

# MUROS VERDES COMO ESTRATEGIA PARA LA MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO GENERADA POR LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA HORIZONTE

## GREEN WALLS AS STRATEGIES FOR THE MITIGATION OF THE CARBON FOOTPRINT GENERATED BY THE HORIZON UNIVERSITY FOUNDATION

**María Fernanda Martínez<sup>1</sup>, Juan Manuel Crispoca<sup>1</sup>, Luisa Alejandra García-Galindo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Procesos ambientales, Facultad de ingeniería, Fundación Universitaria Horizonte, Bogotá D.C.,  
Semillero de estudios ambientales (SEAMbiental)  
e-mail: garcia\_luisa@unihorizonte.edu.co

### RESUMEN (250 palabras)

Conocer la Huella de Carbono, entendida como la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) causadas directa o indirectamente por una persona, una organización, producto o evento, es el primer paso para empezar a reducir las mismas de una manera efectiva. Es así como desde la responsabilidad ambiental empresarial se desea un adecuado equilibrio entre la prevención, la mitigación (disminución) y la compensación (devolver al ambiente) de los impactos ambientales que puedan generar las organizaciones. Lo anterior, se considera aún más cierto si se trata de Instituciones de Educación Superior, en las cuales el cuidado del medio ambiente debe ser uno de los pilares fundamentales por la naturaleza de estas organizaciones. Buscando se consecuente con su misión en la Fundación Universitaria Horizonte se determinó la Huella de Carbono generada por la comunidad universitaria (67.02 Ton CO<sub>2</sub>eq), encontrando que de esta cantidad el 65% de dicho impacto se da de forma directa debido al consumo de electricidad. Como parte del proyecto se buscó que las estrategias de mitigación y compensación fueran plantadas por la comunidad universitaria, frente a lo cual un grupo de estudiantes y profesores se han venido vinculando al proyecto proponiendo la construcción de un muro verde, para lo cual se seleccionaron las especies *Crasula ovata*, *Craptopetaleum paraguayense* y *Dichondra repens*. Se concluye que la concepción y construcción de muros verdes como estrategia de mitigación desde la misma comunidad universitaria, resulta una estrategia pedagógica ambiental interesante y fácil de reproducir en centros educativos, permitiendo que los estudiantes se vinculen con esta propuesta, al comprender sus efectos positivos a todo nivel.

**PALABRAS CLAVE:** Cambio climático, Responsabilidad Social Empresarial, Suculenta.

### ABSTRACT (250 palabras)

Knowing the Carbon Footprint, understood as the amount of greenhouse gas (GHG) emissions caused directly or indirectly by a person, an organization, product or event, is the first step to start reducing them in an effective way. This is how, the corporate environmental responsibility, an adequate balance between prevention, mitigation (reduction) and compensation (return to the environment) of the environmental impacts that organizations can generate is desired. The above is true in the case of Institutions of Higher Education, in which the care of the environment must be one of the fundamental pillars due to the nature of these organizations. Seeking consistency with its mission in the Horizonte University Foundation, the Carbon Footprint generated by the university community was determined (67.02 Ton CO<sub>2</sub>eq), finding that of this amount 65% of this impact occurs directly due to the consumption of electricity. As part of the project, it was sought that the mitigation and compensation strategies were planted by the university community, so that a group of students and professors have been linked to the project proposing the construction of a green wall, for which the species *Crasula ovata*, *Craptopetaleum paraguayense* and *Dichondra repens*. It is concluded that the conception and construction of green walls as a mitigation strategy from the university community, is an interesting environmental pedagogical strategy and easy to reproduce in educational centers, allowing students to link with this proposal, understanding its positive effects on all level.

**KEYWORDS:** Cambio climático, Responsabilidad Social Empresarial, Suculenta

## INTRODUCCIÓN

El fenómeno relacionado con el cambio climático de mayor preocupación general en estos momentos, es el conocido como efecto invernadero (EI). Este es un fenómeno natural en el cuál la radiación de calor de la superficie de un planeta, en este caso la Tierra, es absorbida por los gases presentes en la atmósfera y es re-emitida en todas direcciones, lo que resulta en un aumento de la temperatura superficial (cambioclimático.com, s.f). Los gases más eficientes en absorber el calor se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero (Ec.europa.eu, s.f.)

Los GEI son varios y entre ellos se encuentra el Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), el cual es sin lugar a dudas, el compuesto acentuado que más contribuye al efecto invernadero, pues es responsable de más del 60% del efecto invernadero intensificado y en los países industrializados, el  $\text{CO}_2$  representa incluso más del 80% de las emisiones de GEI. Dentro de las principales actividades antrópicas en las que se emite este gas se encuentra la ganadería extensiva y en general la cría masiva de especies y la quema de combustibles fósiles para producir energía (Ec.europa.eu, s.f.; Sandoval & Villegas, 2014). Es así como el  $\text{CO}_2$ , se considera el gas que más ha acelerado el cambio climático. Lo anterior, debido a que las causas primarias del cambio climático se encuentran a partir de la revolución industrial con la mecanización de los procesos de producción, los que a través de los años se fueron haciendo más complejos y generadores de contaminación y son los que dan lugar a las economías contemporáneas en las que los procesos productivos aportan a la atmósfera el  $\text{CO}_2$ , por la quema de combustibles fósiles como el carbón, el gas natural, el petróleo y sus derivados en procesos industriales, transporte, incendios forestales, cocimiento de alimentos, etc )Sandoval & Villegas, 2014) además de la deforestación y los cambios en el uso del suelo (Greenhouse Gas protocol. s.f.). De hecho, hace poco, investigadores europeos descubrieron que las concentraciones actuales de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera son más altas ahora que en cualquier otro período de los últimos 650.000 años (Ec.europa.eu, s.f) pues es innegable que la humanidad ha aumentado a niveles de consumo de recursos nunca vistos previamente y esto está causando el calentamiento global de forma acelerada.

Mitigar el cambio climático implica limitar y reducir las emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera, a niveles muy inferiores a los que prevalecen en la actualidad (Greenhouse Gas protocol. s.f.). Pero, ¿cómo saber con certeza el impacto que cada persona, organización, producto o servicio genera en la intrincada red de responsabilidad del calentamiento global?. ¿Cómo determinar si el cambio en procesos, comportamientos y acciones está teniendo un efecto positivo o negativo en el ambiente?. La respuesta más acertada es por medio de la cuantificación de variables que permitan evidenciar los cambios en el tiempo.

La Huella de Carbono describe la cantidad de emisiones de GEI causados directa o indirectamente por una persona, una organización, producto o evento, a lo largo de su ciclo de vida. Esta medición es el primer paso para conocer las emisiones que se generan y empezar a reducir las mismas de una manera efectiva (COP20.pe, s.f). Otro aspecto muy interesante de la Huella de carbono, es que para que las mediciones sean comparables, para todas las variables medidas (por ejemplo otros GEI) se han generado equivalencias expresadas en cantidad de  $\text{CO}_2$ , teniendo en cuenta la relevancia de este compuesto en el cambio climático y el calentamiento global. La huella de carbono se mide en toneladas de  $\text{CO}_2$  equivalente ( $\text{tCO}_2\text{e}$ ), y se calcula multiplicando los datos de las actividades (cantidad) por factores de emisión (COP20.pe, s.f).

El análisis de huella de carbono proporciona como resultado un dato que puede ser utilizado como indicador ambiental global de la actividad que desarrolla la organización. La huella de carbono se configura así como punto de referencia básico para el inicio de actuaciones de reducción de consumo

de energía y para la utilización de recursos y materiales con mejor comportamiento medioambiental (magrama.gov.es, 2015).

La responsabilidad ambiental empresarial vista como, un adecuado equilibrio entre la prevención, la mitigación (disminución) y la compensación (devolver al ambiente) de los impactos ambientales que puedan generar las organizaciones es sin lugar a dudas un componente pilar en todas las empresas que buscan ser socialmente responsables, aún más si se tiene en cuenta que 40% de la economía mundial está basada en productos y procesos biológicos (ecoconsulta.com.co, s.f)

Fue así como, una vez se realizaron todas las actividades en pro de obtener el número que definiera la huella de carbono generada por la Fundación Universitaria Horizonte (UniHorizonte), se generó la necesidad de buscar la manera de reducir o compensar a la emisión de estos.

Dentro de las estrategias que se han planteado para lograr este fin, se seleccionó a los medios naturales, como lo es la vegetación y su potencial para fijar CO<sub>2</sub> (Ec.europa.eu, s.f.; Gutierrez & Montoya, 2014), pues para el caso de esta investigación, la cual se planteó como un proyecto transversal entre el centro de investigaciones, proyección social y el programa técnico profesional en procesos ambientales, se buscó que las alternativas para la mitigación de HC de UNIHORIZONTE fueran gestadas desde y para la comunidad universitaria.

Teniendo en cuenta lo anterior, enmarcado en la Responsabilidad social empresarial (RSE) y tomando la responsabilidad ambiental empresarial (RAE) como pilar de la universidad se planteó como una de las estrategias la implementación de un muro verde como medio de compensación.

Se tomó a la vegetación como una alternativa para la compensación de la huella de carbono ya que esta tiene la propiedad de ser sumidero, es decir, que las plantas absorben CO<sub>2</sub> de la atmósfera durante la fotosíntesis y utilizan el carbono proveniente de este compuesto para construir sus tejidos (Gutierrez & Montoya, 2014). Por esta razón la siembra guiada y oportuna de especies vegetales se define como un proceso, actividad o mecanismo que captura un gas efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera (Ruíz-Peinado, 2011).

Los muros verdes en las ciudades que no sólo han surgido para embellecer y enverdecer los paisajes de cemento (Navarrete, 2016), sino que en la ciudad actualmente estos muros se han implementado como practicas con fines alimentarios, educativos, ambientales, recreativos e incluso terapéuticos, así como para generar espacios de reconciliación al favorecer cercanía entre las comunidades, como un programa incluyente que también mitiga los efectos del cambio climático. Prueba de esto se observa en la diversidad de espacios que han sido adaptados en la ciudad para este fin (techos, jardines, ventanales, paredes, etc), de cultivos (ornamentales, hortalizas, aromáticas, frutales, girasoles, etc); así como de personas involucradas en este tipos de procesos (madres o padres cabeza de hogar, familias enteras, niños, discapacitados, ancianos, entre otros). Mostrando así que además de ofrecer independencia alimentaria, los muros verdes fomentan el bienestar del individuo y es una herramienta para la reconstrucción del tejido social (Navarrete, 2016), la posibilidad de mantener su tradición cultural campesina (Leandro, 2013), que incluso puede generar excedentes para el intercambio y la comercialización, si se trata de muros del tipo huerta (Cortes, 2016).

Sin embargo, de acuerdo a García (2015) “es importante recalcar que actualmente los temas relativos a la sostenibilidad, muestran un vacío en cuanto a la poca comprensión y apropiación real de que hay

de los mismos por la población” (página 57). Frente a esto, se considera que involucrar a la población con su participación activa en el diseño, implementación, mantenimiento y cuidado de un muro verde puede generar un impacto positivo en ellos, logrando que se involucren y tomen parte de su responsabilidad social y ambiental.

Es importante resaltar que con los compromisos ambientales adquiridos por Colombia, el tema de la Huella de Carbono es más que pertinente como un tema de investigación aplicada, no sólo porque está estrechamente relacionado con las políticas actuales del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, sino que la comprensión del papel del cuidado ambiental y la producción y el consumo sostenible están estrechamente relacionados con la capacidad económica del país así como su vulnerabilidad a cambios climáticos como inundaciones y sequías lo que influye directamente al bienestar de la población, la superación de la pobreza y la consolidación de la paz (García-Arbeláez, Barrera, Gómez, & Suárez-Castaño, 2015).

El conocimiento de la HC generada y que las estrategias propuestas para su mitigación, se gesten desde el interior de la comunidad universitaria, podría ser fácilmente el reflejo de la opinión y el sentir de los colombianos frente al cambio climático, poniendo en las manos de todos la responsabilidad de ser propositivos y críticos frente a aspectos como la mitigación, adaptación, intercambio de conocimientos y construcción de capacidades para enfrentar el cambio climático en Colombia desde la ciencia y la tecnología.

La presente investigación busca ser ejemplo organizacional para otras instituciones educativas y en general del sector de prestación de servicios, ya que este proyecto afecta y sirve como referencia a toda la comunidad universitaria siendo un medio para concientizar de los impactos que cada persona genera y que se tornan en el impacto que la organización genera al prestar un servicio. Todos los datos recolectados, así como las estrategias implementadas y a implementar podrían ser usadas como modelo en otras organizaciones, aumentando el reconocimiento y visibilización de UNIHORIZONTE como una Fundación socialmente responsable y coherente que desea contar con la responsabilidad ambiental como uno de sus pilares más sólidos.

## **MÉTODOLOGÍA**

### **Población y Muestra:**

Comunidad universitaria de Unihorizonte durante el año 2016 (alrededor de 1.100 estudiantes, 37 profesores de planta y 15 administrativos).

### **Instrumentos:**

Como instrumentos se tuvieron en primera medida encuestas realizadas a estudiantes, docentes y administrativos respecto a sus hábitos y consumos. Estas encuestas fueron validadas de forma previa a su aplicación masiva.

De forma paralela, se realizó la recopilación de la información correspondiente a los consumos de agua y electricidad durante el año base y se consignó en una plantilla de Excel.

### **Equipos:**

Se utilizaron como equipos las cámaras fotográficas tanto de los estudiantes como del docente

### **Instalaciones:**

Instalaciones de la Fundación universitaria Horizonte, especialmente el laboratorio de física y química en el cual se realizó la propagación de las plantas empleadas para la construcción del muro verde.

## **Parte A: Determinación de la Huella de Carbono de Unihorizonte**

### **Selección de la metodología para la cuantificación de la Huella de Carbono**

A nivel internacional existen varias metodologías para el cálculo de la huella de carbono, ya sea de productos, de organizaciones, de eventos, etc ((magrama.gov.es, 2015; Gutierrez & Montoya, 2014). Por ejemplo, para las Comunicaciones Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, se utilizan las directrices y guías del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC); para el cálculo de la huella de carbono a nivel de organizaciones o empresas se pueden usar los protocolos de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) o los estándares desarrollados por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) en conjunto con el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD); mientras que para el cálculo de huella de un producto, entre los estándares más conocidos están los desarrollados por la República Británica (PAS 2050), así como también los de la ISO y WRI/WBCSD (Greenhouse Gas protocol. s.f).

Sin embargo, de acuerdo a una revisión cautelosa para el planteamiento de la presente investigación se encontró que, la más adecuada es la metodología de *GreenHouse Gas Protocol* (GHG Protocol) (GreenHouse Gas Protocol, 2012) que fue el resultado de una alianza multipartita de 170 empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), gobiernos y otras entidades (Gutierrez & Montoya, 2014).

### **Metodología para el cálculo de la huella de carbono**

En la presente investigación se utilizó la metodología *GreenHouse Gas Protocol* (GHG Protocol). Para su fue necesario definir los elementos que se presentan a continuación.

Elección de año base: Se estableció el año 2016 como base para la medición de HC en Unihorizonte ya que la empresa para este año cuenta con información suficiente y confiable; además nunca se había implementado la medición de la HC, lo cual no obliga a realizar un recalcu de las emisiones del año base.

Limite organizacional: El límite organizacional definido fue de control, ya que la organización tiene control operacional sobre sus unidades, tiene autonomía, y puede introducir e implementar políticas de operación en sus procesos.

Limite operacional: En este numeral se definieron los alcances determinados como los límites operacionales, en donde se tuvo en cuenta los procesos de la empresa.

### **Identificación de fuentes**

Alcance 1: Emisiones directas de GEI. Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad o están controladas por la empresa.

Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad. En este alcance, cabe aclarar que la empresa seleccionada realiza la compra de energía eléctrica a una empresa privada, la cual es utilizada para iluminación y diferentes aspectos administrativos de la empresa.

Alcance 3: Otras emisiones indirectas. Las fuentes de emisiones que son tomadas dentro de este alcance, están relacionadas con el transporte de pasajeros por medio de rutas; también se tuvo en cuenta el consumo de papel para uso interno de la empresa.

### Factores de emisión

Como lo establece la metodología seleccionada, el *GHG Protocol*, para el cálculo de las emisiones atmosféricas generadas por los procesos del consumo de recursos, es necesario recopilar datos de consumo y contar con los factores de emisión nacionales. Para esto una vez establecidos los consumos dados en cada alcance se consultarán los factores de emisión para cada fuente.

### Aplicación de la herramienta de cálculo

El protocolo de Gases Efecto Invernadero (*GHG Protocol*), suministra las herramientas de cálculo, las cuales se muestran a continuación según el alcance.

Alcance 1: Emisiones directas. Uso de combustibles fósiles - Las emisiones de gases efecto invernadero procedentes del transporte o fuentes móviles).

$$Ton CO_2eq = A * B * FE * FC \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde, A, es el consumo del combustible (Ton o gal) B, GJ por cantidad de combustible (GJ/Ton o GJ/gal) FE, Factor de emisión (kg CO<sub>2</sub>/GJ) FC, factor de conversión a toneladas (Ton/kg).

Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad. Consumo de energía eléctrica - Las emisiones de GEI de la electricidad comprada.

$$Ton CO_2eq = A * FE * FC \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde A, consumo de electricidad (Kwh) FE, Factor de emisión (kg CO<sub>2</sub>/Kwh) FC, Factor de conversión (Ton/kg).

Alcance 3: Otras emisiones indirectas.

- Uso de combustibles fósiles - Las emisiones de gases efecto invernadero procedentes del transporte o fuentes móviles.

$$Ton CO_2eq = A * B * C * FE * FC \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde, A, kilómetros recorridos al año (km/año) B, galones consumidos por kilómetro (gal/km) C, GJ por cantidad de combustible (GJ/gal) FE, Factor de emisión (kg CO<sub>2</sub>/GJ) FC, factor de conversión a toneladas (Ton/kg).

- Consumo de papel - Las emisiones de GEI de las fábricas de celulosa y papel.

$$Ton CO_2eq = A * FE * FC \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde A, consumo de papel (kg) FE, Factor de emisión (kg CO<sub>2</sub>/kg) FC, Factor de conversión (Ton/kg)

### Recolección de información

Se recogió toda la información de consumos, especificados en cada alcance durante el 2016 y dicha información se tabulará y analizará por tipo.

### **Determinación de la Huella de Carbono**

Una vez se tuvo cada uno de los valores por tipo y por alcance se pudo establecer en cuál de ellos se estaba generando el mayor impacto o HC. Adicionalmente, la sumatoria de estos valores indicó la HC de Unihorizonte. A partir de este valor general y del dado por cada uno de los alcances se establecieron las metodologías y estrategias de mitigación.

### **Técnica de análisis y procesamiento de la información**

La información proveniente de las encuestas se tabulará y se analizará utilizando estadística descriptiva empleando como herramienta Excel®.

## **Parte B: Estrategias propuestas desde la comunidad Universitaria**

### **Siembra de muro verde**

Como parte de la estrategia de mitigación por parte de los alumnos de Unihorizonte, se realizó el planteamiento de proyectos ambientales en la cual se sembraron especies ornaméntales (muros verdes). Para esto se determinó el área a intervenir, el grupo de estudiantes que participarían en el proyecto y las especies a seleccionar para el muro.

## **RESULTADOS**

### **Determinación de la huella de Carbono de UniHorizonte para el año base**

Para el alcance 1, relacionado con las emisiones directas por el uso de combustibles fue posible establecer que debido a que la Fundación no cuenta con automotores propios, su cálculo es 0.

Respecto al alcance 2, en el cual se evalúan las emisiones indirectas de GEI asociadas al consumo de energía eléctrica, se obtuvo que en el año base se consumieron 320.5Kwh. Para realizar el cálculo se empleó el factor de emisión reportado para las hidroeléctricas del país, el cual equivale a 0.136 Kg CO<sub>2</sub>/Kwh (Gutierrez & Montoya, 2014), con lo cual se obtuvo 43.588 Ton CO<sub>2</sub>eq.

Para el alcance 3 sólo se tomó para este caso el consumo de papel, pues se espera obtener datos más exactos respecto a la forma de movilidad de la comunidad educativa, para complementar el presente estudio con esta información. Respecto al consumo de papel, para la fecha de recolección de la información no se realizaba una cuantificación del papel empleado en total, pero se contaba con el estimado empleado por el área administrativa de 8 Kg, por lo que este valor fue el que se usó para realizar los cálculos. Fue así como se obtuvo un valor de 21.432 Ton CO<sub>2</sub>eq.

Es así que la huella de carbono total de Unihorizonte para el año base (2016) fue de: 67.02 Ton CO<sub>2</sub>eq.

### **Determinación del área a intervenir**

Luego de una evaluación detallada de los diversos espacios disponibles en la Fundación para el proyecto, se tomó la decisión de hacerlo en la fachada de la misma, teniendo en cuenta que en esta área se favorecerían criterios como:

- a) Mayor impacto visual y reconocimiento por la comunidad universitaria
- b) Alto contacto con partículas de Smog y por lo tanto, una mayor disminución del mismo en el área circundante de la Fundación.
- c) Mayor función como de ruido, dado que esta área está en permanente contacto con fuentes emisoras de ruido al estar cerca a la Av. Caracas.

Las áreas a intervenir dentro de la fachada se señalan en la figura 1.



Figura 1. Las zonas delimitadas por los círculos amarillos señalan las áreas de intervención con muros verdes en la fachada de Unihorizonte. Fuente: propia

### **Selección del recurso humano para el proyecto**

Teniendo en cuenta que de acuerdo a García (2015) “es importante recalcar que actualmente los temas relativos a la sostenibilidad, muestran un vacío en cuanto a la poca comprensión y apropiación real de que hay de los mismos por la población” (página 57). Frente a esto, se considera que involucrar a la población con su participación activa en el diseño, implementación, mantenimiento y cuidado del muro verde puede generar un impacto positivo en ellos, logrando que se involucren y tomen parte de su responsabilidad social y ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior y debido a que el proyecto nació, como se expresó previamente, como una idea de SEAmbiental, al inicio del proyecto serán los estudiantes del semillero quienes realizarán, en compañía del docente líder del mismo, los semilleros de propagación, el montaje inicial de las plántulas en la geomembrana, diseñarán el plan de fertilización, riego y mantenimiento para cada especie seleccionada. Así mismo, con ayuda de un estudiante de diseño gráfico realizarán la cartilla y capacitarán al personal que continuará con el mantenimiento del muro verde.

En la figura 2, se identifican los cinco (5) integrantes activos de SEAmbiental que participarán en el proyecto





Figura 2. Integrantes de SEAmbiental que participarán en el proyecto (4 estudiantes y una docente).  
Fuente: SEAmbiental, 2017.

### **Criterios para la elección de las especies de plantas a emplear**

Para la selección de las especies a plantar en el muro verde, se contó con la asesoría de expertos del Jardín Botánico de Bogotá, José Celestino Mutis.

Teniendo en cuenta la ubicación del muro, las características deseadas para el mismo a nivel paisajístico, la resistencia necesaria de las especies a las características ambientales de la zona de ubicación, los costos y la facilidad para la construcción y mantenimiento del mismo, entre otros, se determinó que el grupo de las plantas suculentas era el más adecuado.

Las plantas suculentas o crasas (del latín *suculentus*, 'muy jugoso') son aquellas en las que algún órgano o parte (tallo, hojas, por ejemplo) se ha modificado en una nueva especialización que permite el almacenamiento de agua en cantidades mucho mayores que en el resto de las plantas y gracias a esta característica pueden sobrevivir en lugares áridos por largos periodos de tiempo. Un aspecto muy interesante de este grupo de plantas es que no se encuentran relacionadas entre sí, sino que las características propias del grupo han evolucionado en diferentes familias del Reino Vegetal de forma independiente como respuesta a las presiones ambientales (Simpson, 2005).

Dentro de este grupo se seleccionaron tres especies, las cuales se espera distribuir en el muro verde de acuerdo a como se especifica en la Figura 3.

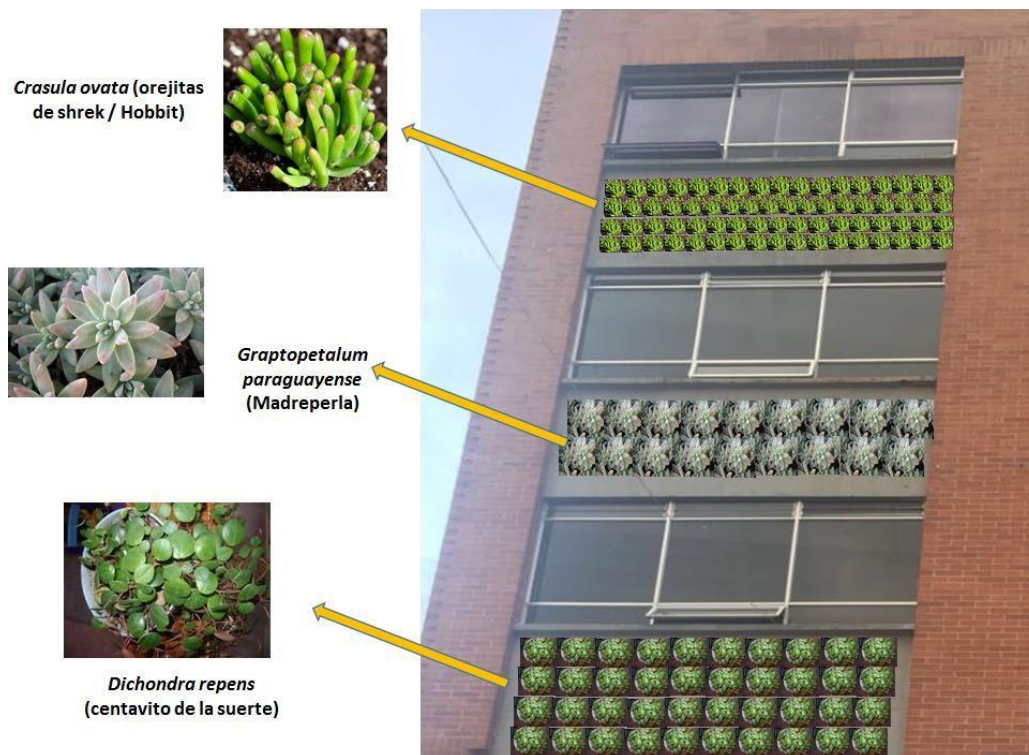


Figura 3. Especies a emplear en el muro verde y distribución propuesta.  
Fuente: Diseño propio, 2017

*Crasula ovata*, conocida comúnmente como orejitas de Srek, planta Hobbit o árbol de jade, es una planta de crecimiento continuo durante el año (perenne), que cuenta con hojas carnosas de 3 a 7 cm cada una. Es una planta de color verde por lo general, aunque si permanece por periodos prolongados en contacto a la luz solar directa puede desarrollar un hermoso color rojizo en las puntas de sus hojas y en ocasiones puede producir producen flores blancas o rosadas desde fines del otoño hasta el invierno (Conabio, 2009).

Su mantenimiento es sencillo y su crecimiento no es alterado por las condiciones climáticas de Bogotá, pues sólo se afecta en calores o heladas extremas que no se presentan en la ciudad. Se requiere riego una vez a la semana, el cual puede descartarse en caso de lluvias. Requiere de podas periódicas para que su tronco no se rompa por el peso de las hojas, pero el crecimiento no es demasiado rápido por lo que las podas no son frecuentes. Lo ideal es sembrarla en sustrato poroso que incluya suelo y cascarilla o turba para que drene con rapidez impidiendo daños por exceso de agua. Respecto a su propagación, esta es fácil de realizar por esqueje de tallos o de hoja (Conabio, 2009).

Respecto a *Craptopetaleum paraguayense* (Madreperla), de acuerdo a la página Consultaplantas.com (s.f), se enfatiza en que se trata de una planta de tipo postrado con hojas gruesas de forma espátulo-ovaladas distribuidas en forma de roseta. La madreperla presenta tonalidades desde el verde pálido hasta el gris, que en ocasiones florecen, aunque esto no es muy común. Las mejores condiciones climáticas para esta especie, son la exposición directa al sol y temperaturas entre 15-25 °C, aunque pueden menores temperaturas. Además se caracteriza porque prospera en casi cualquier suelo y requiere poca fertilización. Para su multiplicación, a pesar que se realiza a partir de semillas lo más rápido es por esquejes de tallo o de hoja por su facilidad para enraizar.

Finalmente, la especie *Dichondra repens* o centavito, fue seleccionada debido a que también es una planta perenne, con características de trepadora o colgante y cuenta con hojas pequeñas pero carnosas que desprenden un agradable aroma. Se encuentra que para su crecimiento requiere de luz natural, temperaturas entre 5 y 15°C y humedad intermedia para desarrollarse adecuadamente. Respecto al riego y siembra requiere de riego a capacidad 1 vez a la semana y suelos o sustratos con buen drenaje (botanical on line, s.f).

Para ahorrar en costos, se han comprado varias plántulas y por medio del protocolo especificado por Llano (2016), se está realizando su propagación en semilleros, de esta forma se cubrirán las necesidades del muro verde. Este proceso se considera útil pues cuenta con un componente pedagógico importante para los estudiantes de procesos ambientales.

Uno de los resultados más interesantes de este proyecto, es que varios estudiantes de otras carreras ofrecidas por Unihorizonte, han deseado vincularse al mismo desde sus disciplinas, pues les parece un proyecto pertinente e interesante, relacionado con las necesidades de la ciudad y puntualmente con la localidad de chapinero, pues en los alrededores de UniHorizonte está la avenida Caracas por la cual hay una alta afluencia de autos, motos y el transmilenio.

Adicional al servicio ecosistémico y paisajístico del muro verde, tales como regular la temperatura, retener hasta un 70% de humedad, reducir el consumo energético, atrapar el polvo y el smog al absorber naturalmente estos contaminantes, aislar el ruido reduciéndolo incluso hasta 40 decibeles y repeler insectos, entre otros (Hildebrand, 2015), estos aumentan el valor y la calidad de la finca raíz sin ocupar área horizontal, es claro que las ciudades como Bogotá se hacen más densas y la competencia por el uso del espacio se intensifica, por lo el uso de estas tecnologías debería ser masiva pues sus efectos serían altamente positivos, como lo plantea VERTIN (2017) a través de la siguiente pregunta “Bogotá tiene unos 270 millones de m<sup>2</sup> construidos. ¿Y si los cubrimos de verde?” (párrafo. 1).

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La actividad que más impacta la huella de carbono generada por la comunidad universitaria de unihorizonte está relacionada con el consumo eléctrico, por lo cual la continuidad de campañas relacionadas con el ahorro de luz deben continuar implementándose.

La concepción y construcción de muros verdes como estrategia de mitigación desde la misma comunidad universitaria, resulta una estrategia pedagógica ambiental interesante y fácil de reproducir en centros educativos, ya que se ha visto que especialmente los estudiantes se vinculan con esta propuesta, al comprender sus efectos positivos a todo nivel.

La responsabilidad social empresarial debe ser especialmente fortalecida y llevada a cabo en el ámbito de las Instituciones de Educación Superior, pues estas son una de las principales instancias en las que se construye en la sociedad el sentido de responsabilidad ambiental, así como la conciencia de hacer parte activa y propositiva de la solución, a la vez que se reconoce el efecto y consecuencias de las actividades individuales sobre la salud del planeta.

## **REFERENCIAS**

Agencia Branbstrat. 2012. Estudio opinión de los colombianos sobre RSE y preferencia a los productos responsables

Botanicalonline. (s.f). Características de la planta del dinero. Disponible en [https://www.botanical-online.com/plantadeldinero\\_cuidados.htm](https://www.botanical-online.com/plantadeldinero_cuidados.htm)

Cambioclimático.com. s.f. Cambio Climático, Calentamiento Global y Efecto Invernadero. Disponible en <http://cambioclimaticoglobal.com/>

CONABIO. 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. En: Capital Nat.México: CONABIO.

Consultaplantas.com (s.f). Graptopetalum Paraguayense, Graptopétalo O Madreperla | Cuidados. Disponible en <http://www.consultaplantas.com/index.php/plantas-por-nombre/plantas-de-la-d-a-la-l/388-cuidados-de-la-planta-graptopetalum-paraguayense-graptopetalo-o-madreperla>

COP20.pe. s.f. Cómo se mide la huella de carbono?. Disponible en <http://www.cop20.pe/22973/como-se-mide-la-huella-de-carbono/>

Corporación Fenalco Solidaria Colombia.2016. Portafolio de Servicios Huella de Carbono.

Cortes, J (2016). Más de 300 huertas familiares y comunitarias funcionan en Bogotá. Alcaldía mayor de Bogotá. Recuperado de <http://www.bogota.gov.co/article/temas-de-ciudad/ambiente/desarrollo-economico/300-huertas-familiares-funcionan-en-bogota>

Ec.europa.eu. s.f. Comprender los gases de efecto invernadero. Disponible en [http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_es.pdf)

Ecoconsulta.com. sf. Gestión ambiental empresarial y responsabilidad social en Colombia. Disponible en <http://ecoconsulta.com.co/sitio/gestion-ambiental-empresarial-y-responsabilidad-social-en-colombia/>

Ecosfera. 2014. Los muros verdes más allá de la moda: conoce todos sus beneficios. Ecosfera. Disponible en: <http://ecoosfera.com/2014/11/los-muros-verdes-mas-alla-de-la-moda-conoce-todas-sus-propiedades/>

García-Arbeláez, C., Barrera, X., Gómez, R. & Suárez-Castaño, R. 2015. El ABC de los compromisos de Colombia para la COP21. 2 ed. WWF-Colombia. 31 pp.

García-Galindo, L.A. (2015). Evaluación del antagonismo de cepas de *Trichoderma spp.* Frente a cepas de *Fusarium spp* y *Colletotrichum spp* aisladas de cultivos orgánicos de sábila (*Aloe vera*) y Arándano (*Vaccinium corimbosum*). *Revista TECKNE*,13(1):55-66

Greenhouse Gas protocol. S.f. Protocolo de gases de efecto invernadero. Disponible en [http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo\\_de\\_gei.pdf](http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf)

GreenHouse Gas Protocol. 2012. Disponible en <http://www.ghgprotocol.org/>

Grupo Xaxeni. 2013. Cosechando natural del huerto a la sopa. Cosechando natural. Disponible en: [https://www.cosechandonatural.com.mx/que\\_son\\_los\\_muros\\_verdes\\_articulo49.html](https://www.cosechandonatural.com.mx/que_son_los_muros_verdes_articulo49.html)

Gutierrez, F. & Montoya L. 2014. La huella de carbono como herramienta para lograr una producción sostenible en un cultivo de flores ubicado en la Sabana de Bogotá– Colombia. Bogotá, Colombia. *Revista de tecnología*. Vol 13: 73-86.

Hildebrandt Gropup. 2015. *Características y beneficios de los muros verdes*. Disponible en <http://www.hildebrandt.cl/caracteristicas-y-beneficios-de-los-muros-verdes/>

Informe The Global Socially Conscious Consumer de Nielsen, 2012.

Instituto de estudios ambientales -IDEAM .2010. 2ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá. Colombia.

Leandro, A.V. (2013). La agricultura urbana en Bogotá: como llegar a obtener un modelo de negocio (Tesis de pregrado). Universidad Escuela de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, Colombia.

Llano, C. 2016. ¿Cómo reproducir suculentas?. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=yvJ4ZAqKZEw>

Managrama.gob.es, 2015. Guía para cuantificar la huella de carbono. Disponible en [http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\\_huella\\_carbono\\_v2\\_tcm7-379901.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_v2_tcm7-379901.pdf)

Navarrete, M.A. (2016). Tres huertas urbanas en Bogotá, la gran ciudad siembra. Revista del Goethe –Institut Kolumbien. Recuperado de <https://www.goethe.de/ins/co/es/kul/mag/20872601.html>

Protocolo de Montreal de 1987

Ruíz-Peinado, R. 2011. Situación actual de los bosques: retos y oportunidades. Los bosques y su efecto sumidero de carbono. Santander, España.

Sandoval, G.A. & Villegas E. 2014. El cambio climático y el futuro de la economía colombiana. Bogotá, Colombia. *Revista de tecnología*. Vol 13: 87-94.

Simpson, M.G. 2005. Chapter 9 Plant Morphology. En: Plant Systematics. USA: Elsevier Academic Press.

Sustentar. 2016. Sustentar soluciones verdes. Disponible en: <http://www.sustentar.co/>

Vertinvertical 2017. Vertin. Disponible en: <http://www.vertinvertical.com/jardines-verticales-bogota.php>

YANHAAS. 2012. Colombianos y su percepción frente a la responsabilidad social empresarial (RSE).