

HUELLA DE CARBONO

ANDRÉS DAVID MILLÁN

JAIRO ROSERO NARVÁEZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES
SANTIAGO DE CALI
24 DE OCTUBRE DE 2015**

HUELLA DE CARBONO

PRESENTADO A:

JAVIER ERNESTO HOLGUÍN GONZÁLEZ

PRESENTADO POR:

ANDRÉS DAVID MILLÁN

JAIRO ROSERO NARVÁEZ

CURSO:

DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES
SANTIAGO DE CALI
24 DE OCTUBRE DE 2015**

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. MARCO TEORICO	6
2.1. HUELLA DE CARBONO.....	6
2.2. PROTOCOLO DE KYOTO.....	7
2.3. GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	9
3. MARCO LEGAL.....	11
3.1. NORMAS ISO.....	11
3.2. LEGISLACIÓN COLOMBIANA	12
3.3. NORMAS INTERNACIONALES.....	12
4. ANALISIS DE CASO	13
6. BIBLIOGRAFÍA	20

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Gases de efecto invernadero	10
Tabla 2 Análisis de la Diversidad de la Universidad Autónoma de Occidente	14

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Individuos por Biotipos en la Universidad Autónoma de Occidente	15
Figura 2. Fijación de biomasa por cada uno de los biotipos en la Universidad Autónoma de Occidente	16

LISTADO DE MAPAS

Mapa 1. Biomasa aérea calculada a partir de imagen de satélite.	17
--	----

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la necesidad de proteger y conservar nuestro planeta, de los continuos daños provenientes de actividades humanas, ya sean industriales, servicios, transportes entre otras, se debe utilizar una herramienta tan eficaz como lo es el cálculo de la huella de carbono, es por esto que los países se encuentran cada vez más comprometidos en la solución de estos problemas, se han establecido un objetivo para el periodo actual y futuro de contribuir al desarrollo sostenido y equilibrado de todas estas actividades.

A causa de lo anterior se debe comprender el alcance y el impacto de los procesos utilizados para la producción de todos los bienes y servicios que se usan en la cotidianidad, para esto se considera específicamente la evaluación de la huella de carbono, un método apenas conocido y relativamente novedoso que permite establecer el impacto de las emisiones de manera más certera.

La huella de carbono es un indicador ambiental que busca cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GHG). Su medición se convierte en una herramienta que permite trabajar bajo el concepto de eco-eficiencia e identificar oportunidades de reducción de consumo energético, ya que este último es la principal fuente de emisión de GHG a nivel mundial. (Rodríguez, Martínez, & Udaquiola, 2013).

La gran cantidad de emisiones durante cualquier proceso de manufactura tienen un gran efecto sobre nuestro ambiente y a su vez es una causa principal del cambio climático. Por lo tanto, resulta necesario conocer las fuentes de emisión de GHG dentro de un proceso productivo para calcular la huella de carbono, es decir la cantidad de estos gases liberados a la atmósfera en unidades de dióxido de carbono (CO₂) (Wackernagel & Rees, 1995).

Debido a lo anterior se puede inferir que la huella de carbono no es sólo un indicador de información, sino también de desempeño ambiental de un proceso productivo.

El objetivo principal de este informe es fortalecer el desarrollo medio ambiental de la universidad autónoma de occidente por medio de una caracterización de la huella de carbono de la misma y la determinación de la biomasa de Carbono retenida por el arbolado presente en ella.

Palabras Clave: Huella de Carbono, Emisiones, Indicador Ambiental, Universidad Autónoma De Occidente, Biomasa, Alometria.

2. MARCO TEORICO

2.1. HUELLA DE CARBONO

Las alteraciones en la composición del aire es un hecho que normalmente se produce por efectos naturales, pero las mismas han sido incrementadas en los últimos años por las industrias (DUPLAT GUZMÁN & SILVA ÁLVAREZ, 2011) y personas del común, la mayoría no se interesa por las emisiones de gases que llegan a generar a través de sus sistemas de producción o ya sea el caso por su estilo de vida, debido a lo anterior se deben tomar medidas para contrarrestar la contaminación ambiental generada al expulsar al aire sustancias que implican riesgo de daño para la vida animal, humana y vegetal.

La huella de carbono se define como la cantidad de emisión de gases relevantes al cambio climático asociada a las actividades de producción o consumo de los seres humanos, aunque el espectro de definiciones varía desde un mirada simplista que contempla sólo las emisiones directas de CO₂, a otras más complejas, asociadas al ciclo de vida completo de las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo la elaboración de las materias primas y el destino final del producto y sus respectivos embalajes. Las definiciones existentes en la literatura se centran en el CO₂ como el principal eje de análisis, siendo la gran diferencia entre éstas, además del alcance de la huella, la inclusión de los demás gases de efecto invernadero. La propiedad a la que frecuentemente se refiere la huella de carbono es el peso en kilogramos o toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero emitida por persona o actividad (WIEDMANN & MINX, 2007)

Según (SCHNEIDER & SAMANIEGO, 2009) la huella de carbono surge a partir de la huella de ecológica, ya que la huella de carbono es una subhuella de la ecológica, que por lo general abarca 50% de participación.

Su cálculo sigue los principios del Protocolo de emisiones de gases de efecto invernadero o las normas ISO 14064, incorporadas en las metodologías disponibles. (GALLO GRANADA, 2012)

La huella de carbono a nivel de país se ha utilizado principalmente en países desarrollados y con un mayor impacto al ambiente, directamente relacionado con la acción industrial. Entre los países con mayor iniciativa encontramos a Estados Unidos, Alemania y Japón, donde se ha llevado a cabo un aliento tanto industrial como gubernamental referente al consumo de carbono y a su medición y monitoreo. (DUPLAT GUZMÁN & SILVA ÁLVAREZ, 2011)

2.2.PROTOCOLO DE KYOTO

Este protocolo, firmado bajo la convención Marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, generó una serie de cambios y compromisos, por parte de las naciones que están inscritas en el. La principal finalidad de este es promover el desarrollo sostenible, cumpliendo con compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones. (ONU, 1998)

Para este fin se aplicarán políticas y medidas, dependiendo de la situación nacional en que se encuentren las partes aquí suscritas; entre estas encontramos: (ONU, 1998)

- Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.
- Protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente; promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación.

- Promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático.
- Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.
- Reducción progresiva o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarios al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero y aplicación de instrumentos de mercado.
- Fomento de reformas apropiadas en los sectores pertinentes con el fin de promover unas políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.
- Medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte.
- Limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía. (ONU, 1998)

Según las conclusiones a las que se llegó en este protocolo las naciones que lo conforman se asegurarán individual o conjuntamente, de que sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero contemplados en este protocolo, no excedan las cantidades atribuidas a cada nación, y dichas cantidades se calcularán en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción contemplados para cada una de ellas. (ONU, 1998)

Acorde con este compromiso colectivo por parte de los que integran este protocolo, encontramos que la Huella de Carbono sirve de herramienta fundamental para el control y monitoreo de emisiones de gases de efecto invernadero consignadas en esta convención y que para efectos prácticos se expresan en unidades de carbono equivalente.

2.3. GASES DE EFECTO INVERNADERO

Las modificaciones climáticas son procesos naturales que a lo largo de 4.600 millones de años han provocado que la tierra sufra una serie de fluctuaciones climáticas tales como el incremento de la temperatura en la era Mesozoica y las glaciaciones producidas en el Pleistoceno. Estas modificaciones obedecieron a procesos naturales de la Tierra; sin embargo, en el último siglo las variaciones climáticas se han incrementado debido a la sobre acumulación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Colque Pinelo & Sánchez Campos, 2007)

Hablar de gases de efecto invernadero nos lleva a pensar en problemas ambientales y de la salud humana, sin embargo, la importancia de estos gases va más allá. Los GEI son esenciales para la vida en la Tierra, pues hacen que parte del calor emitido por el sol quede atrapado manteniendo una temperatura media global de 15° C en lugar de -18° C, pues absorben el calor generado por el sol (Fotones infrarrojos), reteniéndolo dentro de la atmósfera, generando lo que se conoce como “Calentamiento Global” (CAMBIO CLIMATICO GLOSARIO, 2001)

El problema actual se ha generado por la exagerada presencia de estos gases, ocasionando el aumento de la temperatura del aire y de la superficie terrestre más allá de los niveles normales. Desde la revolución industrial (finales del siglo XIX) los GEI se han incrementado en forma significativa, y en algunos casos, como el Dióxido de Carbono (CO₂), este incremento ha superado lo acumulado en los últimos 20 millones de años (Fuente WWF).

Los Gases de Efecto Invernadero (GEIs), son:

Tabla 1. Gases de efecto invernadero

Gases de efecto Invernadero	Fuente
Dióxido de Carbono (CO₂)	Gas de invernadero producido por uso de combustible fósil (petróleo, gas, carbón, etc) y por el cambio de uso de la tierra (deforestación). Este gas ha contribuido a mantener una temperatura constante dentro de la tierra, sin embargo en la actualidad, es responsable de casi el 76 % del calentamiento global previsto para los próximos años.
Metano (CH₄)	Al igual que el CO ₂ , es producido por la combustión de combustible fósil, asimismo, se produce en los pozos de petróleo, minas de carbón al aire libre, cultivos de arroz y por la por la digestión alimenticia de los animales.
Óxido Nitroso N₂O	Liberado por la combustión de vehículos motorizados Diésel, así como el empleo de fertilizantes nitrogenados.
Vapor de Agua (H₂O)	Por evaporación, ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo.
Ozono (O₃)	Presente en la estratosfera y la troposfera
Hidrofluorocarbonos o HFC	Es usado por el hombre como disolvente para los aerosoles, refrigerantes y dispersores de espuma de uso industrial y doméstico.
Perfluorocarbonos o PFC	Es provocado por la acción del hombre por la producción de aluminio por electrólisis.
Hexafluoruro de azufre o SF₆	Provocado por la acción del hombre en la producción de magnesio

Fuente: (Colque Pinelo & Sánchez Campos, 2007)

3. MARCO LEGAL

En la actualidad hay una gran cantidad de metodologías nacionales e internacionales para el cálculo de la huella de carbono, unas impulsadas por los gobiernos con el fin de definir estándares nacionales; otras por organizaciones las cuales tiene el objetivo de reducir las emisiones en procesos productivos. A continuación se realizara una descripción de las metodologías de mayor importancia.

3.1. NORMAS ISO

El International Standard Organization (ISO) ha desarrollado y está desarrollando estándares relacionados con la medición de emisiones de GEI. Estos se inspiran en general, en estándares y metodologías desarrollados previamente, y tienen como objetivo ser un marco reconocido de confianza a los operadores de proyectos de medición de emisiones de GEI. Estas son:

Las normas ISO 14.064 e ISO 14.065 tienen como objetivo dar credibilidad y confiabilidad a los reportes de emisión de GEI y a las declaraciones de reducción o eliminación de GEI (en particular en el caso de empresas sometidas a obligaciones de reducciones de emisiones, en el marco del Protocolo de Kyoto, el EU-ETS). Las normas pueden ser usadas por organizaciones que participan en el comercio, en proyectos o mecanismos voluntarios de reducción de emisiones. Se pueden aplicar a todos los tipos de GEI, no estando limitadas al CO₂.

- ISO 14.064 (implementado en el 2006) se divide en tres partes y se enfoca en la contabilización, reducción y verificación de GEI de empresas y administraciones (ISO 14064-1, 2006)
- ISO 14.065 (implementado en el 2007) apunta a entregar confiabilidad en los procesos de verificación y validación, definiendo requisitos a las organizaciones que realizan validaciones o verificaciones de emisiones de GEI. (ISO 14065, 2007)

3.2. LEGISLACIÓN COLOMBIANA

- **Ley N° 697 – 2001:** Uso Racional y Eficiente de la Energía: Fomenta el uso racional y eficiente de la energía y promueve la utilización de energías alternativas. Plantea la creación del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE). (GALLO GRANADA, 2012)
- **Decreto N° 3683 – 2003:** Reglamenta la Ley 697 de 2001 y crea una Comisión Intersectorial: Reglamenta el uso racional y eficiente de la energía, de tal forma que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía. Para ello se crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía. (GALLO GRANADA, 2012)

3.3. NORMAS INTERNACIONALES

A nivel internacional las normas que tienen una mayor aceptación y se usan en mayor proporción por organizaciones e instituciones transnacionales son:

- Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)
- BilanCarbone™
- PAS 2050
- PAS 2060

4. ANALISIS DE CASO

4.1. SANTIAGO DE CALI

En el informe Fortalecimiento tecnológico de la red de monitoreo de calidad del aire y evaluación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Santiago de Cali se estimaron las principales actividades productoras de dióxido de carbono (K2 Ingeniería, 2012)

Tabla 2. Emisiones por actividades de habitantes en Santiago de Cali

Emisiones de CO2 equivalente por actividad	CO2 eq (Ton/año)	%CO2 eq
Consumo de combustible por industrias	981,04	0.02%
Distribución y consumo de combustible sector doméstico y comercial	3.426,28	0.07%
Generación de residuos	832.586,55	17.85%
Consumo de energía eléctrica	1.293.446,51	27.73%
Transporte	2.534.290,17	54.33%
TOTAL	4.664.730.56	100%

De acuerdo a los cálculos realizados la actividad que genera mayores emisiones de CO2 es la de transporte ya que allí se produce la combustión de los combustibles fósiles. Esta actividad aporta el 54.33% de la Huella de Carbono de Cali con emisiones aproximadas en peso de 2.534.290,17 Ton/año. El consumo de energía eléctrica también realiza aportes significativos con emisiones de 1.293.446,5 Ton/año que equivalen al 28% del CO2 equivalente producido. La generación de residuos es considerable ya que hace parte del 18% de la huella de carbono, esta actividad produce 832.587 toneladas al año de CO2. El relleno sanitario de Navarro aporta un 8.3% de las emisiones de CO2 equivalente. Aunque los porcentajes de aporte de la distribución y consumo de combustibles no son elevados, sus emisiones son importantes ya que son aproximadamente 4500 toneladas al año de CO2 equivalente. (K2 Ingeniería, 2012)

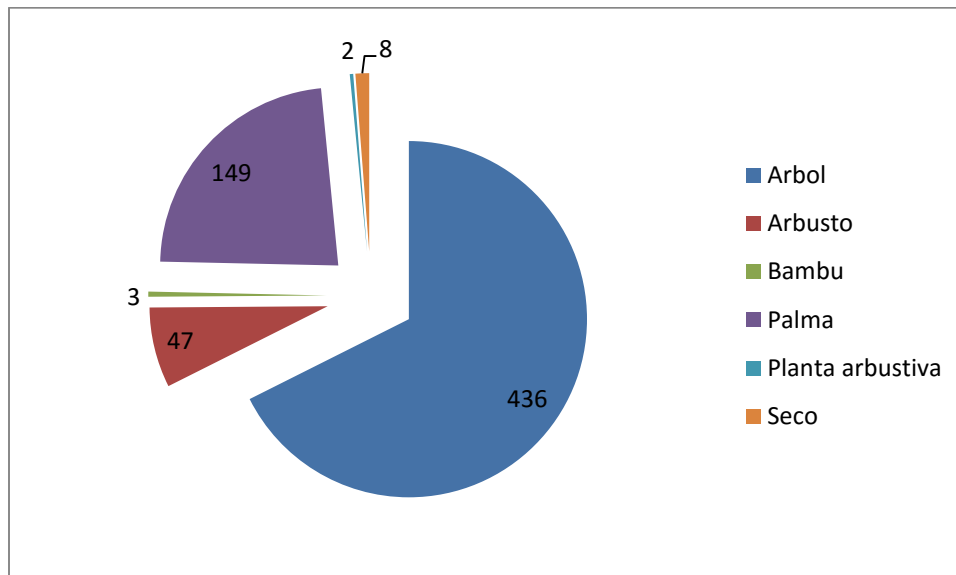
4.2. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE

Para nuestro análisis se hizo un inventario de la flora y posteriormente se calculó la biomasa existente en la Universidad Autónoma de Occidente (Perímetro inmediato), encontrando un total de 645 individuos los cuales se clasificaron en cinco biotipos (Árboles, Arbustos, Palmas, Gramíneas y Herbáceas arbustivas) de los cuales el biotipo con mayor abundancia corresponde a los arboles con 436 individuos, seguido por las palmas con 149 individuos; así mismo se encontraron un total de 50 familias, 97 géneros y 117 especies.

Tabla 3 Análisis de la Diversidad de la Universidad Autónoma de Occidente

ITEM	Árboles	Arbustos	Palmas	Gramíneas	Herbáceas arbustivas	Total
Individuos vivos (Número)	436	47	149	3	2	637
Individuos (%)	68%	7%	23%	0%	0%	99%
Individuos Muertos (Número)	8					
Muerto (%)	1%					
Total Individuos	645					645
Familias (Número)	30	12	3	3	2	50
Géneros (Número)	64	13	17	1	2	97
Géneros (%)	66%	13%	18%	1%	2%	100%
Especies (Número)	77	18	19	1	2	117
Especies (%)	66%	15%	16%	1%	2%	100%

Figura 1 Individuos por Biotipos en la Universidad Autónoma de Occidente



Para calcular la biomasa de la flora de la UAO, se debe calcular la biomasa de los individuos encontrados, para esto debemos conocer el diámetro a altura del pecho (DAP), para el cual se toma el valor de la circunferencia altura al pecho (CAP) y se divide entre pi.

$$DAP \equiv \frac{CAP}{PI}$$

Seguido a esto se debe calcular el área basal, lo cual se hace dividiendo el valor Pi entre cuatro y multiplicándolo por el valor DAP al cuadrado.

$$Area\ basal = \frac{Pi}{4} * DAP^2$$

Y por último para calcular el volumen del árbol se multiplica el área basal, por el promedio de los fustes y la altura total del árbol.

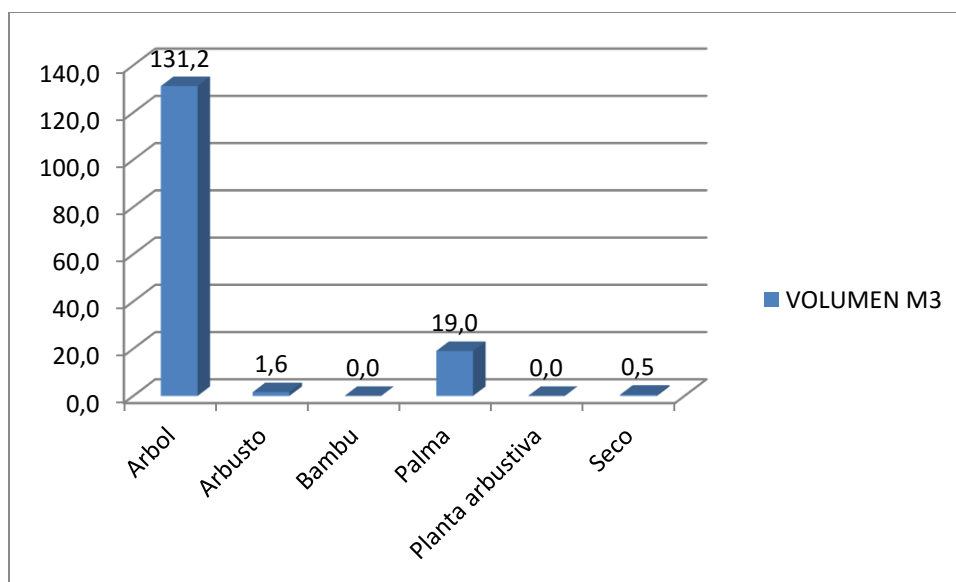
$$Volumen = Area\ Basal * Promedio\ de\ Fustes * Altura\ total\ del\ arbol$$

Al realizar esto para todos los individuos de la UAO, se encontró que el volumen de biomasa de los individuos analizados fue de 152,4 m³, se estima que la fijación

de carbono es el 50% del Volumen de la biomasa, por lo tanto se puede inferir que la UAO fijo un total de 76,2 m³ de carbono.

Se encontró que los árboles son los que más fijación de biomasa presentan con 131,2 m³ y el menos efectivo fue el bambú con 0,001 m³

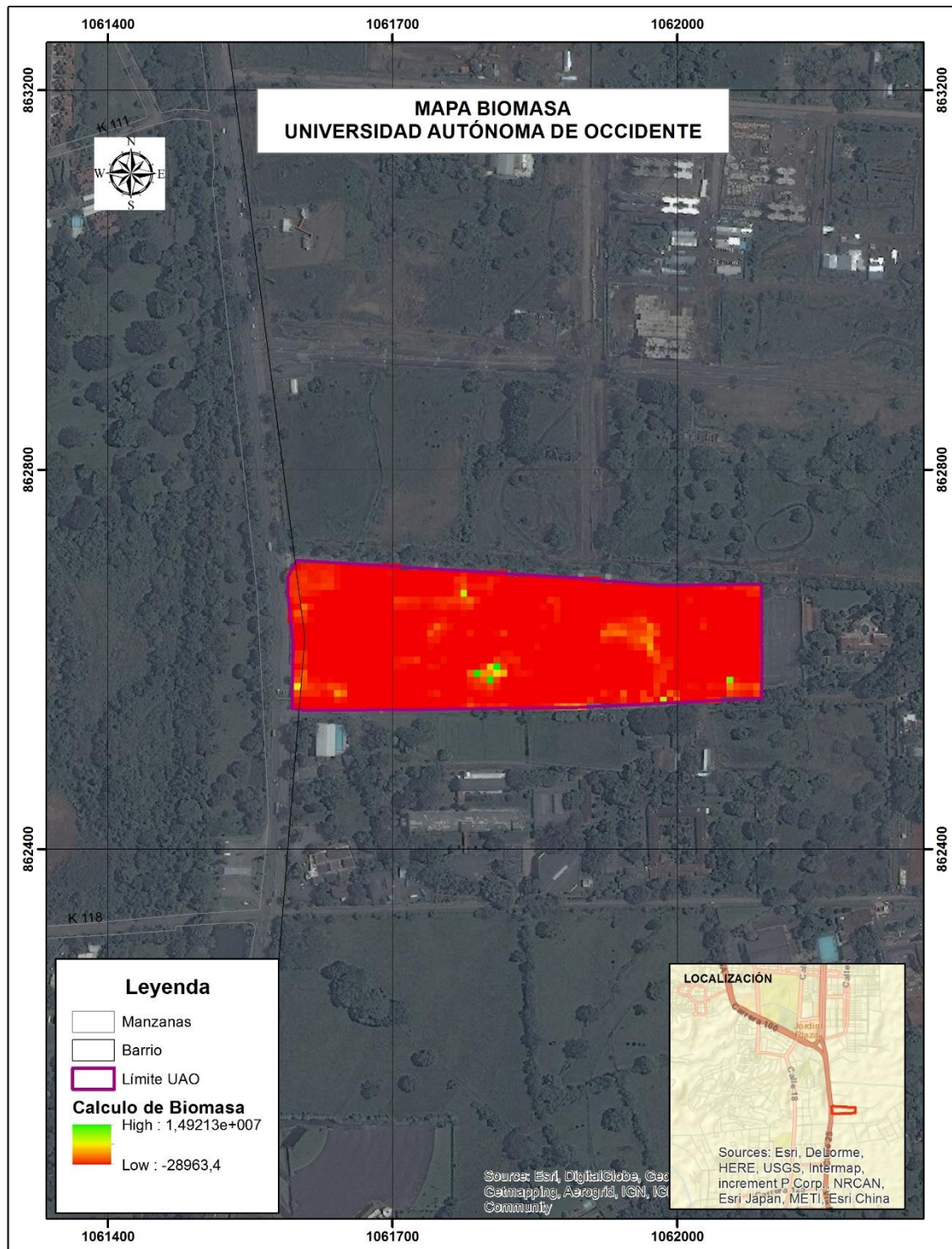
Figura 2. Fijación de biomasa por cada uno de los biotipos en la Universidad Autónoma de Occidente



Mediante análisis anteriores realizados por la Universidad Autónoma de Occidente se calculó que la huella de carbono para esta institución en el año 2014 fue de 925 toneladas de CO₂, por lo tanto se podría inferir que por medio del arbolado presente dentro del campus se contribuye a la fijación de 76,2 toneladas de CO₂.

Por lo tanto se sugiere aumentar la flora del campus universitarios, principalmente con individuos pertenecientes al biotipo arboles los cuales presentaron una mayor fijación dentro del campus.

Mapa 1. Biomasa aérea calculada a partir de imagen de satélite.



5. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

- Se debe concientizar a todo el personal presente en la UAO, a reducir el consumo de energía, ya que esta es producida principalmente por carbón y petróleo unos de los mayores contribuyentes de CO₂. Esto se podría realizar por medio de menor uso de aires acondicionados, desactivar el modo "stand by" de aparatos electrónicos en este caso celulares, portátiles y tablets usadas en mayor proporción en esta institución, cambiar las bombillas incandescentes por unas de menor consumo, entre otras.
- Incentivar el transporte comunitario entre estudiantes y empleados de la universidad, realizar jornadas educativas las cuales incentiven reemplazar el transporte privados por el uso de la bicicleta o transporte público.
- Incentivar el consumo de una dieta baja en carbono lo cual quiere decir consumir menos energía sin mermar la calidad de vida y de paso ahorrar dinero, por medio del uso de alimentos locales lo que evita el transporte desde puntos lejanos, el uso de energía y la liberación de GEI y al mismo tiempo se consumen alimentos más frescos y saludables.
- La UAO debe incentivar las economías locales ya que estas generarían menos emisiones a nivel global, en relación a industrias transnacionales.
- Incentivar en la comunidad universitaria la reducción, reutilización y reciclaje de todos los insumos y alimentos que se utilizan dentro del campus. Una forma eficiente de realizar esto es por medio de la utilización de productos los cuales no tengan empaques excesivos, utilizar los bienes básicos como agua, comida y energía de forma responsable y eficiente, realizar intercambios de bienes con otros individuos del campus entre muchas otras más.
- Enseñar a la comunidad universitaria a ser críticos y reflexivos, de tal forma que tomen conciencia de la utilización de productos no contaminantes y/o tóxicos, biodegradables, reciclables.
- Incentivar a la comunidad universitaria a calcular su huella de carbono, ya que con los avances tecnológicos es posible por medio de calculadoras que

se encuentran en la red, de esta forma el individuo aprenderá que tanto afecta su vida cotidiana al planeta.

- Fomentar las actividades al aire libre, ya que con esto se reduce el uso de energías fósiles.
- Concientizar por medio de ejemplos al estudiantado de cómo evitar el consumo de tabaco y que tanto afecta esto a la atmosfera.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ISO 14064-1. (26 de 10 de 2006). *Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removal*. Obtenido de http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=38381
- ISO 14065. (2007). *Greenhouse gases – Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition*. Obtenido de http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=40685
- CAMBIO CLIMATICO GLOSARIO. (2001). *IPCC Tercer Informe de Evaluación*. Anexo B.
- Colque Pinelo, M. T., & Sánchez Campos, V. E. (2007). *Los Gases de Efecto Invernadero: ¿Por qué se produce el Calentamiento Global?* Lima: Asociación Civil Labor / Amigos de la Tierra - Perú.
- DUPLAT GUZMÁN, M., & SILVA ÁLVAREZ, J. M. (2011). *HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO DE CONSUMO MASIVO EN . SANTIAGO DE CALI : UNIVERSIDAD ICESI, FACULTAD DE INGENIERÍA*.
- GALLO GRANADA, V. (2012). *MEDICIÓN DE HUELLA DE CARBONO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN. SANTIAGO DE CALI : UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE PROGRAMA ADMINISTRACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS .*
- K2 Ingenieria. (2012). *Fortalecimiento Tecnológico De La Red De Monitoreo De Calidad Del Aire Y Evaluación De La Contaminación Atmosférica De La Ciudad De Santiago De Cali .* Santiago de Cali.
- ONU. (1998). *Protocolo de Kyoto de la convención de las naciones Unidas*. Kyoto.
- Rodríguez, R. A., Martínez, A. B., & Udaquiola, S. M. (2013). *Gestión ambiental empresarial: Gestión y Ambiente*, Volumen 17 (1): 159-172 noviembre de 2014 issn 0124.177X.
- SCHNEIDER , H., & SAMANIEGO, J. (2009). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Naciones Unidas., 17.*
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1995). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on The Earth. New York: New Society Publishers.*
- WIEDMANN, T., & MINX, J. (2007). *definition of 'Carbon Footprint'*. ISA Reino Unido.