofenol (ng/g grasa)	PCA	0	Todos datos Cero
BPC 189		4.15	Barbados (2018)		PCP	0	Todos datos Cero
Suma de 12 BPCs		2.74	Argentina (2019)	Parafinas cloradas de cadena corta	Suma de PCCCs (ng/g fat)	33.4	Perú (2019)
Hexaclorociclohexano (ng/g grasa)	Alfa-HCH	0.00	Barbados (2018)		COPs fluorados (pg/l)	PFOS	118.4
	Beta-HCH	0.22	Uruguay (2019)	PFOA		159.3	Barbados (2018)
	Gama-HCH	0.00	Antigua y Barbuda (2018)	PFHxS	27.5	Valor único	
				Dicofol	Dicofol (ng/g grasa)	0	Todos datos Cero

	Parámetro con reducción de concentración
	Parámetro con aumento de concentración
	Parámetro medido por primera vez en la región en 2015-2019
LDC	Todos los datos bajo el límite de cuantificación
0	Todos los datos igual a cero

NÚMERO DE MEDIANAS MÁXIMAS POR SUBREGIÓN	
ANDINA	7
CARIBE	41
CONO SUR	29
MESOAMÉRICA	10

Tabla 64. Resumen estadístico de parámetros que presentan aumento de concentración en tres o más países de GRULAC

Parámetro	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
1,2,3,4,7,8-HxCDF (pg/g fat)	3.74	1.80	1.29	0.96	1.07	0.83
1,2,3,7,8-PeCDF (pg/g fat)	0.83	0.50	0.30	0.25	0.23	0.21
Alfa-HBCD (ng/g fat)	0.65	1.25	0.35	0.47	0.38	0.50
BPC 77 (pg/g fat)	7.63	7.43	4.26	3.83	4.22	3.66
cis-Heptacloro epóxido (ng/g fat)	1.81	1.88	0.77	0.86	0.67	0.88
Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro (ng/g fat)	1.81	1.88	0.80	0.86	0.67	0.88

Los incrementos y reducciones que presentaron, en la sexta ronda, los grupos de parámetros en los diferentes países se resumen en la Tabla 65. Se aprecian en rojo y naranja los incrementos y en verde las reducciones. Las celdas sin color corresponden a valores que se presentaron en cero o a que no hay comparaciones por ser parámetros que se miden por primera vez en la región o país. Se incluye también información sobre el número de valores máximos y extremos que se presentaron en cada país.

Tabla 65. Comportamiento de los grupos de parámetros en los países de la región

Países		Subgrupo ciclodienos	DDT	Toxafeno (Parlar)	HCB	BPC	BPC con TEFs	PCDD y PCDF	HCH	PBB 153	PeCB	BDE	HBCD	TEQ	Compuestos medidos por primera vez	
Países que participaron en dos o más rondas	Antigua y Barbuda			M/1					UV			VE/1 M/2				
	Barbados	VE/4				M/4	M/1		UV						M/1	
	Haití											M/2	VE/1			
	Jamaica		VE/1			VE/1 M/2	VE/1 M/4	VE/4 M/5							M/4	
	México		VE/4					M/4			UV	M/1				
	Perú														M/2	M/1
Uruguay	VE/1 M/3			M/1		VE/1	M/6							M/6	M/1	
Países en una ronda	Argentina					VE/1	M/5								M/2	
	Colombia															
	Ecuador		VE/1					VE/1					VE/1			

Grupo con más de tres países con aumento de concentración  
 Reducción en todos los parámetros del grupo  
 Incrementos significativos en uno o más parámetros del grupo  
 Incrementos ligeros en uno o más parámetros del grupo

VE/# Valor extremo / número de parámetros con valores extremos  
M/# Valor máximo / número de parámetros con valores máximos  
UV Valor Único. Solamente el país presentó valores arriba de cero o del LDC.

## Análisis por grupo de compuesto

### Insecticidas Organoclorados, Subgrupo Ciclodienos

La mayoría de los compuestos, nueve en total, presentan concentraciones con valores bajo el LDC; tres compuestos muestran disminución del valor de la concentración en la mayoría de los países; tres compuestos se midieron por primera vez en el período 2016-2019, uno presentó valores en cero y otro solo exhibe valores en Barbados y Jamaica; y dos compuestos presentan aumento de valores de su concentración en cuatro países: cis-Heptacloro epóxido y la suma de 2 Epóxidos de heptacloro (cis + trans). La Tabla 66 resume estos resultados.

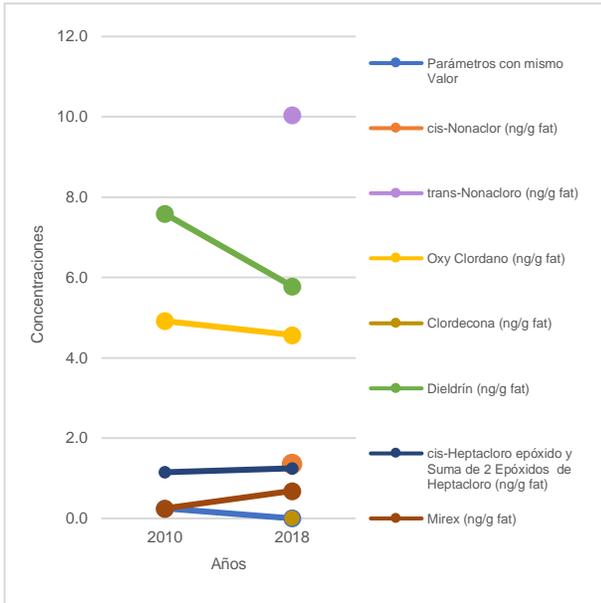
Tabla 66. Resumen del análisis de Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos. Cambios en los niveles de las concentraciones de las sustancias

Ciclodienos (ng/g fat)	Valores de concentraciones						
	De más de una ronda	Solo de sexta ronda	Todos bajo LDC	Todos igual a cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
Aldrín	✓		✓				
cis-Clordano	✓		✓				
trans-Clordano	✓		✓				
cis-Nonacloro		✓					Barbados (2018)
trans-Nonacloro		✓					Barbados (2018)
Oxy Clordano	✓				México	Todos los demás	Barbados (2010-2018)
Clordecona		✓		✓			
Dieldrín	✓					Todos	Barbados (2010-2018)
Endosulfán I (Alfa)	✓		✓				
Endosulfán II (beta)	✓		✓				
Endosulfán Sulfato	✓		✓				
Endrín	✓		✓				
Heptacloro	✓		✓				
cis-Heptacloro epóxido	✓				Barbados, Jamaica, México y Uruguay.	Antigua y Barbuda y Perú	Uruguay (2019) Chile (2011)
trans-Heptacloro epóxido	✓		✓				
Suma 2 epóxidos Heptacloro	✓				Barbados, Jamaica, México y Uruguay.	Antigua y Barbuda y Perú	Uruguay (2019) Chile (2011)
Mirex	✓				Barbados	Todos los demás	Uruguay (2009-2019)

Parámetros con aumento de concentración en más de tres países de la región.  
 Parámetros medidos por primera vez en leche humana en la región.

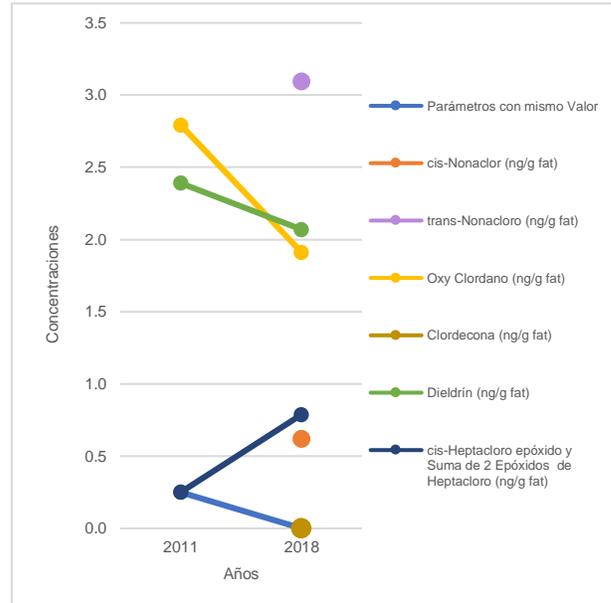
En relación con los países que presentan aumento de valores de algunos parámetros del grupo ciclodienos, en la sexta ronda, en las Figuras 80 a 83 se observan aumentos de las concentraciones de cis-Heptacloro epóxido y la suma de 2 Epóxidos de heptacloro en Jamaica, México y Uruguay y casi imperceptible en Barbados. Los valores máximos de ambos compuestos se presentan en Uruguay. Asimismo, se confirma en la sexta ronda aumento de Mirex en Barbados y significativo de Oxy Clordano en México. Cabe mencionar que Mirex solo presentó valores arriba del LDC en Argentina, Barbados y Uruguay (Figura 84).

Figura 80. Comportamiento de los Insecticidas Organo-clorados: Subgrupo ciclodienos en Barbados



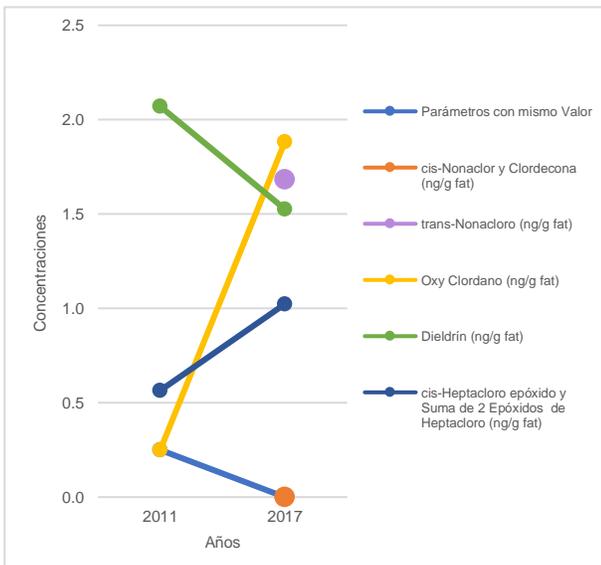
**Parámetros con mismo Valor** (ng/g fat): Aldrín, cis-Clordano, trans-Clordano, Endosulfán I (Alfa y beta), Endosulfán Sulfato, Endrín, Heptacloro, trans-Heptacloro epóxido.

Figura 81. Comportamiento de los Insecticidas Organo-clorados: Subgrupo ciclodienos en Jamaica



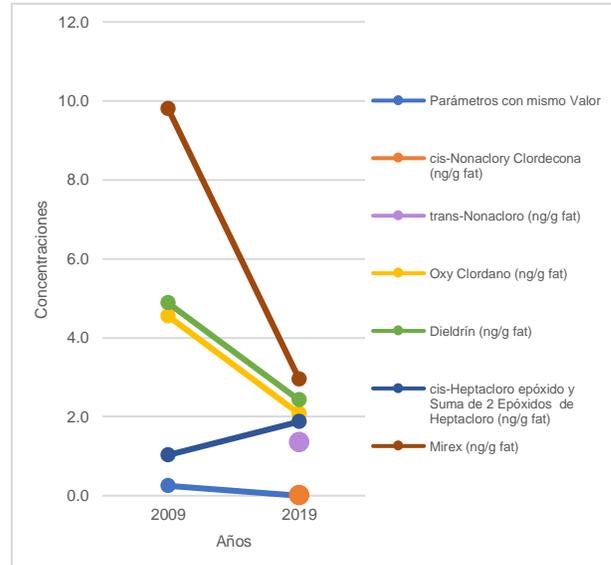
**Parámetros con mismo Valor** (ng/g fat): Aldrín, cis-Clordano, trans-Clordano, Endosulfán I (Alfa y beta), Endosulfán Sulfato, Endrín, Heptacloro, trans-Heptacloro epóxido, Mirex.

Figura 82. Comportamiento de los Insecticidas Organo-clorados: Subgrupo ciclodienos en México



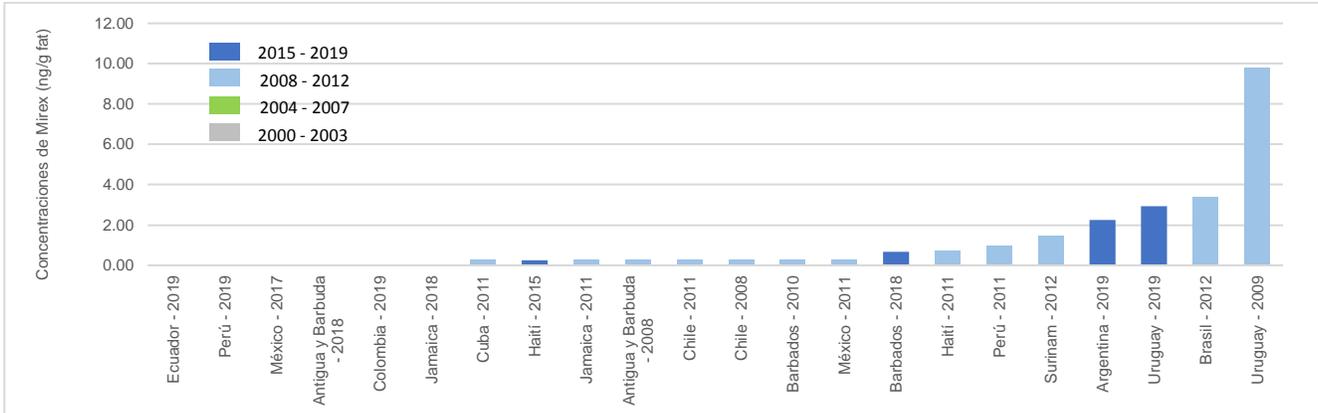
**Parámetros con mismo Valor** (ng/g fat): Aldrín, cis-Clordano, trans-Clordano, Endosulfán I (Alfa y beta), Endosulfán Sulfato, Endrín, Heptacloro, trans-Heptacloro epóxido, Mirex.

Figura 83. Comportamiento de los Insecticidas Organo-clorados: Subgrupo ciclodienos en Uruguay



**Parámetros con mismo Valor** (ng/g fat): Aldrín, cis-Clordano, trans-Clordano, Endosulfán I (Alfa y beta), Endosulfán Sulfato, Endrín, Heptacloro, trans-Heptacloro epóxido.

Figura 84. Concentraciones de Mirex por país y año



La comparación de las medianas de todos los países participantes de la región se muestra en la Figura 85 y Tabla 67, donde se observa que únicamente los compuestos Epóxido de cis-Heptacloro y la suma de los 2 Epóxidos de Heptacloro, presentan aumento de concentración en el período 2015-2019. Asimismo, hay nueve compuestos que no han presentado concentraciones arriba del LDC en más de 15 años de monitoreo en ningún país. Barbados y Uruguay presentan en la sexta ronda los valores extremos de la región, cuatro de ellos corresponden a Barbados y el de Mirex corresponde a Uruguay.

Figura 85. Comportamiento de los Insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros en GRULAC

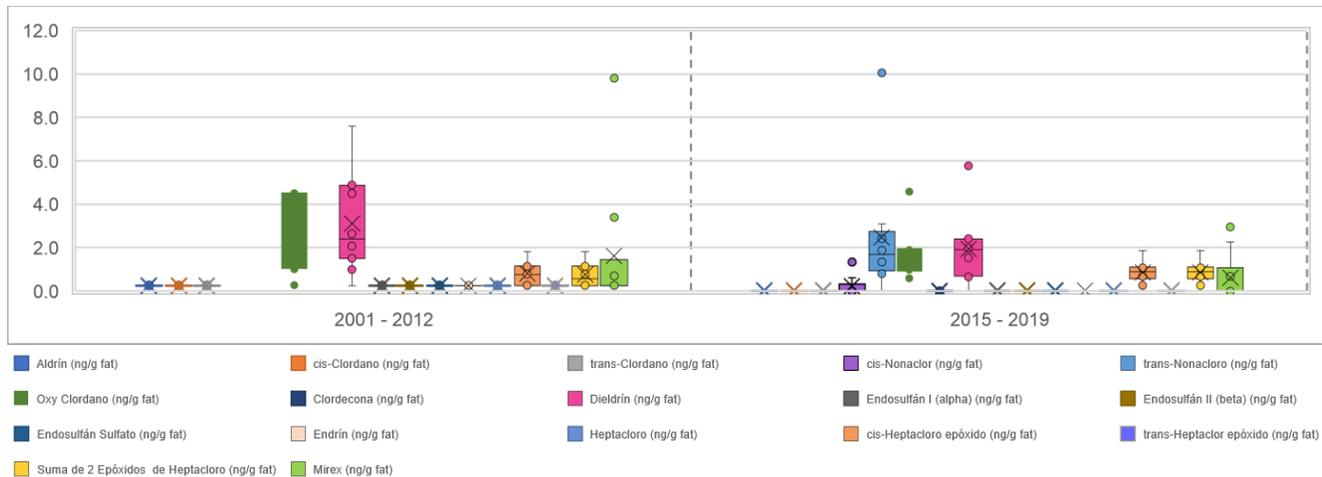


Tabla 67. Máximos, promedios y medianas de insecticidas organoclorados, subgrupo ciclodienos y sus isómeros

Parámetro	CICLODIENOS (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
Aldrín	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
cis-Clordano	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
trans-Clordano	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
cis-Nonacloro		1.349		0.219		0.000
trans-Nonacloro		10.040		2.478		1.683
Oxy Clordano	4.914	4.567	2.651	1.671	2.683	1.647
Clordecona		0.000		0.000		0.000
Dieldrín	7.583	5.780	3.115	1.939	2.415	1.916
Endosulfán I (Alfa)	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
Endosulfán II (beta)	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
Endosulfán Sulfato	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
Endrín	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
Heptacloro	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
cis-Heptacloro epóxido	1.807	1.877	0.820	0.862	0.770	0.880
trans-Heptacloro epóxido	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000
Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro	1.807	1.877	0.752	0.862	0.565	0.880
Mirex	9.800	2.944	1.619	0.614	0.250	0.000

### Dicloro Difenil Tricloroetano y sus Isómeros

El grupo presenta valores bajo el límite de cuantificación para los isómeros o,p-DDD y DDE; y disminución en la concentración de todos los compuestos a excepción del p,p-DDT en Jamaica y México donde se observan ligeros aumentos en ambos países (Ver Tabla 68). Asimismo, el o,p-DDT en la sexta ronda solo muestra valores arriba del LDC en Jamaica y en México (Ver Figuras 86, 87 y 88); y el p,p-DDD solo en Ecuador.

Tabla 68. Resumen del análisis de DDT y sus Isómeros

DDT e isómeros (ng/g fat)	Valores de concentraciones				
	De más de una ronda	Todos bajo LDC o valor cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con máximo (año)
o,p-DDD	✓	✓			
o,p-DDE	✓	✓			
o,p-DDT	✓			Todos	Surinam (2012), Jamaica (2018)
p,p-DDD	✓			Todos	Cuba (2011), Ecuador (2019)
p,p-DDE	✓			Todos	Haití (2004), México (2017)
p,p-DDT	✓		Jamaica y México	Todos los demás	Surinam (2012), México (2017)
Suma de 3 p,p-DDTs	✓			Todos	Haití (2004), México (2017)
Suma de 6 DDTs	✓			Todos	Haití (2004), México (2017)

El comportamiento del DDT y sus isómeros en Jamaica y México se presenta a continuación en las Figuras 86 y 87 donde se observa el imperceptible aumento del p,p-DDT en Jamaica y calculado de 25% en México.

Figura 86. Comportamiento del DDT y sus isómeros en Jamaica

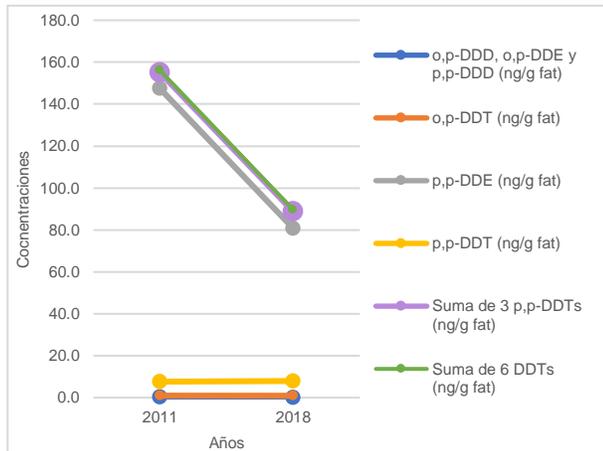


Figura 87. Comportamiento del DDT y sus isómeros en México

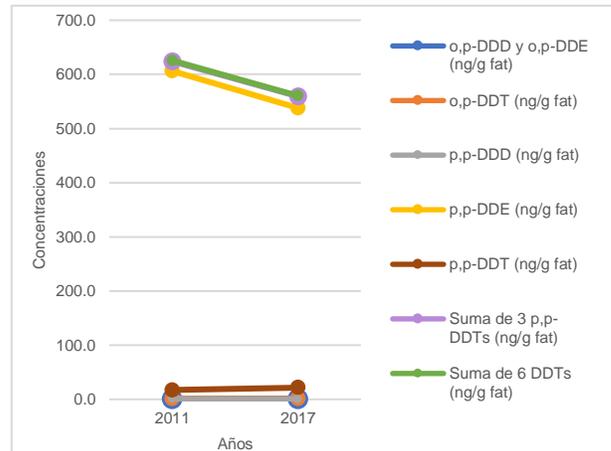
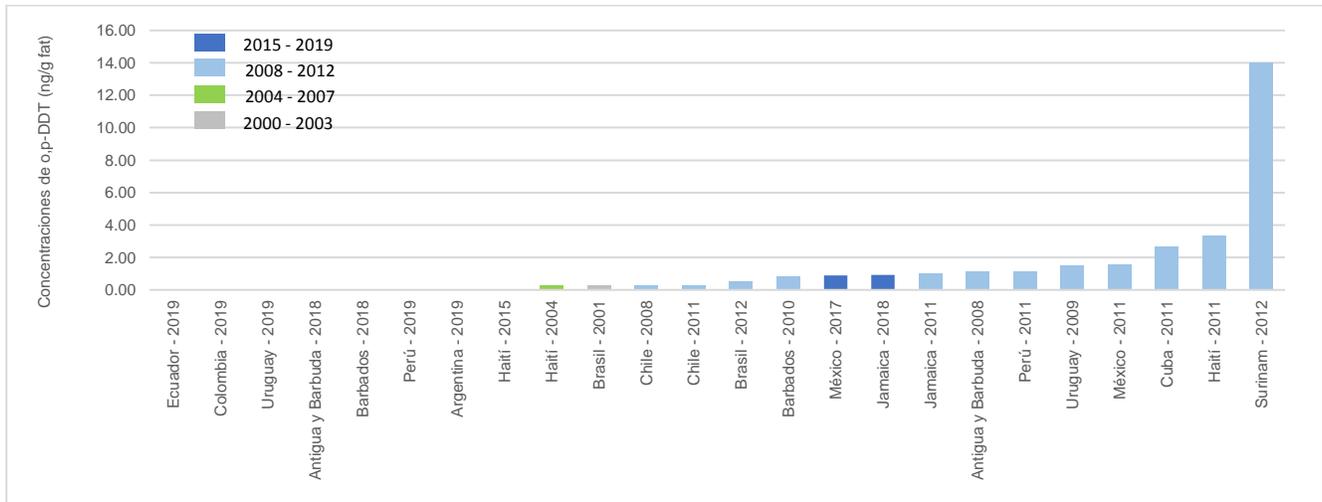
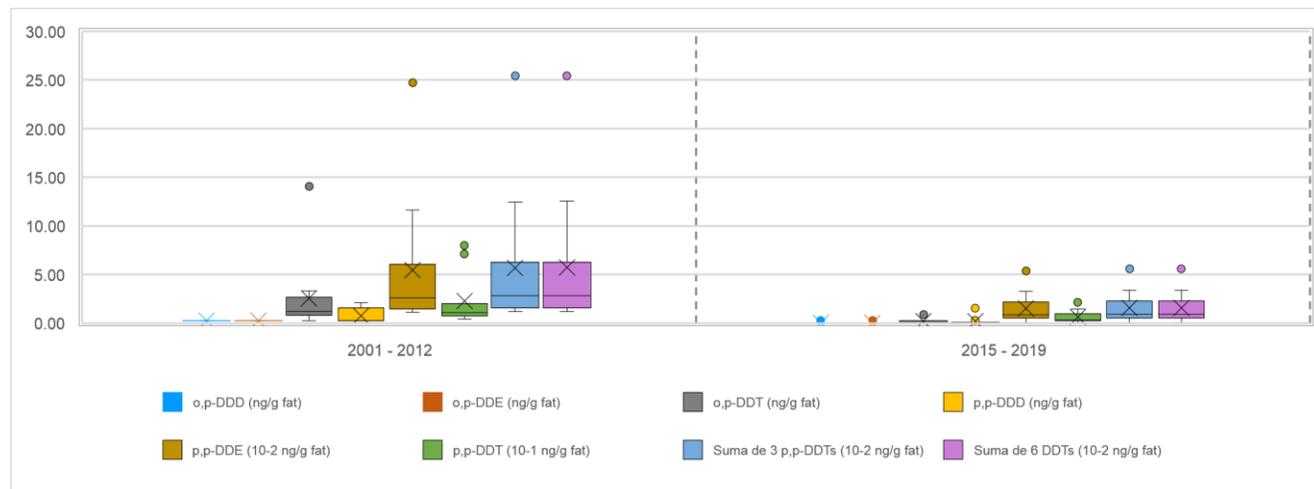


Figura 88. Concentraciones de o,p-DDT por país y año



La comparación de la estadística de las medianas de todos los países participantes de la región se presenta en la Figura 89 y Tabla 69, donde se observa que todos los compuestos muestran disminución de concentraciones de la sexta ronda. El p,p-DDT ha disminuido su concentración en casi todos los países a excepción de Jamaica y México pero sigue presente en la región. Valores extremos de p,p-DDD en Ecuador, o,p-DDT en Jamaica y demás parámetros, 4 en total, en México.

Figura 89. Comportamiento del DDT y sus isómeros en la región GRULAC



Nota. Los valores en el gráfico se ajustaron de la manera siguiente:

Donde dice 10-1 ng/g fat es  $10^{-1}$  ng/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 10.

Donde dice 10-2 ng/g fat es  $10^{-2}$  ng/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 100.

Tabla 69. Máximos, promedios y medianas del DDT y sus isómeros

DDT Y SUS ISÓMEROS (ng/g fat)						
Parámetro	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
o,p-DDD	0.25	0.25	0.25	0.03	0.25	0.00
o,p-DDE	0.25	0.25	0.25	0.03	0.25	0.00
o,p-DDT	14.04	0.92	2.54	0.18	1.16	0.00
p,p-DDD	2.08	1.52	0.76	0.18	0.25	0.00
p,p-DDE ( $10^{-2}$ )	24.72	5.38	5.44	1.51	2.60	0.85
p,p-DDT ( $10^{-1}$ )	7.96	2.15	2.25	0.63	1.09	0.33
Suma de 3 p,p-DDTs ( $10^{-2}$ )	25.43	5.59	5.67	1.58	2.82	0.91
Suma de 6 DDTs ( $10^{-2}$ )	25.43	5.60	5.69	1.58	2.84	0.91

## Toxafeno y Congéneres

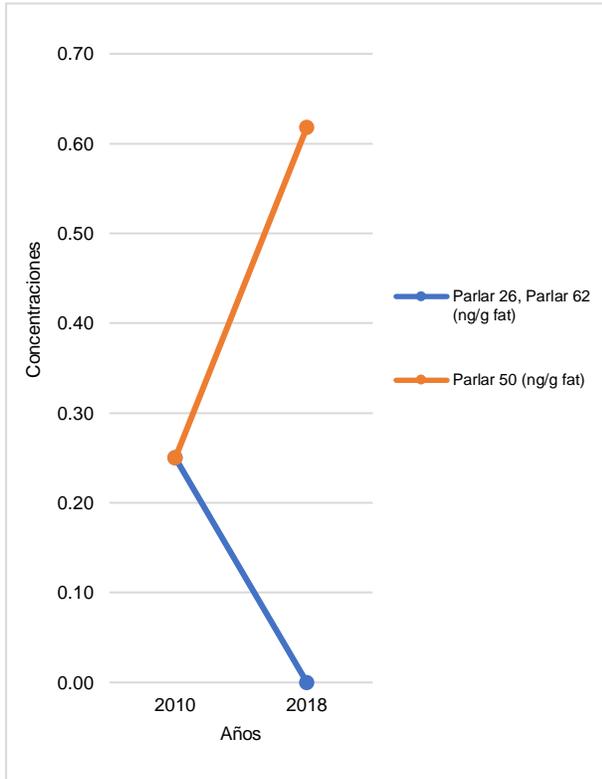
En la sexta ronda todos los congéneres presentaron disminución de concentración en todos los países a excepción de barbados donde el Parlar 50 presentó un aumento significativo del nivel de concentración. El resumen del análisis se presenta en la Tabla 70.

Tabla 70. Resumen del análisis de Toxafeno y Congeneres.

Toxafeno (ng/g fat)	Nivel de concentraciones					
	De más de una ronda	Todos bajo LDC. 2-5ª R.	Todos igual a cero. 6ª R.	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
Parlar 26	✓		✓		Todos	Haití (2011)
Parlar 50	✓			Barbados	Todos los demás	Jamaica (2011) Antigua y Barbuda (2018)
Parlar 62	✓	✓	✓			

El comportamiento del Toxafeno y congéneres en Barbados se muestra a continuación en la Figura 90 donde se observa el aumento de nivel del Parlar 50.

Figura 90. Comportamiento de los congéneres del Toxafeno en Barbados



La comparación de la estadística de las medianas de todos los países participantes de la región se presenta en la Figura 91 y Tabla 71, donde se observa que todos los congéneres muestran disminución de las concentraciones y específicamente en la sexta ronda todos los valores del Parlar 26 y 62 se encuentran bajo el LDC. Nótese que el Parlar 62 no ha presentado concentraciones arriba del LDC en ningún país, en más de 15 años de monitoreo y que el Parlar 50 solo presentó concentraciones en la Subregión del Caribe (Antigua y Barbuda, Barbados y Jamaica).

Figura 91. Comportamiento de los congéneres del Toxafeno en la región GRULAC

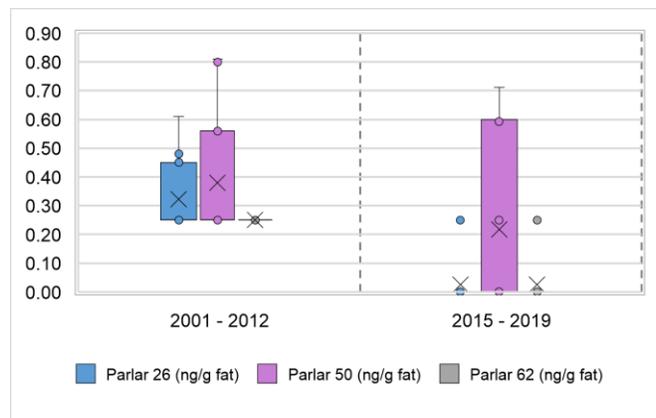


Tabla 71. Máximos, promedio y medianas de los congéneres del Toxafeno

Parámetro	TOXAFENO (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
Parlar 26	0.610	0.250	0.322	0.025	0.250	0.000
Parlar 50	0.810	0.711	0.379	0.217	0.250	0.000
Parlar 62	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000

### Hexaclorobenceno

En la sexta ronda todos los países presentan disminución de niveles de concentración en las comparaciones de valores y países; y Uruguay continúa presentando el valor máximo en la región (Tabla 72 y Figura 92). Sin embargo, la estadística de las medianas, Figura 93 y Tabla 73, muestra un ligero aumento en la mediana de la sexta ronda, debido a los valores por arriba de la media de países que participaron por primera vez en la sexta ronda: Argentina y Ecuador. Al comparar únicamente las medianas de los 7 países que han participado en dos rondas, incluyendo la sexta ronda, se ve claramente la disminución de las concentraciones Figura 94 y Tabla 74.

Tabla 72. Resumen del análisis del Hexaclorobenceno

HCB (ng/g fat)	Nivel de concentraciones			
	De más de una ronda	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
HCB	✓		Todos	Uruguay (2009-2019)

Figura 92. Concentraciones de HCB por país y año

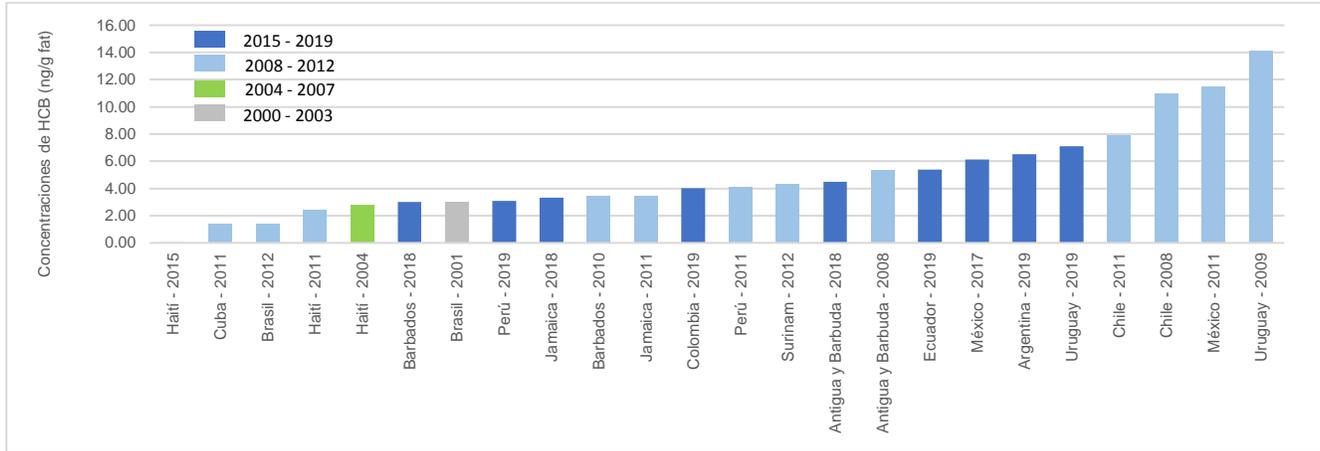


Figura 93. Comportamiento del Hexaclorobenceno en GRULAC con todos los países

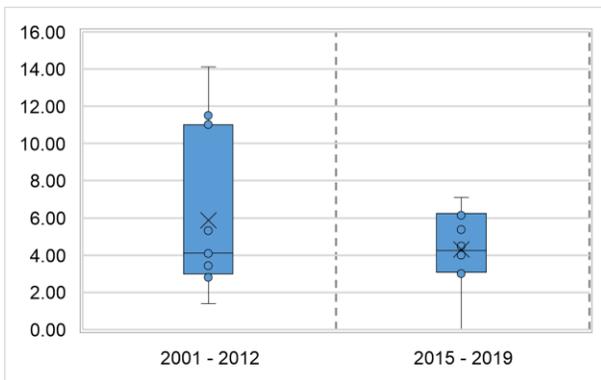


Figura 94. Comportamiento del Hexaclorobenceno en GRULAC con países que han participado en dos rondas

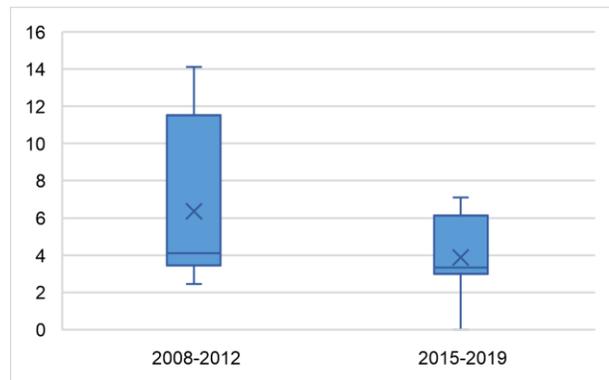


Tabla 73. Máximos, promedios, medianas del Hexaclorobenceno considerando todos los países

Parámetro	HCB (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
HCB	14.11	7.11	5.86	4.31	4.09	4.25

Tabla 74. Máximos, promedios, medianas del Hexaclorobenceno considerando países que han participado en dos rondas

Parámetro	HCB (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2008 - 2012	2015 - 2019	2008 - 2012	2015 - 2019	2008 - 2012	2015 - 2019
HCB	14.11	7.11	6.34	3.88	4.09	3.33

**Bifenilos Policlorados y congéneres:**

Para su análisis estos compuestos se separaron en dos grupos: los que cuentan con factores de equivalencia tóxica (TEFs por sus siglas en inglés) y los que no. Los BPCs que no cuentan con TEFs presentan, en la sexta ronda, disminución de concentración en todos los países a excepción del BPC 52 en Barbados y varios BPCs en México, que, a pesar de sus bajos valores, en la sexta ronda muestran ligeros incrementos. Los máximos valores de BPCs 52, 101 y 138 se presentan en Jamaica y de BPCs 153, 180 y las sumas de 6 y 7 BPCs, en Barbados. El resumen de este análisis se presenta en la Tabla 75 y el análisis de los países Barbados y México en las Figuras 95 y 96. Nótese que por primera vez se analiza la suma de 7 BPCs que incluye el BPC con TEF 118. La estadística de las medianas de la región exhibe los mismos resultados. Ver Figura 97 y Tabla 76.

Tabla 75. Resumen del análisis de Bifenilos Policlorados y congéneres

Bifenilos Policlorados y congéneres (ng/g fat)	Nivel de concentraciones					
	De más de una ronda	Solo de sexta ronda	Todos bajo LDC o igual a cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
BPC 28	✓				Todos	Haití (2004), Argentina (2019)
BPC 52	✓			Barbados	Todos los demás	Haití (2004), Jamaica (2018)
BPC 101	✓				Todos	Haití (2004), Jamaica (2018)
BPC 138	✓			México	Todos los demás	Cuba (2011), Jamaica (2018)
BPC 153	✓			México	Todos los demás	Cuba (2011), Barbados (2018)
BPC 180	✓			México	Todos los demás	Haití (2004), Barbados (2018)
Suma de 6 BPCs	✓			México	Todos los demás	Antigua y Barbuda (2008) Barbados (2018)
Suma de 7 BPCs		✓				Barbados (2018)

Parámetro medido por primera vez en leche humana en la región.

Figura 95. Comportamiento de los BPCs en Barbados

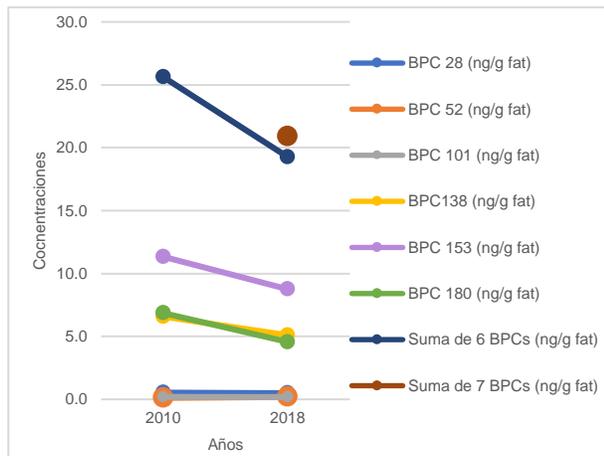
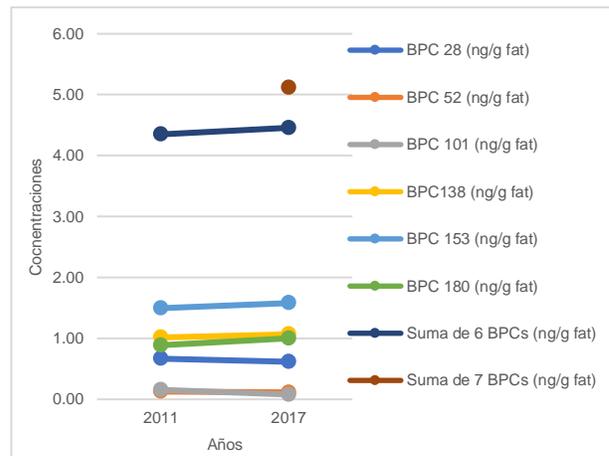


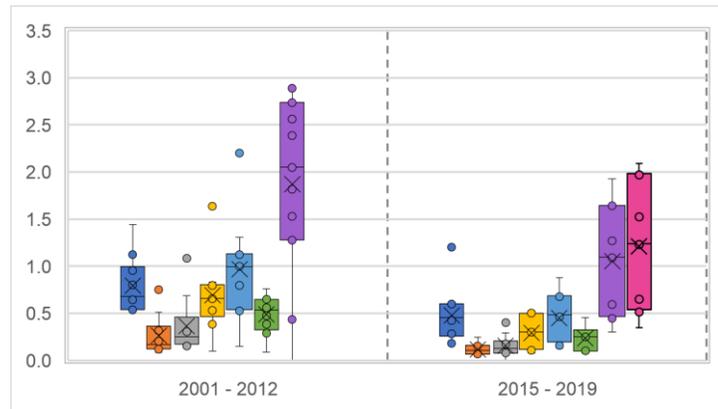
Figura 96. Comportamiento de los BPCs en México



En la Figura 97, los diagramas de cajas y bigotes de la sexta ronda muestran valores extremos del BPC 28 en Argentina y del BPC 101 en Jamaica. La disminución de medianas se nota en la tabla 76.

Figura 97. Comportamiento de los BPCs en la región GRULAC

- BPC 28 (ng/g fat)
- BPC 52 (ng/g fat)
- BPC 101 (ng/g fat)
- BPC 138 (10<sup>-1</sup> ng/g fat)
- BPC 153 (10<sup>-1</sup> ng/g fat)
- BPC 180 (10<sup>-1</sup> ng/g fat)
- Suma de 6 BPCs (10<sup>-1</sup> ng/g fat)
- Suma de 7 BPCs (10<sup>-1</sup> ng/g fat)



Nota. Los valores en el gráfico se ajustaron de la manera siguiente: Donde dice 10-1 ng/g fat es 10<sup>-1</sup> ng/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 10.

Tabla 76. Máximos, promedios y medianas de los BPCs

Parámetro	BPCs (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
BPC 28	1.44	1.20	0.79	0.48	0.67	0.46
BPC 52	0.75	0.24	0.26	0.12	0.13	0.11
BPC 101	1.09	0.40	0.37	0.16	0.20	0.13
BPC138 (10 <sup>-1</sup> )	1.64	0.53	0.69	0.29	0.66	0.30
BPC 153 (10 <sup>-1</sup> )	2.20	0.88	0.97	0.45	1.00	0.48
BPC 180 (10 <sup>-1</sup> )	0.76	0.46	0.49	0.23	0.53	0.25
Suma de 6 BPCs (10 <sup>-1</sup> )	2.89	1.93	1.87	1.05	2.05	1.10
Suma de 7 BPCs (10 <sup>-1</sup> )		20.88		12.12		12.37

### Respecto a los BPCs con TEFs

El resumen del análisis se presenta en la Tabla 77 donde se observa que en la sexta ronda se presentó una disminución de niveles en casi todos los compuestos a excepción del BPC 77 que muestra aumento en Barbados, Haití, Jamaica y Perú. México presenta muy ligeros aumentos en otros congéneres y Barbados y Perú aumentos significativos. El análisis de los congéneres en estos países se presenta en las Figuras 98 a 102 y la estadística de las medianas de la región se muestra en la Figura 103 y tabla 78 donde también se observa una disminución de las concentraciones de todos los compuestos. Cabe mencionar que en Argentina y Jamaica se presentan los máximos valores de la mayoría de los parámetros.

Tabla 77. Resumen del análisis de Bifenilos Policlorados con TEFs y congéneres

BPC con TEFs (pg/g fat)	Nivel de concentraciones			
	De más de una ronda	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
BPC 77	✓	Barbados, Haití 2015, Jamaica y Perú	Todos los demás	Haití (2004), Jamaica (2018)
BPC 81	✓	Barbados	Todos los demás	Uruguay (2009), Argentina (2019)
BPC 105	✓		Todos	Jamaica (2011), Argentina (2019)
BPC 114	✓	México y Perú	Todos los demás	Jamaica (2011-2018)
BPC 118	✓		Todos	Jamaica (2011), Argentina (2019)
BPC 123	✓		Todos	Jamaica (2011), Argentina (2019)
BPC 126	✓		Todos	Perú (2011-2019)
BPC 156	✓	México	Todos los demás	Uruguay (2009), Jamaica (2018)
BPC 157	✓	México	Todos los demás	Jamaica (2011-2018)
BPC 167	✓		Todos	Haití (2004), Jamaica (2018)
BPC 169	✓		Todos	Uruguay (2009-2019)
BPC 189	✓	México	Todos los demás	Barbados (2010-2018)
Suma de 12 BPCs	✓		Todos	Jamaica (2011), Argentina (2019)

■ Parámetro con aumento de concentración en más de tres países de la región.

Figura 98. Comportamiento de los BPCs con TEFs en Barbados

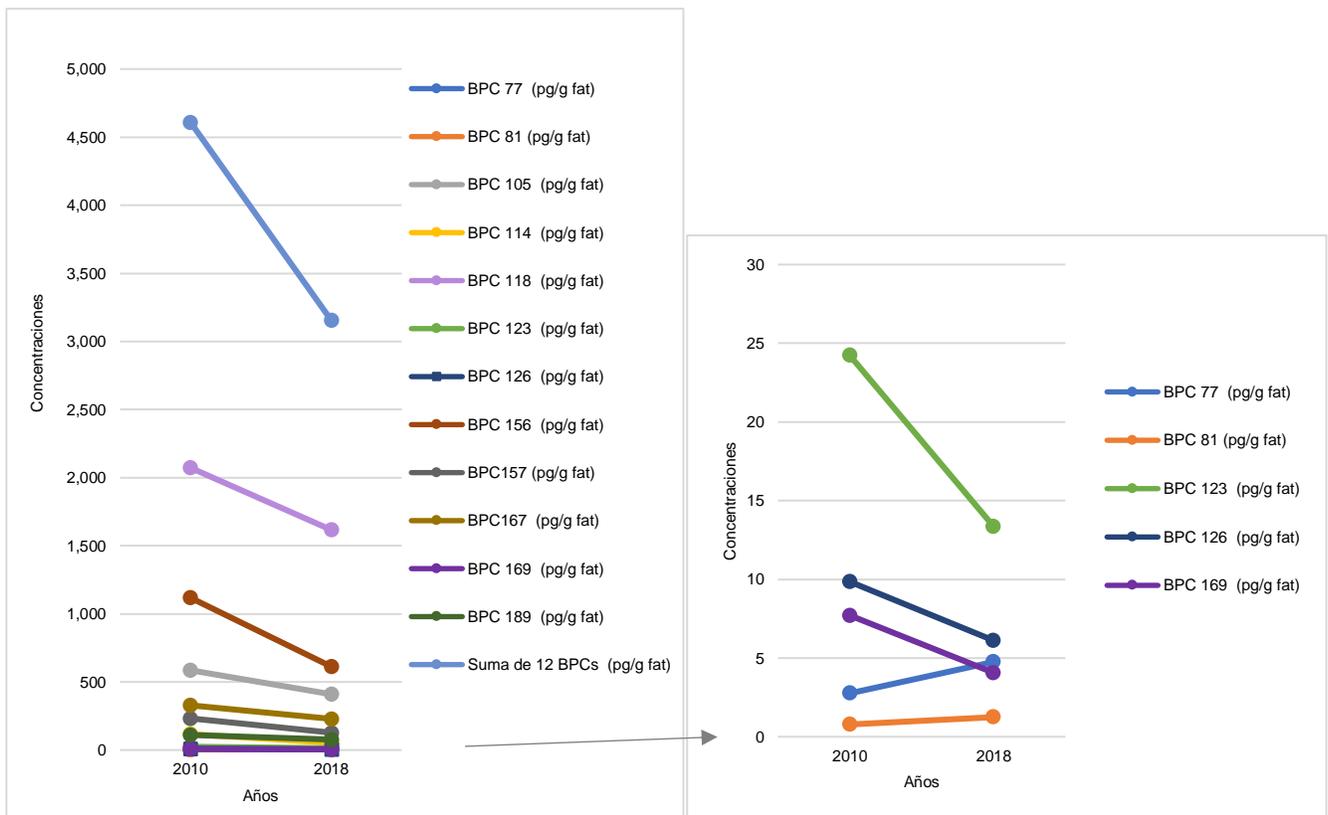


Figura 99. Comportamiento de los BPCs con TEFs en Haití

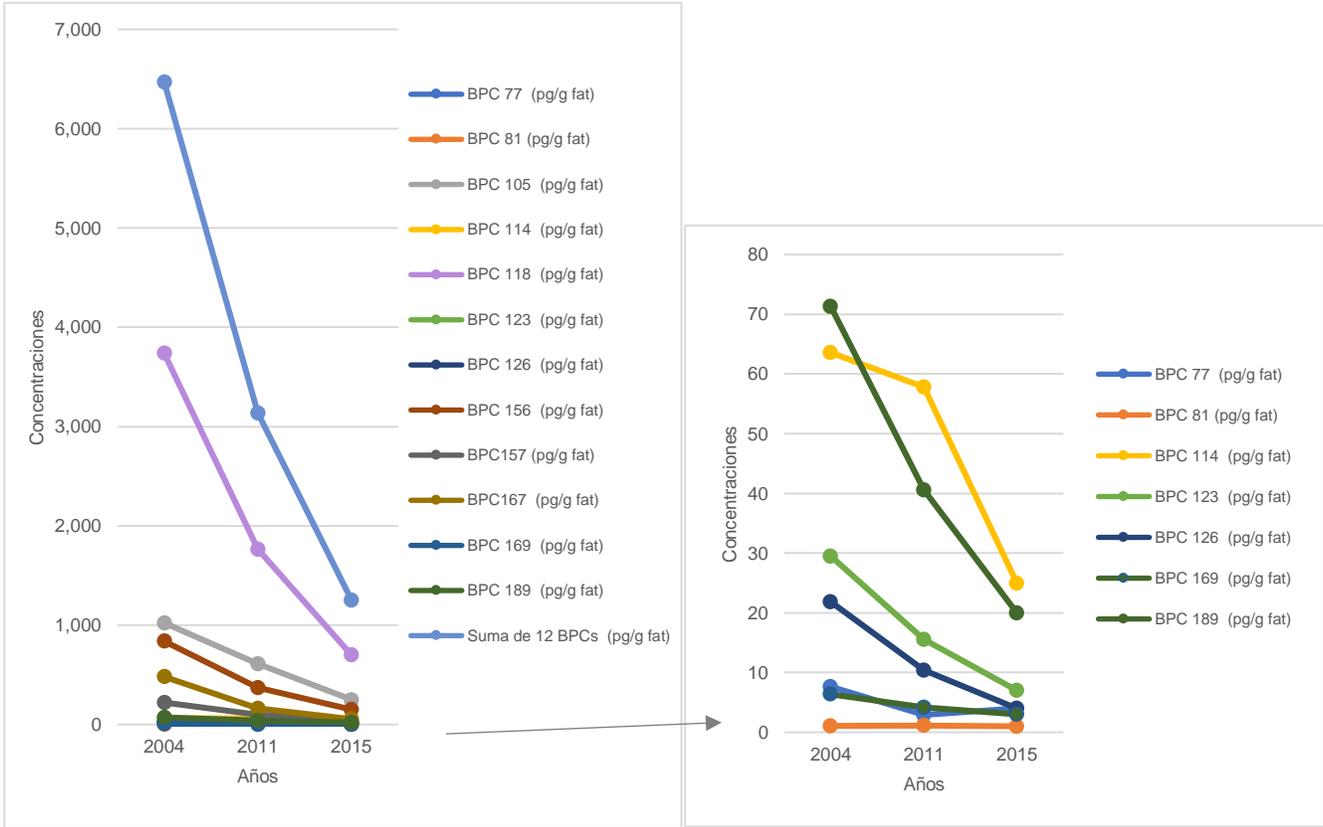


Figura 100. Comportamiento de los BPCs con TEFs en Jamaica

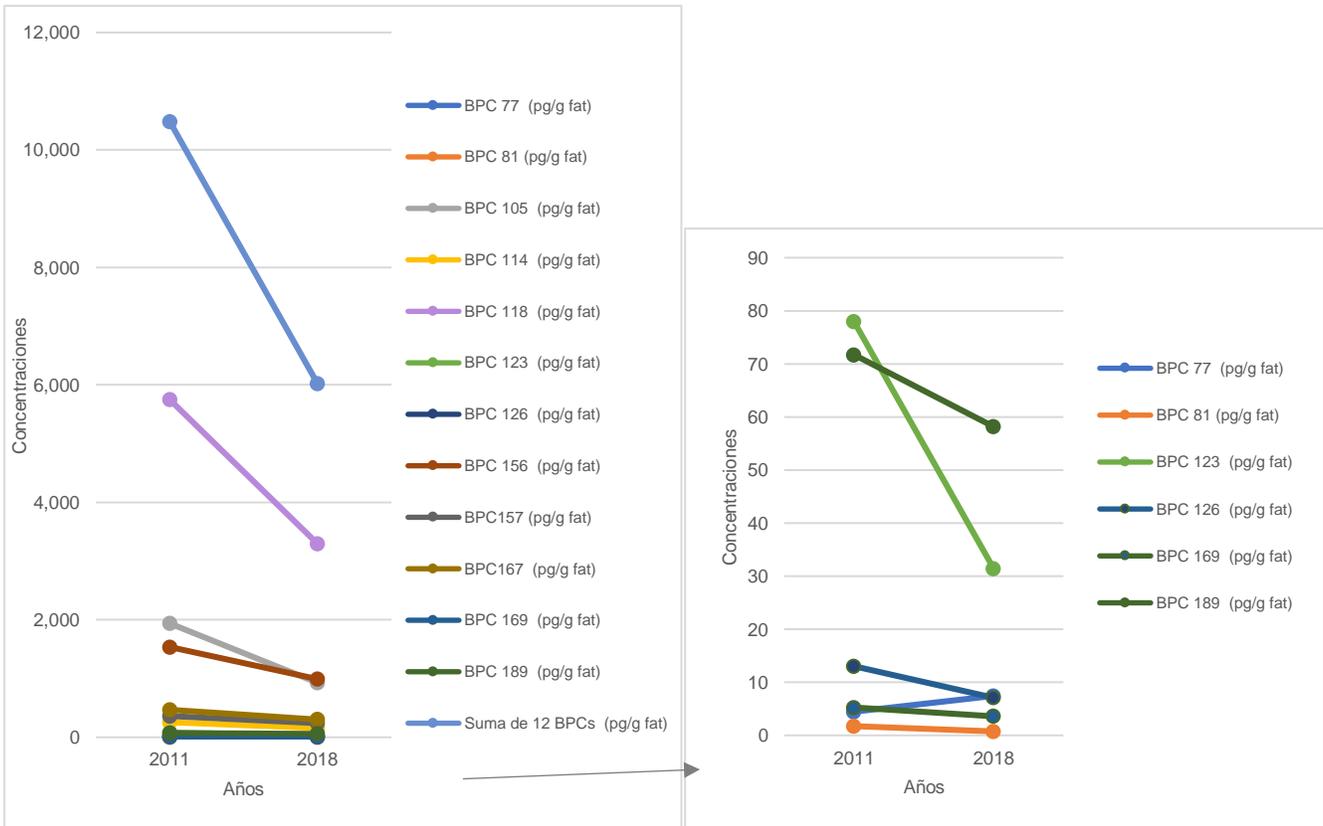


Figura 101. Comportamiento de los BPCs con TEFs en México

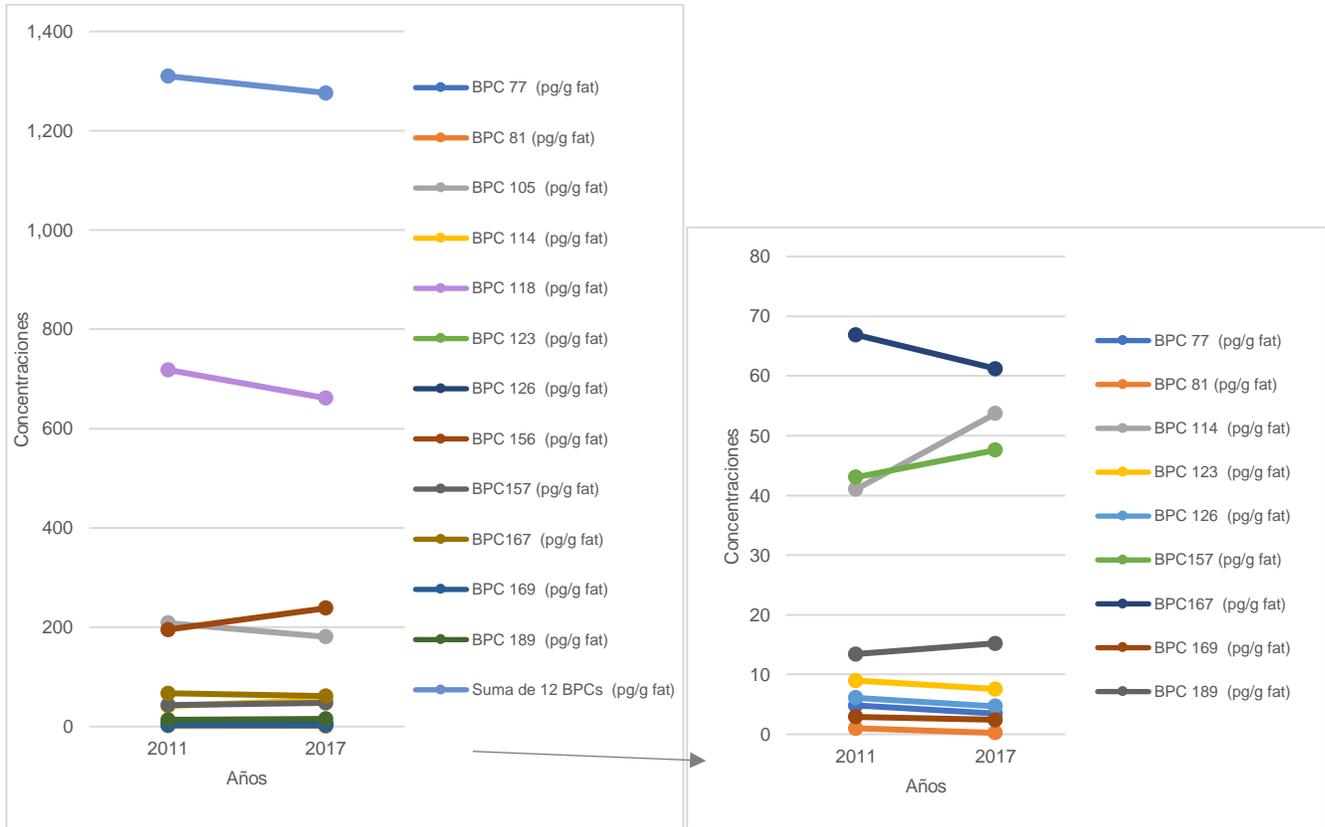
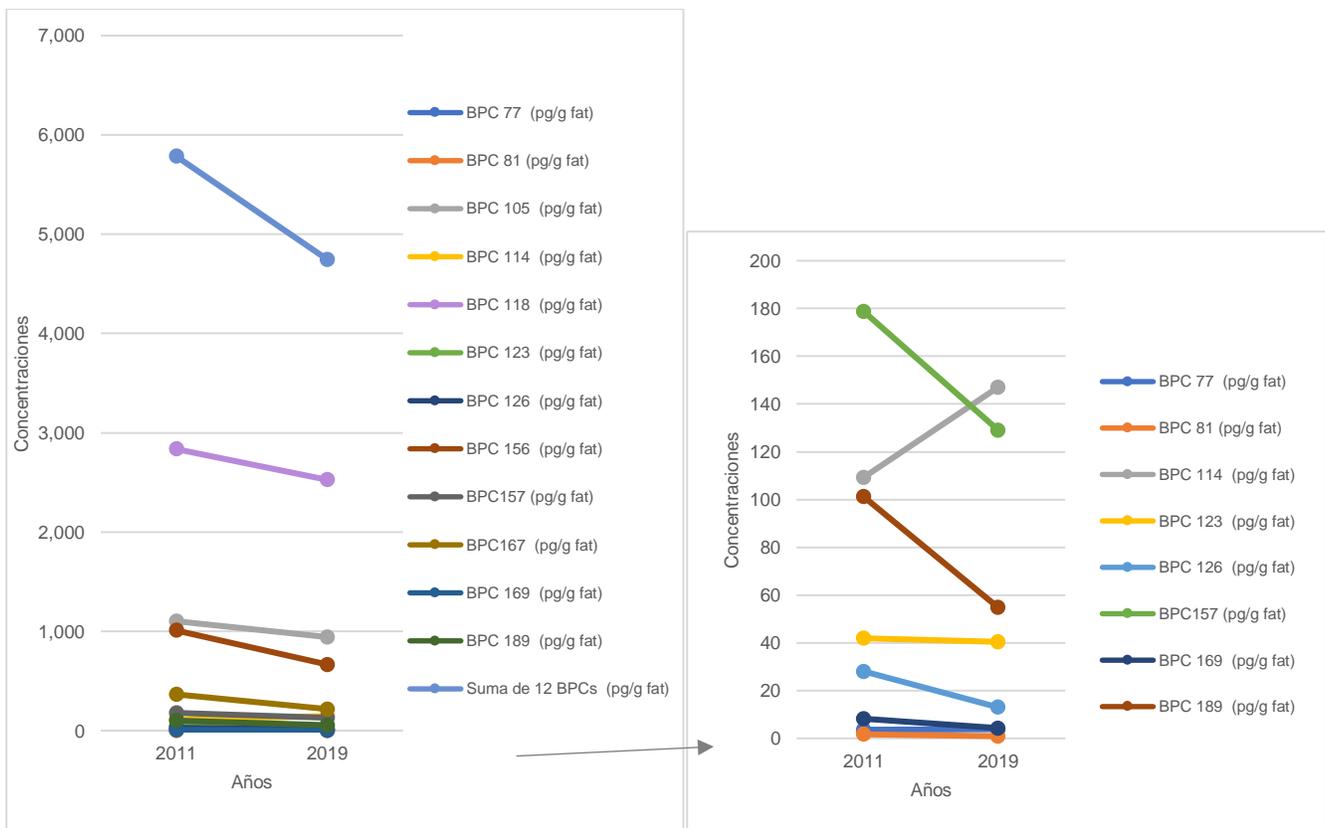
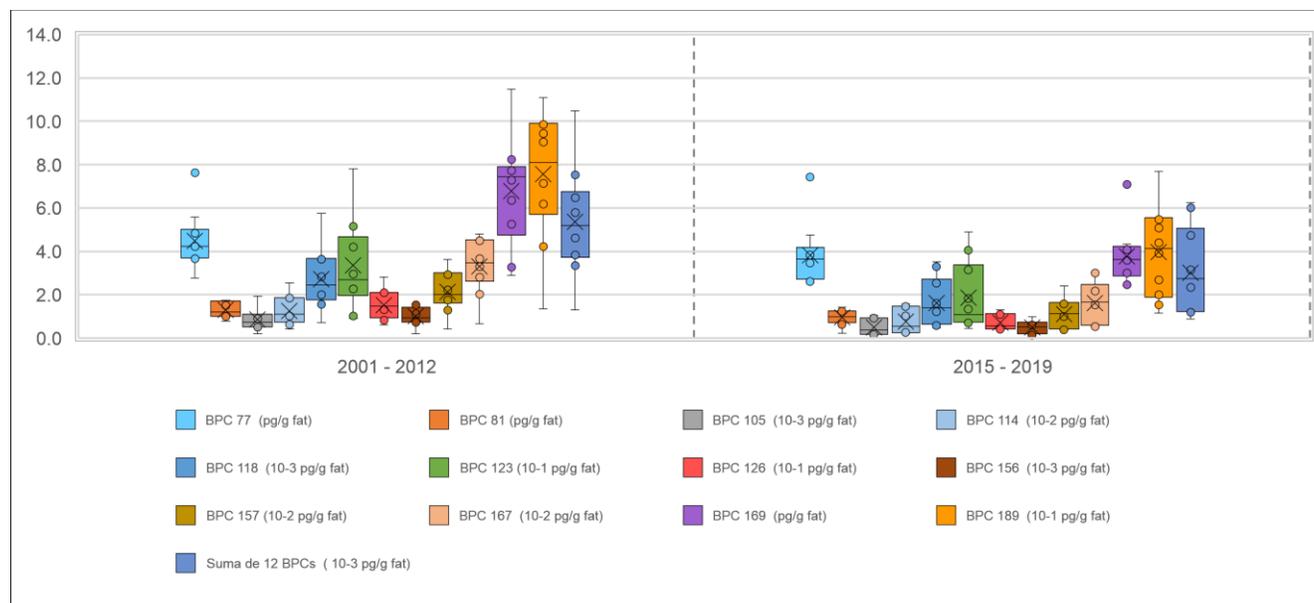


Figura 102. Comportamiento de los BPCs con TEFs en Perú



A pesar de que México en la sexta ronda presenta incrementos de concentración en varios BPC, mantiene concentraciones muy por debajo de la mediana. Los valores extremos de BPC 77 y 169 de la sexta ronda se presentan en Jamaica y Uruguay respectivamente. Ver Figura 103. Asimismo, los máximos valores de los demás BPC se presentan principalmente en Argentina y Jamaica, como se comentó (Tabla 78).

Figura 103. Comportamiento de los BPCs con TEFs en la región GRULAC



Nota. Los valores en el gráfico se ajustaron de la manera siguiente:

Donde dice 10-1 pg/g fat es  $10^{-1}$  pg/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 10.

Nota: donde dice 10-2 pg/g fat es  $10^{-2}$  pg/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 100.

Nota: donde dice 10-3 pg/g fat es  $10^{-3}$  pg/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 1000.

Tabla 78. Máximos, promedios y medianas de los BPCs con TEFs

Parámetro	BPCs con TEFs (pg/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
BPC 77	7.63	7.43	4.49	3.83	4.24	3.66
BPC 81	1.74	1.42	1.30	0.96	1.20	0.97
BPC 105 ( $10^{-3}$ )	1.94	1.06	0.85	0.48	0.75	0.37
BPC 114 ( $10^{-2}$ )	2.56	1.58	1.25	0.77	1.10	0.54
BPC 118 ( $10^{-3}$ )	5.75	3.52	2.73	1.62	2.45	1.40
BPC 123 ( $10^{-1}$ )	7.80	4.89	3.35	1.87	2.69	1.09
BPC 126 ( $10^{-1}$ )	2.81	1.30	1.53	0.72	1.47	0.57
BPC 156 ( $10^{-3}$ )	1.58	0.99	1.00	0.50	0.93	0.53
BPC 157 ( $10^{-2}$ )	3.62	2.40	2.14	1.10	2.01	1.14
BPC 167 ( $10^{-2}$ )	4.80	3.01	3.30	1.62	3.47	1.66
BPC 169	11.48	7.09	6.79	3.78	7.43	3.62
BPC 189 ( $10^{-1}$ )	11.08	7.70	7.56	3.97	8.11	4.15
Suma de 12 BPCs ( $10^{-3}$ )	10.48	6.25	5.37	3.03	5.20	2.74

#### Dibenzodioxinas y Dibenzofuranos policlorados y congéneres:

Estos compuestos presentan en la sexta ronda, ligeros aumentos en los niveles de concentración de la mayoría de los congéneres, destacando los Dibenzofuranos 1,2,3,4,7,8-HxCDF y 1,2,3,7,8-PeCDF en Barbados, Jamaica y México; y aumentos significativos en Jamaica principalmente de OCDD, y las sumas de 7 PCDDs y 17 PCDDs/Fs. Ver resumen Tabla 79, donde se observan 9 parámetros con valor máximo en Jamaica, 6 en Uruguay, 4 en México y uno en Ecuador. El análisis de los países se presenta en las Figuras 104 a 108.

Tabla 79. Resumen del análisis de Dioxinas y Furanos y sus congéneres

PCDD Y PCDF (pg/g fat)	Valores de concentraciones			
	de más de una ronda	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	✓	Jamaica	Todos los demás	Jamaica (2018)
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	✓	Jamaica	Todos los demás	Chile (2008), Jamaica (2018)
1,2,3,4,7,8-HxCDD	✓		Todos	Chile (2008), Jamaica (2018)
1,2,3,4,7,8-HxCDF	✓	Barbados, Jamaica y México	Todos los demás	Chile (2008), México (2017)
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	✓	Jamaica y México	Todos los demás	Chile (2008), México (2017)
1,2,3,6,7,8-HxCDD	✓		Todos	Chile (2008), Jamaica (2018)
1,2,3,6,7,8-HxCDF	✓	Barbados	Todos los demás	Chile (2008), México (2017)
1,2,3,7,8-PeCDD	✓		Todos	Chile (2008), Jamaica (2018)
1,2,3,7,8-PeCDF	✓	Barbados, Jamaica y México	Todos los demás	Chile (2008), México (2017)
1,2,3,7,8,9-HxCDD	✓	Jamaica	Todos los demás	Barbados (2010), Jamaica (2018)
1,2,3,7,8,9-HxCDF	✓	Haití y Perú	Todos los demás	Uruguay (2009-19)
2,3,4,6,7,8-HxCDF	✓	Jamaica y México	Todos los demás	Chile (2008), Uruguay (2019)
2,3,4,7,8-PeCDF	✓		Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
2,3,7,8-TCDD	✓		Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
2,3,7,8-TCDF	✓	Jamaica y Perú	Todos los demás	Cuba (2011), Uruguay (2019)
OCDD	✓	Jamaica	Todos los demás	Jamaica (2018)
OCDF	✓	Jamaica ligero	Todos los demás	Ecuador (2019)
Suma de 7 PCDDs	✓	Jamaica	Todos los demás	Jamaica (2018)
Suma de 10 PCDFs	✓	Jamaica	Todos los demás	Chile (2008), Uruguay (2019)
Suma de 17 PCDDs/Fs	✓	Jamaica	Todos los demás	Jamaica (2018)

Parámetros con aumento de concentración en tres países de la región.

Figura 104. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en Barbados

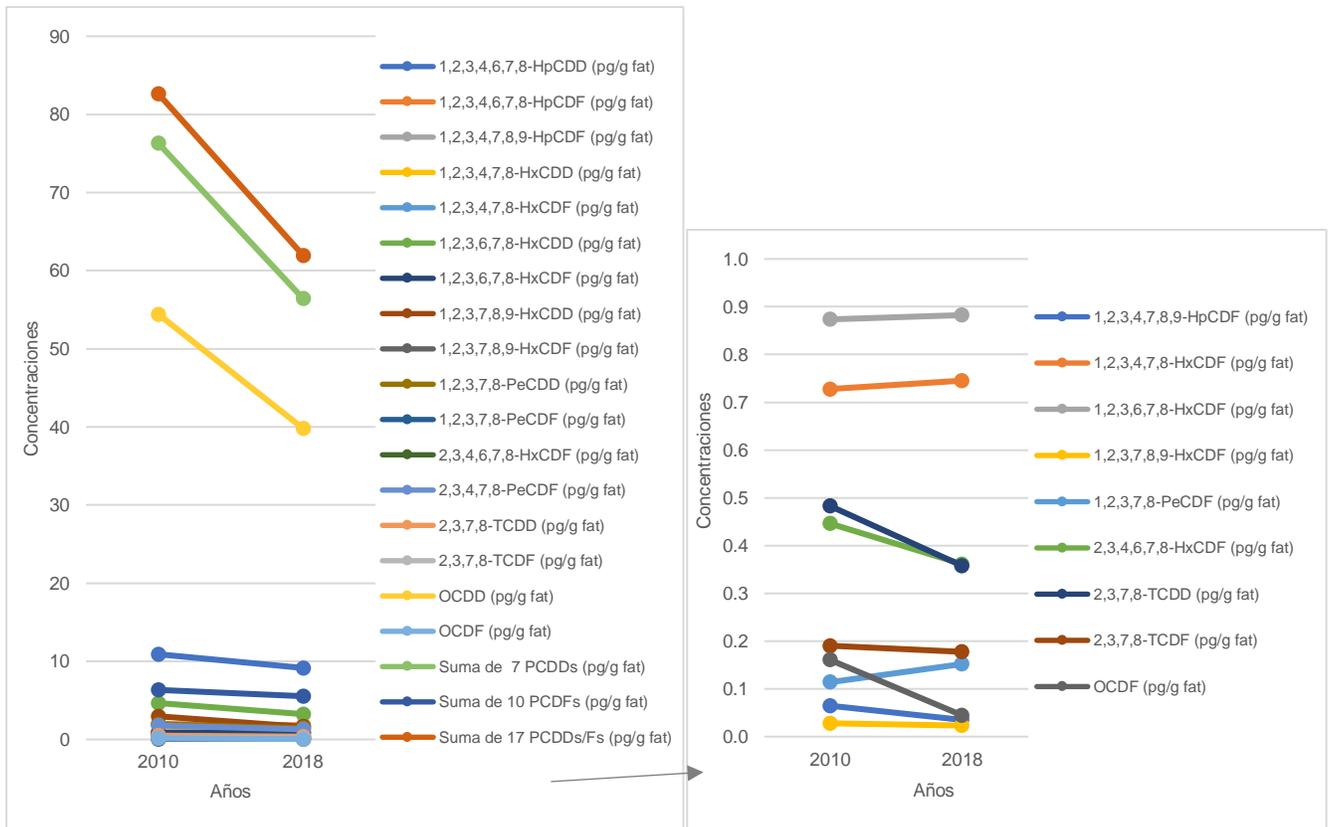


Figura 105. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en Haití

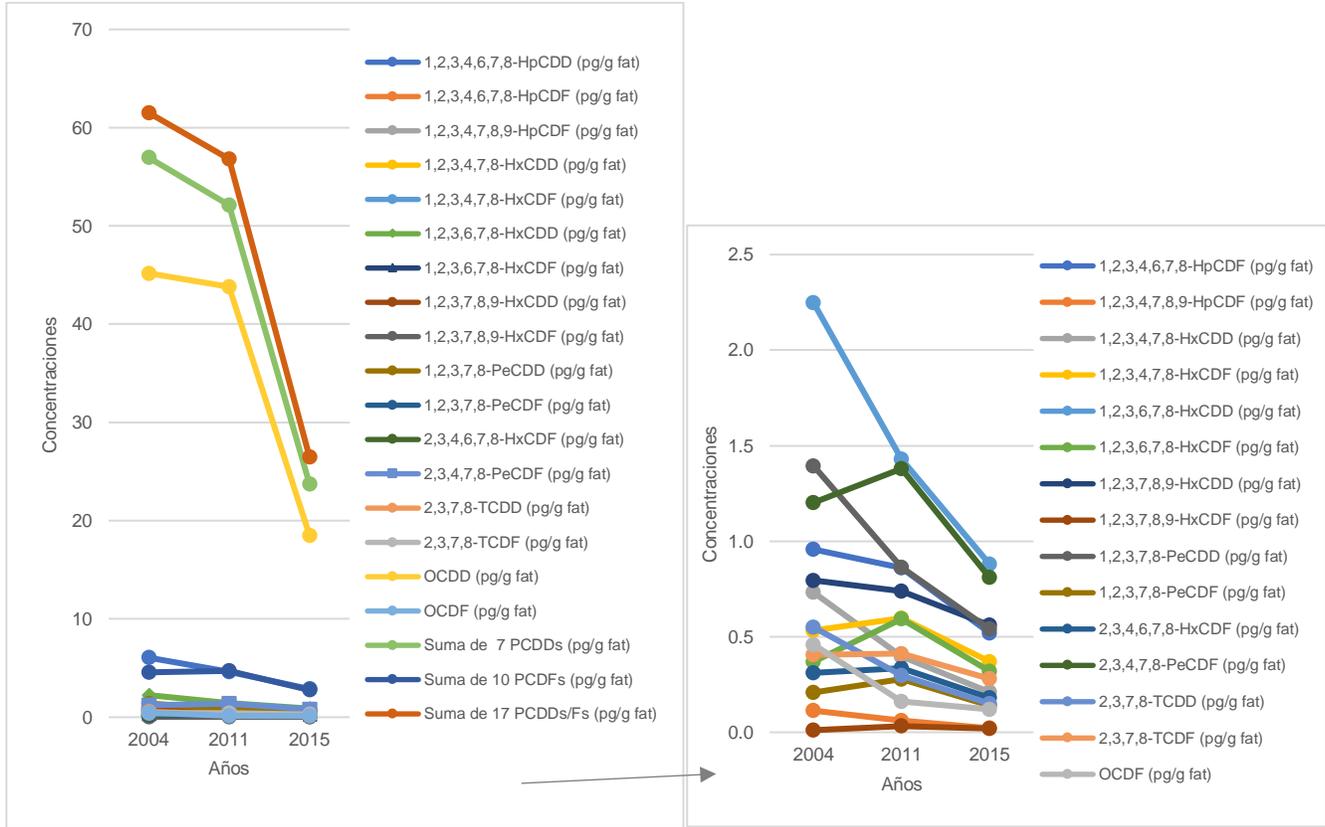


Figura 106. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en Jamaica

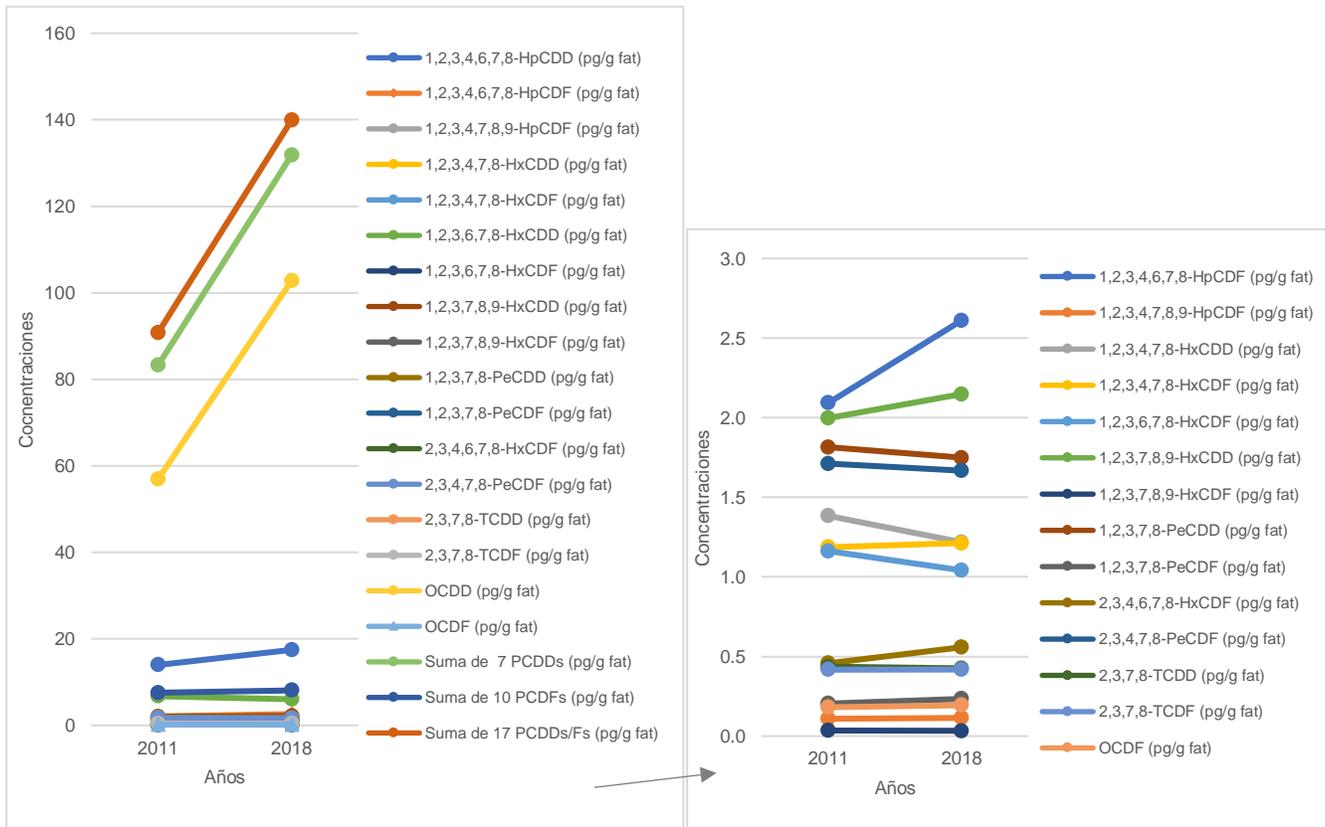


Figura 107. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en México

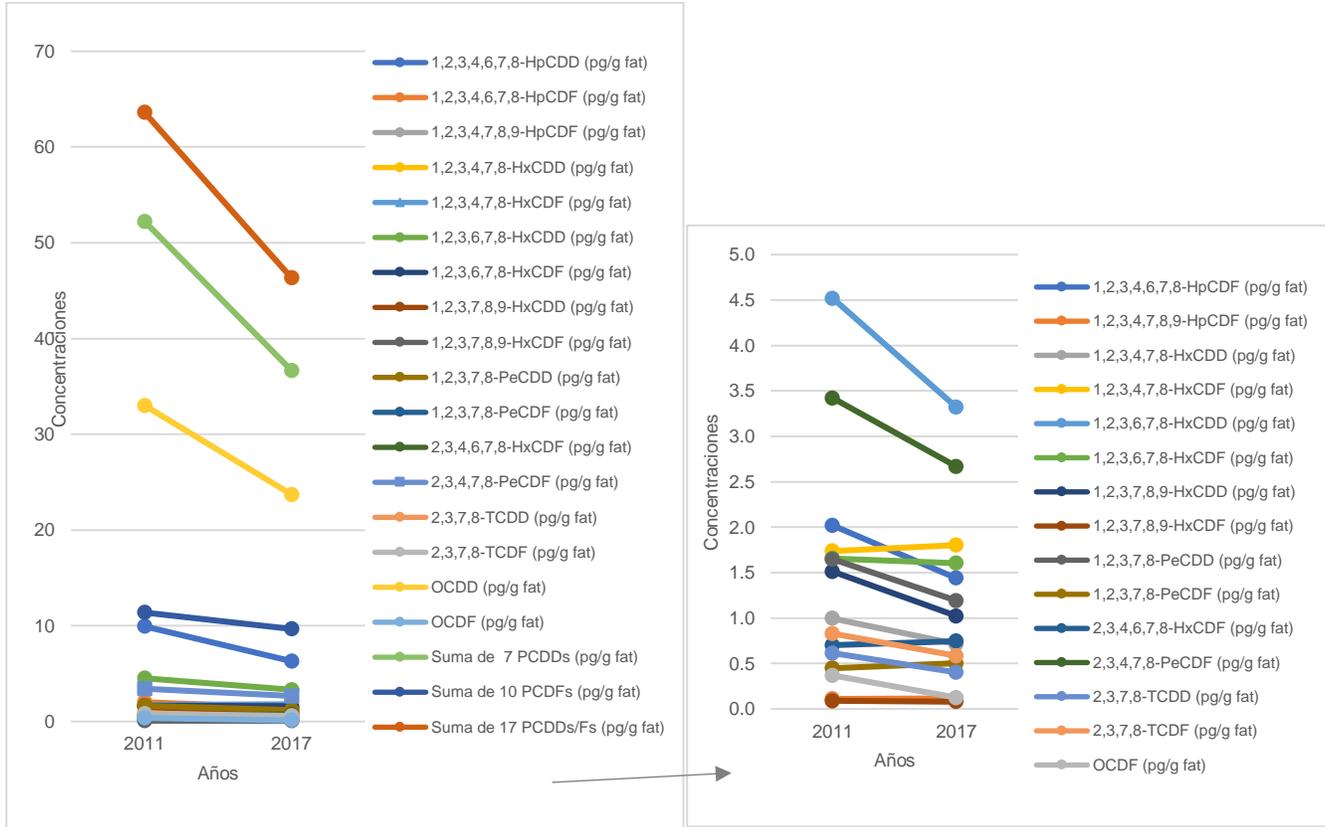
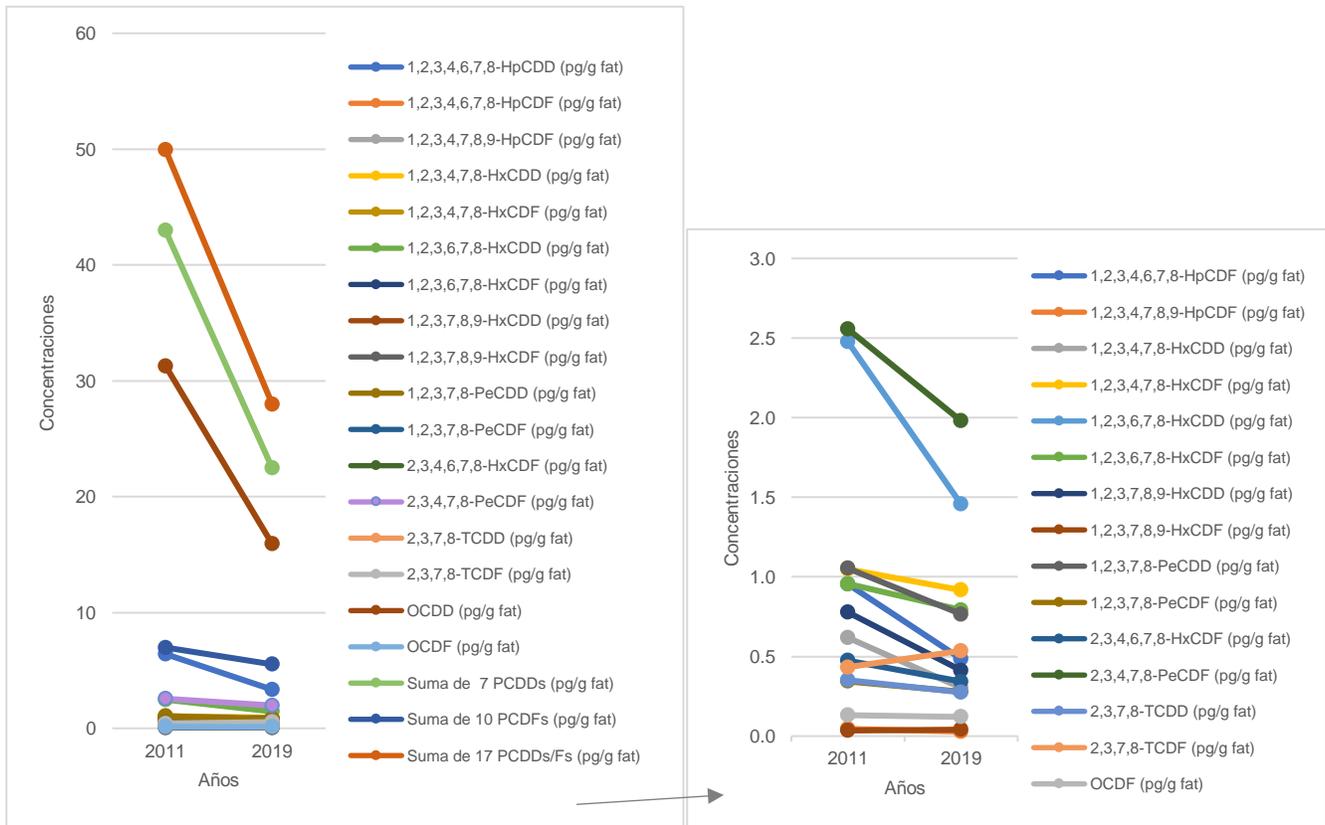
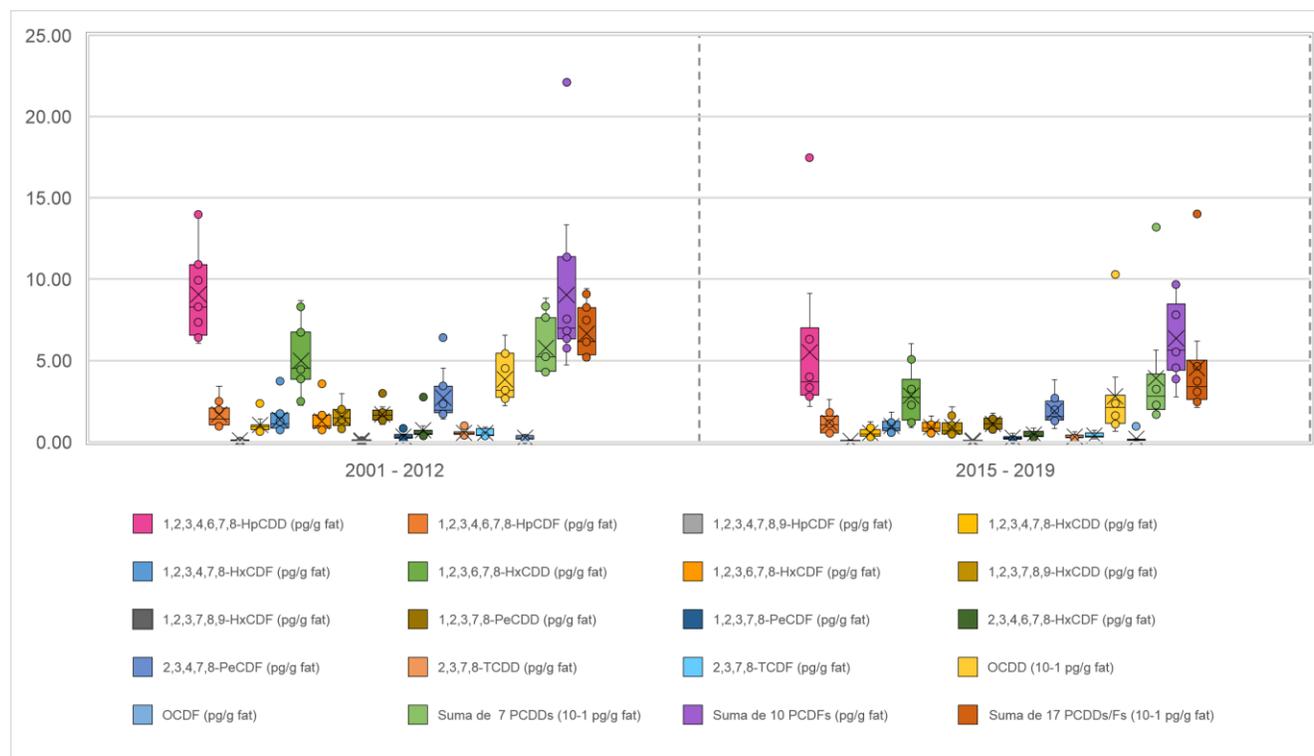


Figura 108. Comportamiento de PCDD Y PCDF y congéneres en Perú



La estadística de las medianas se muestra en la Figura 109 y tabla 80 donde se aprecia una disminución de las concentraciones de todos los compuestos. Los valores extremos de la estadística de la sexta ronda se presentan en Jamaica 2018 principalmente, y solo el OCDF exhibe valor extremo en Ecuador.

Figura 109. Comportamiento de las Dioxinas y Furanos en la región GRULAC



Nota. Los valores en el gráfico se ajustaron de la manera siguiente: Donde dice 10-1 pg/g fat es  $10^{-1}$  pg/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 10.

Tabla 80. Máximos, promedios y medianas de las Dioxinas y Furanos

DIOXINAS Y FURANOS (pg/g fat)						
Parámetro	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	14.07	17.46	9.06	5.52	8.30	3.67
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	3.41	2.61	1.70	1.18	1.39	1.03
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.26	0.12	0.09	0.06	0.07	0.05
1,2,3,4,7,8-HxCDD	2.35	1.22	1.02	0.55	0.93	0.48
1,2,3,4,7,8-HxCDF	3.74	1.80	1.36	0.96	1.09	0.83
1,2,3,6,7,8-HxCDD	8.66	6.04	4.99	2.82	4.52	2.74
1,2,3,6,7,8-HxCDF	3.56	1.60	1.27	0.91	0.96	0.84
1,2,3,7,8,9-HxCDD	2.96	2.15	1.54	0.89	1.47	0.67
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.14	0.13	0.06	0.05	0.04	0.04
1,2,3,7,8-PeCDD	2.98	1.75	1.70	1.10	1.61	1.11
1,2,3,7,8-PeCDF	0.83	0.50	0.32	0.25	0.26	0.21
2,3,4,6,7,8-HxCDF	2.76	0.85	0.72	0.46	0.47	0.36
2,3,4,7,8-PeCDF	6.41	3.82	2.71	1.89	1.95	1.56
2,3,7,8-TCDD	0.98	0.61	0.55	0.33	0.53	0.29
2,3,7,8-TCDF	0.90	0.71	0.54	0.39	0.42	0.35
OCDD ( $10^{-1}$ )	6.56	10.28	3.86	2.79	3.16	2.11
OCDF	0.46	0.96	0.26	0.19	0.25	0.11
Suma de 7 PCDDs ( $10^{-1}$ )	8.85	13.19	5.75	3.91	5.22	2.81
Suma de 10 PCDFs	22.12	9.86	9.05	6.34	6.98	5.64
Suma de 17 PCDDs/Fs ( $10^{-1}$ )	9.43	14.00	6.66	4.54	6.15	3.39

Hexaclorociclohexano y sus isómeros:

Los isómeros Alfa y Gama del HCH muestran valores en cero en la sexta ronda en casi todos los países, a excepción de Barbados y Antigua y Barbuda; donde se presenta aumento en Barbados y disminución de Antigua y Barbuda. Ver Figura 110. El Beta HCH presenta ligero aumento en México con valor máximo en Uruguay. El resumen del análisis se presenta en la Tabla 81 y el análisis del comportamiento de los isómeros en los países se presenta en las Figuras 111 y 112. La estadística de la región se muestra en la Figura 113 y tabla 82, donde se observa una disminución en las concentraciones de la sexta ronda en todos los compuestos. Los valores extremos del Alfa y Gama HCH corresponden a Barbados y Antigua y Barbuda, respectivamente.

Tabla 81. Resumen del análisis del Hexaclorociclohexano y sus isómeros

Hexaclorociclohexano y sus isómeros (ng/g fat)	Valores de concentraciones				
	de más de una ronda	Todos bajo LDC o valor cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
Alfa-HCH	✓	Excepto Barbados (2018)	Barbados (2018)		Barbados (2018)
Beta-HCH	✓		México	Todos los demás	Uruguay (2009-2019)
Gama-HCH	✓			Antigua y Barbuda	Haití (2004) Antigua y Barbuda (2018)

Figura 110. Concentraciones de Gama-HCH por país y año

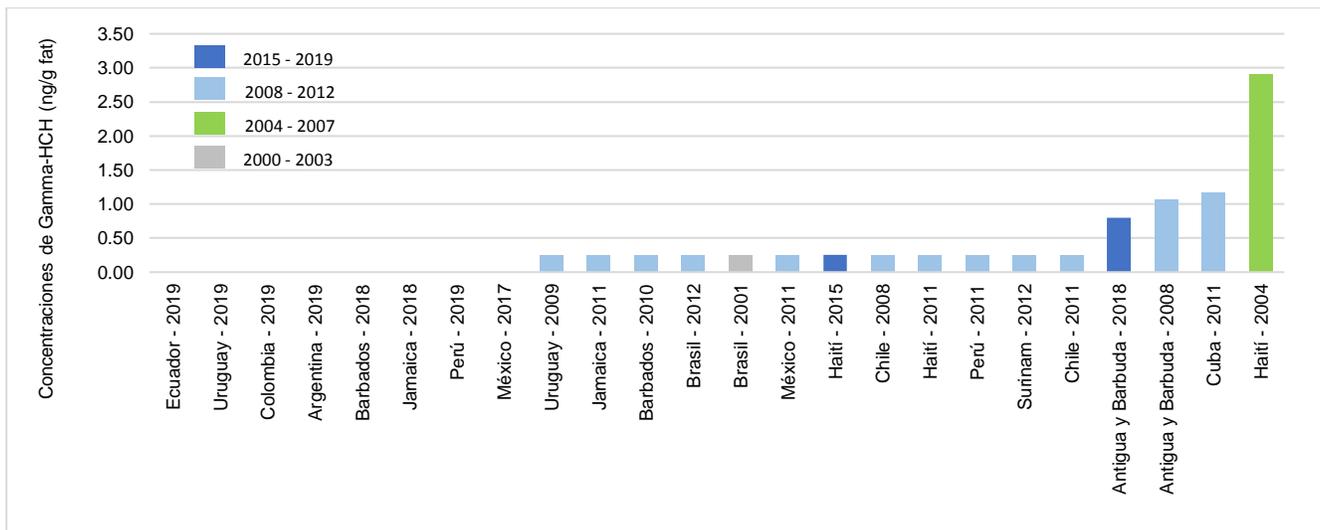


Figura 111. Comportamiento del HCH y sus isómeros en Barbados

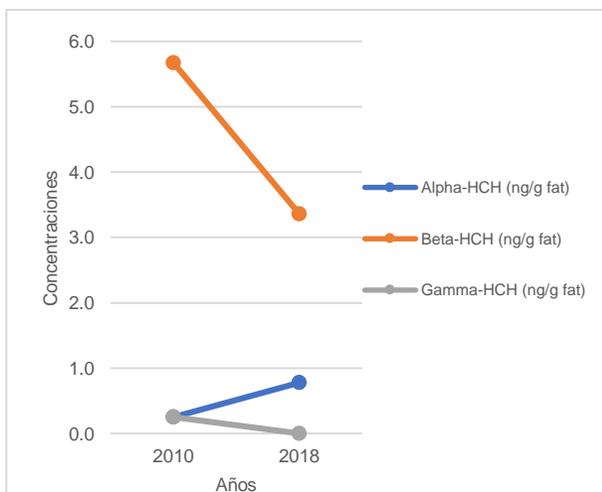


Figura 112. Comportamiento del HCH y sus isómeros en México

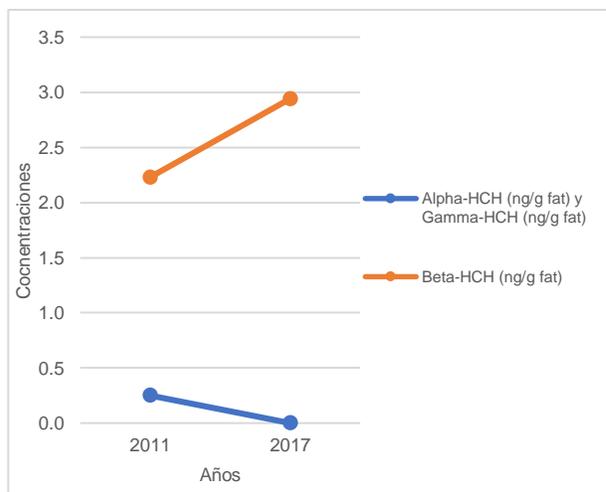
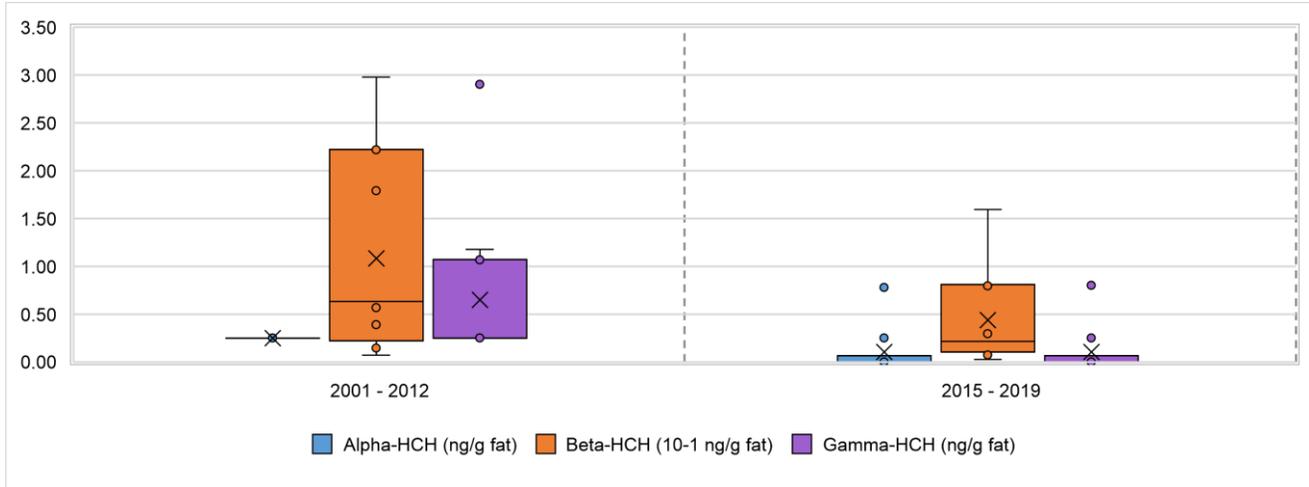


Figura 113. Comportamiento del Hexaclorociclohexano y sus isómeros en la región GRULAC



Nota. Los valores en el gráfico se ajustaron de la manera siguiente:

Donde dice 10-1 ng/g fat es 10<sup>-1</sup> ng/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 10.

Tabla 82. Máximos, promedios y medianas del Hexaclorociclohexano y sus isómeros

Parámetro	HCH (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
Alfa-HCH	0.25	0.78	0.25	0.10	0.25	0.00
Beta-HCH (10 <sup>-1</sup> )	2.97	1.59	1.08	0.43	0.63	0.22
Gama-HCH	2.90	0.80	0.65	0.10	0.25	0.00

Hexabromobifenilo:

Todos los valores del PBB 153 en la sexta ronda se encontraron en cero o bajo el LDC. Ver tabla resumen 83, Figura 114 y estadística de la región en Figura 115 y Tabla 84. En todos los años en que se ha medido el PBB153 y en todos los países de la Región GRULAC no se han presentado valores de este compuesto arriba del LDC.

Tabla 83. Resumen del análisis del Hexabromobifenilo

Hexabromobifenilo (ng/g fat)	Valores de concentraciones					
	de más de una ronda	solo de sexta ronda	Todos bajo LDC o valor cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
PBB 153	✓		✓			

Figura 114. Concentraciones de PBB 153 por país y año

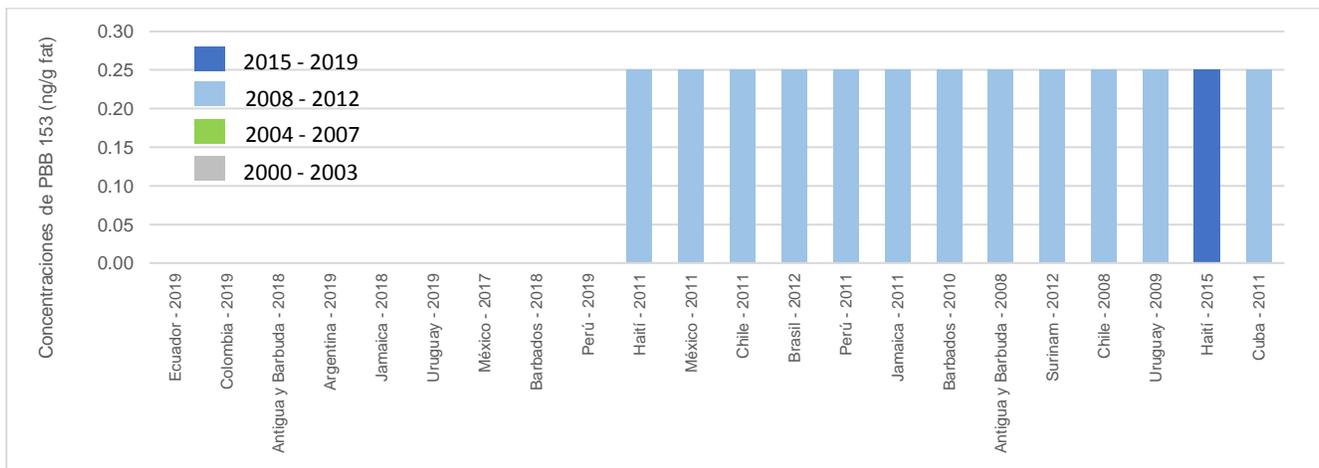


Figura 115. Comportamiento del Hexabromobifenilo en la región GRULAC

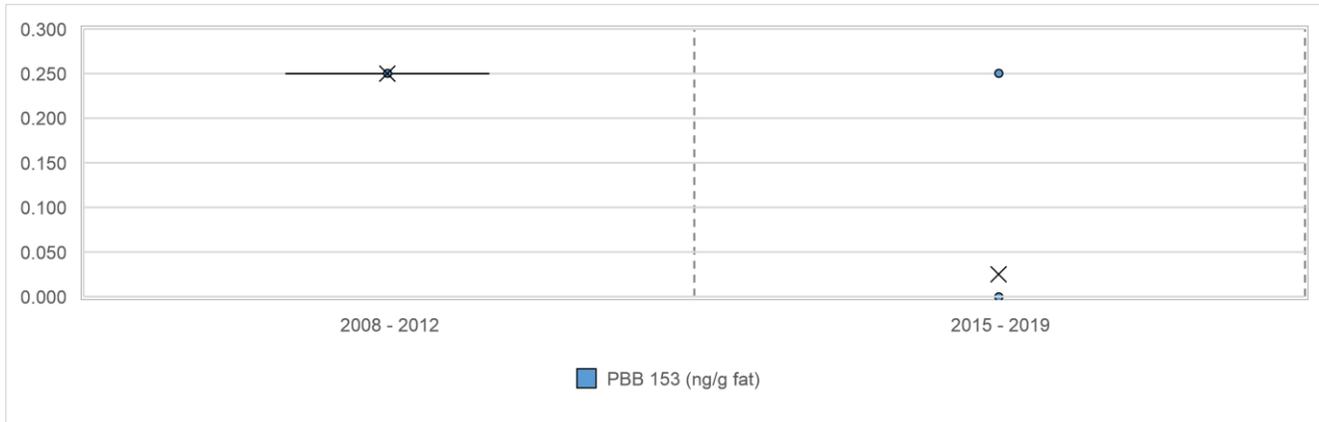


Tabla 84. Máximos, promedios, medianas de Hexabromobifenilo

Parámetro	HEXABROMOBIFENILO (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2008 - 2012	2015 - 2019	2008 - 2012	2015 - 2019	2008 - 2012	2015 - 2019
PBB 153	0.250	0.250	0.250	0.025	0.250	0.000

**Pentaclorobenceno:**

Todos los países presentan valores en cero o bajo el LDC en la sexta ronda a excepción de México que presenta una disminución de valor. Ver resumen del análisis Tabla 85 y Figura 116. La estadística de la región muestra el mismo resultado con valor extremo en México por presentar el único valor en la sexta ronda de la región. Figura 117 y Tabla 86.

Tabla 85. Resumen del análisis del Pentaclorobenceno

Pentaclorobenceno (ng/g fat)	Valores de concentraciones					
	de más de una ronda	solo de sexta ronda	Todos bajo LDC o valor cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
PeCB	✓				México	México (2011-2017)

Figura 116. Concentraciones de PeCB por país y año

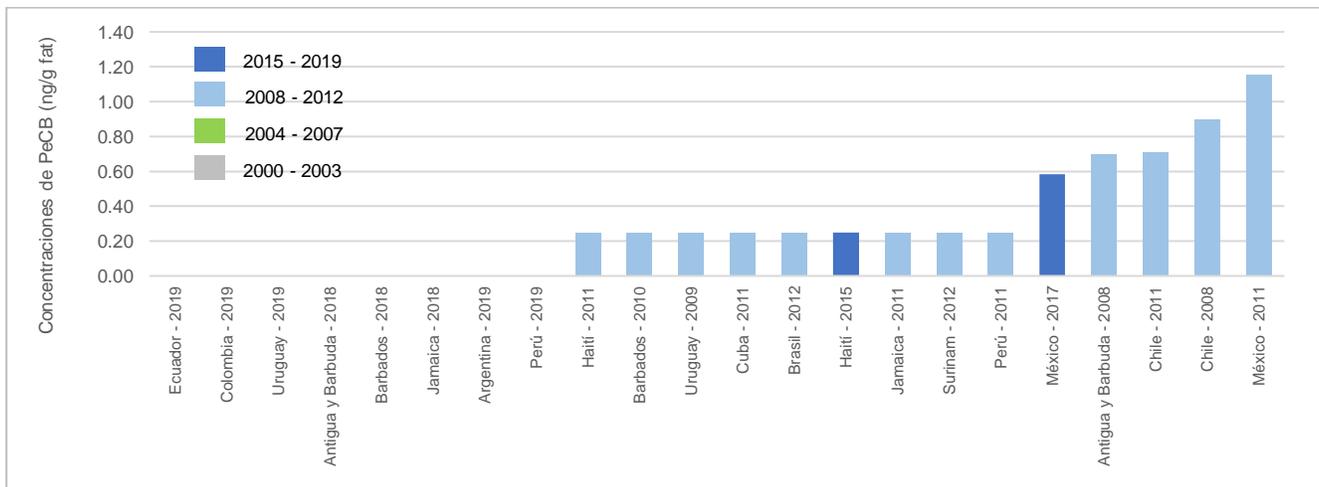


Figura 117. Comportamiento del Pentaclorobenceno en la región GRULAC

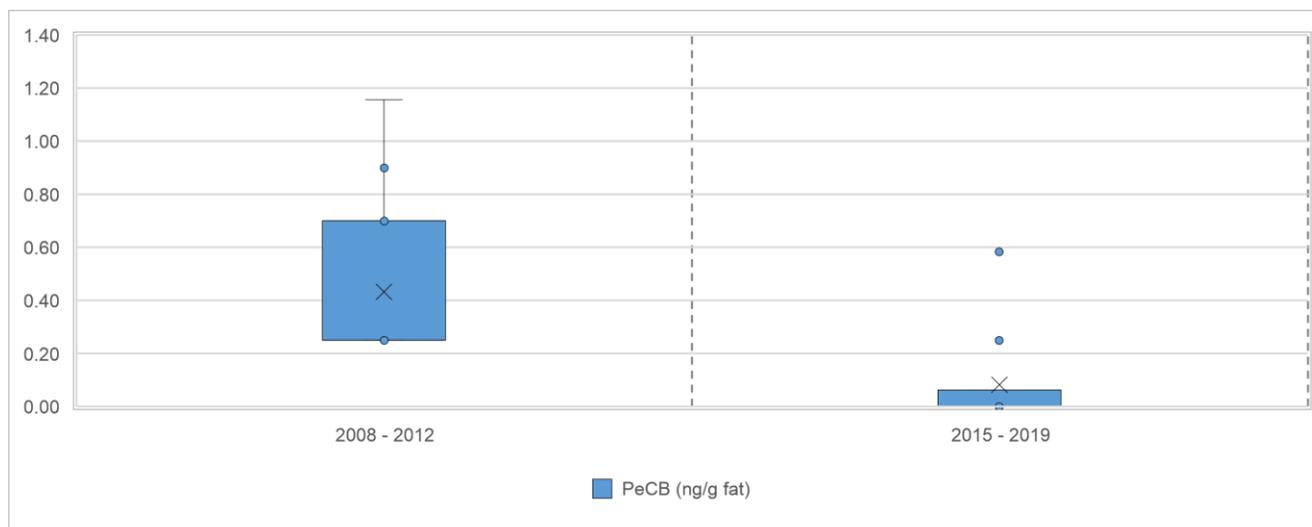


Tabla 86. Máximos, promedios y medianas del del Pentaclorobenceno

Parámetro	PeCB (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2008- 2012	2015 - 2019	2008 - 2012	2015 - 2019	2008 - 2012	2015 - 2019
PeCB	1.157	0.583	0.432	0.083	0.250	0.000

### Bromo Difenil Éteres y sus isómeros:

Todos los parámetros presentan, en la sexta ronda, disminución de valores de concentración. Sin embargo, hay varios BDEs que muestran ligeros aumentos en Perú y Uruguay; además la concentración de BDE 153 aumentó significativamente en Antigua y Barbuda. Los valores máximos de tres isómeros se presentan en Antigua y Barbuda, dos más en Haití y uno en México. Ver resumen del análisis en la Tabla 87 y el comportamiento del BDE en los países en las Figuras 118 a 120.

Tabla 87. Resumen del análisis de los Bromo Difenil Éteres y sus isómeros

Bromo Difenil Éteres y sus isómeros (ng/g fat)	Valores de concentraciones					
	de más de una ronda	solo de sexta ronda	Todos bajo LDC o igual a cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con máximo (año)
BDE 47	✓			Perú	Todos los demás	Haití (2011) México (2017)
BDE 99	✓			Perú	Todos los demás	Haití (2011) Antigua y Barbuda (2018)
BDE 153	✓			Antigua y Barbuda	Todos los demás	Antigua y Barbuda (2018)
BDE 154	✓			Perú y Uruguay	Todos los demás	Haití (2011-2015)
BDE 175/183		✓				Haití (2015)
Opcionales:						
BDE 17	✓			No hay mediciones		Haití (2011)
BDE 28	✓			No hay mediciones		Haití (2011)
BDE 100	✓			Perú	Todos los demás	Haití (2011) Antigua y Barbuda (2018)

Parámetro medido por primera vez en leche humana en la región.

Figura 118. Comportamiento del BDE y sus isómeros en Antigua y Barbuda

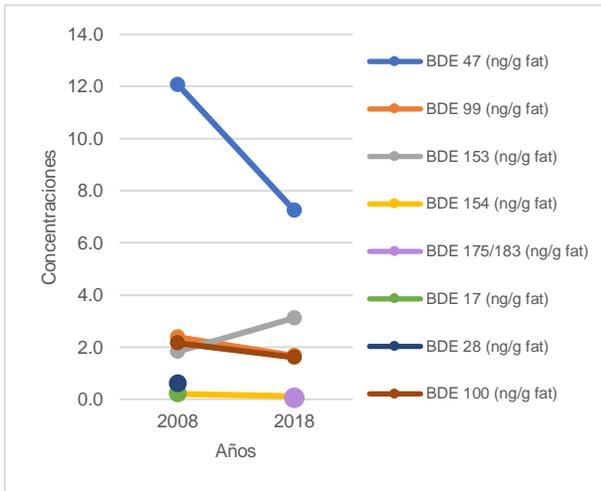


Figura 119. Comportamiento del BDE y sus isómeros en Perú

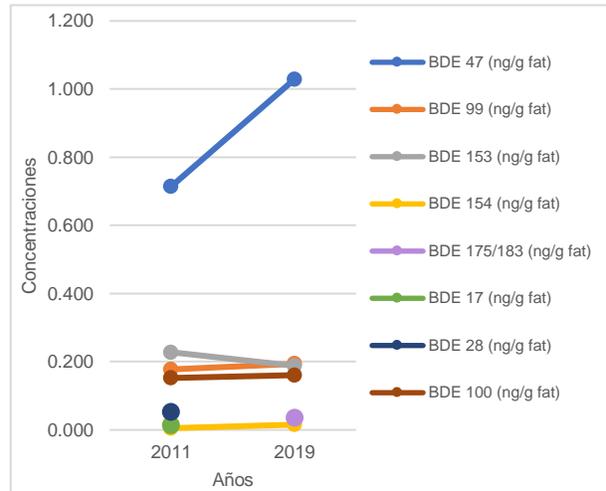
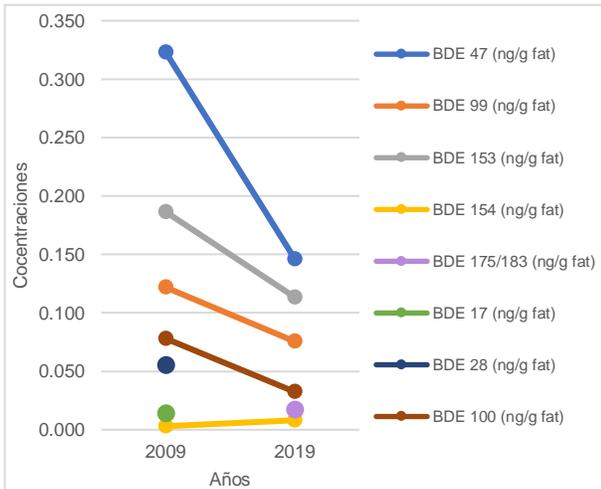
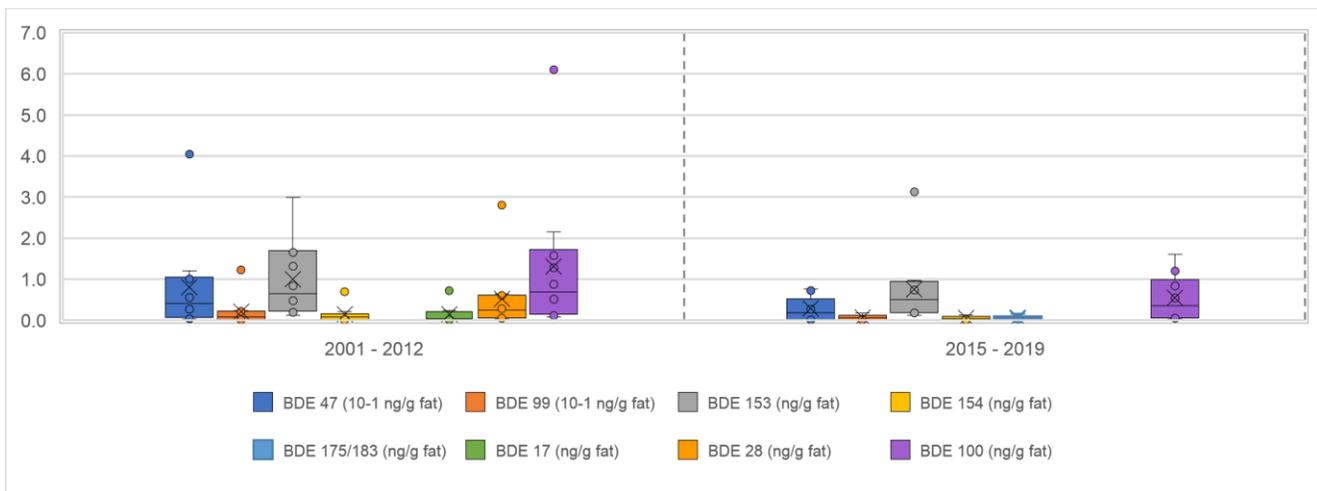


Figura 120. Comportamiento del BDE y sus isómeros en Uruguay



La estadística de la región confirma este análisis mostrando medianas con valores más bajos en la sexta ronda y valor extremo de BDE 153 correspondiente a Antigua y Barbuda. Nótese que en la sexta ronda los BDE 17 y 28 no se midieron y el BDE 175/183 fue medido por primera vez (Figura 121 y Tabla 88).

Figura 121. Comportamiento del BDE y sus isómeros en la Región GRULAC



Nota. Los valores en el gráfico se ajustaron de la manera siguiente: Donde dice 10-1 ng/g fat es 10-1 ng/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 10.

Tabla 88. Máximos, promedios y medianas del BDE y sus isómeros

Parámetro	BDE (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
BDE 47 (10 <sup>-1</sup> )	4.04	0.77	0.80	0.28	0.41	0.19
BDE 99 (10 <sup>-1</sup> )	1.23	0.17	0.21	0.07	0.09	0.05
BDE 153	2.99	3.12	0.99	0.75	0.65	0.50
BDE 154	0.70	0.14	0.14	0.05	0.08	0.04
BDE 175/183		0.15		0.06		0.04
BDE 17	0.72		0.14		0.04	
BDE 28	2.80		0.52		0.24	
BDE 100	6.10	1.61	1.30	0.55	0.69	0.35

Hexabromociclododecano (HBCD) y sus isómeros:

En la sexta ronda los valores de los isómeros Beta y Gama del HBCD se encuentran en cero o bajo el LDC en casi todos los países a excepción de Haití 2015 que presenta un aumento en la concentración del Gama del HBCD. Sin embargo, el isómero Alfa-HBCD presenta aumentos en cinco países que van de ligeros a significativos como se muestra en el resumen del análisis Tabla 89 y en las figuras del comportamiento del HBCD en los países, Figuras 122 a 126. Debido a estos aumentos del valor de la concentración, la región en la sexta ronda presenta aumento de la mediana y promedio del Alfa-HBCD. Ver Figura 127 y tabla 90.

Tabla 89. Resumen del análisis del Hexabromociclododecano y sus isómeros

HBCD y sus isómeros (ng/g fat)	Valores de concentraciones				
	de más de una ronda	Todos bajo LDC o valor cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
Alfa-HBCD	✓		Antigua y Barbuda, Haití, Jamaica, México, Perú	Barbados, Uruguay	Ecuador (2019)
Beta-HBCD	✓	✓			
Gama-HBCD	✓	Excepto Haití (2015)	Haití (2015)		Haití (2015)

Parámetro con aumento de concentración en más de tres países de la región.

Figura 122. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en Antigua y Barbuda

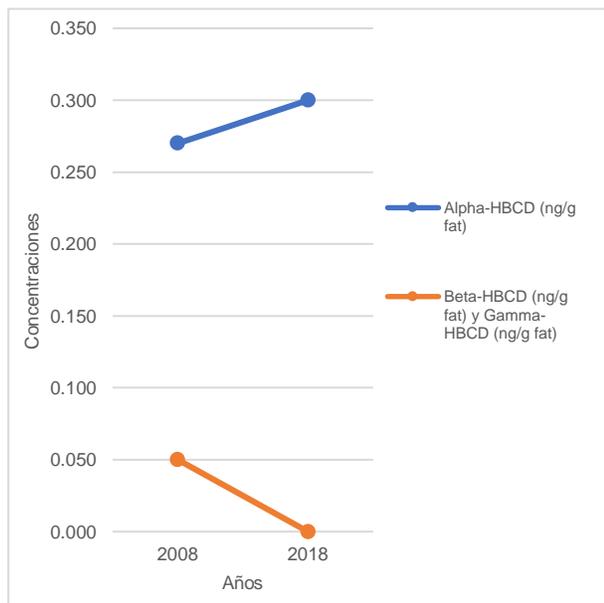


Figura 123. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en Haití

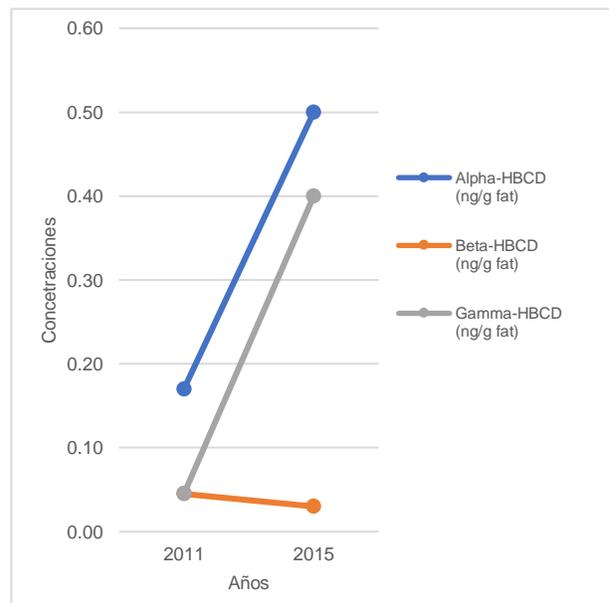


Figura 124. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en Jamaica

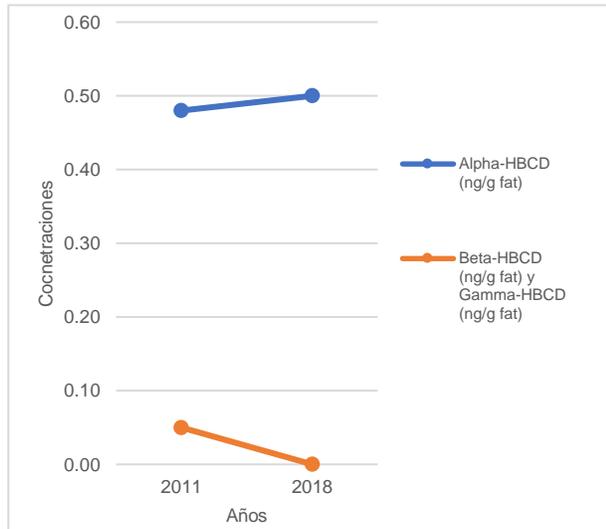


Figura 125. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en México

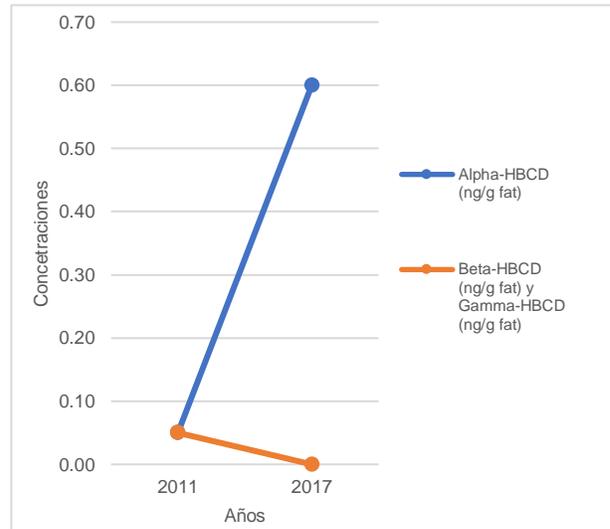
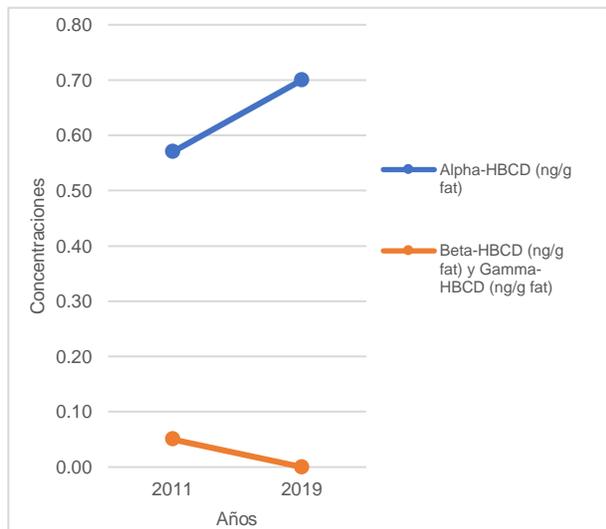


Figura 126. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en Perú



La comparación de las medianas de todos los países participantes de la región se presenta en la Figura 127 donde se observa que únicamente el Alfa-HBCD tiene un aumento ligero en la mediana de la sexta ronda (Tabla 90). Los valores extremos del Alfa y el Gama HBCD de la sexta ronda se presentan en Ecuador 2019 y Haití 2015 respectivamente.

Figura 127. Comportamiento del HBCD y sus isómeros en la Región GRULAC

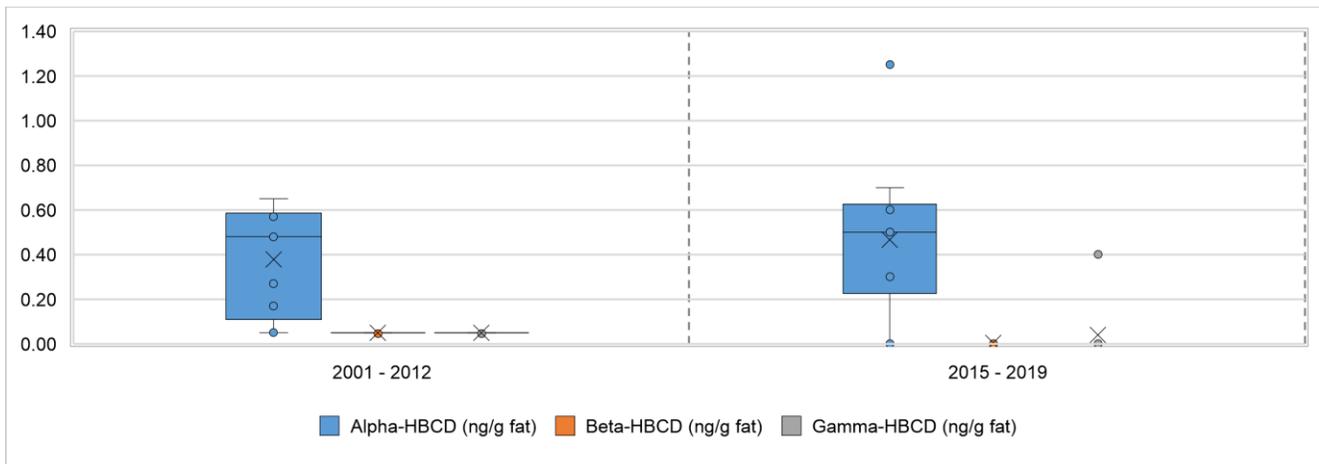


Tabla 90. Máximos, Promedios y medianas del HBCD y sus isómeros

Parámetro	HBCD (ng/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2008 - 2012	2015 - 2019	2008 - 2012	2015 - 2019	2008 - 2012	2015 - 2019
Alfa-HBCD	0.65	1.25	0.38	0.47	0.48	0.5
Beta-HBCD	0.05	0.03	0.05	0.00	0.05	0.00
Gama-HBCD	0.05	0.4	0.05	0.04	0.05	0.00

**Factor de Equivalencia Tóxica (TEQ): Dioxinas y Furanos y BPC similares a las Dioxinas**

Todos los factores presentan disminución de valor en la sexta ronda con valores máximos en Argentina, Jamaica, Perú y Uruguay, como se observa en el resumen del análisis, Tabla 91.; y en la estadística de la región; Figura 128 y Tabla 92, la cual no presenta valores extremos en ningún país en la sexta ronda

Tabla 91. Resumen del análisis de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ)

TEQ (pg/g fat)	Valores de concentraciones					
	De más de una ronda	Solo de sexta ronda	Todos bajo LDC o valor cero	Países con aumento en sexta ronda	Países con disminución en sexta ronda	País con Máximo (año)
PCDDs WHO1998-TEQ LB	✓				Todos	Chile (2008), Jamaica (2018)
PCDDs WHO1998-TEQ UB	✓				Todos	Chile (2008), Jamaica (2018)
PCDDs WHO2005-TEQ LB	✓				Todos	Chile (2008), Jamaica (2018)
PCDDs WHO2005-TEQ UB	✓				Todos	Chile (2008), Jamaica (2018)
PCDDs/Fs WHO1998-TEQ LB	✓				Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
PCDDs/Fs WHO1998-TEQ UB	✓				Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
PCDDs/Fs WHO2005-TEQ LB	✓				Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
PCDDs/Fs WHO2005-TEQ UB	✓				Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
PCDFs WHO1998-TEQ LB	✓				Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
PCDFs WHO1998-TEQ UB	✓				Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
PCDFs WHO2005-TEQ LB	✓				Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
PCDFs WHO2005-TEQ UB	✓				Todos	Chile (2008), Uruguay (2019)
PCBs WHO1998-TEQ LB	✓				Todos	Perú (2011), Argentina (2019)
PCBs WHO1998-TEQ UB	✓				Todos	Perú (2011), Argentina (2019)
PCBs WHO 2005-TEQ LB	✓				Todos	Perú (2011-2019)
PCBs WHO 2005-TEQ UB	✓				Todos	Perú (2011-2019)

Figura 128. Comportamiento de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ) en la Región GRULAC

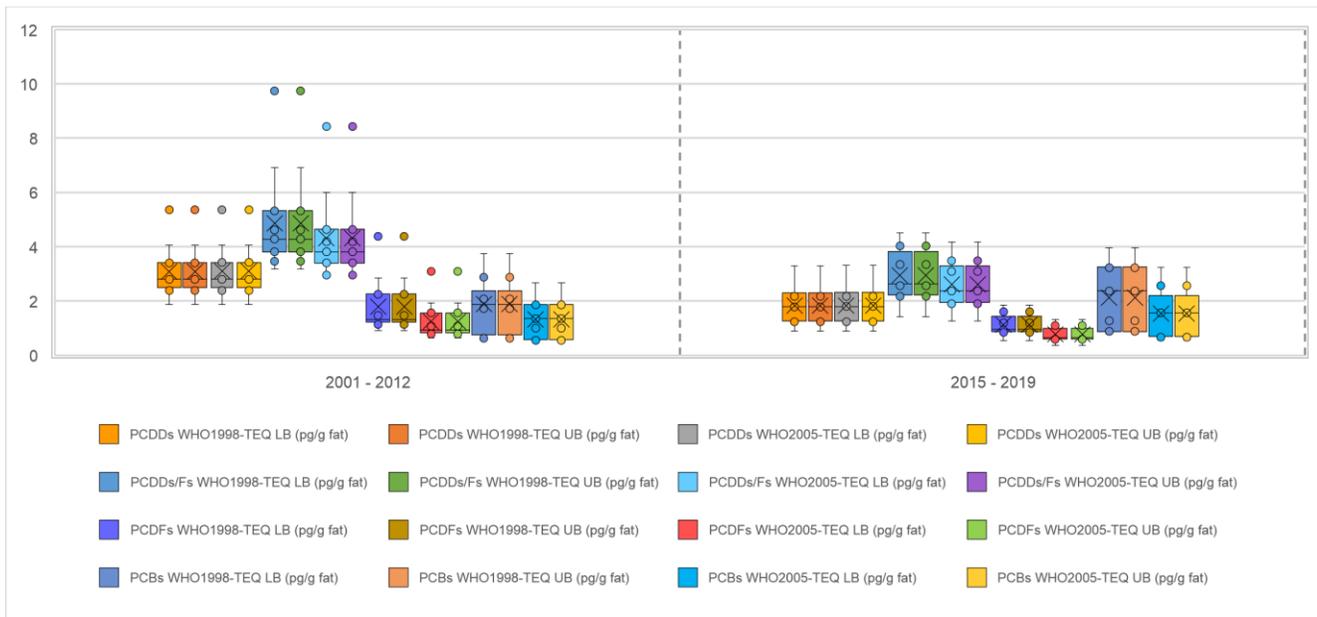


Tabla 92. Máximos. Promedios y medianas de los Factores de Equivalencia Tóxica (TEQ)

Parámetro	TEQ (pg/g fat)					
	Máximo		Promedio		Mediana	
	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019	2001 - 2012	2015 - 2019
PCDDs WHO1998-TEQ LB	5.35	3.30	3.09	1.91	2.80	1.91
PCDDs WHO1998-TEQ UB	5.35	3.30	3.09	1.91	2.80	1.91
PCDDs WHO2005-TEQ LB	5.36	3.32	3.09	1.92	2.81	1.91
PCDDs WHO2005-TEQ UB	5.36	3.32	3.09	1.92	2.81	1.91
PCDDs/Fs WHO1998-TEQ LB	9.73	5.06	4.87	3.16	4.27	2.99
PCDDs/Fs WHO1998-TEQ UB	9.73	5.06	4.87	3.16	4.27	2.99
PCDDs/Fs WHO2005-TEQ LB	8.44	4.29	4.32	2.78	3.81	2.73
PCDDs/Fs WHO2005-TEQ UB	8.44	4.29	4.32	2.78	3.81	2.73
PCDFs WHO1998-TEQ LB	4.38	2.39	1.79	1.25	1.32	1.07
PCDFs WHO1998-TEQ UB	4.38	2.39	1.79	1.25	1.33	1.07
PCDFs WHO2005-TEQ LB	3.08	1.62	1.24	0.86	0.93	0.76
PCDFs WHO2005-TEQ UB	3.08	1.62	1.24	0.86	0.93	0.76
PCBs WHO1998-TEQ LB	3.95	2.38	1.88	1.32	1.87	1.07
PCBs WHO1998-TEQ UB	3.95	2.38	1.88	1.32	1.87	1.07
PCBs WHO2005-TEQ LB	3.23	1.58	1.32	0.92	1.35	0.74
PCBs WHO2005-TEQ UB	3.23	1.58	1.32	0.92	1.35	0.74

### Compuestos medidos por primera vez

En la Tabla 93, se presentan ocho compuestos que fueron analizados por primera vez en la sexta ronda del estudio de leche materna y no corresponden a otro subgrupo químico. Es importante destacar que uno de ellos está en revisión y todavía no ha sido incorporado al convenio de Estocolmo. Asimismo, cuatro de estos ocho compuestos presentaron valores igual a cero en todos los países de la región. La comparación de las concentraciones de los países con valores arriba de cero se presenta en las Figuras 129 a 132; y la distribución y variabilidad de los valores de concentración se presentan en la Figura 133 y Tabla 94, donde la suma de Parafinas Cloradas (Suma de PCCCs) presenta un valor extremo en Perú, el PFOS en Uruguay y el valor máximo del PFOA se presenta en Barbados. Cabe mencionar que estos compuestos no fueron analizados en Haití (2015).

Tabla 93. Resumen del análisis de compuestos medidos por primera vez en la sexta ronda

Compuestos medidos por primera vez	Valores de concentraciones			
	Solo de sexta ronda	Todos bajo LDC	Todos igual a cero	País con Valor Máximo (año)
<b>Hexaclorobutadieno</b>				
HCBD (ng/g fat)	✓		✓	
<b>Pentaclorofenol</b>				
PCA (ng/g fat)	✓		✓	
PCP (ng/g fat)	✓		✓	
<b>Parafinas cloradas de cadena corta</b>				
Suma de PCCCs (ng/g fat)	✓			Perú (2019)
<b>Sulfonato de perfluorooctano</b>				
PFOS (pg/l)	✓			Uruguay (2019)
<b>Acido Perfluorooctanoico</b>				
PFOA (pg/l)	✓			Barbados (2018)
<b>Dicofol</b> (ng/g fat)	✓		✓	
COPs Candidato:				
<b>Acido Perfluorohexano sulfónico</b>	✓			Todos Países valor 2750
PFHxS (pg/l)				

Figura 129. Concentraciones de Suma de PCCCs por país y año

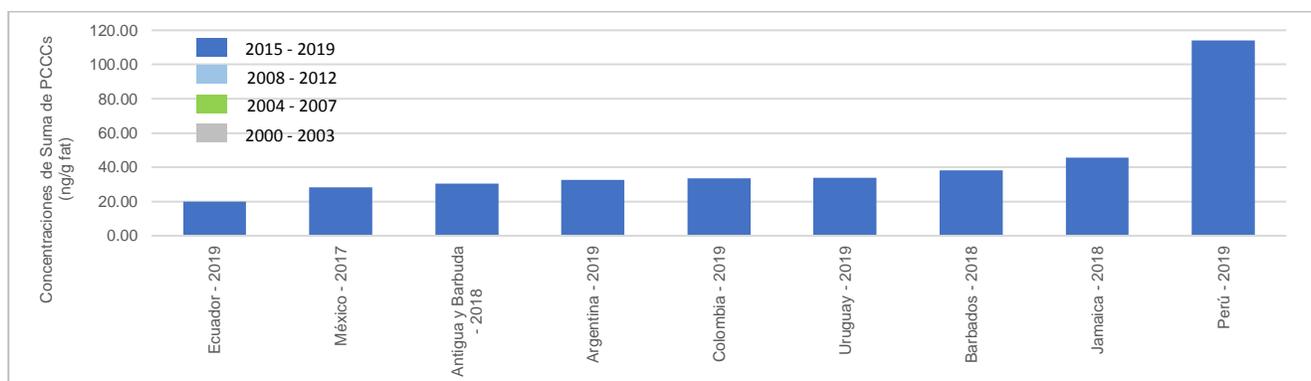


Figura 130. Concentraciones de PFOS por país y año

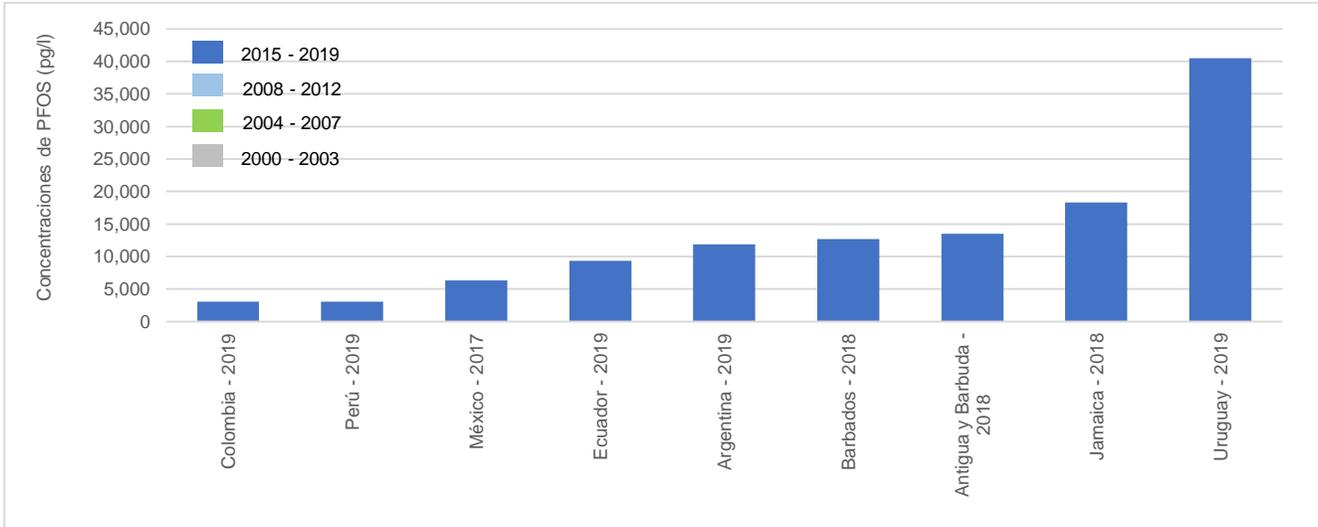


Figura 131. Concentraciones de PFOA por país y año

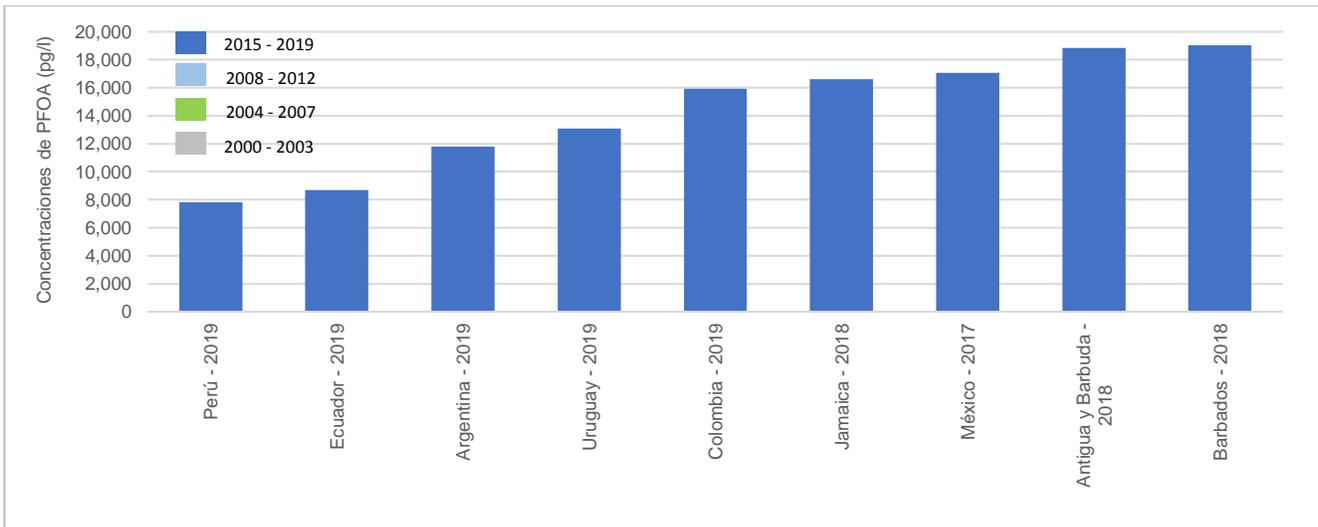


Figura 132. Concentraciones de PFHxS por país y año

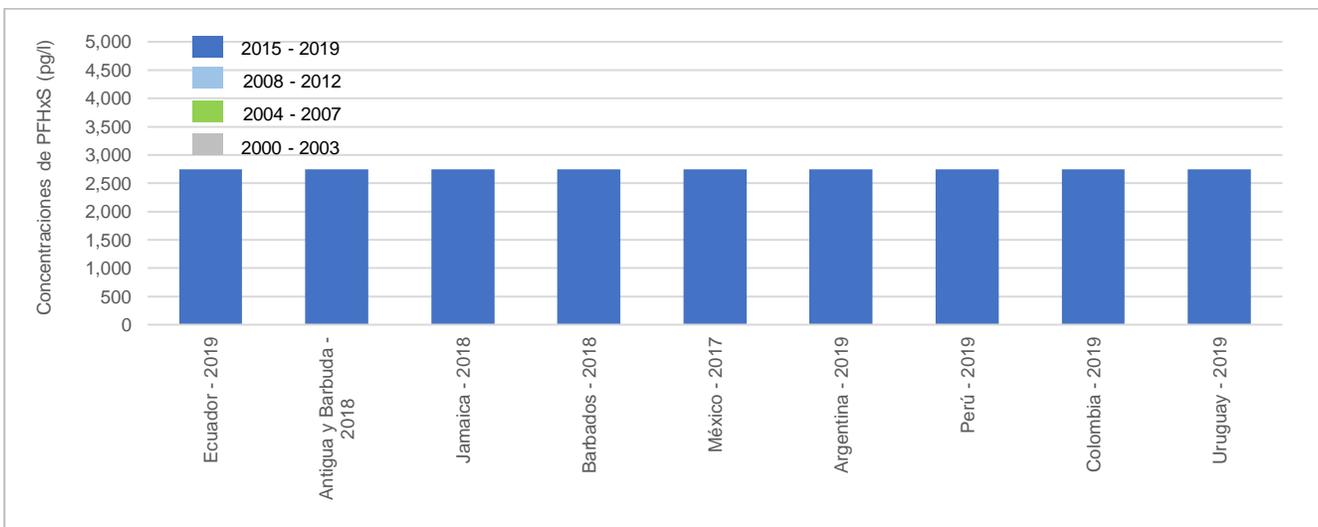
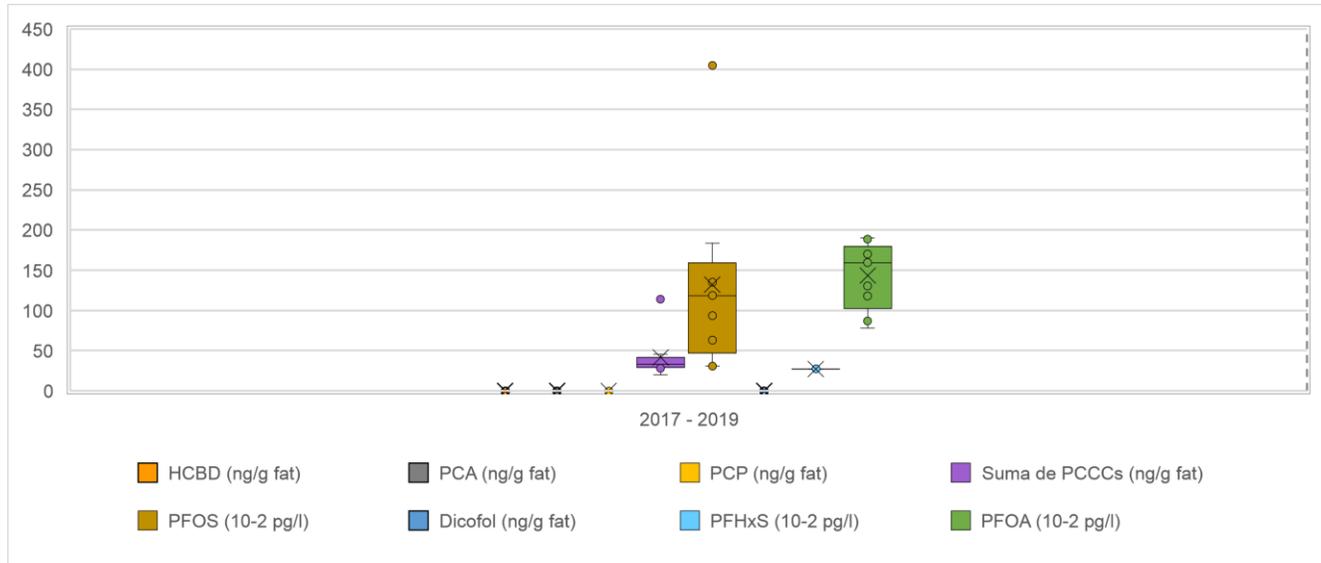


Figura 133. Comportamiento de los grupos de compuestos medidos por primera vez en GRULAC



Nota. Los valores en el gráfico se ajustaron de la manera siguiente: Donde dice 10<sup>-2</sup> ng/g fat es 10<sup>-2</sup> ng/g fat, es decir los datos del parámetro fueron divididos entre 100.

Tabla 94. Máximos, promedios y medianas de los grupos de compuestos medidos por primera vez en GRULAC

SUSTANCIAS MEDIDAS POR PRIMERA VEZ			
Parámetro	Máximo	Promedio	Mediana
	2017 - 2019	2017 - 2019	2017 - 2019
HCBD (ng/g fat)	0.0	0.0	0.0
PCA (ng/g fat)	0.0	0.0	0.0
PCP (ng/g fat)	0.0	0.0	0.0
Suma de PCCCs (ng/g fat)	114.0	41.9	33.4
PFOS (10 <sup>-2</sup> pg/l)	404.9	132.0	118.4
PFOA (10 <sup>-2</sup> pg/l)	190.3	143.2	159.3
Dicofol (ng/g fat)	0.0	0.0	0.0
PFHxS (pg/l)	27.5	27.5	27.5

### 6.2.3. RESULTADOS DE AGUA

Los datos de muestreo en agua resultan de tres fuentes, como se describe en el capítulo 4: GMP UNEP que registró un dato de PFOS de una muestra diaria de Río de la Plata Uruguay, 2014; el Proyecto Monet-Aqua, que monitoreó alrededor de tres meses en dos sitios en 2016 y registró datos de 47 parámetros agrupados en 9 grupos de compuestos: insecticidas organoclorados: subgrupo ciclodienos, dicloro difenil tricloroetano y sus isómeros, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados y congéneres, bifenilos policlorados y congéneres con TEFs, hexaclorociclohexano y sus isómeros, pentaclorobenceno, bromo difenil éteres y sus isómeros, hexabromociclohexano y sus isómeros; y los proyectos UNEP/GEF GMP II que monitorearon en 6 sitios ubicados en 5 países de 2017 a 2018 y se registraron datos de PFOS, PFOA y PFHxS; compuestos recomendados para ser medidos en agua por la Conferencia de las Partes. En las figuras 134 y 135 se muestran el tiempo en que se aplicaron los programas, número de sitios y en la figura 136, la ubicación de los sitios.

Cabe mencionar que, en la sexta reunión de la Conferencia de las Partes, se añadió el medio Agua como matriz objetivo para el seguimiento del ácido perfluorooctanosulfónico (PFOS), sus sales y el fluoruro de perfluorooctanosulfonilo (POSF), es decir solamente para compuestos fluorados; y en 2018 se propusieron el ácido pentadecafluorooctanoico (PFOA) y ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS), siendo aprobado PFOA en 2019.

Figura 134. Tiempo de aplicación de los Programa

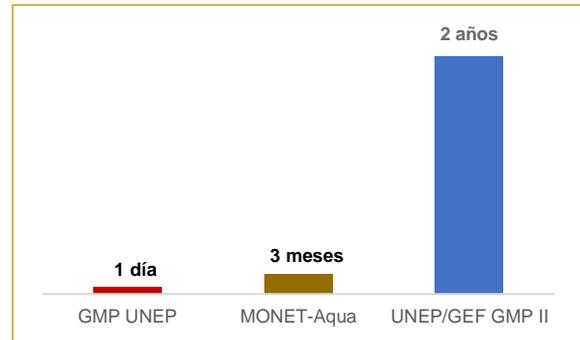


Figura 135. Número de sitios por Programa

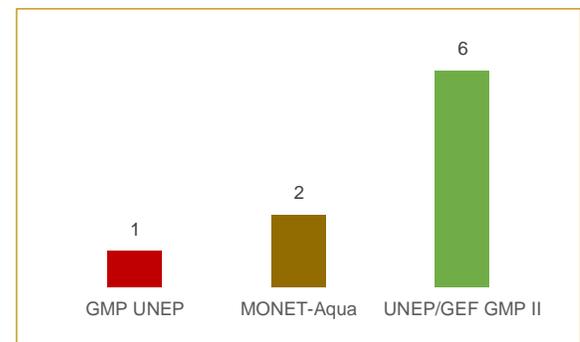


Figura 136. Ubicación de los sitios de monitoreo por Programa



De estas tres fuentes de datos solamente los proyectos UNEP/GEF GMP II adoptaron los compuestos objetivo de la matriz agua, el protocolo y la frecuencia de muestreo recomendados en la Guía para el Plan de Vigilancia Mundial de Contaminantes Orgánicos Persistentes. Los seis sitios de monitoreo se clasifican como urbanos, tres monitorearon en agua de río y tres en agua de mar.

El análisis de los parámetros comprende desde la integración y organización de los datos, su revisión por sitios, año y grupos de compuestos, hasta la observación estadística de los mismos.

Se organizó la base de datos por programa y compuesto, separando el programa Monet-Aqua de los otros 2 programas. Para revisar los datos de UNEP/GEF GMP II se aplicó el criterio de completud, monitoreo de por lo menos el 75% del año, y se seleccionaron los sitios que cumplieron con este criterio.

De los 6 sitios UNEP/GEF GMP II, que se monitorearon en los años 2017 y 2018, todos los sitios cumplieron con el criterio de completud: río de la Plata Argentina, río Amazonas en Brasil, canal São Vicente Sao Paulo Brasil, intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador, río de la Bahía Hunts en Jamaica y bahía Ohuira en México. En 2018 Brasil decidió cambiar el sitio río Amazonas por canal São Vicente Sao Paulo. Por lo anterior cada uno de estos dos sitios solo monitoreó un año completo.

El análisis del comportamiento de los datos en la región se llevó a cabo por medio de diagramas de cajas y parámetros estadísticos y consideró comparaciones entre todos los datos y los datos con completud para los tres compuestos objetivo de los proyectos UNEP/GEF GMP II.

Asimismo, cada uno de los compuestos objetivo se analizó en fichas técnicas donde se consideran todos los datos de UNEP/GEF GMP II y GMP UNEP. Se incluye el valor de la mediana de cada año y sitio de monitoreo a pesar de que no todos los sitios cumplieron con el criterio de completud, como Uruguay 2014. Este análisis, por consiguiente, presenta comparaciones de valores de concentración entre años y sitios por parámetro. Asimismo, el análisis de los datos del programa Monet-Aqua, compara las concentraciones de los dos sitios de muestreo por grupos de compuestos. Resultados relevantes se presentan a continuación.

### Resultados relevantes

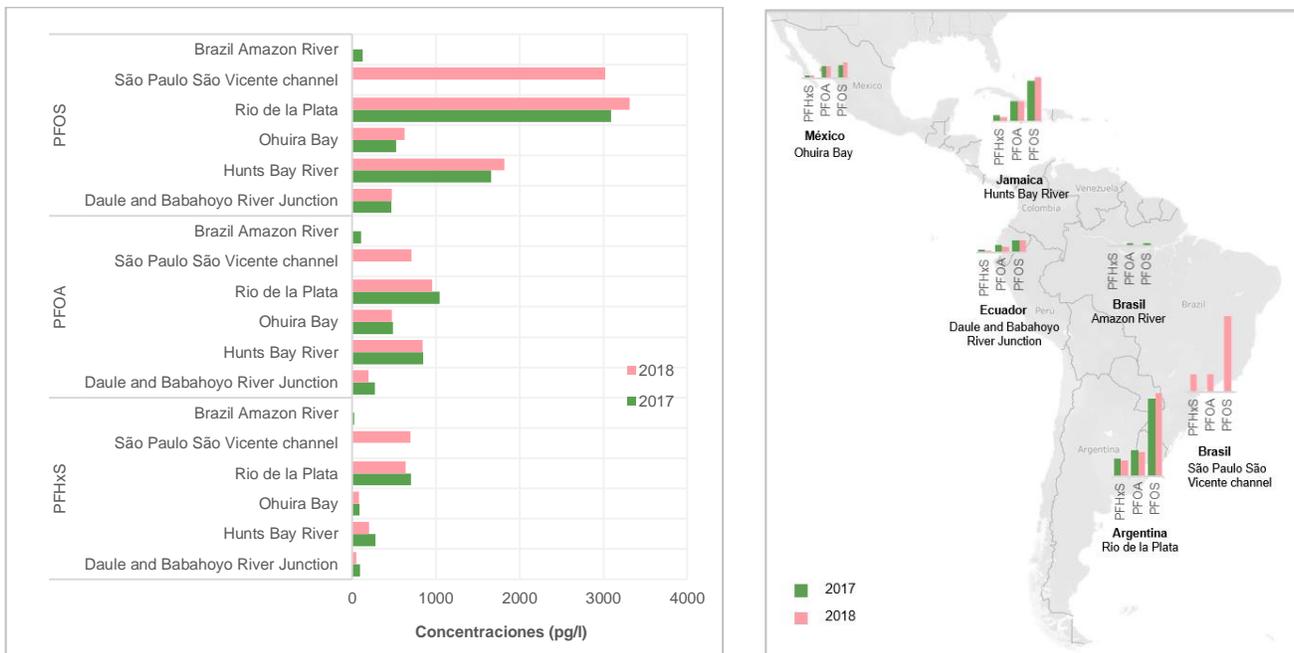
El análisis del comportamiento regional y las estadísticas correspondientes de PFOS, PFOA y PFHxS de los 6 sitios UNEP/GEF GMP II en GRULAC, muestran mayor dispersión de datos de PFOS y mayor variabilidad que los datos de PFOA y PFHxS. Para los tres parámetros se observan aumentos de medianas en el año 2018 debido posiblemente al cambio de sitio en Brasil. Los máximos valores se presentaron en Río de la Plata Argentina 2017 y 2018, seguido del canal São Paulo São Vicente, Brasil 2018 y el río de la Bahía Hunts en Jamaica 2017.

Las fichas técnicas de dichos compuestos medidos bajo los proyectos UNEP/GEF GMP II y GMP UNEP, que incluyen comparaciones de concentraciones de un año a otro, muestran de igual manera valores máximos en Río de la Plata Argentina 2017 y 2018, para los tres parámetros y valores mínimos en el río Amazonas Brasil 2017 debido a la gran dilución que tiene este río por su gran flujo.

En los cuatro sitios que midieron los dos años completos: río de la Plata Argentina, intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador, río de la Bahía Hunts en Jamaica y bahía Ohuira en México; se observa aumento de concentración de PFOS y disminución de PFOA y PFHxS en el año 2018. Estos cambios de concentración se resumen en la figura 137, donde no se incluyó el valor de Uruguay, 2014 por no ser comparable.

Con respecto a los 47 parámetros medidos en el año 2016 por el programa Monet-Aqua, las comparaciones de concentraciones muestran en general, mayor concentración en la presa Peñol-Guatapé, Antioquia, Colombia que en el lago Llanquihue, Los Lagos, Chile para la mayoría de los parámetros.

Figura 137. Resumen de concentraciones de PFOS, PFOA y PFHxS en GRULAC



Comportamiento de PFOS, PFOA y PFHxS en GRULAC

El comportamiento regional y la estadística correspondientes de PFOS, PFOA y PFHxS en la región GRULAC se analizó comparando la variabilidad de las medianas de ambos años de monitoreo. Observando la figura 138, en 2018, la gráfica de cajas y bigotes de PFOS presenta una distribución casi simétrica donde el promedio y la mediana son casi iguales, mientras que PFOA y PFHxS presentan menor variabilidad y asimetrías positiva y negativa respectivamente. Se observa aumento del valor de los promedios y medianas en el año 2018, para los tres compuestos, tabla 95. Se reitera que el sitio ubicado en río Amazonas 2017 con valores mínimos cambio por el sitio canal São Vicente Sao Paulo en 2018 presentando este sitio valores significativamente más altos.

Figura 138. Comportamiento de PFOS, PFOA y PFHxS en GRULAC

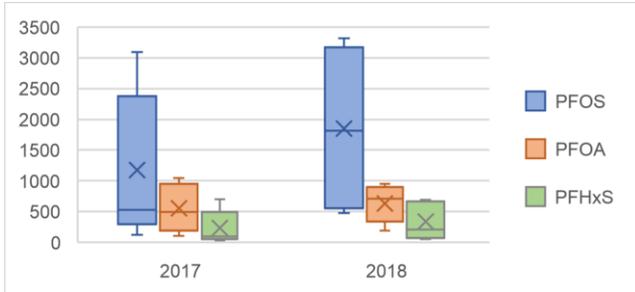


Tabla 95. Máximos, promedios y medianas de PFOS, PFOA y PFHxS en GRULAC

Parámetro (pg/l)	Máximo		Promedio		Mediana	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
PFOS	3,090	3,315	1,174	1,850	525	1,815
PFOA	1,045	955	552	635	490	710
PFHxS	705	695	239	335	95	205

Fichas técnicas Programas GMP UNEP y UNEP/GEF GMP II

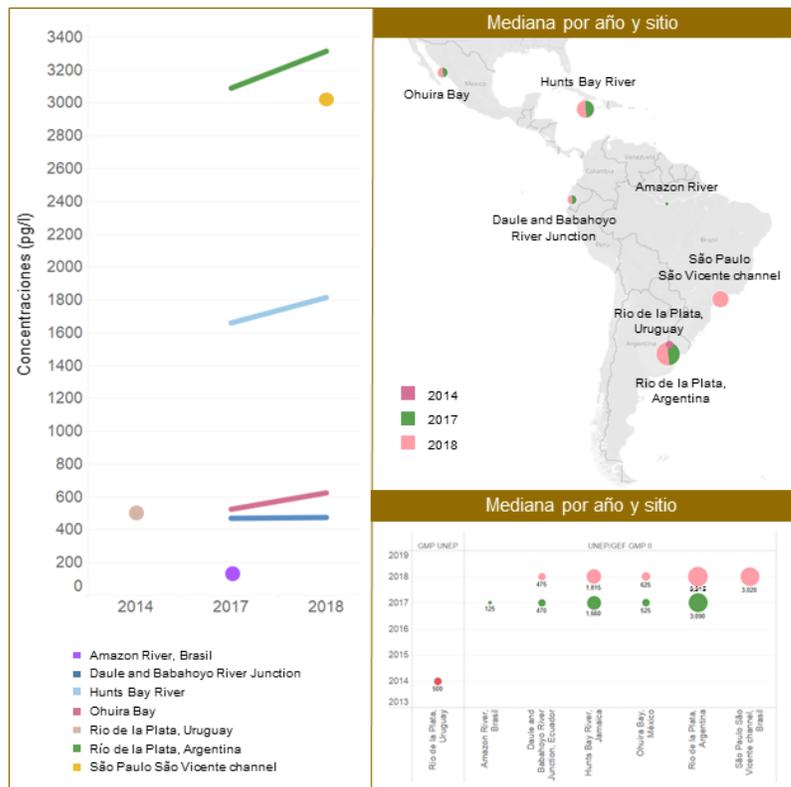
Sulfonato de Perfluorooctano

El Sulfonato de Perfluorooctano (PFOS) fue analizado por primera vez en la región en 2014 por GMP UNEP de una toma de muestra de un día calendario del Río de la Plata Uruguay, para corroborar el método; y en 2017 y 2018 bajo los proyectos UNEP/GEF GMP II se analizó de muestras de seis sitios de 5 países de la región.

La Figura 139, muestra las comparaciones de valores registrados en cada sitio en los dos años de medición. Se observa que el sitio Río de la Plata, Argentina, presenta las concentraciones máximas de PFOS, en los dos años de medición, seguido del sitio Canal de São Paulo São Vicente, Brasil 2018. En contraste, el sitio Río Amazona, 2017 al norte de Brasil, midió un año completo y muestra las concentraciones más bajas en GRULAC seguido del sitio intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador.

Todos los sitios monitorean años completos como se describió y presentan aumento de concentración del año 2017 al año 2018.

Figura 139. Comportamiento de PFOS



### Ácido Perfluorooctanoico

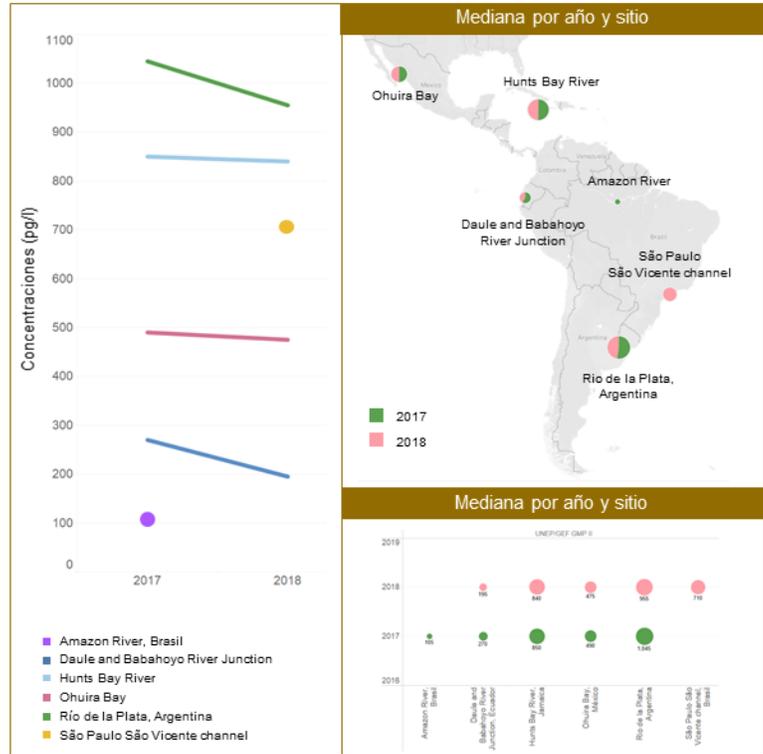
El Ácido Perfluorooctanoico (PFOA) fue analizado solamente bajo los proyectos UNEP/GEF GMP II en seis sitios de 5 países que monitorearon durante 2017 y 2018. Todos los sitios monitorearon años completos.

En la Figura 140 se observa disminución de concentración para el caso de PFOA en el año 2018 en los cuatro sitios con mediciones en ambos años: Río de la Plata Argentina, intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador, río de la Bahía Hunts en Jamaica y bahía Ohuira en México.

Nuevamente el sitio río de la Plata Argentina, presenta las concentraciones máximas de PFOA, en los dos años de medición seguido del sitio Río de la Bahía Hunts en Jamaica 2017.

El Río Amazonas, al norte de Brasil, exhibe las concentraciones más bajas en GRULAC seguido del sitio intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador.

Figura 140. Comportamiento PFOA



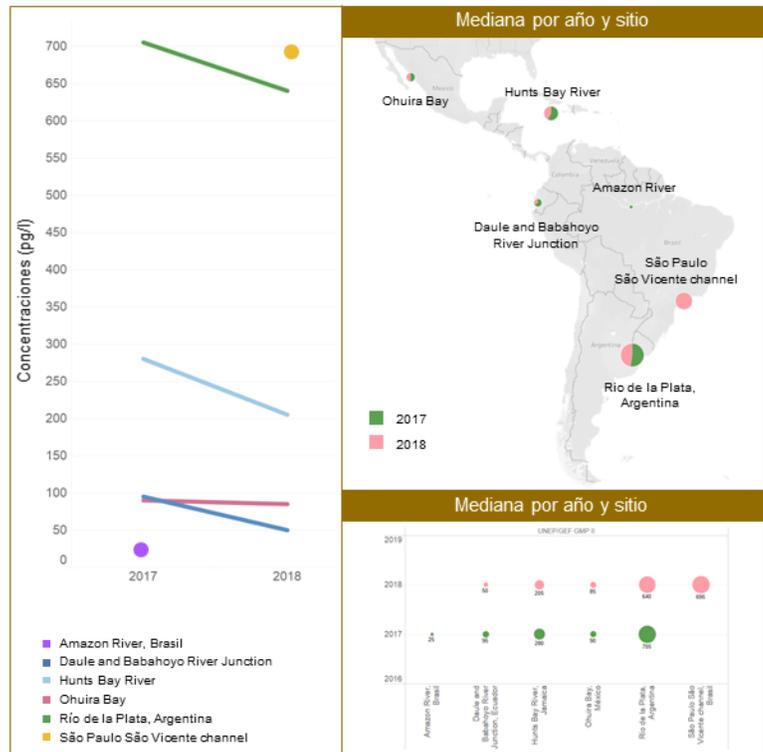
### Sulfonato de Perfluorohexano

El Sulfonato de Perfluorohexano (PFHxS) fue medido, al igual que PFOA, solamente por los proyectos UNEP/GEF GMP II en seis sitios de 5 países que monitorearon años completos durante 2017 y 2018.

Los sitios presentan valores de concentración menores en 2018, con respecto al 2017 en los cuatro sitios que midieron dos años completos: río de la Plata Argentina, intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador, río de la Bahía Hunts en Jamaica y bahía Ohuira en México; ver Figura 141.

Para este contaminante, en el sitio Río de la Plata, Argentina 2017 y 2018 y en el canal São Paulo São Vicente, Brasil 2018, se registraron las concentraciones más altas. Nuevamente el Río Amazonas, al norte de Brasil, exhibe las concentraciones más bajas en GRULAC seguido del sitio intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador 2018.

Figura 141. Comportamiento de PFHxS



### Programa MONET-Aqua

Como se ha mencionado, el Proyecto Monet-Aqua, en GRULAC, sólo se aplicó en el año 2016 en los sitios Llanquihue Lake, Los Lagos, Chile y Peñol-Guatapé Reservoir, Antioquia, Colombia. Para su análisis, se presentan a continuación diagramas de barras en las que se comparan las concentraciones de los dos sitios por parámetro analizado. Revisando las figuras siguientes, se observa que la mayoría de los parámetros presentan concentraciones más altas en la presa Peñol-Guatapé Antioquia, Colombia que las registradas en el lago Llanquihue Los Lagos, Chile. Los parámetros medidos por este programa no son sustancias objetivo recomendadas para la matriz de agua por el Convenio de Estocolmo.

Figura 142. Insecticidas organoclorados: Subgrupo ciclodienos Figura 143. Dicloro difenil tricloroetano (DDT) y sus isómeros

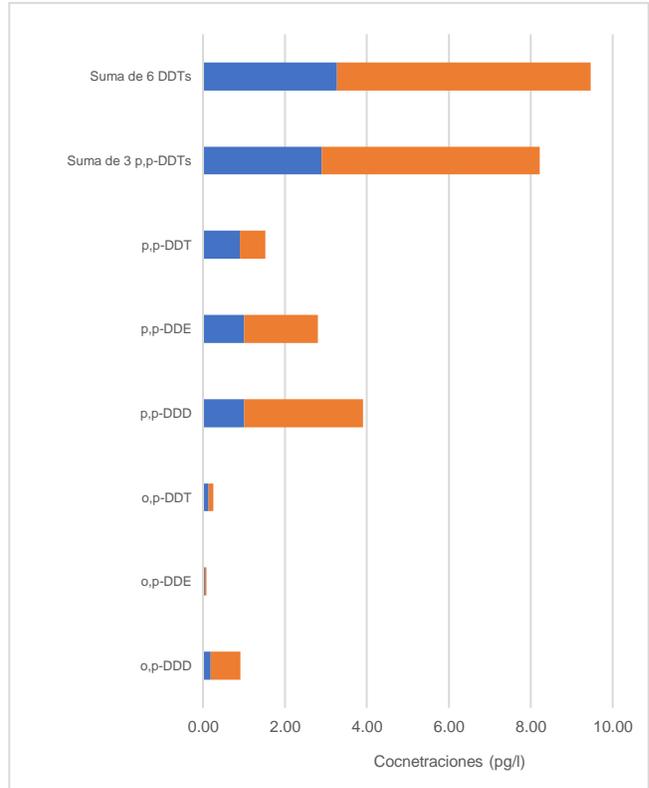
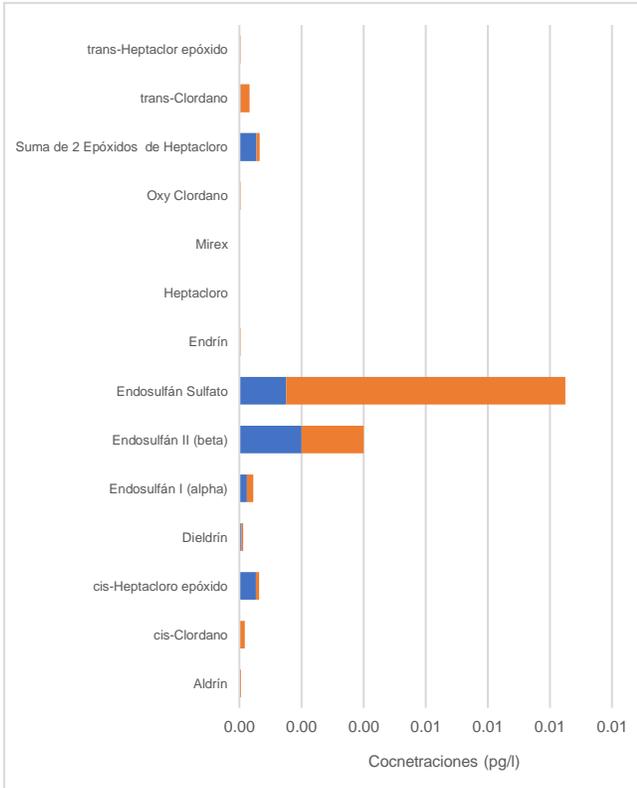


Figura 144. Hexaclorobenceno

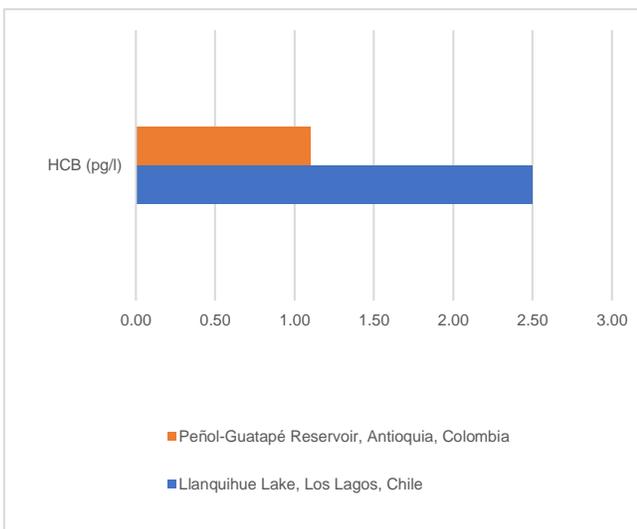


Figura 145. Bifenilos Policlorados y congéneres

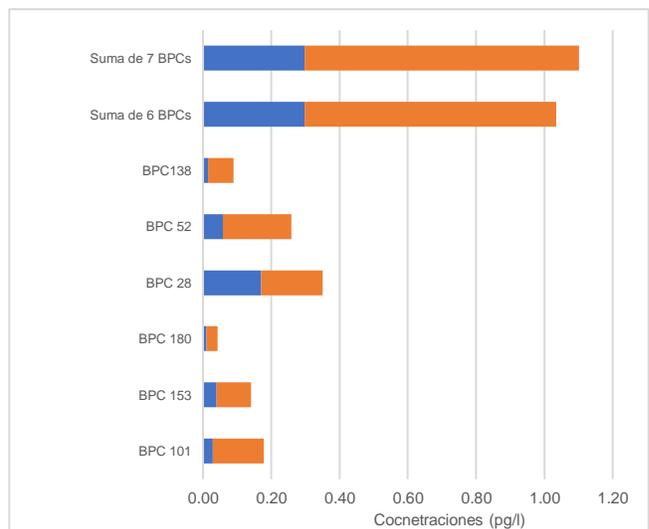


Figura 146. Bifenilos Policlorados y congéneres con TEFs

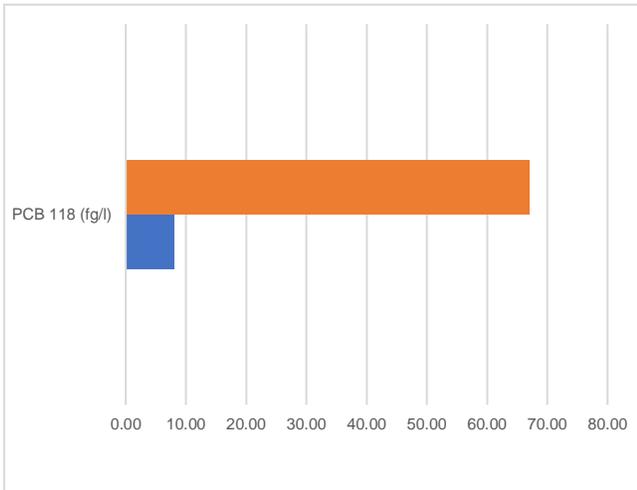


Figura 147. Hexaclorociclohexano y sus isómeros

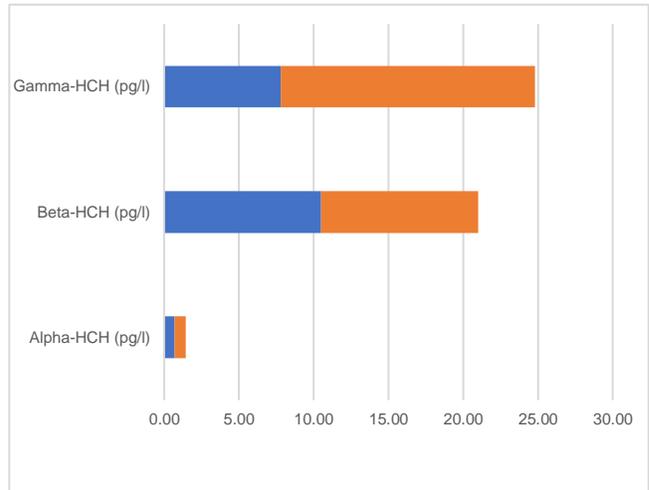


Figura 148. Pentaclorobenceno

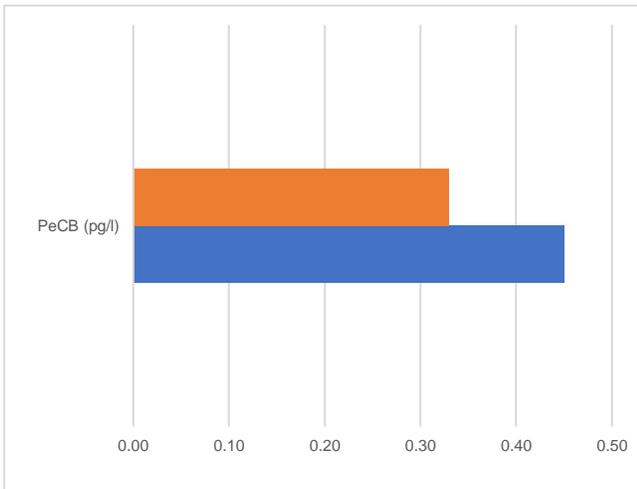


Figura 149. Bromo Difenil Éteres y sus isómeros

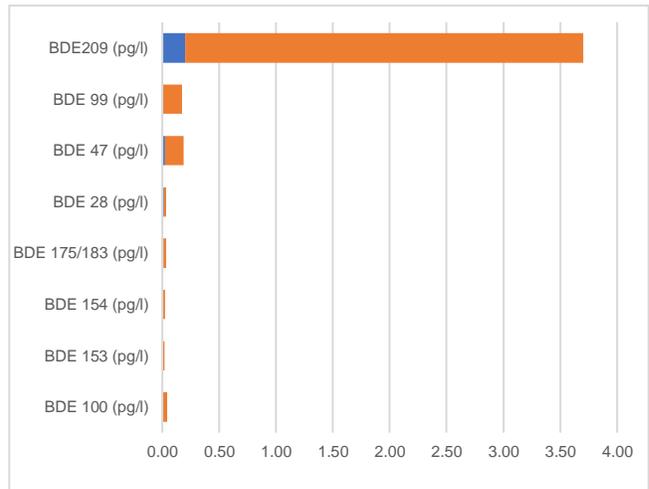
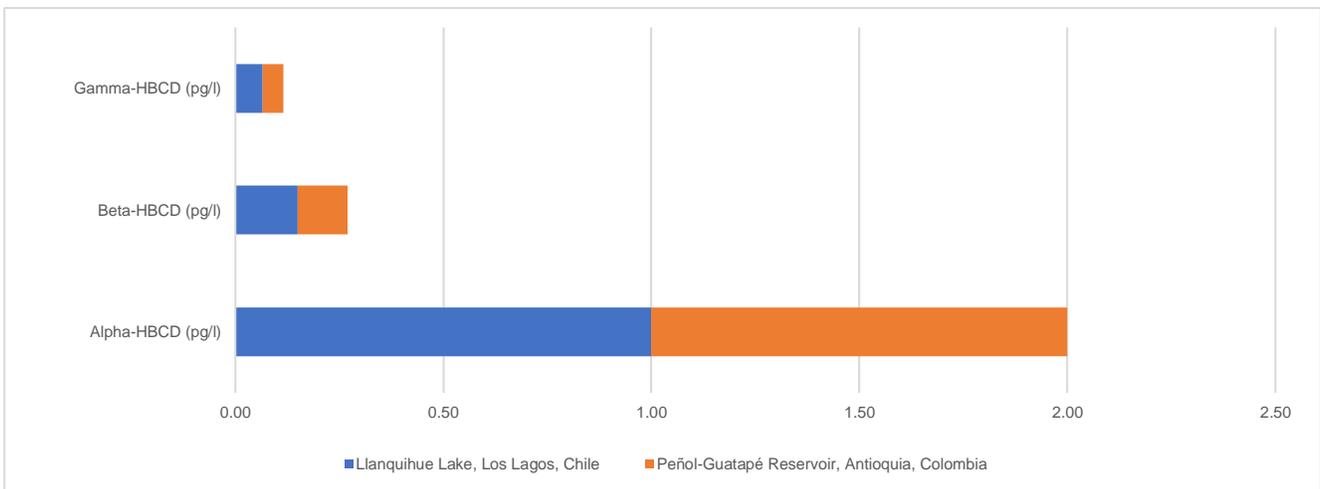


Figura 150. Hexabromociclododecano (HBCD) y sus isómeros



### 6.2.4. INFORMACIÓN ADICIONAL. OTRAS MATRICES AMBIENTALES

Algunos países de la Región GRULAC refieren que realizaron estudios de COPs en sus Planes Nacionales de Implementación presentados en seguimiento a la obligación de las partes establecida en el Artículo 7 del Convenio. Dichos estudios comprenden campañas de muestreo en diferentes matrices como: agua, agua subterránea, alimentos, animales, sangre y sedimentos entre otros. Asimismo, de la encuesta realizada, Colombia reportó en 2021 contar con una red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras denominada REDCAM. La cual realiza muestreo de plaguicidas organoclorados en aguas costeras desde el año 2000 y sedimentos marinos y costeros desde el 2014.

El resumen de esta información se presenta en la Figura 151 donde bajo alimentos se reúnen todos los muestreo de: lechuga, repollo, tomate, chiltoma, papa, sandía, leche de vaca, ají, ajo, batata, cebolla, habichuelas, molon-drón, pepino, puerro, remolacha, tomate, zanahoria y bajo animales se incluyen: peces (sangre, suero, tejidos), moluscos, aves, camarones, conchas, mejillones, tejido de bivalvo; huevos de gallina y de aves marinas.

Sin embargo, la mayoría de los estudios solo determina presencia o no de COPs y la información no proporciona tendencias o cambios de concentración en las matrices analizadas. Ningún país ofrece información sobre programas de monitoreo nacionales de COPs de los compuestos y matrices objetivo.

Figura 151. Relación de países y matrices en las que se han llevado a cabo estudios de COPs



Fuente: Elaboración propia con datos de los Planes Nacionales de Implementación: <http://www.pops.int/Implementation/NationalImplementationPlans/NIPTransmission/tabid/253/Default.aspx>.

### 6.3. TRANSPORTE DE LARGA DISTANCIA

El transporte a larga distancia de contaminantes atmosféricos (LRTAP) es un problema importante al que se enfrenta el ecosistema mundial. Si bien se ha prestado atención previa a estos problemas en los Estados Unidos de América, Canadá, Asia y Europa; América Latina y el Caribe ha recibido considerablemente menos.

En la región de América Latina y el Caribe hay evidencia de estudios de LRTAP realizados por la EPA y la CCA en México y Centro América desde los años 90s y 2000 (CCA, 1997; EPA, 2003). Asimismo, se encuentran reportados en la literatura científica y en reportes técnicos estudios que fueron realizados por investigadores locales principalmente de los siguientes países: Brasil, Colombia (Bolaño-Truyol et al, 2021), Chile, México y Uruguay (Odino et al, 2012); y otros estudios reportados como en el caso de Jamaica y Barbados realizados por entidades que no pertenecen al país (Boman et al, 2015). Estos estudios evidencian el transporte de contaminantes transfronterizos; el aporte de contaminantes hasta la libre tropósfera, alrededor de 1500 metros de altitud, debido a eventos como incendios forestales; transporte de largo alcance; y estudios de relación entre fuente y receptor, entre otros.

Con respecto a estudios sobre contaminantes persistentes, las primeras búsquedas muestran que existen pocos estudios en la región, la gran mayoría está asociado a las quemadas agrícolas e incendios forestales, en contraste para las islas de caribe principalmente Barbados y Jamaica, se muestran estudios principalmente sobre la contaminación de buques y el impacto del Polvo de África en la zona (Haarig et al, 2019).

Del análisis de las matrices aire y leche humana y la información de los Reportes Nacionales y los Planes Nacionales de Implementación se desprenden inconsistencias entre el origen de las concentraciones observadas en el Caribe y en el Cono Sur, principalmente en Barbados, Jamaica y Uruguay; y la información reportada por dichos países. Por lo anterior, en este tercer informe se incluye un análisis de trayectorias inversas y rutas de transporte de contaminantes para comprender dichas concentraciones y los cambios de concentración observados.

Para evaluar el transporte de contaminantes en el aire, se realizó un análisis de retro trayectoria o trayectoria inversa utilizando el modelo de trayectoria integrada lagrangiana híbrida de una sola partícula por sus siglas en inglés, (HYSPLIT) y desarrollado por la Agencia Nacional de Océanos y Atmósfera por sus sigla en inglés (NOAA) el cual es una de las varias herramientas disponibles que se utilizan para establecer el dominio espacial de las parcelas de aire que llegan a los puntos receptores o de monitoreo, así como zonas o áreas de estudio basándose en datos meteorológicos. El modelo también incorpora parámetros de reacción química durante el transporte. Esta herramienta combinada con métodos estadísticos permite identificar las rutas y posibles fuentes de emisión de los contaminantes.

El uso de trayectorias inversas también permite comprender, en una primera aproximación, las rutas probables de transporte, así como las relaciones fuente-receptor, las escalas de tiempo para el transporte de contaminantes y su efecto en la concentración del sitio de monitoreo. En el transporte de corto alcance, las rutas de las trayectorias de las parcelas aéreas están influenciadas principalmente por las áreas cercanas a la fuente de emisión en comparación con las de largo alcance, donde diversos procesos de intercambio y mezcla (depósito y advección), pérdidas físicas y químicas (partición, volatilidad) tienen una influencia importante en la composición del sitio receptor.

#### *Evaluación de los sitios de monitoreo mediante el análisis de trayectorias inversas durante el año 2018*

Como se mencionó, el análisis de los datos, de los programas de monitoreo de la matriz aire y del estudio de la matriz de leche materna, presentó resultados de niveles de COPs importantes de tres sitios de monitoreo: Barbados, Jamaica y Uruguay. En este sentido se realizaron trayectorias inversas con el modelo HYSPLIT-NOAA a lo largo del 2018, con la finalidad de establecer las rutas probables de arrastre de contaminantes a cada uno de estos sitio, y en una segunda etapa definir fuentes importantes a nivel local y en su caso identificar potenciales fuentes a nivel regional.

Con la finalidad de mostrar el comportamiento estacional desagregado el análisis de trayectorias inversas se dividió en trimestres y las rutas probables de transporte a los sitios de monitoreo se evaluaron de manera semanal a lo largo de todo el año de 2018 a las 12 pm hora local de cada sitio y a una altura de 50 metros por debajo de la capa limite. Los resultados de este análisis se presentan a continuación.

## Barbados

Barbados, la más oriental de las islas de Barlovento al Este de la cuenca del mar Caribe, está bajo la influencia de los vientos alisios durante gran parte del año, con vientos del Este que soplan sobre la isla más del 95% del tiempo. Tiene un clima monzónico tropical debido a las brisas marinas habituales, predominantemente cálido y húmedo durante todo el año, con un ligero descenso de las temperaturas en la estación seca.

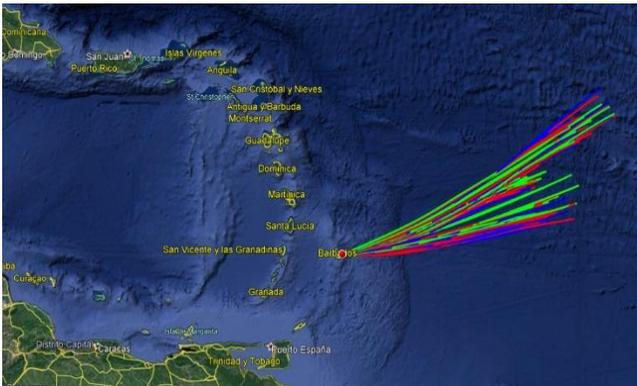
El comportamiento estacional desagregado del análisis de trayectorias inversas por trimestre se presenta en las Figuras 152 y el análisis de frecuencias, en la figura 153. Los resultados muestran un compartimiento anual de los vientos en dirección predominante de Este a Oeste provenientes del Atlántico medio ecuatorial. Al igual que toda la zona del Caribe los patrones de circulación se deben principalmente a los vientos alisios, que generan viento en dirección a la zona ecuatorial a partir de los vientos alisios del sureste.

Adicionalmente las trayectorias inversas indican que las parcelas de 24 horas se encuentran muy por debajo de los 1000 metros sobre el nivel medio del mar, mostrando que los arrastres de las posibles emisiones contaminantes se deben a las zonas más cercanas al sitio de monitoreo, entre ellas emisiones marítimas y embarcaciones menores. Sin embargo, se considera importante para el sitio Barbados, realizar trayectorias inversas de largo alcance con la finalidad de evaluar posibles aportaciones del continente Africano, ya que la literatura revisada hace referencia a contribuciones del polvo africano y por lo tanto no se descarta la presencia de contaminantes persistente en Barbados.

Figura 152. Trayectorias inversas trimestrales de Barbados

Enero-marzo. Viento preponderante del Este

Abril-junio. Viento preponderante del Este con algunas componentes del Sur-Este



Julio-septiembre, Viento preponderante del Este con contribuciones importantes del Sur-Este

Octubre-diciembre. Viento preponderante del Este

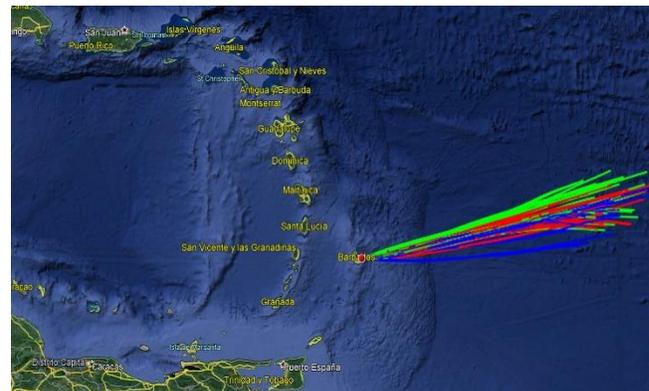
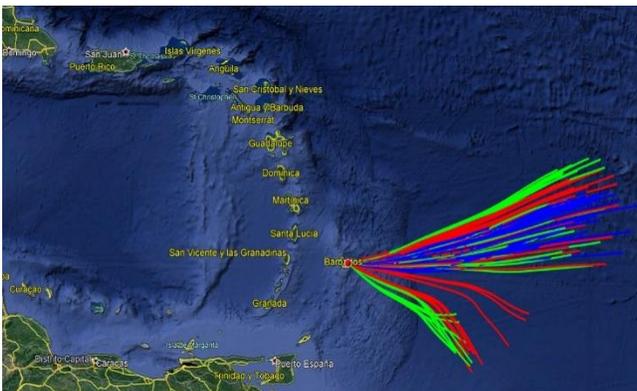
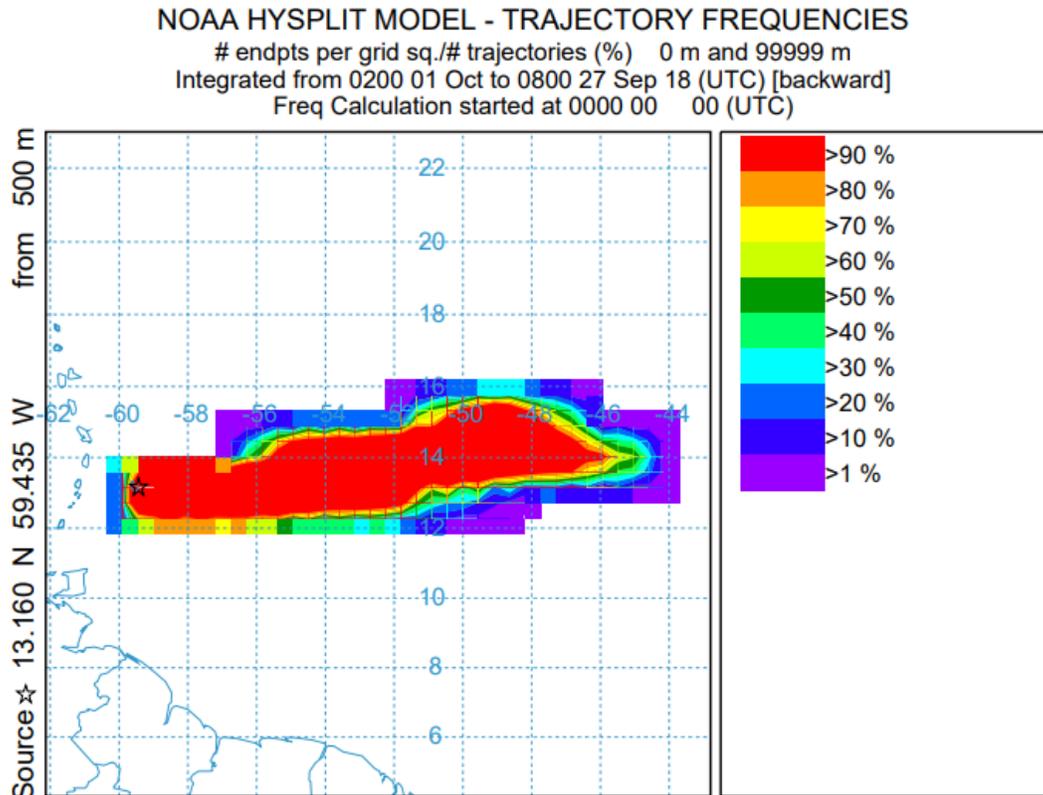


Figura 153. Frecuencias de trayectorias inversas del sitio Barbados



### Jamaica

En Jamaica los vientos son una combinación de los vientos predominantes del Este y del Noreste asociados con la variación del Atlántico Norte Alto (NAH). En promedio, la fuerza del viento varía inversamente con la lluvia. Por lo tanto, durante los meses más secos, cuando la isla está bajo la influencia de la NAH, enero-abril y julio, la velocidad del viento es mayor. El clima de Jamaica es de tipo cálido tropical, influenciado por el mar y los vientos alisios del noreste.

El comportamiento estacional desagregado del análisis de trayectorias inversas por trimestre se presenta en las Figuras 154 y el análisis de frecuencias, en la figura 155. Los resultados muestran un compartimiento anual de los vientos en dirección predominante de Este a Oeste, con comportamiento estacional variable de Noreste-Oeste y Sureste-Oeste. El fenómeno se debe principalmente a los vientos alisios, que generan viento en dirección a la zona ecuatorial a partir de los vientos alisios del sureste.

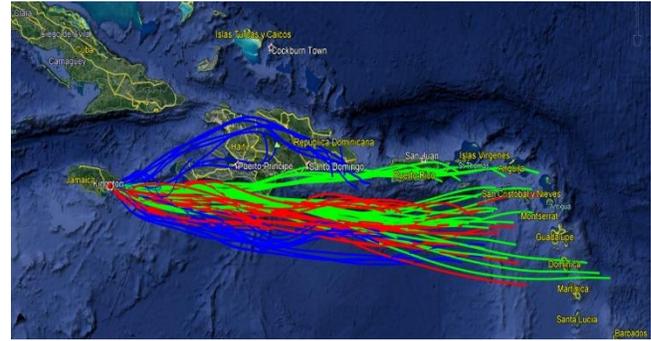
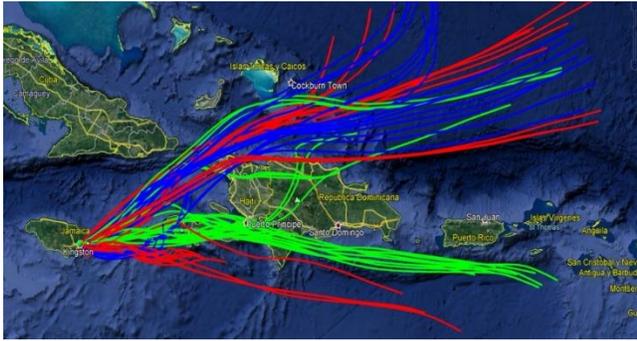
Adicionalmente las trayectorias inversas muestran que las parcelas de 24 horas están por debajo de los 200 metros sobre el nivel medio del mar, mostrando que los arrastres de las posibles emisiones contaminantes se deban a las zonas cercanas al sitio de monitoreo a nivel local y regional.

Las rutas de las trayectorias se muestran sobre Haití, República Dominicana, Puerto rico y las Islas caribeñas de Montserrat, Guadalupe y Dominica, entre otras. Sin embargo, se requiere de una análisis de largo alcance para establecer si las alturas de las trayectorias debido a los sistemas de convección en la zona intertropical tienen algún efecto local.

Figura 154. Trayectorias inversas trimestrales de Jamaica

Enero-marzo. Viento preponderante del Este con componentes del Noreste y Sur-Este

Abril-junio. Viento preponderante del Este con componentes del Sur-Este



Julio-septiembre. Viento preponderante del Este con componentes del Sur-Este

Octubre-diciembre. Viento preponderante del Este con componentes parciales del Nor-Este y componentes principales del Sur-Este

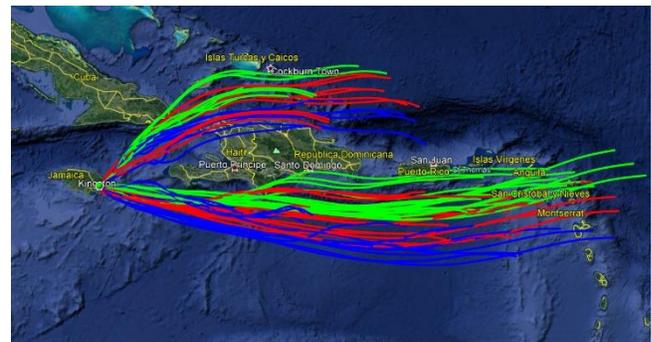
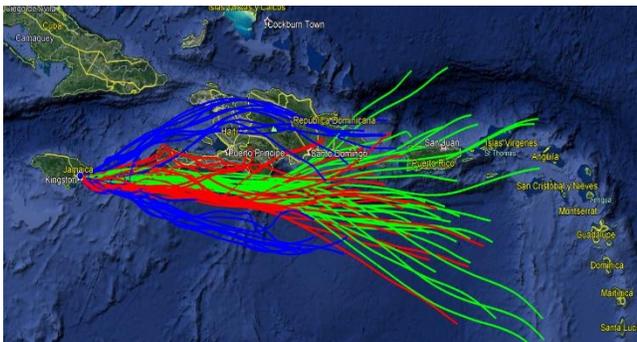
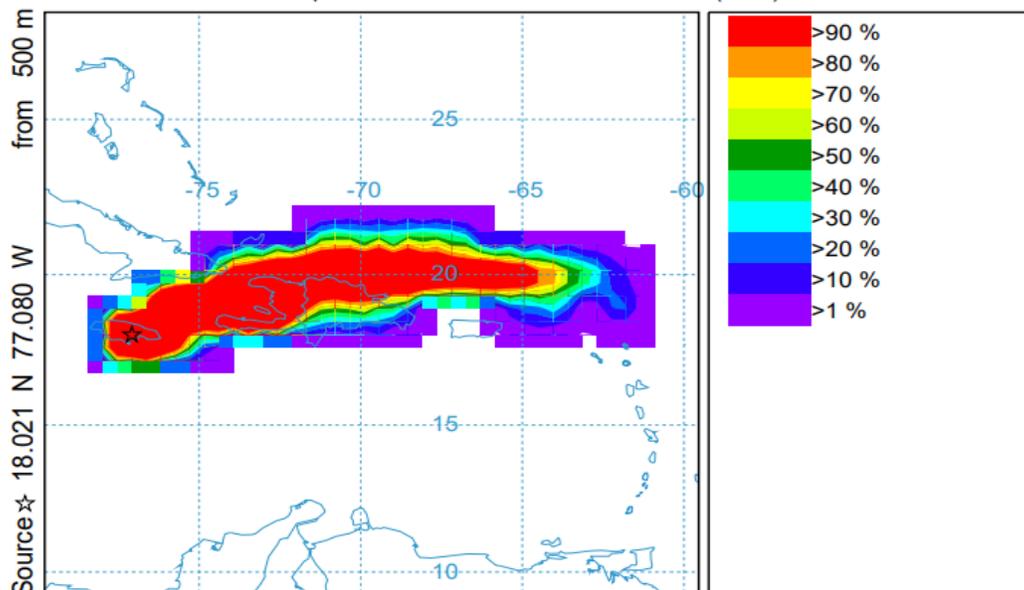


Figura 155. Frecuencias de trayectorias inversas del sitio Jamaica

NOAA HYSPLIT MODEL - TRAJECTORY FREQUENCIES  
 # endpts per grid sq./# trajectories (%) 0 m and 99999 m  
 Integrated from 0200 01 Oct to 0800 27 Sep 18 (UTC) [backward]  
 Freq Calculation started at 0000 00 00 (UTC)



## Uruguay

Uruguay se encuentra comprendido en la zona templada. La ausencia de sistemas orográficos importantes contribuye a que las variaciones espaciales de temperatura, precipitación y otros parámetros sea pequeña. El anticiclón semipermanente del Atlántico influye sobre el desarrollo del tiempo en Uruguay, la circulación horizontal que origina establece que la dirección predominante del viento sea del Noreste al Este, aportando masas de aire de origen tropical.

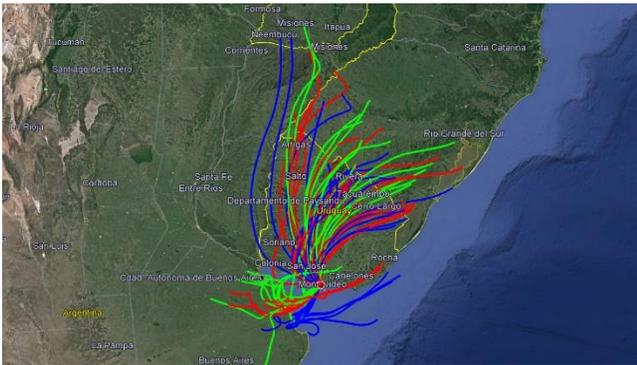
Asimismo, mantiene al igual que todo el territorio sur de América del Sur, una influencia importante del Pacífico y del Atlántico, donde la circulación anticiclónica genera una variación estacional de la circulación de los vientos ocasionando masas del sur al norte y del noreste al suroeste.

El comportamiento estacional desagregado del análisis de trayectorias inversas por trimestre se presenta en las Figuras 156 y el análisis de frecuencias, en la figura 157. En las rutas de las trayectorias se observa el comportamiento anticiclónico originando que las trayectorias sean provenientes del Norte, Noreste en un 70%, y del Sur-Oeste en un 30%.

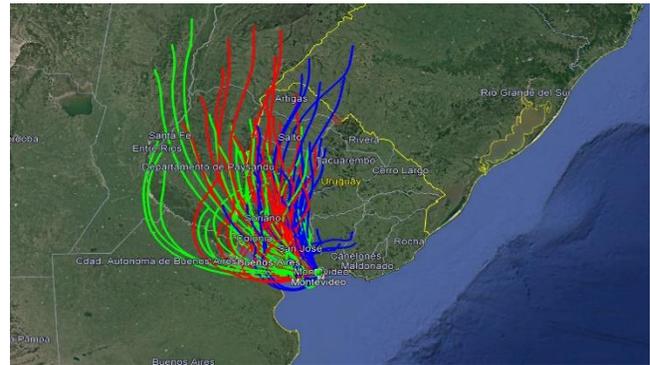
La mayor contribución proviene de la zona Norte donde las rutas pasan principalmente por las zonas sur de Brasil y del Paraguay, y el resto proviene del Atlántico, debido al anticiclón semipermanente del Atlántico. Con respecto a la contribución del sur la mayoría de las rutas de las parcelas de aire pasan por Argentina y una porción mínima de Chile.

Figura 156. Trayectorias inversas trimestrales de Uruguay

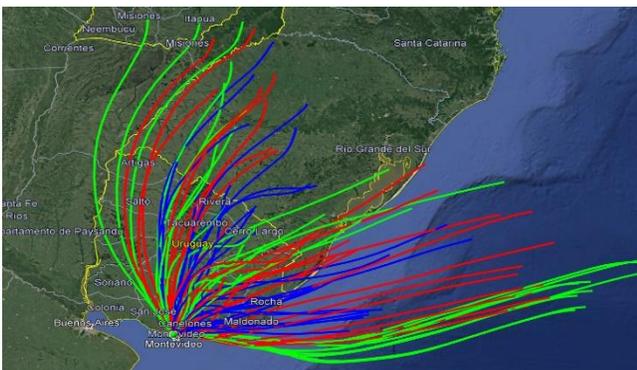
Enero-marzo. Viento predominante del Noreste y contribuciones menores del Sur-Oeste



Abril-junio. Viento predominante del Noroeste



Julio-septiembre Viento predominante del Norte y Noreste



Octubre-diciembre. Viento predominante del Sur-oeste y Sur-Este.

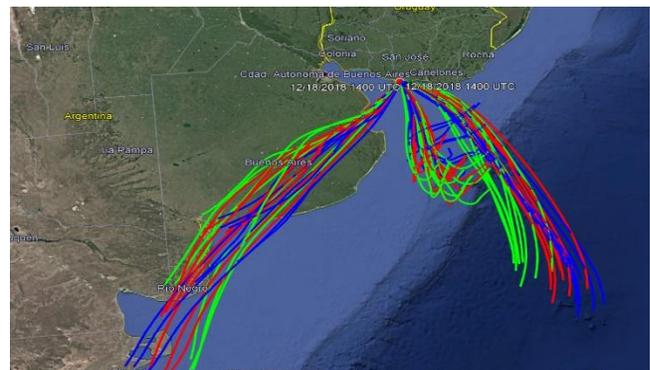
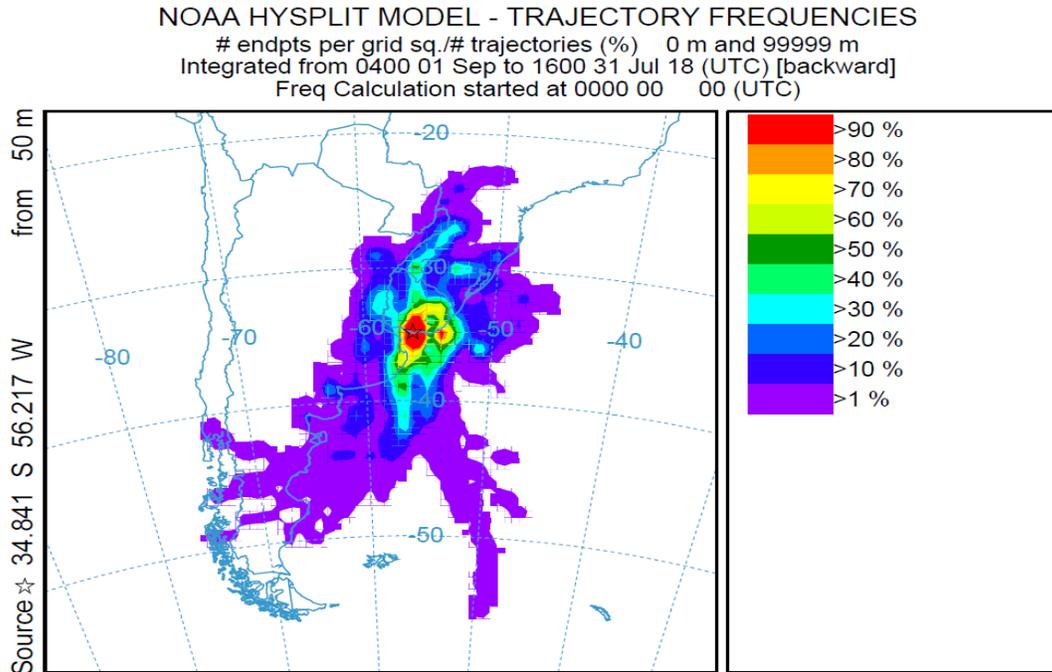


Figura 157. Frecuencias de trayectorias inversas del sitio Uruguay



Incendios y quemas agrícolas durante el 2018

El Sistema de Información sobre Incendios para la Gestión de Recursos (FIRMS) de la NASA distribuye datos de incendios activos en tiempo casi real, dentro de las 3 horas posteriores a la observación satelital del Espectrorradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada (MODIS) y del Conjunto de Radiómetros de Imágenes de Infrarrojos Visibles (VIIRS). MODIS es un sensor que trabaja con una resolución de un píxel por 1km, en cambio VIIRS mejora la resolución espacial a 375m. Además, el rendimiento nocturno es mucho mayor. FIRMS contiene, el producto de detección de incendios LANCE. Las ubicaciones de incendios activos casi en tiempo real (NRT) son procesadas por LANCE utilizando el producto estándar MODIS MOD14 / MYD14 Fire and Thermal Anomalies. Cada ubicación de incendio activa representa el centroide de un píxel de 1 km que el algoritmo marca como que contiene uno o más incendios dentro del píxel. A continuación, se muestran en las figuras 158 y 159, incendios reportados en la región en el año 2018.

Figura 158. Incendios y quemas reportados en la plataforma FIRMS-NASA 2018, Sur de América der Sur

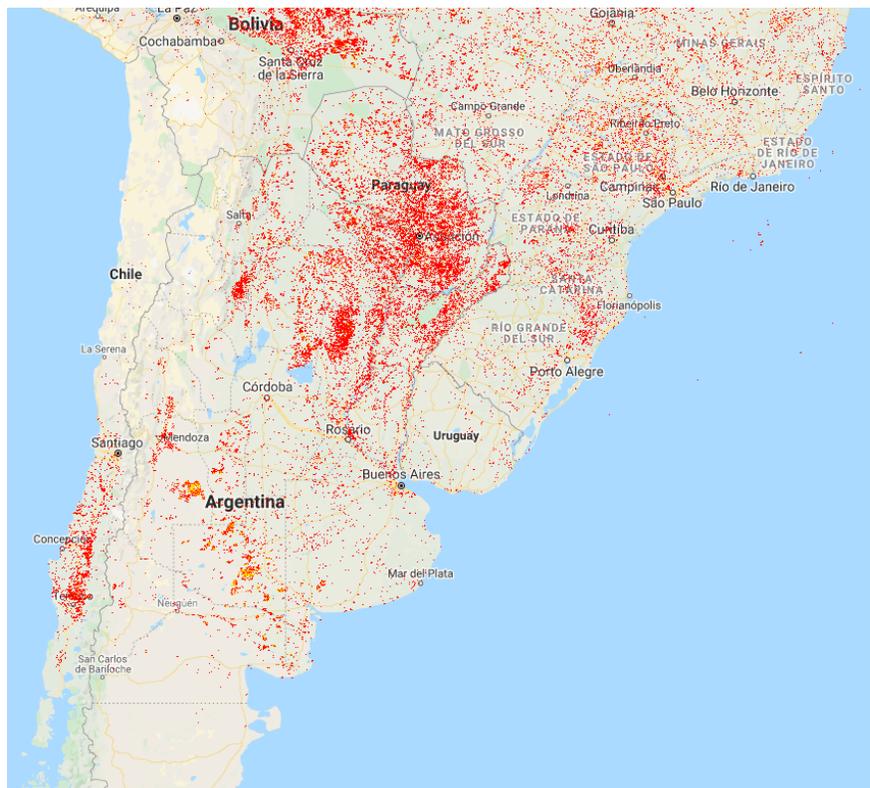


Figura 159. Incendios y quemas reportados en la plataforma FIRMS-NASA 2018, zona del Caribe



### Recomendaciones finales

Este primer análisis de trayectorias inversas muestra que para comprender los procesos de transporte al sitio de monitoreo es necesario contar con datos desagregados para poder relacionar y comprender los valores de las concentraciones observadas con posibles fuentes que pudieran contribuir a esos valores. Los informes técnicos y artículos científicos consultados muestran coincidencias en las rutas de las trayectorias observadas durante el 2018, sin embargo, los datos son muy pocos para establecer un comparativo con mayor nivel de detalle.

Las primeras imágenes mostradas de los incendios reportados durante el 2018 indican que existe una contribución importante de esta actividad que puede estar generando algunos contaminantes persistentes. Se recomienda ampliamente revisar a detalle estas contribuciones para identificar el tipo de quema, agrícola, residuos u otra, que se esté llevando a cabo en la región, como lo muestra el satélite.

Finalmente, como se comentó es importante realizar las trayectorias de largo alcance para identificar fuentes que puedan estar impactando a los sitios con la finalidad de mantener una vigilancia y monitoreo en términos de salud humana y ambiental.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

A lo largo de más de 15 años de la instauración del Plan de Vigilancia Mundial, la región de América Latina y el Caribe ha tenido grandes avances en el fortalecimiento de sus capacidades en el área de monitoreo y análisis de Contaminantes Tóxicos Persistentes y 20 de los 33 países que conforman la región han participado en algún programa de evaluación de COPs.

Sin embargo, los resultados muestran que es necesario consolidar este esfuerzo ya que la participación de los países no ha sido regular, su cumplimiento con las obligaciones establecidas por el Convenio ha disminuido, y la información reportada por estos países no está actualizada y en múltiples ocasiones no es consistente.

Aprovechar la experiencia que se ha desarrollado en la región para establecer Programas de Vigilancia Sostenibles que brinden además información relevante para la toma de decisiones a nivel nacional en una tarea pendiente en la Región.

Este Tercer Informe de Vigilancia analiza y compara toda la información disponible, en el repositorio de datos del PVM (GMP DWH), de las tres matrices objetivo y de todas las sustancias listadas actualmente en los Anexos A, B y C del Convenio. También incluye el primer análisis de trayectoria inversa de sitios seleccionados por presentar las medianas de concentraciones más altas de la región. Además, se incluye un análisis del cumplimiento de los países con las obligaciones establecidas en los artículos 7 y 15 del Convenio y se sintetiza la información contenida en los Informes Nacionales y en los Planes Nacionales de Implementación y sus actualizaciones. Los resultados se presentan a continuación.

#### 7.1.1. CONSIDERACIONES REGIONALES

Las fuentes de Contaminantes Orgánicos Persistentes en la Región de América Latina y el Caribe han ido disminuyendo debido al efecto de las prohibiciones aplicadas por los países de la región. De los 31 países del GRULAC que son signatarios de la Convención, 25 han informado de alguna prohibición en sus Informes Nacionales y 18 han informado de prohibiciones de producción desde 1980, a pesar de que muchos de ellos nunca han producido estos compuestos.

Desafortunadamente, el cumplimiento de los artículos 7 y 15 de la Convención disminuyó y solo dos países Panamá y Trinidad y Tobago han presentado las enmiendas a sus PNI requeridas por la COP 8. Asimismo, la presentación de informes disminuyó. Veinte países entregaron el cuarto informe, solo cuatro países han presentado los cuatro informes y aún seis países de la región nunca han presentado un informe.

De la información de 20 países del cuarto ciclo de reporte (2014-2018) se puede concluir que en la Región GRULAC:

- Solo dos países, Brasil y México, producen COPs
- Siete países reportan exportaciones
- Diez países reportan importaciones
- Diez países informan sobre la disposición final de COPs

En relación con el artículo 11 del Convenio, tres países mostraron capacidad para implementar programas de monitoreo (Brasil, Colombia y México), pero solo dos países (Argentina y México) establecen claramente la planificación futura de programas nacionales de monitoreo de COPs en sus PNI.

## 7.1.2. RESULTADOS DEL MONITOREO

### Resultados en Aire

Los datos disponibles para la evaluación de los cambios en los niveles de los COPs, en la matriz de aire, enumerados en los Anexos A, B y C del Convenio provienen principalmente del muestreo pasivo de tres programas de monitoreo: Proyectos PNUMA/GEF GMP II (programa AIR-GEF), el programa de Muestreo Pasivo Atmosférico Global (GAPS) y la Red Latinoamericana de Monitoreo Pasivo de la Atmósfera (LAPAN). Las concentraciones de referencia de 13 COPs, incluidos los nuevos, emergentes y el candidato PFHxS, se midieron en aire principalmente mediante el programa GAPS.

El análisis de COPs en la matriz de aire involucró 83 parámetros y 19 países en total, de los cuales nueve mantuvieron sitios de monitoreo que permitieron la evaluación de cambios de concentración. Dicho análisis presenta una gran variabilidad de datos y una baja recurrencia en los sitios de monitoreo. La comparación de medianas entre los períodos 2004-2012 y 2013-2018 a nivel regional y por programa de monitoreo, mostró disminuciones de concentración de casi el 75% de los parámetros medidos por el Programa GAPS y aumentos en 64% y 75% de los medidos por los programas AIR-GEF y LAPAN respectivamente. Se observa una disminución en la concentración en el período 2013-2018 para BPC, PCDD y PCDF y PeCB; y aumentos para los grupos Ciclodienos, DDT, dIBPC, HCH y BDE.

Los valores de medianas más altos se presentan generalmente en los sitios urbanos de los tres programas y los valores máximos en el programa Air-GEF. El Cono Sur seguido por el Caribe presentó la mayoría de los máximos valores de medianas.

En resumen, los sitios del Programa Air-GEF presentan aumento de concentración para la mayoría de los parámetros de los Ciclodienos a excepción de Endosulfanes; DDT e isómeros, HCB, HCH y los BPC con TEF, BDE y congéneres y TEQ de Dioxinas; y disminución para BPC y PCDD y PCDF. Con respecto a los parámetros medidos dentro del período 2016 a 2018, PeCB muestra aumento y PBB en general con valores abajo del LDC. Los valores máximos se dieron principalmente en St. James, Barbados, seguido de Montevideo, Uruguay y en tercer lugar Los Mochis, México.

El programa GAPS presenta reducciones significativas de la mayoría de los parámetros de los grupos Ciclodienos, BPC, HCH y BDE; medidos en los sitios urbanos y no clasificados (NC). Los sitios remotos registraron aumento en la mayoría de los parámetros de los Ciclodienos, BPC y HCH. En general, los sitios urbanos ostentan los valores de medianas más altos, sin embargo, destaca el sitio NC Sonora, México, 2014 que tuvo valores extremos en la mayoría de los parámetros.

Respecto al Programa LAPAN, los sitios urbanos exhibieron los mayores valores de concentración en comparación con los sitios NC y Remotos, y, aumento de valor de concentración en el período 2013 a 2016, comparándolo con 2010-2012, principalmente en aquellos sitios no recurrentes, es decir, los sitios que únicamente midieron en el período 2013-2016. Por otro lado, solamente Aldrín, HCB y BDE 153 tuvieron una disminución de concentración en los tres grupos de sitios. Los valores extremos de todos los parámetros se presentan principalmente en Brasil, seguido de Argentina y Colombia en tercer lugar.

Se observaron cambios de concentraciones de sitios recurrentes de 9 países. Los países que presentaron aumento en el mayor número de los grupos de compuestos fueron: Uruguay, seguido de Antigua y Barbuda y de Brasil; todos bajo el programa Air-GEF. En contraste, Brasil con el programa LAPAN, y Colombia y México con el programa GAPS, presentaron disminución en la mayoría de sus parámetros. Sin embargo, la mayoría de las más altas medianas de las concentraciones se observaron en Barbados y México, seguidos de Uruguay y Argentina. En general, para el mismo parámetro, se observó que las diferencias de concentración entre los sitios medidos dependen principalmente de la ubicación particular del muestreo y las características de los sitios urbanos, industriales y rurales (o remotos).

El uso de muestreo atmosférico activo en la región se limitó a un sitio ubicado en Brasil, que midió en 2016-2018, pero los datos no estuvieron disponibles; y de tres sitios ubicados en Manizales, Colombia, que midieron un día cada año en 2009 y 2010, y una semana en 2012. Esto es una debilidad detectada desde el segundo informe en la Región; se requiere fortalecer el uso de muestreadores activos, ya que al momento es limitado. Como se mencionó en informes anteriores, si bien el muestreo activo necesita más infraestructura y recursos, este método

representa la metodología estándar para analizar la contaminación del aire y debe usarse para calibrar y comparar las técnicas de muestreo pasivo.

### Resultados en Leche Humana

Para esta Tercera Evaluación, el estudio MILK-WHO suministró datos de 2001 a 2019 y de 14 países participantes. Sin embargo, solo 9 participaron en más de una ronda y 7 de ellos también participaron en la sexta ronda (2015 a 2019) y fueron la base de las comparaciones de concentraciones.

Los parámetros analizados en las muestras de Leche durante el período 2015-2019 fueron 108 de los cuales 13 parámetros fueron analizados por primera vez y constituyen concentraciones de referencia para futuras evaluaciones. Estos también incluyen sustancias emergentes y el candidato PFHxS que está en revisión para ser incluido en el Convenio.

De los 108 parámetros medidos, comparaciones a nivel regional mostraron que la mayoría de ellos presentó disminuciones en la concentración; 20 parámetros presentaron valores bajo el LDC o cero y algunos nunca han presentado valores superiores al LDC en ningún país de la región; sólo tres mostraron leves aumentos a nivel regional: Alfa-HBCD, Epóxido de cis-Heptacloro y la Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro. El Caribe seguido por el Cono Sur presentó la mayoría de los valores máximos de medianas.

Las comparaciones de concentraciones por parámetro y países con participación repetida en el estudio de leche materna mostraron, en general, que seis parámetros de 4 grupos aumentaron su concentración en tres o más países, no siendo significativo para el grupo de PCDD y PCDF y significativo para los demás:

- Insecticidas grupo Ciclodieno: Epóxido de cis-Heptacloro y la Suma de 2 Epóxidos de Heptacloro.
- Bifenilos Policlorados tipo dioxinas (con TEFs): BPC 77
- PCDD y PCDF: 1,2,3,4,7,8-HxCDF y 1,2,3,7,8-PeCDF
- Hexabromociclododecano: Alfa-HBCD

Los países que mostraron incrementos significativos en el mayor número de grupos de compuestos fueron Barbados y Jamaica.

Es necesaria la participación reiterada de los países en el estudio sobre la leche materna de la región para comprender mejor la exposición de los grupos vulnerables como indicadores para proteger a las generaciones futuras, como se establece en los Objetivos del Milenio y el Convenio de Estocolmo.

### Resultados en Agua

Se obtuvieron concentraciones de referencia de las tres sustancias sujetas a vigilancia bajo el Convenio de Estocolmo: PFOS, PFOA and PFHxS en seis sitios en donde se monitoreó en 2017 y 2018. El análisis estadístico regional de los 6 sitios UNEP/GEF GMP de GRULAC mostró mayores valores de concentración de las medianas de los datos de PFOS que los de PFOA y PFHxS; y aumento en las medianas del año 2018 en comparación con las de 2017 para las tres sustancias, posiblemente por el cambio de sitio en Brasil.

Comparaciones entre sitios, parámetros y años mostraron que los valores de medianas máximos se presentaron en Río de la Plata Argentina 2017 y 2018, seguido del canal São Paulo São Vicente, Brasil 2018 y el río de la Bahía Hunts en Jamaica 2017 para las tres sustancias; y valores mínimos en el río Amazonas Brasil 2017 seguido del sitio intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador. Se observaron incrementos en las concentraciones de PFOS y disminución de PFOA and PFHxS en 2018 para los cuatro sitios que midieron dos años: río de la Plata Argentina, intersección de los ríos Daule y Babahoyo en Ecuador, río de la Bahía Hunts en Jamaica y bahía Ohuira en México. Se detectaron concentraciones más altas para los tres parámetros en el canal São Paulo São Vicente, Brasil 2018 en comparación con el río Amazonas Brasil 2017.

Con respecto a los 47 parámetros medidos en el año 2016 por el programa Monet-Aqua, las comparaciones de concentraciones muestran en general, mayor concentración en la presa Peñol-Guatapé, Antioquia, Colombia que en el lago Llanquihue, Los Lagos, Chile para la mayoría de los parámetros.

### 7.1.3. EVIDENCIA DE TENDENCIAS TEMPORALES Y TRANSPORTE A GRANDES DISTANCIAS

Para detectar cambios en las concentraciones con cierta confiabilidad, se deben tomar en consideración las resoluciones temporales y espaciales para diseñar adecuadamente un programa de monitoreo regional y las mediciones deben mantenerse en los sitios seleccionados. Cabe mencionar que de los 93 sitios de monitoreo del GRULAC, el 57% operó solo un año. Además, en informes anteriores, los valores de fondo proporcionan resultados de sitios ubicados lejos de fuentes de emisión puntuales, y para la implementación de la tercera fase de GMP, algunos países cambiaron la ubicación de sus sitios y algunos sitios nuevos se incluyeron principalmente en áreas urbanas. La inconsistencia de la ubicación de los sitios en los países, la falta de participación regular de los países y la variabilidad de los datos no permitieron el análisis de tendencias significativas.

La evaluación del transporte de largo alcance en la región se realizó a través de la búsqueda de artículos científicos y la aplicación del análisis de retro trayectoria y el modelo HYSPLIT-NOAA en tres sitios que presentaron la mayoría de los valores máximos de medianas de la Región en las matrices de aire y leche materna. La mayoría de los artículos científicos identificados se refieren principalmente a otras partes del mundo, evidenciando la poca atención que la región ha recibido sobre este tema. Existen estudios locales de trayectoria inversa principalmente de México, de principios de la década de 2000, y estudios recientes de Colombia y el Caribe. No fue posible aplicar el modelo HYSPLIT-NOAA a más sitios de la región debido a la falta de recursos económicos para su aplicación.

Los resultados del análisis de trayectoria inversa y el modelo HYSPLIT-NOAA aplicado en los sitios de muestreo ubicados en Barbados, Jamaica y Uruguay a lo largo de 2018 indicaron que:

**Barbados:** dirección predominante de viento de Este a Oeste proveniente del Atlántico medio ecuatorial. Los patrones de circulación se deben principalmente a los vientos alisios. Las trayectorias inversas indican que los arrastres de las posibles emisiones contaminantes se deban a las zonas más cercanas al sitio de monitoreo, entre ellos emisiones marítimas y embarcaciones menores. Sin embargo, se considera importante para el sitio Barbados, realizar trayectorias inversas de largo alcance con la finalidad de evaluar posibles aportaciones del continente africano, ya que la literatura revisada hace referencia a contribuciones de polvo proveniente de África.

**Jamaica:** los vientos son una combinación de los vientos predominantes del Este y del Noreste asociados con la variación del Atlántico norte alto (NAH). Los resultados de las trayectorias inversas, así como el análisis de frecuencias, muestran un compartimiento anual de los vientos en dirección predominante de Este a Oeste, con comportamiento estacional variable de Noreste-Oeste y Sureste-Oeste. El análisis de trayectorias muestra que los arrastres de las posibles emisiones contaminantes se deban a las zonas cercanas al sitio de monitoreo a nivel local y regional. Las rutas de las trayectorias pasan sobre Haití, República Dominicana, Puerto Rico y las islas caribeñas de Montserrat, Guadalupe, Dominica entre otras; lo que implica un posible arrastre de emisiones de otras islas del caribe. Sin embargo, se requiere de un análisis de largo alcance para establecer si las alturas de las trayectorias debido a los sistemas de convección en la zona intertropical tienen algún efecto.

**Uruguay:** mantiene al igual que todo el territorio sur de Sud-América, una influencia importante del Pacífico y del Atlántico, donde la circulación anticiclónica genera una variación estacional de la circulación de los vientos, ocasionando masas de aire del sur al norte y del noreste al suroeste. En las rutas de las trayectorias se observa el comportamiento anticiclónico originando que las trayectorias sean provenientes del Norte, Noreste en un 70%, y del Sur-Oeste en un 30%; la mayor contribución proviene de la zona Norte donde las rutas pasan por las zonas sur de Brasil y del Paraguay, el resto proviene del Atlántico, debido al anticiclón semipermanente del Atlántico. Con respecto a la contribución del sur la mayoría de las rutas de las parcelas de aire pasan por Argentina y una porción mínima de Chile, entre mayo y agosto.

Este primer análisis de trayectorias inversas en los sitios monitoreados muestra que para comprender los procesos de transporte al sitio de monitoreo se requiere contar con datos desagregados de manera temporal para establecer la estacionalidad y poder relacionar y entender los valores de las concentraciones observadas y posibles fuentes que contribuyen a dichos valores. Asimismo, esta información permitirá evaluar estas fuentes en una segunda etapa y definir acciones locales o regionales de reducción o mitigación.

Se puede concluir que se deben diseñar e implementar estudios más sistemáticos para abordar este tema dentro de la región del GRULAC. El monitoreo pasivo del aire y el muestreo activo podrían usarse para modelar el transporte de COPs entre las áreas de origen y receptor. Se recomienda que se estimulen la capacitación y la formación en modelación de COPs en la región.

Asimismo, se revisaron imágenes satelitales de los incendios reportados durante 2018. Estas indican que hubo un aporte importante de estos eventos que pueden estar generando algunos contaminantes persistentes. Es muy recomendable revisar estas contribuciones en detalle para identificar el tipo de quema (agrícola, vegetación, residuos) que se estaba llevando a cabo en la región.

#### 7.1.4. VACÍOS DE INFORMACIÓN

Como se mencionó en Informes Regionales de Monitoreo anteriores, la ausencia de un programa regional o nacionales de monitoreo sostenibles que cubran las brechas en algunas subregiones del GRULAC con medición periódica, datos desagregados, muestreo activo e información meteorológica en el sitio, son factores limitantes para el establecimiento de tendencias temporales y espaciales y estudios relevantes de transporte a grandes distancias; y representan una de las brechas más importantes. Los programas de seguimiento existentes todavía cuentan con el apoyo de financiamiento externo.

Esta falta de sitios con monitoreo a largo plazo y la variabilidad de los datos impiden tener tendencias significativas en la región. Es necesario ampliar las redes de monitoreo del aire existentes mediante el uso de técnicas de muestreo tanto pasivas como activas, y se debe realizar un esfuerzo para abarcar todos los COPs del Convenio de Estocolmo. Para lograrlo es necesario comprometer la participación de cada país.

También, se necesitarán recursos para apoyar la extensión de los programas existentes y su permanencia, y también para aplicar encuestas periódicas sobre leche materna o preferentemente continuar con la encuesta de la OMS. Los Ministerios de Salud también podrían contribuir de manera significativa a este trabajo si fueran conscientes de los beneficios de participar en tales programas globales.

El compromiso de los países para sostener programas de monitoreo debe basarse en el interés nacional de reducir el riesgo de exposición a esas sustancias y en su voluntad de establecer una estructura regional para apoyar programas de monitoreo a largo plazo. Sin embargo, el compromiso ha disminuido y la región cuenta con limitada información actualizada de la gestión de los productos químicos, inventarios y liberaciones entre otros.

Existen avances en ALC en lo que se refiere a las capacidades técnicas para el muestreo y análisis de compuestos orgánicos persistentes al respecto los entrenamientos in situ proporcionados por el proyecto GEF han sido de enorme importancia. Si bien la región posee laboratorios que demostraron un buen desempeño en los ejercicios interlaboratorios, la gran mayoría no alcanzó el buen desempeño en últimas rondas de los ejercicios interlaboratorio realizadas bajo el marco de las actividades de los proyectos UNEP/GEF. Esto demuestra que continúa siendo necesario el fortalecimiento de las capacidades analíticas de la región y más aun teniendo en cuenta los desafíos que impone el Convenio al incorporar continuamente nuevos compuestos a sus listados, algunos siendo familias de compuestos difíciles de analizar.

Asimismo, "El Plan de Acción para la Cooperación regional en la gestión de productos químicos y desechos" elaborado por la Red Intergubernamental de Productos Químicos y desechos para América Latina y el Caribe y aprobado en la XXII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe que se llevó a cabo del 1 al 2 de febrero de 2021, establece que:

"Se puede ver que los países están avanzando en el establecimiento de los marcos básicos de la gestión de sustancias químicas y desechos. También se está fortaleciendo la infraestructura mediante la creación de nuevos departamentos o direcciones en las organizaciones e instituciones públicas para abordar directamente la gestión de las sustancias químicas. Ahora surgen nuevos desafíos, y mientras que los países necesitan hacer cumplir la gestión racional de las sustancias químicas, los recursos siguen siendo escasos. Por ejemplo, aún falta infraestructura clave como una red de laboratorios con capacidad para analizar sustancias químicas prioritarias, interpretar los resultados y brindar información para toma de decisiones" (<https://www.unep.org/es/events/evento-de-onu-medio-ambiente/xxii-foro-de-ministros-de-medio-ambiente-de-america-latina-y-el>).

En este sentido, es importante que los gobiernos nacionales asuman la responsabilidad que adquirieron al momento de aceptar participar en el Convenio de Estocolmo, brindando los recursos e información que les permitan cumplir con sus compromisos establecidos en los Artículos del Convenio, tales como informar, actualizar y modificar sus Planes Nacionales de Implementación; y contribuir con el PVM que debe estar vinculado a su PNI ya que proporciona información valiosa para la toma de decisiones en la gestión racional de los productos químicos.

## 7.2 RECOMENDACIONES

La región debe desarrollar sus propias capacidades, ya que la mayoría de los programas de monitoreo están actualmente apoyados y administrados por organizaciones fuera de la región. Deben fomentarse las sinergias entre países. La interacción entre el gobierno, la academia, la industria y las organizaciones de la sociedad civil (OSC) es necesaria, tanto a nivel nacional como regional, para construir una estrategia exitosa para enfrentar el desafío de monitorear los niveles de COPs en las matrices objetivo del PVM. La participación regional en los programas de monitoreo requiere una estrategia común, apoyo financiero continuo, recursos humanos y creación de capacidad para lograr la tarea de recopilar datos comparables y de alta calidad para contribuir al PVM y la evaluación de la eficacia del Convenio de Estocolmo.

También debería mejorarse la cobertura espacial; Centroamérica sigue siendo una gran brecha en la región; como se mencionó en informes anteriores, podría ser posible establecer programas de monitoreo que definan las subregiones que comparten algunas similitudes (por ejemplo, ecorregiones que cruzan fronteras nacionales). La evidencia de concentraciones de COP en varias especies de vida silvestre endémica no migratoria (aves, mamíferos marinos, mejillones y otros), así como suelos y musgos se encuentran en la literatura científica y el monitoreo en otros medios también se mencionó en los PNI; pero solo Colombia informó de la existencia de un programa formal de monitoreo de COPs en aguas costeras y sedimentos.

Se requiere un acuerdo regional entre países para definir si los niveles en otros medios podrían usarse como indicadores regionales o centinelas (*ecomarkers*) de contaminación por COPs locales o regionales o como indicadores suplementarios para la evaluación de tendencias temporales dentro de un programa de monitoreo inter-regional para evaluaciones futuras.

La implementación del Plan de Vigilancia de Contaminantes Orgánicos Persistentes como herramienta para monitorear el progreso en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible debe ser alentada por los gobiernos y las agencias ambientales en América Latina y el Caribe.

El desafío para las autoridades ambientales responsables de la implementación del Plan de Vigilancia Mundial de Contaminantes Orgánicos Persistentes es reconocer su importancia y responsabilidad a largo plazo, reducir las concentraciones de COPs, incentivar el desarrollo y uso de tecnologías limpias e implementar políticas para reducir riesgos ambientales que causan daños a la salud humana y al ambiente.

También es necesario llamar la atención sobre la situación de deterioro socioeconómico en la región, por un lado, el aumento de la degradación ambiental, especialmente en la Selva Amazónica y la pérdida de biodiversidad, lo que significa una amenaza para la salud pública; y por el otro, desestabilización de los sistemas gubernamentales existentes, aumentando consumo de tecnologías obsoletas, deterioro del sistema educativo, pérdida del bienestar y los derechos humanos. Este es el escenario actual de América Latina. Existe la necesidad de una mayor unión de los pueblos y el reconocimiento de la importancia de América Latina, como una región con gran potencial de innovación, creatividad y responsabilidad. Es necesario tener un desarrollo económicamente estable y socialmente justo que resulte en la sostenibilidad de América Latina y el Caribe.

Aún están pendientes las recomendaciones formuladas en el Primer Informe de Vigilancia del GRULAC: “La región GRULAC debería establecer una estructura de coordinación para el desarrollo de un Plan de Acción Regional (PAR). El GOR podría fortalecerse para formar parte de esta estructura de coordinación, que desempeñaría un papel clave en el establecimiento y preparación de un Plan de Acción Regional (PAR) de mediano/largo plazo. La formulación de un PAR permitiría: (i) evaluar las opciones disponibles y las acciones necesarias para cumplir con los requerimientos del Convenio de Estocolmo en relación con la vigilancia de los COPs; (ii) desarrollar un programa de vigilancia regional, que indique los alcances, limitaciones, costos y beneficios e (iii) identificar los requerimientos para la construcción de capacidades y para la asistencia externa en la puesta en marcha del PAR.

Los países deberían hacer un esfuerzo para optimizar los recursos disponibles en términos de infraestructura, recursos humanos y sistemas de aseguramiento y control de la calidad. Los países con mayor experiencia en la región deberían promover también las actividades de construcción de capacidades a nivel subregional a través de los Centros Regionales. Algunos países cuentan con suficiente infraestructura y recursos humanos para promover cursos de entrenamiento e iniciativas de colaboración a largo plazo con sus vecinos, con el objetivo de alcanzar las metas del Convenio.

En el futuro, las principales funciones del GOR-GRULAC podrían ser las siguientes: (i) llamar la atención de los gobiernos acerca de la vigilancia de los COPs y la necesidad de desarrollar un Plan de Acción Regional; (ii) facilitar la coordinación dentro de la región para permitir el desarrollo exitoso y puesta en marcha del PAR; (iii) desarrollar la estructura y los procedimientos para el desarrollo del PAR; (iv) desarrollar un mecanismo para la planificación, la gestión o supervisión del desarrollo del PAR (v) planear e iniciar campanas de diseminación de la información”.

El monitoreo de métricas clave de contaminación, especialmente de contaminantes orgánicos persistentes y exposición de la población, es una necesidad crítica en todos los países. Una necesidad adicional es el seguimiento del análisis estadístico, que puede utilizarse para evaluar el éxito de las acciones políticas.

## REFERENCIAS

- Agam et al, 1999. Hasmy Agam, Sam Daws, Terence O'Brien and Ramesh Takur (26 March 1999). What is Equitable Geographic Representation in the Twenty-First Century (PDF Report). United Nations University. Retrieved 27 February 2019.
- Ambiente, G. O. M., 2017. COP'S Convenio de Estocolmo. Plan Nacional de Aplicación. Paraguay. Paraguay.
- Avella, E., Fernandez, M., & Paredes, H., 2008. Belize national implementation plan to manage and phase-out persistent organic pollutants in accordance to the Stockholm Convention. Belmopan, Belize.
- Baabish, A., Sobhanei, S., & Fiedler, H., 2021. Priority perfluoroalkyl substances in surface waters - A snapshot survey from 22 developing countries. *Chemosphere*, 273, 129612. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129612>
- Banco Mundial, 2015. Grupo Banco Mundial. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Indigenous Latin America in the Twenty-First Century: the First Decade, Washington, D.C. World Bank Group. 2015.
- Banco Mundial, 2018. Grupo Banco Mundial. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Afrodescendientes en Latinoamérica. Hacia un marco de inclusión. 2018. <https://www.bancomundial.org/es/region/lac/brief/afro-descendants-in-latin-america>.
- Banco Mundial, 2020a. Banco de datos del Banco Mundial. Indicadores de Desarrollo Mundial. 2020. <https://datatabank.bancomundial.org/>.
- Banco Mundial, 2020b. Banco Mundial en América Latina y el Caribe. Coronavirus: La respuesta del Grupo Banco Mundial ante la emergencia mundial de hacer frente a la pandemia. América Latina y el Caribe: panorama general. 2020. <https://www.bancomundial.org/es/region/lac/overview>.
- Banco Mundial, 2020c. Banco de datos del Banco Mundial. Tierras agrícolas. 2020. [https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.AGRI.K2?name\\_desc=false](https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.AGRI.K2?name_desc=false)..
- Bárcena *et al*, 2020. Alicia Bárcena Ibarra, Joseluis Samaniego, Wilson Peres y José Eduardo Alatorre. La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?, Libros de la CEPAL, N° 160 (LC/PUB.2019/23-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.
- BID, 2018. Banco Interamericano de Desarrollo. Proceso Regional de las Américas. Foro Mundial del Agua 2018. Informe Regional América Latina y el Caribe/Resumen ejecutivo 2018. [https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/informe\\_regional\\_america\\_latina\\_y\\_caribe.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/informe_regional_america_latina_y_caribe.pdf)
- Bliss, 2009. Katherine E. Bliss. Health in Latin America and the Caribbean. Challenges and Opportunities for U.S. Engagement. A Report of the CSIS Global Health Policy Center. April 2009.
- Bolaño-Truyol *et al*, 2021. Jehison Bolaño-Truyol, Ismael L. Schneider, Heidis Cano Cuadro, Jorge D. Bolaño-Truyol, Marcos L.S. Oliveira, Estimation of the impact of biomass burning based on regional transport of PM2.5 in the Colombian Caribbean, *Geoscience Frontiers*, 2021, 101152, ISSN 1674-9871, <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101152>.
- Boman *et al*, 2015. Johan Boman, Samuel M. Gaita, Mass, black carbon and elemental composition of PM2.5 at an industrial site in Kingston, Jamaica, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, Volume 363, 2015, Pages 131-134, ISSN 0168-583X, <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2015.08.068>.

- Butler, 2016. Rhet A. Butler. The top 10 most biodiverse countries. What are the world's most biodiverse countries?
- CCA, 1997. Continental Pollutant Pathways. Secretariat of the Commission for Environmental Cooperation (CEC), Quebec, 1997.
- Centeno & Lajous, 2018. Challenges for Latin America in the 21st Century. Article from the book The Age of Perplexity. By Miguel Ángel Centeno and Andrés Lajous, 2018. <https://www.bbvaopenmind.com/en/articles/challenges-for-latin-america-in-the-21-st-century/>.
- CEPAL, 2014a. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Guaranteeing indigenous people's rights in Latin America: Progress in the past decade and remaining challenges, November 2014. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37051/4/S1420782\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37051/4/S1420782_en.pdf).
- CEPAL, 2014b. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Indigenous Peoples in Latin America. Infographic. Source: Guaranteeing indigenous people's rights in Latin America: progress in the past decade and remaining challenges. [https://www.cepal.org/sites/default/files/infographic/files/indigenas\\_ingles.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/infographic/files/indigenas_ingles.pdf)
- CEPAL, 2019a. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2018. Naciones Unidas. Marzo 2019. <https://www.cepal.org/en/node/48414>
- CEPAL, 2019b. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPALSTAT/ Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas. América Latina y el Caribe: Perfil Económico Regional. [https://estadisticas.cepal.org/cepalsat/Perfil\\_Regional\\_Economico.html?idioma=spanish](https://estadisticas.cepal.org/cepalsat/Perfil_Regional_Economico.html?idioma=spanish).
- CEPAL, 2020a. Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, 2019 (LC/PUB.2020/2-P), Santiago, 2020. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45353/4/S1900583\\_mu.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45353/4/S1900583_mu.pdf).
- CEPAL, 2020b. The 2030 Agenda for Sustainable Development in the new global and regional context: scenarios and projections in the current crisis (LC/PUB.2020/5), Santiago, 2020. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45338/4/S2000207\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45338/4/S2000207_en.pdf).
- Claude Davis & Associates, 2005. National Implementation Plan for Management of POPs in Jamaica. Jamaica.
- Coca, G. M., Colomo, C., Aguilar, A. P., & López, J., 2004. Plan nacional de implementación de la república de Bolivia Para el cumplimiento del convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes. Bolivia.
- COFLAC, 2017. Comisión Forestal para América Latina y el Caribe. El estado de los bosques y el sector forestal en la región. Trigésima Reunión - Tegucigalpa - Honduras, 25 al 29 de septiembre de 2017.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2005. Plan nacional de implementación para la gestión de los contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en Chile. Chile.
- Comité Nacional de Coordinación del Proyecto GEF-COPs, 2006. Plan Nacional de Implementación para la gestión de los contaminantes orgánicos persistentes en el Ecuador. Ecuador.
- Corpart, 2017. Guillaume Corpart. The Top 5 Health Conditions in Latin America. AMericnas MARkET Intelligence. Healthcare. July 27, 2017.
- CRS, 2020. Congressional Research Service. Indigenous Peoples in Latin America: Statistical Information Updated July 16, 2020. <https://crsreports.congress.gov>. <https://fas.org/sqp/crs/row/R46225.pdf>.
- De Lacerda, J. P. A., 2019. The History of the Dioxin issue in Brazil: From citrus pulp crisis to food monitoring (REVIEW). Environment International, 122(November 2018), 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.11.016>
- Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible, 2010. Plan Nacional de aplicación del convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes COP, en la República de Colombia -PNA. República de Colombia.

EHS y CARPHA, E. H. and S. D. D. C. P. H. A., 2018. National Implementation Plan (NIP) for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) for Saint Kitts and Nevis. Saint Kitts and Nevis.

EHS, E. H. and S. D. D., 2019. National Implementation Plan (NIP) Update for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) for Suriname. Suriname.

El Clima y su Variabilidad en Uruguay, pagina, <http://meteorologia.fcien.edu.uy/Curuguay.html>

Endorsement Doc., 2014. POPs GMP II GRULAC CEO Endorsement Request\_16.12.2014

Environmental Coordinating Unit, 2006. National Implementation Plan for the management of Persistent Organic Pollutants Dominica. Dominica.

EPA, 2003. Scott D. Klemm, Michele Knox Palmer, Howard Zar. Long-Range Atmospheric Transport of Persistent Bioaccumulative Toxics from Central America. U.S. Environmental Protection Agency Region 5. 905-R-02-004 July 2002 Revised July 2003.

Fiedler H, 2019. Organization and Outcomes of Four Interlaboratory Assessments on Persistent Organic Pollutants. Heidelore Fiedler Örebro University School of Science and Technology MTM Research Centre. Draft: October 2019.

Foro Económico Mundial, 2018. ¿Cuáles son las mayores economías del mundo? <https://es.weforum.org/agenda/2018/10/cuales-son-las-mayores-economias-del-mundo/>.

Francisco, A. P., Nardocci, A. C., Tominaga, M. Y., da Silva, C. R., & de Assunção, J. V., (2017). Spatial and seasonal trends of polychlorinated dioxins, furans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in air using passive and active samplers and inhalation risk assessment. *Atmospheric Pollution Research*, 8(5), 979–987. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.03.007>

GCM, 2014. Report of the Meeting of the Coordination Group for the Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants under the Stockholm Convention. Geneva, Switzerland, from 10 to 12 November 2014.

GCM, 2015. Report of the Meeting of the Coordination Group for the Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants under the Stockholm Convention. Geneva, Switzerland, from 5 to 8 October 2015.

GCM, 2016. Report of the Meeting of the Coordination Group for the Global Monitoring Plan (GMP) for Persistent Organic Pollutants (POPs) under the Stockholm Convention. Geneva, Switzerland, 3 October 2016.

GCM, 2018. Report of the meeting of the Regional Organization Groups and the Global Coordination Group for the Global Monitoring Plan under the Stockholm Convention. Brno, Czech Republic, 30 May to 1 June 2018.

GCM, 2019. Report of the Meeting of the Coordination Group for the Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants under the Stockholm Convention. Geneva, Switzerland, 15 to 17 October 2019.

GEF, 2007. Asistencia Técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA y financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes en el Perú. Perú.

Government of Saint Lucia, 2006. National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 2006 TO 2020. Saint Lucia.

Government of St Vincent and the Grenadines, 2015. National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Government of Saint Vincent and the Grenadines. St Vincent and the Grenadines.

Government of the Republic of Trinidad and Tobago. GEF, 2018. Trinidad and Tobago. Updated National Implementation Plan (NIP) 2018 for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). Trinidad and Tobago.

GRULAC, 2019. Latin American and Caribbean Group (GRULAC). Ministry of Foreign Affairs of Colombia. Ministry of Foreign Affairs of Colombia. n.d. Retrieved 28 February 2019.

Haarig *et al*, 2019. Haarig, M., Walser, A., Ansmann, A., Dollner, M., Althausen, D., Sauer, D., Farrell, D., and Weinzierl, B. Profiles of cloud condensation nuclei, dust mass concentration, and ice-nucleating-particle-relevant aerosol properties in the Saharan Air Layer over Barbados from polarization lidar and airborne in situ measurements, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 13773–13788, <https://doi.org/10.5194/acp-19-13773-2019>, 2019.

Hu, Z., Li, J., Li, B., & Zhang, Z., 2019. Annual changes in concentrations and health risks of PCDD/Fs, DL-PCBs and organochlorine pesticides in ambient air based on the Global Monitoring Plan in São Paulo. *Environmental Pollution*, 255, 113310. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113310>.

Hůlek *et al.*, 2020. Hůlek R., Borůvková J., Gregor J., Kalina J., Bednářová Z., Šebková K., Hruban T., Novotný V., Ismael M., Klánová J. Global Monitoring Plan Data Warehouse of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: visualisation and on-line analysis of global levels of chemicals in air, water, breast milk and blood [online]. Masaryk University, 2020. Disponible en: <http://data.pops-gmp.org/2020>.

Informe Taller, 2015. Informe del Taller Regional de Inicio del Proyecto UNEP/GEF “Apoyo en la Implementación del Programa de Vigilancia Mundial de Compuestos Orgánicos Persistentes en los países de América Latina y el Caribe” fase 2. Organizado por: Centro Coordinador del Convenio de Basilea, Centro Regional del Convenio de Estocolmo, para América Latina y Caribe (CCCB-CRCE). Uruguay, 2015.

INPE, 2021. Programa Queimadas. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Brazil, 2021. Web Site [https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas\\_estados/](https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/)

Lohmann *et al*, 2017. Lohmann, R., Muir, D., Zeng, E. Y., Bao, L., Allan, I. J., Arinaitwe, K., Booij, K., Helm, P., Kaserzon, S., Mueller, J. F., Shibata, Y., Smedes, F., Tzapakis, M., Wong, C. S. and You J. Aquatic Global Passive Sampling (AQUA-GAPS) Revisited: First Steps toward a Network of Networks for Monitoring Organic Contaminants in the Aquatic Environment. *Environmental. Science & Technology* DOI: 10.1021/acs.est.6b05159. *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51, 1060–1067. Published: December 16, 2016.

Lotufo, 2015. Lotufo PA. Knowing for whom the bell tolls: acting locally and thinking globally. Brazil, Latin America and the Global Burden of Diseases, 2015. *Sao Paulo Med J.* 2016;134(6):469-72. PMID: 28076628; doi: 10.1590/1516-3180.2016.1346171016.

Lotufo, 2018. Lotufo PA. Launching the Latin American Epidemiological Cooperation relating to Noncommunicable Diseases, 2018. *Sao Paulo. Med J.* 2018;136(3):189-191.

MARENA, M. del A. y los R. N., 2005. Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes PNA 2006-2026. Nicaragua.

Mid Term Review, 2019. Mid Term Review Final Report GRULAC Region. Continuing Regional Support for the POPs GMP under the Stockholm Convention By Dr Rina Guadagnini rina@pan-uk.org for Pesticide Action Network. December 2019.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017. Plan Nacional de aplicación del convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes COP, en la República de Colombia. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Energía dirección de Gestión de Calidad Ambiental, 2015. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo para la gestión de contaminantes persistentes COP en Costa Rica. Costa Rica.

Ministerio de ciencia, tecnología del medio ambiente, 2008. Plan de aplicación nacional para la gestión de Contaminantes Orgánicos Persistentes Cuba. Cuba.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo El Salvador. El Salvador.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016. Plan Nacional de Implementación Guatemala. Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes 2016 – 2025. Guatemala.

Ministerio de Salud. Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos, 2018. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo en la República de Panamá, para la gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes. Panamá.

Ministerio del Medio Ambiente, 2017. Plan nacional de implementación para la gestión de los contaminantes orgánicos persistentes en Chile 2018- 2022. Chile.

National implementation plan for the management of persistent organic pollutants, 2007. Barbados.

Nikolau, 2016. 4 environmental rights issues to follow in Latin America. By Lisa Nikolau. Septiembre 2016. <http://www.humanosphere.org/environment/2016/09/4-environmental-rights-issues-follow-latin-america/>

Odino et al, 2012. R., A. Gabrielli, L. Piuma, E. Reina y R. Suárez Ántola “Composición Elemental de las Partículas del Aire de una Zona de Montevideo – Uruguay”, Actas E-ICES 7, pp. 243-252, Comisión Nacional de Energía Atómica (RA), 2012. ISBN 978-987-1323-27-2 DOI: 10.13140/2.1.4473.3448.

OECD, 2019. Organization for Economic Co-operation and Development. The challenges of the global economic situation for Latin America. Speech by Ángel Gurría, OECD Secretary-General. Montevideo, Uruguay. October, 2019. <https://www.oecd.org/about/secretary-general/challenges-of-global-economic-situation-for-latin-america-uruguay-october-2019.htm>.

OECD, 2020. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Panorama de las Administraciones Públicas. América Latina y el Caribe 2020, OECD Publishing, Paris. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/1256b68d-es.pdf?expires=1606700197&id=id&accname=quest&checksum=6E4EFC5BA325512F9C1A9AE5C3224398>

OIT, 2019. Organización Internacional del Trabajo. Aplicación del Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales núm. 169 de la OIT: Hacia un futuro inclusivo, sostenible y justo. Ginebra, 2019. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_735627.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_735627.pdf)

OMS, 2016. Organización Mundial de la Salud (2016). El impacto en la salud pública de los productos químicos: conocimientos y desconocimientos. Programa internacional sobre seguridad química. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/206553/WHO\\_FWC\\_PHE\\_EPE\\_16.01\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/206553/WHO_FWC_PHE_EPE_16.01_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

ONU, 2018b (UN, 2018b). Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos Persistentes (COP). Texto y anexos. Enmendado en 2017. ONU medio ambiente. Secretaría del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (SSC por sus siglas en inglés), 2018.

ONUAA, 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>. Y, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EF>.

OPS, 2020. Organización Panamericana de la Salud. Alertas y actualizaciones epidemiológicas, 2020. <https://www.paho.org/es/alertas-actualizaciones-epidemiologicas>.

P Boylan, D Helmig, S Oltmans... - Elementa: Science of the ..., 2015. Ozone in the Atlantic Ocean marine boundary layer Ozone in the Atlantic Ocean marine boundary layer - online.ucpress.edu.

Pesticide and Toxic Chemicals Control Board. Ministry of Agriculture. (2013). National Implementation Plan for Guyana under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Republic of Guyana.

PNUD, 2010. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2010). América Latina y el Caribe, una superpotencia de biodiversidad. Un documento de Política. Comisión para la Biodiversidad, Ecosistemas,

Finanzas y Desarrollo. [https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/biodiversity/Latin-America-and-the-Caribbean---A-Biodiversity-Superpower--Policy\\_Brief\\_SPANISH.pdf](https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/biodiversity/Latin-America-and-the-Caribbean---A-Biodiversity-Superpower--Policy_Brief_SPANISH.pdf).

PNUDLAC, 2020. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo América Latina y el Caribe. La Importancia de los Bosques. Una gestión sostenible de los bosques en América Latina y el Caribe. <https://undplac.exposure.co/la-importancia-de-los-bosques>. Marzo, 2020.

POPS COP 1.SC-1/22, 2005. SC-1/22: Party reporting, timing and format. (UNEP-POPS-COP.1-SC-1/22.)

POPS COP 3.SC-3/19, 2007. SC-3/19: Effectiveness evaluation. (UNEP-POPS-COP.3-SC-3/19.)

Pozo, K., Oyola, G., Estellano, V. H., Harner, T., Rudolph, A., Prybilova, P., ... Focardi, S., 2017. Persistent Organic Pollutants (POPs) in the atmosphere of three Chilean cities using passive air samplers. *Science of the Total Environment*, 586, 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.054>

Rauert et al., 2016. Rauert, C., Harner, T., Schuster, J. K., Quinto, K., Fillmann, G., Castillo, L. E., ... Zuluaga, B. H. A. (2016). Towards a regional passive air sampling network and strategy for new POPs in the GRULAC region: Perspectives from the GAPS Network and first results for organophosphorus flame retardants. *Science of the Total Environment*, 573(July), 1294–1302. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.229>

Rauert et al., 2018. Cassandra Rauert, Tom Harner, Jasmin K. Schuster, Anita Eng, Gilberto Fillmann, Isabel Moreno Rivadeneira, Oscar Fentanes, Martín Villa Ibarra, Karina S.B. Miglioranza, Luisa Eugenia Castillo, Karla Pozo, Beatriz Helena Aristizabal Zuluaga, 2018. Air monitoring of new and legacy POPs in the Group of Latin America and Caribbean (GRULAC) región. *Environmental Pollution* 243 (2018) 1252e1262. Journal Homepage: [www.elsevier.com/locate/envpol](http://www.elsevier.com/locate/envpol).

Rauert et al., 2018a. Rauert, C., Harner, T., Schuster, J. K., Eng, A., Fillmann, G., Castillo, L. E., ... Aristizabal Zuluaga, B. H. (2018). Air monitoring of new and legacy POPs in the Group of Latin America and Caribbean (GRULAC) region. *Environmental Pollution*, 243, 1252–1262. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.09.048>

Rauert et al., 2018b. Rauert, C., Harner, T., Schuster, J. K., Eng, A., Fillmann, G., Castillo, L. E., ... Aristizabal Zuluaga, B. H. (2018). Atmospheric Concentrations of New Persistent Organic Pollutants and Emerging Chemicals of Concern in the Group of Latin America and Caribbean (GRULAC) Region. *Environmental Science and Technology*, 52(13), 7240–7249. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00995>

Rauert et al., 2018c. Rauert, C., Schuster, J. K., Eng, A., & Harner, T., 2018. Global Atmospheric Concentrations of Brominated and Chlorinated Flame Retardants and Organophosphate Esters. *Environmental Science and Technology*, 52(5), 2777–2789. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b06239>

Saini, A., Harner, T., Chinnadurai, S., Schuster, J. K., Yates, A., Sweetman, A., ... Shoeib, T., 2020. GAPS-megacities: A new global platform for investigating persistent organic pollutants and chemicals of emerging concern in urban air. *Environmental Pollution*, 267. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115416>

Schuster, J. K., Harner, T., Fillmann, G., Ahrens, L., Altamirano, J. C., Aristizabal, B., ... Tominaga, M. Y., 2015. Assessing polychlorinated dibenzo- p -dioxins and polychlorinated dibenzofurans in air across latin american countries using polyurethane foam disk passive air samplers. *Environmental Science and Technology*, 49(6), 3680–3686. <https://doi.org/10.1021/es506071n>

Secretaría de Energía, Recursos Naturales, A. y M. (MIAMBIENTE). C. de E. y C. de C. (CESCCO). G. O., 2015. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en Honduras. PNI COP 2015-2025. Honduras.

SEMARENA, S. de E. de M. A. y R. N., 2008 Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo en la República Dominicana. República Dominicana.

SEMARNAT, S. de M. A. y R. N., 2016. Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistente. México.

Stockholm Convention, 2020. Reporting Database. Retrieved December 2, 2020, from <http://chm.pops.int/Countries/Reporting/ReportingDatabase/tabid/7477/Default.aspx>.

Total Development Solutions, 2007. Antigua and Barbuda National Implementation Plan for the Management of Persistent Organic Pollutants. Antigua and Barbuda.

UN, 2018a. United Nations. Indigenous communities and social inclusion in Latin America Prepared for the United Nations Expert Group Meeting on Families and Inclusive Societies New York Headquarters, May 15-16, 2018 Maria Amparo Cruz-Saco Joanne Toor Cummings '50 Professor of Economics Connecticut College.

UN, 2019. United Nations. World Population Prospects 2019. Highlights. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, 2019.

UNEP, 2012. United Nations Environmental Programme. Chapter 12: Latin America and the Caribbean. In Global Environment Outlook-5: Environment for the future we want. Valetta, Malta, 2012.

UNEP, 2016. United Nations Environmental Programme. Global Environment Outlook GEO-6. Regional Assessment for Latin America and the Caribbean. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, 2016.

UNEP, 2019. Guidance on the global monitoring plan for persistent organic pollutants (UNEP/POPS/COP.9/1.) Updated Draft. Conference of the Parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants Seventh meeting.

UNEP-WCMC, 2016. United Nations Environmental Programme. El Estado de la Biodiversidad en América Latina y el Caribe. Una evaluación del avance hacia las metas de Aichi para la diversidad biológica. El Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-WCMC), Cambridge, Reino Unido, 2016. <https://www.cbd.int/gbo/gbo4/outlook-grulac-es.pdf>

UNESCO, 2019a. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Oficina de Santiago Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Conocimientos indígenas y políticas educativas en América Latina. Hacia un diálogo de saberes, 2do informe. 2019. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367168.locale=en>

UNESCO, 2019b. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Implementación de políticas públicas en América Latina y el Caribe, 2019. [https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef\\_0000370289&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach\\_import\\_24441c7a-66fe-40a4-9e29-076507090bce%3F\\_%3D370289spa.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000370289/PDF/370289spa.pdf#%5B%7B%22num%22%3A32%2C%22qen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C-1%2C842%2C0%5D](https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000370289&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_24441c7a-66fe-40a4-9e29-076507090bce%3F_%3D370289spa.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000370289/PDF/370289spa.pdf#%5B%7B%22num%22%3A32%2C%22qen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C-1%2C842%2C0%5D).

Weiss et al., 2015. PFAS analysis in water for the Global Monitoring Plan of the Stockholm Convention Set-up and guidelines for monitoring. Jana Weiss, Jacob de Boer, Urs Berger, Derek Muir, Ting Ruan, Alejandra Torre, Foppe Smedes, Branislav Vrana, Fabrice Clavien, Heidelore Fiedler. Chemicals Branch United Nations Environment Programme (UNEP) Division of Technology, Industry and Economics. Geneva April 2015.

Workshop Report, 2018. Continuing Regional Support for the POPs Global Monitoring Plan in the Latin America and Caribbean Region. 11-13 June 2018, Medellín Colombia.

## **PNI CONSULTADOS:**

Actualización del Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI. Argentina, 2017.

Antigua and Barbuda. National Implementation Plan for the Management of Persistent Organic Pollutants. Total Development Solutions. Antigua and Barbuda, 2007.

Belize National Implementation Plan to Manage and Phase Out Persistent Organic Pollutants in Accordance to the Stockholm Convention. E. Avella, M. Fernandez, H. Paredes. Belmopan Belize, 2008.

COP's Convenio de Estocolmo. Plan Nacional de Aplicación. Paraguay. GEF. ONU Medio Ambiente. Paraguay, 2017.

National Implementation Plan (NIP) for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) for Saint Kitts and Nevis. Environmental Health and Sustainable Development Department (EHS). Caribbean Public Health Agency (CARPHA). Saint Kitts and Nevis, November 2018

National Implementation Plan (NIP) Update for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) for Suriname. Environmental Health and Sustainable Development Department (EHS). Caribbean Public Health Agency (CARPHA). GEF. Stockholm Convention. UNEP. UNIDO. Suriname, 2019.

National Implementation Plan Brazil. Stockholm Convention. Ministry of the Environment. Brasília, 2015.

National Implementation Plan for Guyana under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Pesticide and Toxic Chemicals Control Board. Ministry of Agriculture. Republic of Guyana, 2013.

National Implementation Plan for Management of POPs in Jamaica. Claude Davis & Associates. Jamaica, 2005.

National Implementation Plan for the Management of Persistent Organic Pollutants. Barbados.

National Implementation Plan for the Management of Persistent Organic Pollutants. Commonwealth of Dominica. Environmental Coordinating Unit. Dominica, 2006.

National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 2006 TO 2020. Government of Saint Lucia. GEF. UNEP. Saint Lucia, 2006.

National Implementation Plan for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Government of Saint Vincent and the Grenadines. The Ministry of Agriculture, Rural Transformation, Forestry, Fisheries & Industry, & The Ministry of Health, Wellness and the Environment. Saint Vincent and the Grenadines, 2015.

Plan de Acción Nacional para la Gestión de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). Fase I. 2008-2012. República de Cuba, 2008.

Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo del Ecuador. Segunda versión. Ministerio del Ambiente. Ecuador, 2009.

Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. PNA 2006-2026. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, MARENA. Nicaragua, 2005.

Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. 2017 – 2030 Uruguay. Dirección Nacional de Medio Ambiente. Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. GEF. ONU Medio Ambiente. Uruguay, 2017.

Plan Nacional de Implementación de la República de Bolivia para el Cumplimiento del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. M. Galarza, C. Colomo, P. Aguilar, J. López. Bolivia, 2004.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). PNUD. San Salvador, 2012.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo en la República Dominicana. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA). PNUD. Santo Domingo, 2008.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo en la República de Panamá, para la gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes. Ministerio de Salud. Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos. GEF. PNUD. Panamá, 2018.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo para la Gestión de Contaminantes Orgánicos Persistentes COP en Costa Rica, 2015. Ministerio de Ambiente y Energía. Costa Rica, 2015.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia, 2017.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en Honduras. PNI COP 2015-2025. Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MIA-MBIENTE). Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO). GEF. ONUDI. Honduras, C.A., 2015.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, 2016.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. ONUDI. Caracas, 2009.

Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes en el Perú. GEF. PNUMA. Ministerio de Agricultura, SENASA. CONAM Para el desarrollo Sustentable. Ministerio de Salud, DIGESA. Perú, 2007.

Plan Nacional de Implementación Guatemala. Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes 2016 – 2025. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala, 2016.

Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en Chile 2018-2022. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, 2017.

Trinidad and Tobago. Updated National Implementation Plan (NIP) 2018 for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). Government of the Republic of Trinidad and Tobago. GEF. Trinidad and Tobago, 2018.

## ANEXOS

## ANEXO 1. PAÍSES Y SITIOS DE MUESTREOS EN LA REGIÓN GRULAC

Sitios de muestreo y coordenadas geográficas por programa de monitoreo en Aire

No	Programa Monitoreo	País	Sitio	Tipo Sitio	Latitud	Longitud
1	AIR - GEF	Antigua y Barbuda	St. Phillips	Rural	17.069070	-61.750230
2		Argentina	Buenos Aires	Urbano	-34.507500	-58.514861
3		Bahamas	Coral Harbour	NC	24.984100	-77.465400
4		Barbados	St. James	Urbano	13.183333	-59.616670
5		Brasil	Sao Paulo	Urbano	-23.553556	-46.672750
6		Chile	Canal Melchor	NC	-45.583332	-72.150000
7			Tome	Rural	-36.663333	-72.963667
8		Colombia	Medellin	Urbano	6.260000	-75.567710
9		Cuba	Cienfuegos	NC	22.066668	-80.500000
10			Havana	NC	23.140700	-82.355000
11			Pinar del Rio	NC	22.766666	-83.550000
12			Sancti Spiritus	NC	21.916668	-80.016670
13			Santiago de Cuba	NC	20.000000	-75.466670
14		Ecuador	Quito	Urbano	-0.419067	-78.542373
15			Quito (UNEP)	NC	-0.216667	-78.500000
16		Haití	Port-au-Prince	NC	18.533333	-72.333336
17		Jamaica	Kingston	Urbano	18.007700	-76.791300
18		México	Los Mochis	Rural	25.814403	-108.962286
19			Monte Azules, Chiapas	NC	16.133330	-90.900000
20		Perú	Lima	NC	-11.900000	-77.050000
21		Uruguay	Montevideo	Urbano	-34.836972	-56.222444
22	Colombia - POPs monitoring	Colombia	Fontibon	NC	4.670139	-74.141550
23			Liceo	NC	5.068133	-75.510730
24			Nubia	NC	5.029700	-75.471637
25			Palogrande	NC	5.056955	-75.491670
26			SENA	NC	5.030214	-75.449700
27	GAPS	Argentina	Bahia Blanca	Rural	-38.750000	-62.250000
28			Malargue	NC	-35.469800	-69.582300
29			Mendoza Province	NC	-32.709223	-68.400447
30			Pierre Auger Observatory in Patagonia Flats	Remoto	-35.113727	-65.599903
31			Rio Gallegos	NC	-51.647310	-69.207310
32			Salta	NC	-25.085133	-66.126220
33		Barbados	Ragged Point, St. Philip	NC	13.165051	-59.432151
34		Bolivia	Chacaltaya	Remoto	-16.350000	-68.131000
35			Huayna Potosi	NC	-16.272139	-68.136111
36		Brasil	Indaiatuba, Sao Paulo	NC	-23.157526	-47.168499
37			Itatiaia	Remoto	-22.385833	-44.678889
38			Porto Velho	Urbano	-8.836111	-63.938888
39			Sao Jose	NC	-28.594170	-49.818590
40			Sao Luis	NC	-2.553913	-44.250022
41			Sao Paulo	NC	-23.561140	-46.701620
42			St. Peter and St. Paul Rocks	Remoto	0.917357	-29.345719
43		Chile	Chungara Lake	Remoto	-18.216664	-69.166667
44			Concepción	Urbano	-36.829323	-73.034153
45			Coyhaique	Remoto	-45.583334	-72.033333
46		Colombia	Arauca	Rural	7.014251	-70.741970
47			Manizales	NC	5.075833	-75.436669

No	Programa Monitoreo	País	Sitio	Tipo Sitio	Latitud	Longitud	
48		Costa Rica	Tapanti National Park	Remoto	9.695733	-83.865360	
49		Cuba	La Palma	Remoto	22.752020	-83.534866	
50		Ecuador	Quito	NC	-0.250000	-78.583334	
51			Santa Cruz Island	NC	-0.978458	-89.359129	
52		México	Sonora	NC	27.127308	-109.840471	
53			Tlahuac, Mexico City	Urbano	19.245557	-99.010000	
54			Veracruz	Rural	19.200061	-96.133370	
55			Yucatan	NC	20.859201	-90.392400	
56		LAPAN	Antigua y Barbuda	Antigua and Barbuda	Urbano	17.100000	-61.839000
57			Argentina	Bahia Blanca 1	Urbano	-38.775889	-62.005306
58	Bahia Blanca 2			Urbano	-38.699528	-62.444778	
59	Chimpay			Urbano	-39.193278	-66.018750	
60	Comodoro Rivadavia			Urbano	-45.844389	-67.477361	
61	Puerto Deseado			Urbano	-47.753666	-65.905890	
62	Puerto Madryn			Urbano	-42.808083	-65.043750	
63	Rio Gallegos			Urbano	-51.616017	-69.215167	
64	Viedma			Urbano	-40.898750	-62.881333	
65	Villa Regina		Urbano	-39.102333	-67.108361		
66	Bolivia		Chacaltaya	Remoto	-16.350356	-68.131603	
67	Brasil		Abrolhos Archipelago	Remoto	-17.968317	-38.684478	
68			Araraquara, SP	Urbano	-21.791944	-48.181111	
69			Atol das Rocas	Remoto	-3.856411	-33.817428	
70			Barretos, SP	Urbano	-20.572461	-48.574103	
71			Belém, UFPA	Urbano	-1.474158	-48.458358	
72			Botanical Garden, POA, RS	Urbano	-30.053686	-51.174864	
73			Brasília, UNB	Urbano	-15.768308	-47.865506	
74			Chapada dos Veadeiros, GO	Remoto	-14.066708	-47.461367	
75			Cristalino State Park, MT	Remoto	-9.597814	-55.932275	
76			Curitiba, UFPR	Urbano	-25.449750	-49.234233	
77			Diamantino, GO	Remoto	-14.129678	-57.656153	
78			Fortaleza, UFC	Urbano	-3.744817	-38.573894	
79			Iguaú National Park	Remoto	-25.626736	-54.478653	
80			Itatiaia National Park, RJ	Remoto	-22.385833	-44.678889	
81			Limeira, SP	Urbano	-22.562233	-47.422353	
82			Manaus	Remoto	-2.594611	-60.209222	
83			Porto Alegre, Centro	Urbano	-30.034553	-51.233289	
84			Porto Velho, UNIR	Urbano	-8.836186	-63.938897	
85			Puruzinho Lake	Remoto	-7.370556	-63.059444	
86			Recife, PE	Urbano	-8.052883	-34.950025	
87			Rio de Janeiro, Fiocruz	Urbano	-22.878533	-43.246122	
88			Rio Grande, FURG	Urbano	-32.068906	-52.161475	
89			Sao Paulo, Cetesb	Urbano	-23.561097	-46.701525	
90			Salto Morato State Park, PR	Remoto	-25.163639	-48.297994	
91			Sao José	NC	-28.594170	-49.818590	
92			Sao Luis, UFMA	Urbano	-2.593833	-44.211194	
93			Trindade	Remoto	-20.508139	-29.312140	
94			Vitória, ES	Urbano	-20.292603	-40.296228	
95			Chile	Chacabuco	NC	-47.124138	-72.464450
96				Concepción	Urbano	-36.784227	-73.051319
97	Los Leones			NC	-46.722220	-72.950500	
98	Presidente Frei Montalva Base			NC	-62.328167	-58.986000	
99	Colombia		Barranquilla, (Univ. del Atlántico)	Urbano	11.018467	-74.872267	
100			Cartagena (San Pablo)	Urbano	10.402806	-75.505833	
101			Leticia	Remoto	-4.191528	-69.939444	
102			Manizales, Rio Blanco	Remoto	5.000000	-75.736108	
103			Pasacaballos	Urbano	10.285775	-75.518683	

No	Programa Monitoreo	País	Sitio	Tipo Sitio	Latitud	Longitud
104			Zipaquirá	Urbano	5.029208	-73.996975
105		Costa Rica	Biolley, Buenos Aires, Puntarenas	Remoto	9.044722	-83.029722
106		Honduras	Tegucigalpa	Urbano	14.097500	-87.202778
107		Panamá	Santiago de Veraguas	Urbano	8.127972	-80.989361
108		Perú	Lima, PUCP	Urbano	-12.073331	-77.079706
109			Puerto Maldonado	NC	-12.833472	-69.292250
110		Uruguay	Salto	NC	-31.474447	-57.099407
111		Venezuela	IVIC	NC	10.395972	-66.985389

NC = No Clasificado

#### Países que participaron en el estudio de Leche Humana

No.	Programa Monitoreo	País	Latitud	Longitud
1	GMP 1	Brasil	-8.100000	-54.800000
2	MILK - WHO	Antigua y Barbuda	17.077000	-61.787000
3		Argentina	-38.419264	-63.598921
4		Barbados	13.165000	-59.544000
5		Brasil	-8.100000	-54.800000
6		Chile	-27.020000	-70.030000
7		Colombia	4.115674	-72.930137
8		Cuba	21.760000	-78.760000
9		Ecuador	-1.792967	-78.136888
10		Haití	19.010000	-72.500000
11		Jamaica	18.151000	-77.210000
12		México	23.900000	-102.100000
13		Perú	-10.680000	-75.280000
14		Surinam	4.040000	-55.670000
15		Uruguay	-32.820000	-56.100000
16		WHO	Antigua y Barbuda	17.077000
17	Brasil		-8.100000	-54.800000
18	Chile		-27.020000	-70.030000
19	Haití		19.010000	-72.500000
20	Uruguay		-32.820000	-56.100000

#### Sitios de muestreo en Agua

No	Programa Monitoreo	País	Sitio	Latitud	Longitud
1	GMP UNEP	Uruguay	Río de la Plata	-34.206190	-58.077310
2	MONET-Aqua	Chile	Llanquihue Lake, Los Lagos	-41.147556	-72.817250
3		Colombia	Peñol-Guatapé Reservoir, Antioquia	6.296167	-75.166861
4	UNEP/GEF GMP II	Argentina	Argentina Río de la Plata	-34.705000	-58.214330
5		Brasil	Brazil Amazon River	-3.150083	-58.487111
6		Brasil	Brazil São Paulo São Vicente channel	-23.935667	-46.391167
7		Ecuador	Ecuador Daule and Babahoyo River Junction	-2.186000	-79.867800
8		Jamaica	Jamaica Hunts Bay River	17.977134	-76.841244
9		México	Mexico Ohuira Bay	25.656917	-109.035556

## ANEXO 2. LISTADO DE LABORATORIOS DE GRULAC REGISTRADOS EN EL BANCO DE DATOS DE LABORATORIOS DE COPS

No	Nombre del Laboratorio	País
1	<a href="#">Department Analytical Services</a>	Antigua y Barbuda
2	<a href="#">INTI - Contaminantes Orgánicos</a>	Argentina
3	<a href="#">LECA - Laboratorio Experimental de Calidad de Aguas</a>	Argentina
4	<a href="#">CETA - Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua</a>	Argentina
5	<a href="#">CIT - Centro de Investigaciones Toxicológicas</a>	Argentina
6	<a href="#">LAQAB - Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica</a>	Argentina
7	<a href="#">Public Analyst Laboratory</a>	Bahamas
8	<a href="#">GAS - Government Analytical Services</a>	Barbados
9	<a href="#">CIL - Central Investigation Laboratory</a>	Belice
10	<a href="#">SPECTROLAB</a>	Bolivia
11	<a href="#">Analytical Solutions S. A.</a>	Brasil
12	<a href="#">Laboratorio de Radioisotopos Eduardo Penna Franca</a>	Brasil
13	<a href="#">CONECO - Laboratorio de Microcontaminantes Orgánicos e Ecotoxicología Acuática</a>	Brasil
14	<a href="#">CETESB - Physical Chemical Division (Divisão de Análises Físico-Químicas- TLA, CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo)</a>	Brasil
15	<a href="#">Human Study Center for Worker's Health and Human Ecology/National School of Public Health, Oswaldo Cruz Foundation</a>	Brasil
16	<a href="#">Laboratorio Nacional Agropecuario – LANAGRO/MG</a>	Brasil
17	<a href="#">Laboratorio Farmacología Veterinaria, Universidad de Chile</a>	Chile
18	<a href="#">Instituto de Salud Pública de Chile</a>	Chile
19	<a href="#">CENMA - Laboratorio de Química y Referencia Medio Ambiental (LQRMA)</a>	Chile
20	<a href="#">Laboratorio de Ensayos, Centro de Ciencias Ambientales EULA - Chile, Universidad de Concepción</a>	Chile
21	<a href="#">CAR - Laboratorio Ambiental, Corporación Autónoma Regional Cundinamarca</a>	Colombia
22	<a href="#">Laboratorio de Aguas de Corpouraba</a>	Colombia
23	<a href="#">Laboratorio de Análisis de Compuestos Orgánicos Persistentes</a>	Colombia
24	<a href="#">STL S.A.E.S.P.</a>	Colombia
25	<a href="#">ULAB / INVEMAR - Unidad de Laboratorios, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR)</a>	Colombia
26	<a href="#">INS - Grupo de Salud Ambiental</a>	Colombia
27	<a href="#">SGS Colombia S.A.</a>	Colombia
28	<a href="#">UNIANDÉS - Laboratorio Ambiental del Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental de la Universidad de los Andes</a>	Colombia
29	<a href="#">UIS - Laboratorio de Cromatografía, Universidad Industrial de Santander</a>	Colombia
30	<a href="#">IDEAM - Laboratorio del Grupo Programa de Físico Química Ambiental del IDEAM</a>	Colombia
31	<a href="#">UNAL - Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas</a>	Colombia
32	<a href="#">Laboratory Research Group GICAMP, Universidad del Valle</a>	Colombia
33	<a href="#">GDCON (Grupo de Diagnóstico y Control de la Contaminación) de la Universidad de Antioquia*</a>	Colombia
34	<a href="#">Centro de Electroquímica y Energía Química</a>	Costa Rica
35	<a href="#">Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos</a>	Cuba
36	<a href="#">Environmental Chemistry Laboratory - CEINPET</a>	Cuba
37	<a href="#">UCTB - Química, INISAV MINAG</a>	Cuba
38	<a href="#">Laboratorio de Ensayos del CIMAB (Área de Tóxicos)</a>	Cuba
39	<a href="#">INHA Departamento de Química y Toxicología</a>	Cuba
40	<a href="#">ALCHEM Laboratory, Altol Petroleum Products Service Dominicana</a>	Dominicana República
41	<a href="#">Laboratorios de Calidad y Residuos de Plaguicidas de Agrocalidad</a>	Ecuador
42	<a href="#">CEEA - Laboratorio de Ecotoxicología, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica</a>	Ecuador
43	<a href="#">Laboratorio de Cromatografía del Instituto de Ciencias Químicas - ESPOL</a>	Ecuador
44	<a href="#">INTERAGUA C. LTDA - Laboratorio Calidad</a>	Ecuador
45	<a href="#">LTJVM-Laboratorio de Toxicología "Julio Valladares Márquez", Universidad de San Carlos, Guatemala</a>	Guatemala
46	<a href="#">LIQA / UVG - Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala</a>	Guatemala
47	<a href="#">Laboratoire Vétérinaire et de Contrôle de Qualité des Aliments de Tamarinier (LVCQAT)</a>	Haití
48	<a href="#">Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCO)</a>	Honduras
49	<a href="#">PRL - Pesticide Research Laboratory</a>	Jamaica
50	<a href="#">CENICA - Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental</a>	México
51	<a href="#">Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis S.A. de C.V.</a>	México
52	<a href="#">IDIAP - Laboratorio de Residuos de Plaguicidas y Ecotoxicología, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá</a>	Panamá
53	<a href="#">Environmental Laboratories Peru S.A.C</a>	Perú
54	<a href="#">Laboratorio de Salud Ambiental – Sede La Molina</a>	Perú
55	<a href="#">Corporación Laboratorios Ambientales del Perú SAC (CORLAB)</a>	Perú
56	<a href="#">Dirección de Laboratorio de Control Ambiental</a>	Perú
57	<a href="#">Unidad de Medio Ambiente, Drogas y Doping – Polo Tecnológico Pando – Facultad de Química - Udelar</a>	Uruguay
58	<a href="#">LATU - Laboratorio Tecnológico del Uruguay</a>	Uruguay
59	<a href="#">DINAMA - Departamento Laboratorio</a>	Uruguay
60	<a href="#">Laboratorios ENVIROTEC C.A.</a>	Venezuela
61	<a href="#">CAMEC - C.A. Mantenimiento Eléctrico Costel</a>	Venezuela

Nota: \* Este laboratorio no forma parte del listado de laboratorios del PNUMA (publicado en la página web del Convenio de Estocolmo <http://chm.pops.int/Default.aspx?tabid=2420>). Se incluye a solicitud de Colombia por ser participe en el proyecto UNEP/GEF GMP II.

### ANEXO 3. ANÁLISIS DE UBICACIÓN DE SITIOS UNEP/GEF GMP 1 Y 2 GRULAC

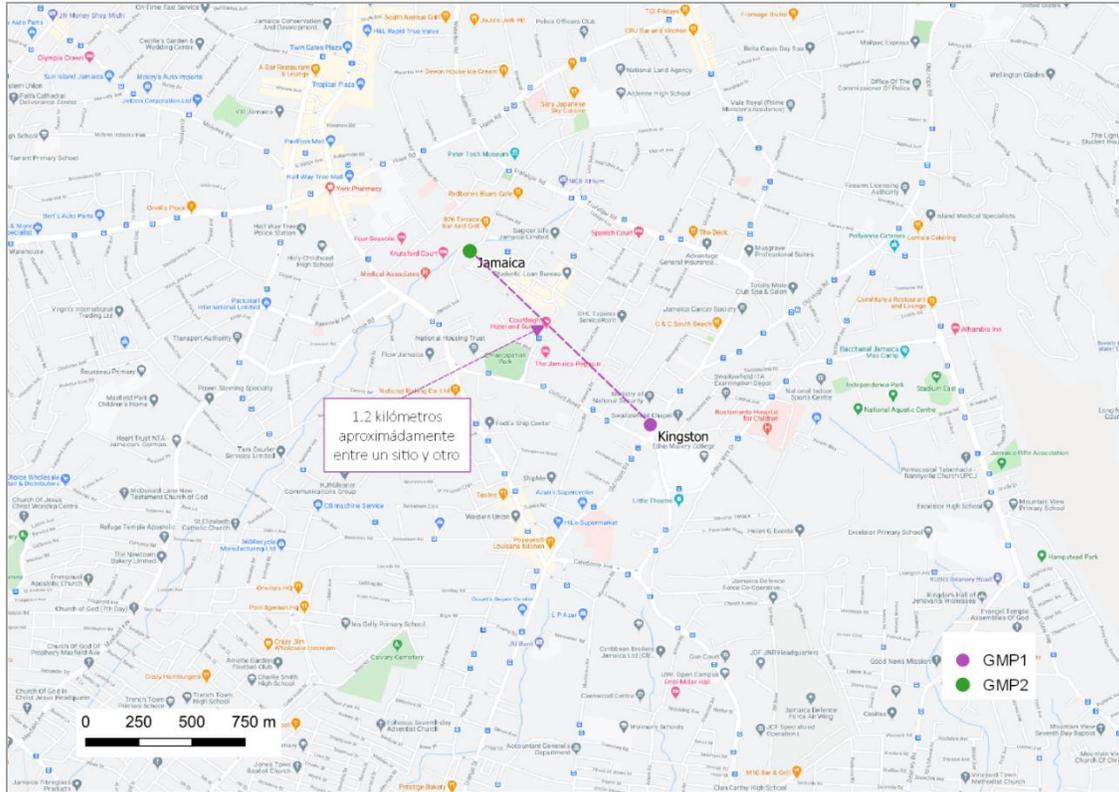
En el siguiente mapa se muestra la ubicación de los sitios UNEP/GEF GMP 1 y 2. En la tabla la consideración de estos sitios.



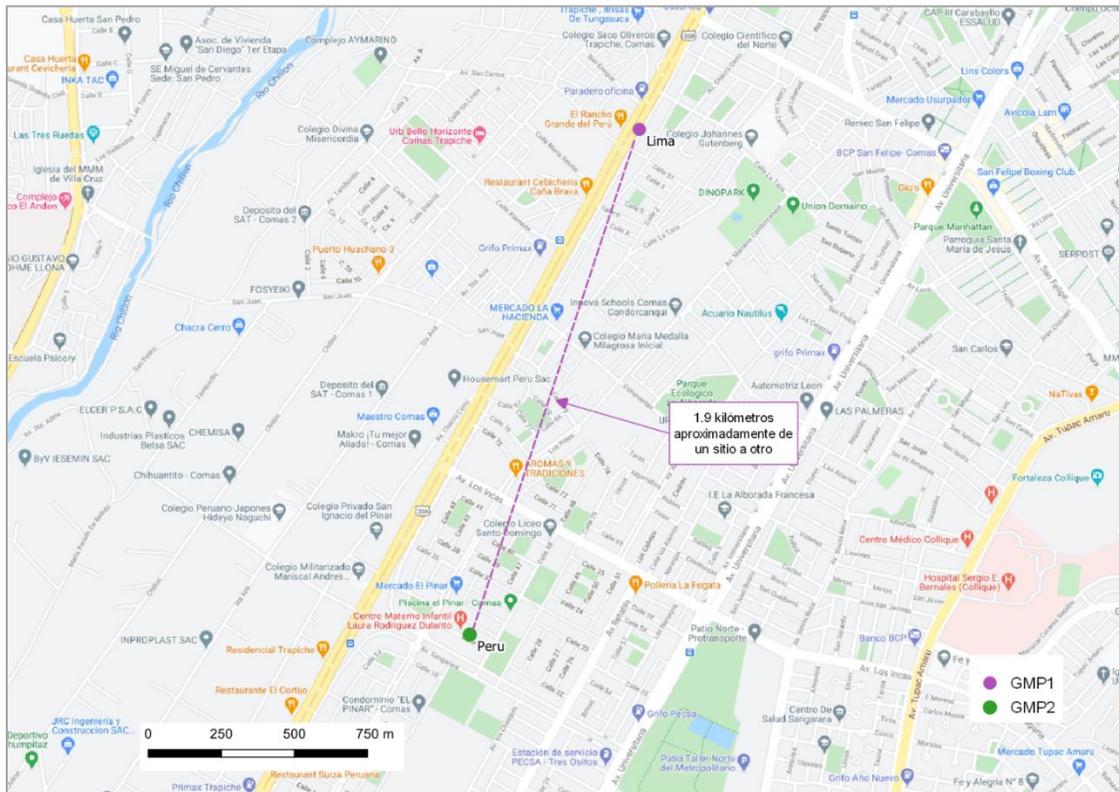
Los sitios se consideran coincidentes cuando la distancia entre ellos es menor a 10 km (UNEP/GEF GMP 1 & 2).

Sitio GMP1	Sitios GMP II	Se concideran coincidentes	Distancia entre un sitio y otro (aproximado)
Kingston	Jamaica	SI	1.2 km
Montevideo	Uruguay	SI	9.8 km
Quito	Ecuador	SI	1.1 km
Sao Paulo	Brasil	SI	4.5 km
St James	Barbados	SI	3.8 km
St Phillips	Antigua&Barb	SI	1.5 km
Lima	Peru	SI	1.9 km
Canal Melchor	Chile	NO	996 km
Monte Azules	Mexico	NO	2,260 km
Port-au-Prince		NO REPITE	
Havana		NO REPITE	
Pinar del Rio		NO REPITE	
Cienfuegos		NO REPITE	
Sancti Spiritu		NO REPITE	
Santiago de Cuba		NO REPITE	
Coral Harbour		NO REPITE	
	Argentina	NUEVO	
	Colombia	NUEVO	

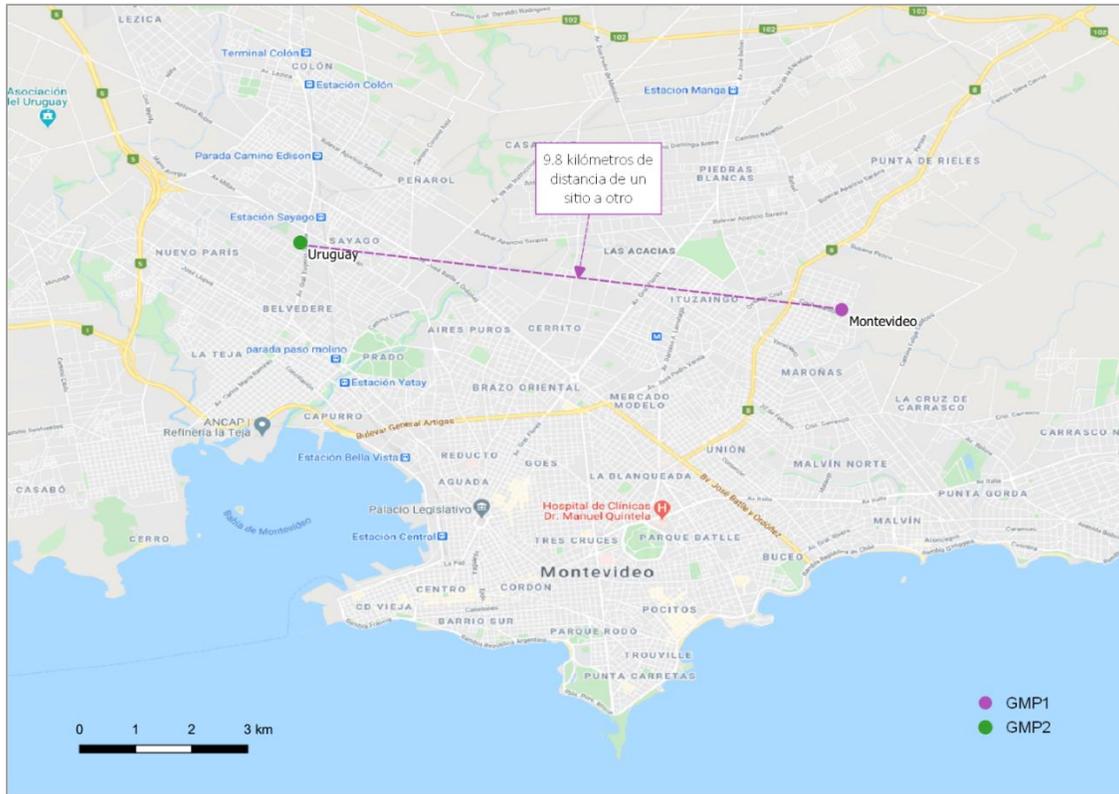
### Kingston, Jamaica



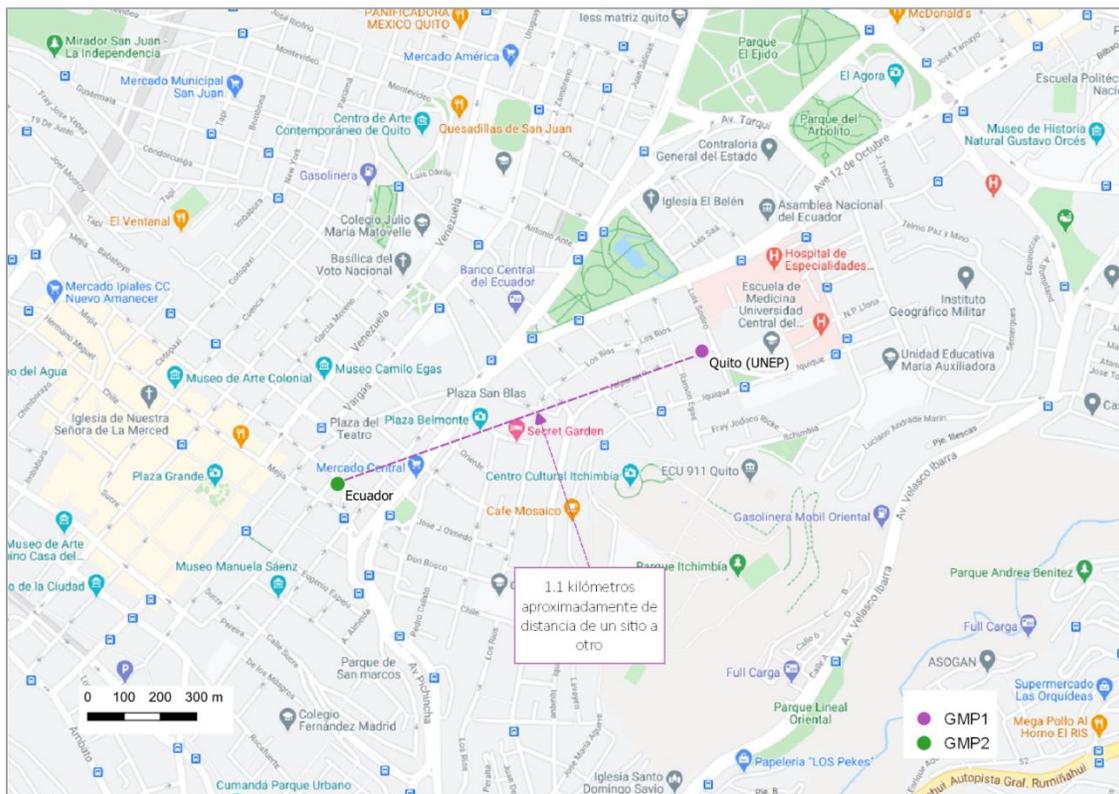
### Lima, Perú



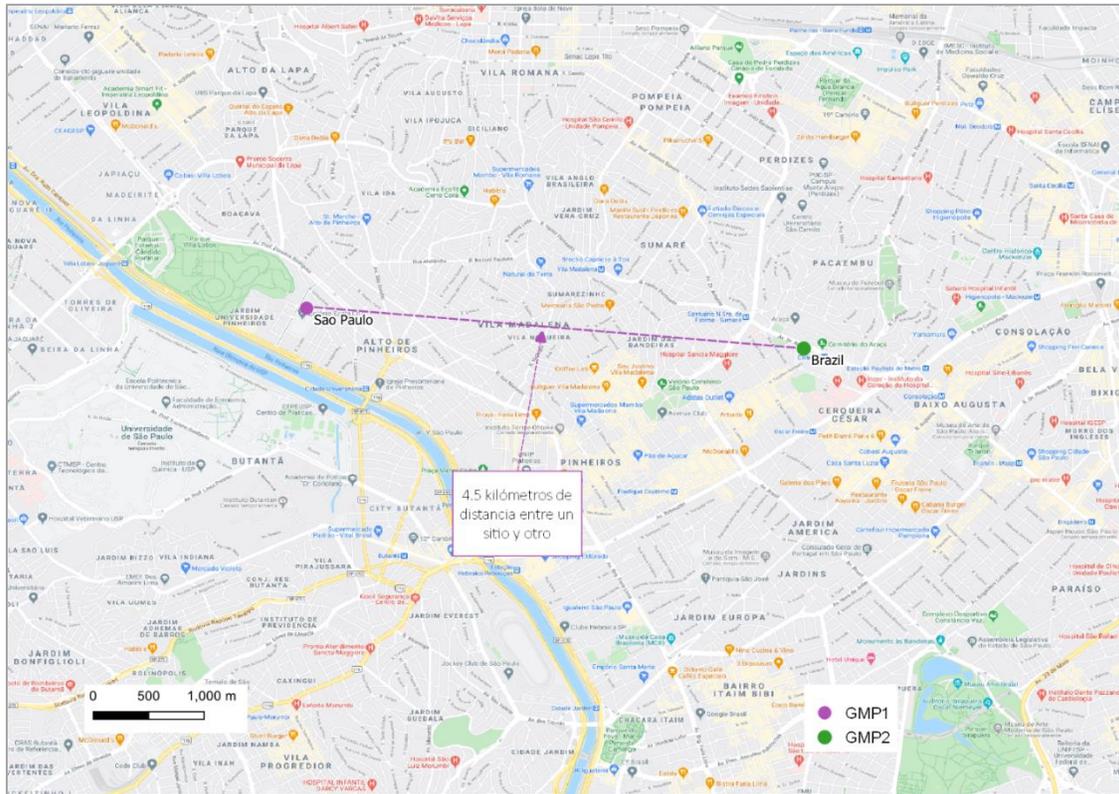
### Montevideo, Uruguay



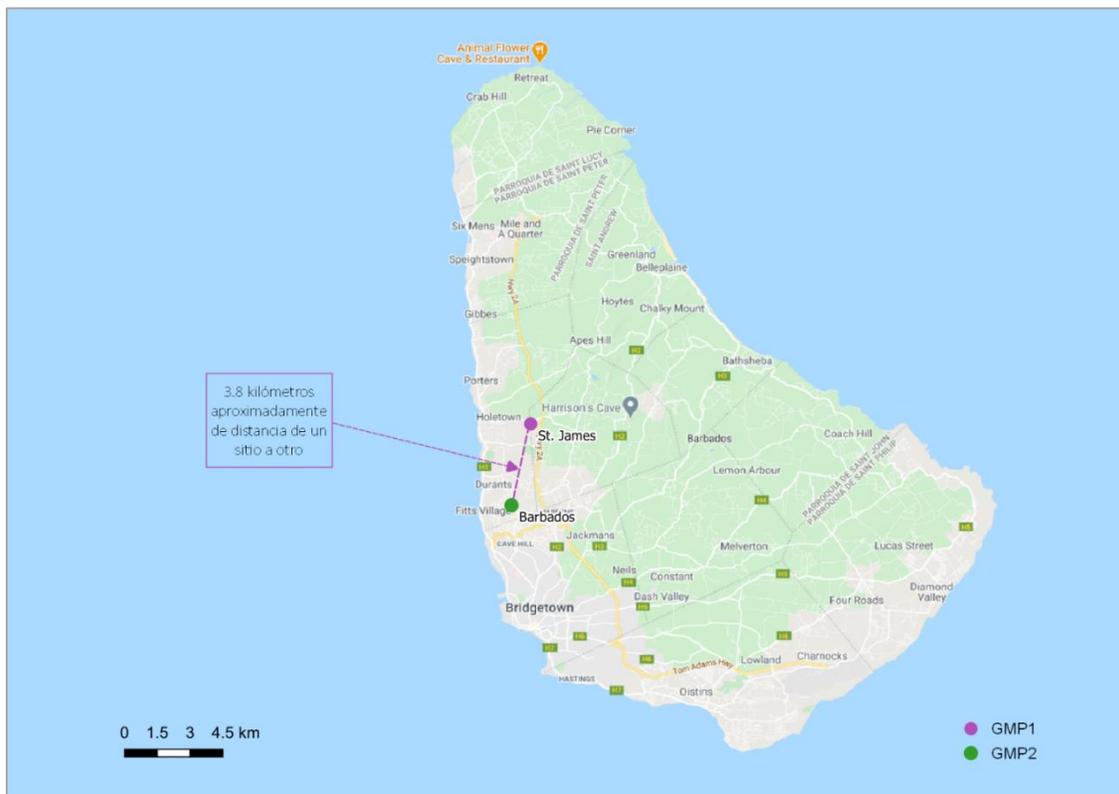
### Quito, Ecuador



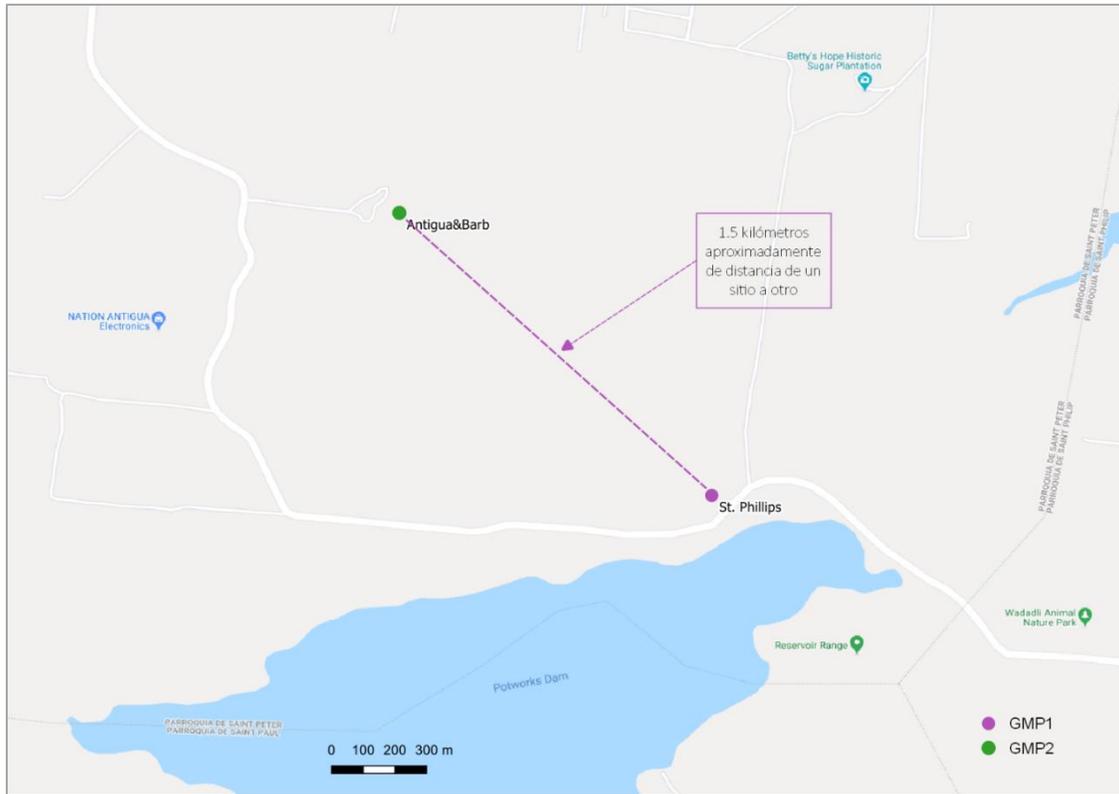
Sao Paulo, Brasil



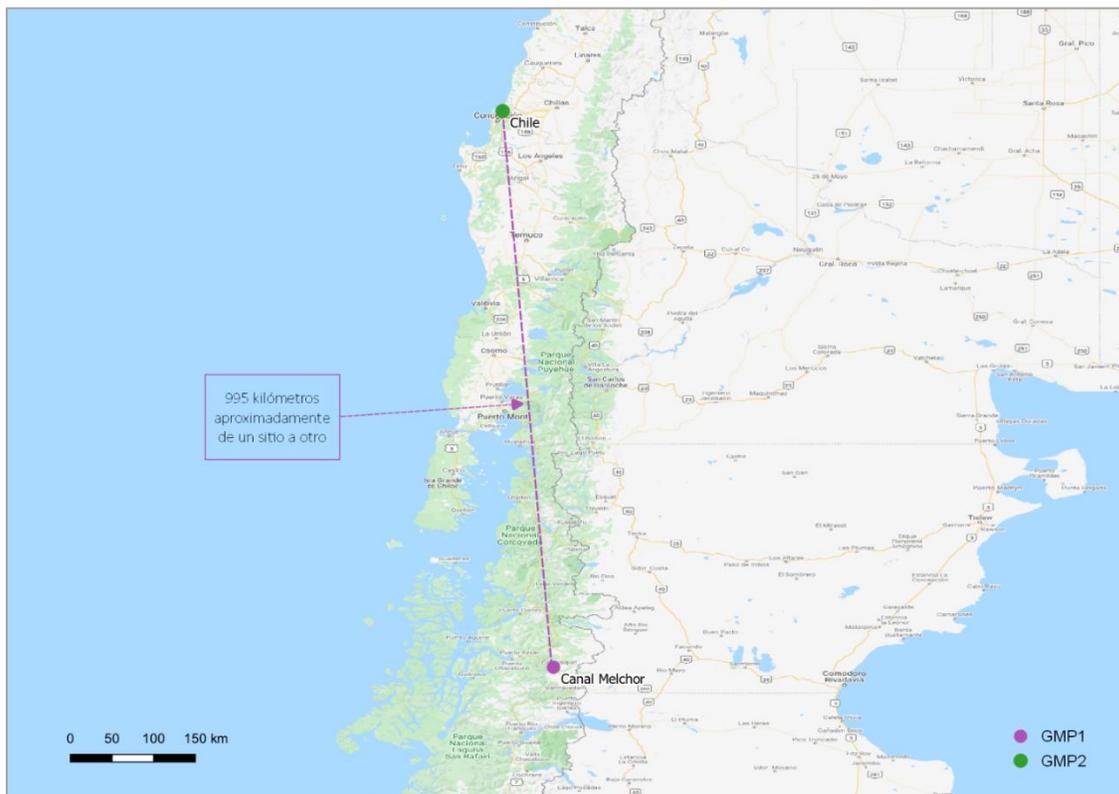
St James, Barbados



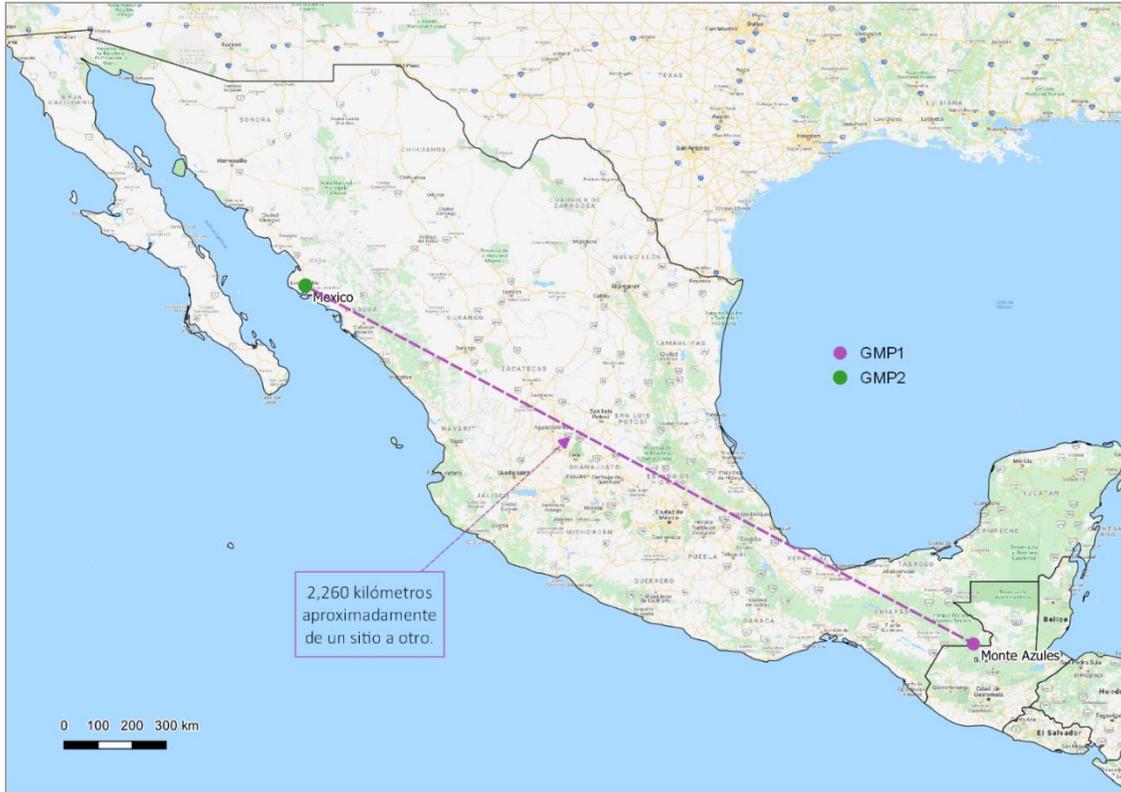
### St Phillips, Antigua y Barbuda



### Canal Melchor, Chile



Sonora y Montes Azules, México



Situación de los demás sitios UNEP/GEF GMP 1 y 2

