



ESTIMACIÓN DEL CO₂ EMITIDO Y CAPTURADO EN LA SEDE SABANAS Y EL CAMPUS DEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.

Recibido: Marzo 2 de 2015

Aprobado: Junio 30 de 2015

Kristinne Echávez^{1*}, Yulbreyner Pastran¹, Ángel Polo¹.

1: Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Colombia.

* kechavez@unicesar.edu.co

Resumen

El presente trabajo abarca las estimaciones de las emisiones de CO₂ generadas por las diversas fuentes existentes en la sede sabanas y el campus deportivo de la Universidad Popular del Cesar y a su vez, se presentan la distribución de las especies forestales, el estado físico y actual de las mismas, la cantidad de biomasa contenida en los fustes y el carbono almacenado en ellas. La metodología estuvo basada en el uso de factores de emisión con el consumo para cada servicio. Las emisiones de CO₂ generadas por fuentes móviles fueron estimadas a partir del factor de emisión acorde a la cilindrada de los mismos y la distancia recorrida por los vehículos en la universidad. Los resultados obtenidos sustentan que para el año 2014 se generaron 47,67 ton CO₂/año, siendo los automóviles la principal fuente generadora, aportando a la atmósfera 24,49 ton CO₂/año. Por otro lado, las especies forestales presentes en ambas sedes han capturado en su ciclo de vida un equivalente a 39364,03 Ton de CO₂. Adicionalmente, se sugieren las especies con mayor fijación de carbono y menor problema fitosanitario que podrían implementarse en futuras ampliaciones de zonas verdes en el claustro.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero, Emisiones y Captura de CO₂, Biomasa.

Área temática: Variabilidad y Cambio Climático.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las mayores preocupaciones a nivel mundial en los últimos tiempos es el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, ya que estos son considerados los causantes del cambio climático. Los contaminantes del aire han sido y siguen siendo, los principales factores que contribuyen a las enfermedades crónicas como el asma y enfermedades cardiovasculares. La contaminación del aire por material particulado (PM) es un problema mundial y en los últimos años, el PM se ha convertido en un tema importante de investigación. Los contaminantes del aire han sido y siguen siendo, los principales factores que contribuyen a las enfermedades crónicas como el asma y enfermedades cardiovasculares. La contaminación del aire por material particulado (PM) es un problema mundial y en los últimos años, el PM se ha convertido en un tema importante de investigación (Quijano et al 2014). El dióxido de carbono es el gas de efecto de invernadero antropógeno más importante de la atmósfera, el promedio mundial de este gas en el 2013 fue de 396 ppm. El aumento medio del CO₂ atmosférico de 2003 a 2013, corresponde aproximadamente al 45% del CO₂ emitido por las actividades humanas (Organización Meteorológica



Mundial, 2014), adicionalmente, la degradación de pasturas contribuye de manera significativa en el aumento del mismo (Houghton, Skole, & Lefkowitz, 1991).

Existen diferentes tipos de proyectos con el que se puede lograr la reducción de GEI; la creación y/o mejoramiento de los sumideros de carbono en la biosfera es uno de ellos. Las plantaciones forestales pueden contribuir a la mitigación del calentamiento global mediante la conservación, el secuestro, almacenamiento y la sustitución de carbono ya que las especies arbóreas pueden retener carbono en su madera (Vine, Sathaye, & Makundi, 1999).

La finalidad de este proyecto fue realizar un estudio sobre las emisiones de CO₂ de la Universidad Popular del Cesar y el secuestro de carbono con especies arbóreas presentes en la Sede Sabanas y Campus Deportivo, lo que permitió la consolidación de una herramienta de apoyo, incluida en una metodología de cuantificación, almacenamiento y fijación de carbono.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Componente atmosférico.

Para calcular las emisiones asociadas, fue necesario aplicar un factor de emisión de CO₂ atribuible a las distintas fuentes de generación. Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo las indicaciones de la Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) desarrollada por la EPA.

$$E = Na \times Fe \times \left[1 - \frac{ER}{100} \right] \quad (1)$$

Donde E son las emisiones (ton CO₂), Na es el nivel de actividad, Fe es el factor de emisión y ER es la eficiencia global de reducción de emisiones (%).

2.1.1. Consumo eléctrico.

Se aplicó un factor de emisión de CO₂ atribuible al suministro eléctrico –también conocido como mix eléctrico (g de CO₂/kW)– que representa las emisiones asociadas a la generación eléctrica por parte del consumo de luz, aires acondicionados etc.

Los factores de emisión en la producción bruta de energía eléctrica a utilizar fueron extraídos de los informes mensuales de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano del año 2014 encontrados en la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética).

El nivel de actividad fue el consumo eléctrico anual del campus extraído de las facturas del servicio eléctrico.

2.1.2 Consumo de gas natural.

El factor de emisión fue extraído de la tabla de factor de emisión de contaminantes criterio y gases de efecto invernadero procedentes de la combustión de gas natural suministrada por la EPA.

El nivel de actividad se extrajo de los recibos de gas natural que corresponden al consumo de gas mensual por parte de la caldera de la planta piloto y el consumo por parte de mecheras en laboratorios.

La eficiencia global de reducción de emisiones, % corresponde al mantenimiento que se le realiza a la caldera.

2.1.3. Fuentes Móviles (Automóviles y motocicletas)

La metodología típica para el cálculo de emisiones vehiculares se basa en la siguiente ecuación:

$$E = Fe \times Fa \times N \quad (2)$$



Donde, E es la Emisión vehicular (base del contaminante/tiempo), Fe es el Factor de emisión determinado por el cilindraje del vehículo, N es el Número de fuentes de la categoría vehicular (número de vehículos) y Fa es el Factor de actividad característico de la categoría vehicular (distancia).

El factor de emisión, fue determinado por el cilindraje del vehículo y a la zona (urbana, rural o interurbana) de recorrido que tenga. En el caso de las motocicletas también se tuvo en cuenta su clasificación (2 tiempos y 4 tiempos). Estos datos se tomaron de la Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Para el número de fuentes categorías vehicular, se creó una base de datos concernientes a los vehículos que componen el parque automotor del campus; (aforo vehicular) durante 18 días aleatorios (6 en vacaciones, y 12 en periodo de clases) en un período de tiempo comprendido desde las 6 am a 8pm.

Para el factor de actividad fue necesaria las distancias recorridas por los vehículos dentro de la Universidad, estas distancias fueron escogidas y medidas aleatoriamente siguiendo el trayecto de las zonas de parqueo.

2.2. Componente forestal.

2.2.1. Inventario forestal.

Se realizó inventario forestal al 100%, por ser áreas de poca extensión y tener corredores verdes reducidos con homogeneidad de especies forestales. En esta etapa se tomaron las mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, altura comercial, diámetro de la copa, coordenadas y a la vez se registraron en un formato para determinar las especies con mayor abundancia para el enfoque de la presente investigación.

2.2.2. Estimación de la biomasa sobre el suelo.

Se hizo uso de la ecuación alométrica desarrollada por Chave para especies arbóreas de bosques secos tropicales para hallar biomasa seca viva sobre el suelo expresada en kg, ésta ecuación relaciona la biomasa con el diámetro a la altura del pecho (DAP), característica medida en el campo y con la densidad de la madera.

$$\text{Biomasa} = (\text{Dens} * (\text{EXP} (-1,499 + (2,148 * \text{Ln} (3 * (\text{D})) + (0,207 * \text{Ln}(\text{D})^2) + (-0,0281 * \text{LN}(\text{D})^3))))))$$

Donde D es el diámetro a la altura del pecho (cm) y Dens. es la densidad de la madera (gr/cm^3).

2.2.3. Cálculo de la captura de dióxido de carbono por especies forestales.

Para hallar la captura de CO₂ se tuvo en cuenta la Guía de Campo para la Estimación de Biomasa y Carbono Forestal del Woods Hole Research Center, en el que supone la deforestación y quema de las especies en la preparación del terreno para cualquier uso, en este caso la construcción de nueva infraestructura en la Universidad. La cantidad de dióxido de carbono (CO₂) que sería emitida a la atmósfera por este proceso sería un balance de la captura del mismo por parte de los árboles; para esto es necesario determinar la cantidad de carbono almacenado multiplicando los valores de biomasa por 0,5 ya que en la mayoría de estudios en los cuales se trata el tema de almacenamiento de carbono en la biomasa aérea, se asume que el contenido de carbono corresponde al 50% de la biomasa de los árboles vivos (MCDICKEN, 1997)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Componente atmosférico.

3.1.1. Consumo eléctrico.



Gráfica 1 Emisiones de CO₂ generadas por consumo eléctrico en la Sede Sabanas.

Las cifras del Factor de Emisión presentadas del sistema de generación más alto en el año 2014 fue el del mes de mayo (0,230 Ton CO₂/MWh), seguido por el mes de abril (0,215 Ton CO₂/MWh), estos valores se explica a través de la reducción de la participación de la generación hidráulica y el incremento en la participación de la generación térmica, en especial las centrales operadas con gas. Los valores más bajos de F.E. se explican a través del aumento de la participación de la generación hidráulica, gracias al aporte de las precipitaciones a nivel nacional en el mes.

Con respecto al consumo de energía eléctrica en la Sede, se observa que los meses en los que hay mayor utilización del servicio son Septiembre con 297,661 kWh/mes, marzo con 291,395 kWh/mes, lo que puede explicarse por la alta actividad académica.

Por último, las emisiones más representativas del año en las sedes se observan en los meses de mayo 0,0634 Ton CO₂/mes y septiembre 0,0551 Ton CO₂/mes); por lo cual se puede analizar que las emisiones están ligadas tanto al factor de emisión como al consumo de energía, ya que si se comparan los meses, mayo presenta el factor de emisión más alto del año, como se mencionó anteriormente, pero al mismo tiempo presenta un bajo consumo de energía eléctrica; caso contrario que el mes de septiembre.

3.1.2 Consumo de gas natural.

La eficiencia global de reducción de emisiones, utilizada fue cero (0%) pues no hay registros históricos que haga soporte de la veracidad del mantenimiento que se le realiza a la caldera.



Gráfica 2 Emisiones de CO₂ generadas por consumo de Gas natural en la Sede Sabanas.

Según los registros de la EPA el factor de emisión para el CO₂ procedente de la combustión de gas natural es 120.000 lb/106 pie³ por lo cual se presenta constante durante el año.

Con respecto al consumo de gas natural se observa que el mes de enero no hubo gasto debido a que no hay presencia de estudiantes y no se hace uso de la caldera ni de laboratorios; además los meses en los que hay mayor consumo de gas natural son mayo, octubre, septiembre, abril, marzo, y noviembre; meses de alta actividad académica. Por último, las emisiones más representativas del año en la sede se observan en los mismos meses en los que hubo mayor consumo del servicio; por lo cual se puede analizar que las emisiones están ligadas directamente al consumo de gas, ya que el factor de emisión es constante.

3.1.3. Fuentes Móviles (Automóviles y motocicletas).

3.1.3.1. Aforo vehicular.

En la etapa del aforo se consignaron todos los vehículos que ingresaban a la sede, tomando datos como placa, marca, línea, clase y cilindraje. Se registraron 8.678 vehículos (Automóviles, camionetas, camperos, furgonetas y camiones) y 15.209 motocicletas que se movilizaron dentro de la Universidad durante los dieciocho días de la realización del aforo.

3.1.3.2. Emisiones de CO₂ mensuales.

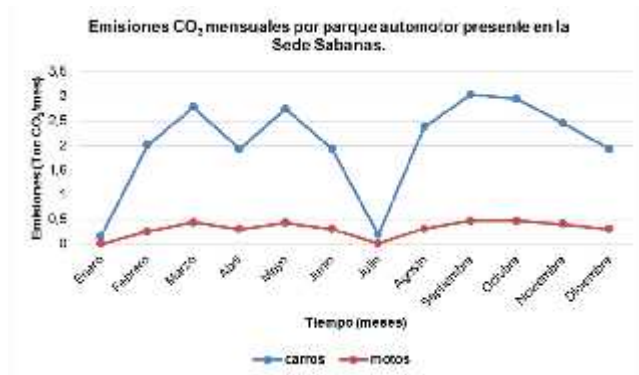


Gráfico 1 Emisiones CO₂ anuales por parque automotor presente en la Sede Sabanas.

De acuerdo a la gráfica anterior, los carros son los vehículos que mayor aporte de CO₂ hacen dentro de la Sede Sabanas. Esto se explica, a través de los valores de cilindraje y por lo tanto altas cifras de factores de emisión.

De la misma manera, se puede analizar que las emisiones están ligadas al periodo que representa cada mes, ya que enero y julio (periodos vacacionales) son los meses que muestran menor emisión y la asistencia en la Universidad se ve representada por el personal administrativo. Cabe resaltar que el mes de abril que se encuentra dentro del periodo académico exhibe una baja emisión ya que en este mes se ubica la Semana Santa y el Festival Vallenato, periodos en los que no se presenta asistencia por parte del estudiantado.

3.2. Componente forestal.

3.2.1. Inventario forestal.

En esta etapa se registraron las especies con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayores o iguales a 30cm, además se midió la altura total, altura comercial, diámetro de la copa y se registraron las coordenadas del mismo.

3.2.1.1. Sede Sabanas.

Se registraron 261 individuos, se encontraron 17 especies correspondientes a 14 familias botánicas. Siendo el Mango la especie con mayor abundancia con 95 individuos que representan el 36,40% de la población total.

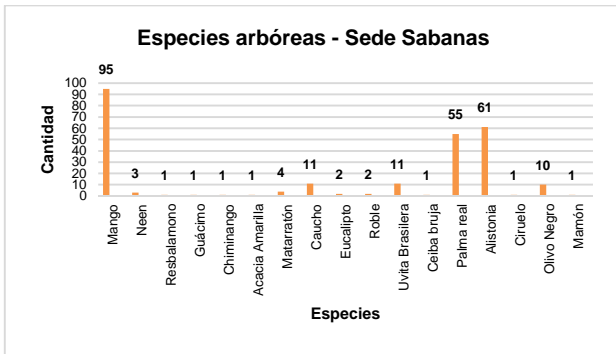


Gráfico 1 Abundancia Especies arbóreas - Sede Sabanas

Fuente: Autores del proyecto.

3.2.2. Sede Campus Deportivo.

Se registraron 325 individuos, se encontraron 30 especies correspondientes a 16 familias botánicas. Siendo el Mango nuevamente la especie con mayor abundancia con 58 individuos que representan el 18% de la población total.

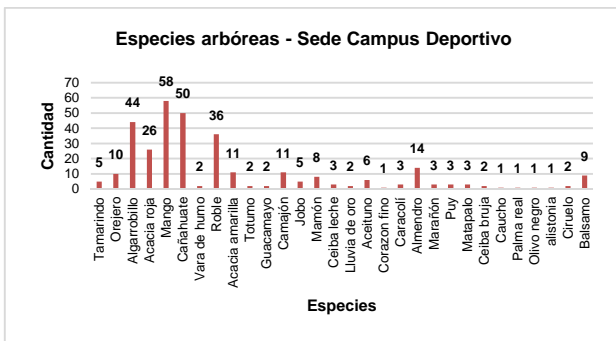


Gráfico 2 Abundancia Especies arbóreas - Campus Deportivo

Fuente: Autores del proyecto

3.2.2. Estimación de la biomasa sobre el suelo.

Según los resultados obtenidos con la ecuación alométrica de Chave en ambas sedes se concentran 21471,2868 toneladas de biomasa, repartidos así: Sede Sabanas se concentran 8076,22097 ton de las que 4396,5680 ton corresponden solo a la especie de Mango; y en el Campus Deportivo se concentran 13395,066 ton de las que 2115,1011 ton corresponden solo a la especie de Mango.

3.2.3. Cálculo de la captura de dióxido de carbono por especies forestales.

Las especies forestales presentes en ambas sedes han capturado en su ciclo de vida un equivalente a 39364,03 Ton de CO₂, contribución del campus universitario en capturar esta cantidad de gas de efecto invernadero. Cabe resaltar que cuando se talen estas especies serán expuestas a la atmósfera esta misma suma que ha sido almacenada durante tantos años.

4. CONCLUSIONES.

Las emisiones de CO₂ por parte del consumo eléctrico (0,44 ton/año) son menores que las del consumo de gas natural (196,26 ton/año), pese a que el tiempo de operación de la energía eléctrica es 24 horas/día. De igual manera las altas



cifras de emisiones de CO₂ por parte del consumo de gas se ve afectado por el valor adoptado en la eficiencia global de reducción de emisiones al no contar con un mantenimiento periódico a la caldera.

La categoría vehicular que menos aporte de emisiones de CO₂ hace a la atmósfera, aunque supera en cantidad, son las motocicletas (3,71 ton/año) en comparación con los automóviles, camionetas, furgonetas y camiones (24,49 ton/año).

Se demuestra la importancia de ampliar las zonas verdes con la finalidad de crear un sumidero de carbono para contrarrestar las emisiones de CO₂ dentro de la institución.

De las especies arbóreas existentes en las mencionadas Sedes de la Universidad Popular del Cesar, el Mango (*Manguifera Indica*), el Algarrobillo (*Pithecellobium saman*) y el Roble (*Tabebuia Rosea*) son las que tienen mayor potencial de captura de CO₂, y pueden ser debidamente reconocidas y multiplicadas en el área de estudio, ya que tienen menor contenido de humedad y mayor tejido leñoso, lo que le favorece en espacio para el carbono fijado y además tienen una densidad constante en todas las etapas de madurez.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Houghton, R., Skole, D., & Lefkowitz, D. (1991). Changes in landscape of Latin America between 1850 and 1985, II: Net release of CO₂ to the atmosphere. *Forest Ecology and Management*. 38, 173-199. Elsevier.
- Quijano, V. (2014). Genotoxicidad en el aire de Cúcuta-Colombia en muestras del pm 2.5. *Revista agua, aire y suelo*. Volumen 5 N° 1. Universidad de Pamplona.
- Mcdicken, K. (1997). A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Virginia: Winrock International Institute for Agricultural Development Forest Carbon Monitoring Program.
- Organización Meteorológica Mundial. (2014). Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero. Boletín, Ginebra.
- Vine, E., Sathaye, J., & Makundi, W. (1999). Guidelines for the monitoring, evaluation, reporting, verification, and certification of forestry projects for climate change mitigation. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. 125. Berkeley.