

# Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao

## Software for calculating the environmental footprint in cocoa production

Irlesa I. Sanchez M.<sup>1</sup>, Jaime M. Cabrera M.<sup>2</sup>, Ferley Medina Rojas<sup>3</sup>, Jhon F. Ortiz<sup>4</sup>, Sergio Gordillo<sup>5</sup>, Didio A. Perdomo<sup>6</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Universidad Cooperativa de Colombia.

<sup>4</sup>Mvp Microsoft Colombia, <sup>5,6</sup>Jóvenes Investigadores, Universidad Cooperativa de Colombia.

<sup>1</sup>Irlesa.sanchez@campusucc.edu.co, <sup>2</sup>Jaime.cabrera@campusucc.edu.co, <sup>3</sup>ferley.medina@campusucc.edu.co, <sup>4</sup>johnortizo@outlook.com, <sup>5</sup>sergio.gordillo@campusucc.edu.co, <sup>6</sup>didio.perdomo@campusucc.edu.co

**Resumen**– El presente artículo contiene aspectos importantes en las diferentes etapas del cultivo de cacao, además, los componentes representativos, agentes involucrados e indicadores para el cálculo de la huella de carbono e hídrica, que mejora el sistema de producción de la comunidad de cacaocultores del Huila con el desarrollo de un Software el cual, se aborda con una metodología ágil a través del método SCRUM. En la etapa de análisis se toma las variables involucradas en la producción de cacao, y las normativas ambientales internacionales vigentes.

**Palabras claves**– Software, Huella ambiental, Cacao, Huella de carbono, huella hídrica.

**Abstract**– The present article contains important aspects in the different stages of cocoa cultivation, in addition, the representative components, agents involved and indicators for the calculation of the carbon and water footprint, that improves the production system of the community of cocoa farmers of Huila the development of a Software that is approached with an agile methodology through the SCRUM method. In the analysis stage, the variables involved in the production of cocoa, and the international environmental regulations in force, are taken.

**Keywords**– Software, Environmental footprint, Cocoa, Carbon footprint, water footprint.

### 1. Introducción

El cambio climático afecta la producción agrícola. La huella ecológica mide la sostenibilidad ambiental de las actividades económicas de cualquier región. En España se aplica este indicador en la agricultura para estimar superficies ecológicamente productivas [1].

En el departamento del Huila la producción de cacao se considera con sello de exportación, siendo importante en la economía de la región. En año 2015 se logró una producción de 220 toneladas, y en el 2016 se obtuvo 2.244 toneladas puestas en el mercado internacional [2], por las características excelsas en cuanto al sabor y aroma. Como parte de la planeación y gestión ambiental del cultivo de cacao es necesario garantizar un proceso productivo limpio, que se evidencia en el impacto ambiental mediante la aplicación de las normas que garantizan la calidad. Por lo anterior, se analiza la huella ecológica presente durante la producción de cacao, siendo necesario contar con un software para su cálculo.

Por este motivo se apuesta a la siguiente pregunta de investigación, ¿Cómo medir el impacto de la Huella ambiental durante la producción de cacao?, con el objetivo principal de crear un software que permita calcular la huella de carbono e hídrica como medida de manejo ambiental para garantizar un producto limpio y de calidad.

### 2. Marco referencial

#### 2.1 Producción de cacao

El cacao pertenece a la familia Malvacea, se han descrito cerca de 22 especies, están ubicadas principalmente en Sudamérica y partes de Centroamérica, el cruzamiento artificial del cacao da origen a un tercer tipo denominado cacao híbrido o trinitario el cual se caracteriza por una amplia variabilidad de formas, tamaños y comportamiento, siendo hoy en día el tipo de cacao que predomina en Colombia recomendados por Fedecacao. Las precipitaciones inferiores a los

1.500mm y una altura inferior a los 900 m.s.n.m con topografía plana, corresponden a las áreas ubicadas en los departamentos de Huila, Valle de Cauca, Cauca, el sur del departamento del Tolima, Magdalena, Cesar, Guajira y Valle del Zulia, estos suelos son francos profundos y de topografía plana; en estas condiciones se requiere necesariamente del riego para poder desarrollar. La cacao cultura, con desarrollo del fruto en esta zona de unos 5 a 6 meses hasta su cosecha, considerado un negocio en el cual se debe analizar no solo la viabilidad económica sino además ambiental [2].

## 2.2 Huella ambiental o ecológica

La huella ambiental o ecológica es lo que requieren los seres vivos (fauna y flora) para crecer y vivir [3]. Un individuo, ciudad o país, sin darse cuenta satisface su necesidad de consumo y absorbe residuos; esta huella ecológica, depende de su estilo de vida. Un caso, las personas que habitan en la ciudad desperdician grandes cantidades de agua puesto que utilizan aparatos electrónicos, consumen alimentos que son importados ya sea de otros países o regiones lejanas, se transportan en moto, carro y avión, utilizan demasiados envases plásticos y generan muchos desperdicios y basuras. Al utilizar estos recursos se está reduciendo las reservas naturales como lo son los bosques, selvas, ríos, y gran parte de los mares del mundo[4].

## 2.3 Huella de carbono

Para la medición del nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> de acuerdo a una determinada actividad, ya sea desarrollada por un individuo o grupo, clasificado de diversas maneras, es necesario aplicar normativas ambientales internacionales como ISO 14064, PAS 2050, GHG Protocol entre otras. Esta calificación posteriormente sirve para determinar qué medidas pueden o deben tomarse para disminuir el nivel de emisión y así reducir el impacto de dicha actividad en el ambiente. La tendencia del método de la Huella de Carbono es lograr ubicar toda industria en el estado “Carbono Neutro”, esto es, mediante políticas de disminución de emisiones y de limpieza atmosférica, lograr remover de la atmósfera tanto CO<sub>2</sub> como el emitido por las actividades de dicha industria, eliminando de esta manera el impacto atmosférico [5]. Como parte de los métodos para calcular de huella de carbono se puede mencionar:

1. Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol). Desarrollado por World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiales) y World Business Council for Sustainable Development (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible), es uno de los protocolos más utilizados a escala internacional para cuantificar y gestionar las emisiones de GEI.
2. UNE-ISO 14064-1. De acuerdo con el GHG Protocol se desarrolla en 2006 la norma ISO 14064 que se estructura en 3 partes. La que sería de aplicación para esta guía es la 14064-1 que especifica los principios y requisitos, a nivel de organización, para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI. Las otras partes de esta norma se dirigen, por un lado, a proyectos sobre GEI específicamente diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar la remoción de GEI (ISO 14064-2) y, por otro lado, a la validación y la verificación de los GEI declarados (ISO 14064-3).
3. UNE-ISO 14065: 2012. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento. UNE-ISO 14069: 2013. Cuantificación e informe de GEI para organizaciones. Constituye la guía para la aplicación de la ISO 14064-1.
4. IPCC 2006 GHG Workbook. Una completa guía para calcular GEI provenientes de diferentes fuentes y sectores, y que incluye una detallada lista de factores de emisión. Esta guía se creó con el fin de servir de orientación para cuantificar las emisiones de GEI de los inventarios nacionales, pero puede ser de gran utilidad a la hora de calcular la huella de carbono de las organizaciones. Si no se dispone de factores de emisión específicos, el IPCC 2006 GHG Workbook proporciona factores de emisión genéricos que pueden servir para calcular la HC de una organización.
5. Bilan Carbone (Francia). La Agence d l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Agencia Francesa del Medio Ambiente y Gestión de la Energía), elaboró e implementó a partir de 2004 esta herramienta metodológica dedicada a la

medición de emisiones de GEI. Se basa en los contenidos de GHG Protocol e ISO 14064.

6. Indicadores GRI (Global Reporting Initiative). Iniciativa internacional en la que participan entidades de diversos ámbitos, incluyendo empresas, gobiernos y diferentes organizaciones civiles. Su objetivo es establecer un marco de trabajo común a nivel mundial, con un lenguaje uniforme y parámetros comunes que sirvan para comunicar de una forma clara y transparente las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad a través de las denominadas Memorias de Sostenibilidad. Las mencionadas Memorias comprenden información de diversa índole entre la que se encuentran los Indicadores de desempeño: indicadores que permiten disponer de información comparable respecto al desempeño económico, ambiental y social de la organización.
7. Recomendación de la comisión de 9 de abril de 2013 sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida (2013/179/UE).
8. ISAE 3410, norma internacional aprobada por el Consejo de Normas Internacionales de Auditoría y Aseguramiento (IAASB) en marzo de 2012 sobre Contratos de Aseguramiento de Informes de Gases de Efecto Invernadero [6].

Es de resaltar que las entidades que calcula su huella de carbono, contribuyen en la lucha contra el cambio climático, con la ventaja de identificar oportunidades de reducción de emisiones de GEI para obtener ahorros económicos. Los esquemas voluntarios nacionales (Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono), regionales o privados, identifican oportunidades de negocio: atraer inversionistas y clientes sensibilizados con el cambio climático y el medio ambiente [7].

Para el caso de la huella de carbono en la producción de cacao comprende el proceso de la siembra del cacao hasta antes de la cosecha, incluyendo las labores de preparación de terreno, riego y aplicación de insumos (fertilizantes, insecticidas, etc.), como también la cosecha, desde el proceso de recolección, transporte y entrega del cacao.

## 2.4 Huella hídrica

La huella hídrica es un indicador de uso de agua dulce que es palpable no sólo en el uso de agua directo de un consumidor o productor, sino también en su uso indirecto; es un concepto muy reciente, introducido en el año 2002 por Dr. Arjen Hoekstra, experto del Instituto UNESCO-IHE y profesor de la Universidad de Twente en los Países Bajos. La huella hídrica representa la cantidad de agua que hace falta para sostener la actividad de una población, y cuyos componentes pueden ser especificados geográfica y temporalmente [7]. Para el cálculo de la Huella Hídrica se utiliza la metodología estándar propuesta por el Water Footprint Network, en la que define la Huella Hídrica de cualquier bien o servicio, como el volumen de agua utilizado directa e indirectamente para su producción, sumados los consumos de todas las etapas de la cadena productiva. La Huella Hídrica de un individuo no está sólo relacionada con su consumo directo de agua, sino con sus hábitos de vida, y se toman como referencia tres componentes básicos para el cálculo de la Huella de agua como son:

- **Huella Hídrica Verde** - Volumen de agua lluvia que no se convierte en escorrentía, por lo que se almacena en los estratos permeables superficiales y así satisface la demanda de la vegetación. Esta agua subterránea poco profunda es la que permite la existencia de la vegetación natural y vuelve a la atmósfera por procesos de evapotranspiración.
- **Huella Hídrica Azul** - Volumen de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, consumido para producción de bienes y servicios, cubriendo una demanda de agua no satisfecha a causa de un déficit en la disponibilidad de agua procedente de la lluvia.
- **Huella Hídrica Gris** - Volumen de agua necesaria para que el cuerpo receptor reciba el vertido contaminante asociado a la cadena de producción y/o suministro sin que la calidad del agua supere los límites permitidos por la legislación vigente. Se calcula como el volumen de agua adicional teórica necesaria en el cuerpo receptor, por lo que no se refiere a generar un nuevo consumo, sino a reducir el volumen de contaminante [8].

## 2.5 Software para huella ambientales

Para calcular la huella de carbono existen diversas herramientas que permiten conocer los impactos ambientales que generan los productos y organizaciones en el planeta, a continuación, se relacionan herramientas online como las siguientes:

- La Calcula de Huella ecológica es una herramienta Online que sirve para medir y evaluar el estilo de vida que la persona tiene sobre el planeta, en relación con la capacidad de la naturaleza para renovar sus recursos. En el siguiente sitio web: <http://www.soyecolombiano.com/huella-ecologica/> [9]
- La empresa ecopetrol dispone de una herramienta denominada "calcule su huella de Co2", con el objetivo de generar conciencia en la comunidad, sobre cuanto se contamina y que medidas se deben tomar al respecto. <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/calculadoraAmbiental/co2.html> [10]
- Para el caso de granes empresas de habla del software denominado Air.e LCA y Air.e HdC DE SOLIDFOREST, software de análisis de ciclo de vida (AVC) para el estudio del comportamiento ambiental de productos y organizaciones. Con el se podrá elaborar la Huella Ambiental promovida por la Unión Europea, desarrollar Declaraciones Ambientales de Producto (DAPs) y Ecodiseño, así como calcular Huella de Carbono, Huella Hídrica o Huella de Agua de productos, servicios y organizaciones. <http://www.solidforest.com/index.html>. [11]

## 2.6 SCRUM

Scrum es la metodología ágil y flexible que gestiona el desarrollo de software, con el objetivo de maximizar el retorno de la inversión para la empresa (ROI). Con la metodología Scrum el cliente se entusiasma y le permite en cualquier momento realinear el software con los objetivos de negocio de la empresa, involucrando cambios funcionales o de prioridad en el inicio de cada nueva iteración sin ningún problema. Esta metodología de trabajo promueve la innovación, motivación y compromiso del equipo que forma parte del proyecto, por lo que los profesionales encuentran un ámbito propicio para desarrollar sus capacidades así:

Cumplimiento de expectativas: El cliente establece sus expectativas indicando el valor que le aporta cada requisito / historia del proyecto, el equipo los estima y con esta información el Product Owner establece su prioridad. De manera regular, en las demos de Sprint el Product Owner comprueba que efectivamente los requisitos se han cumplido y transmite se feedback al equipo.

- Flexibilidad a cambios: Alta capacidad de reacción ante los cambios de requerimientos generados por necesidades del cliente o evoluciones del mercado. La metodología está diseñada para adaptarse a los cambios de requerimientos que conllevan los proyectos complejos.
- Reducción del Time to Market: El cliente puede empezar a utilizar las funcionalidades más importantes del proyecto antes de que esté finalizado por completo.
- Mayor calidad del software: La metódica de trabajo y la necesidad de obtener una versión funcional después de cada iteración, ayuda a la obtención de un software de calidad superior.
- Mayor productividad: Se consigue entre otras razones, gracias a la eliminación de la burocracia y a la motivación del equipo que proporciona el hecho de que sean autónomos para organizarse.
- Maximiza el retorno de la inversión (ROI): Producción de software únicamente con las prestaciones que aportan mayor valor de negocio gracias a la priorización por retorno de inversión.
- Predicciones de tiempos: Mediante esta metodología se conoce la velocidad media del equipo por sprint (los llamados puntos historia), con lo que consecuentemente, es posible estimar fácilmente para cuando se dispondrá de una determinada funcionalidad que todavía está en el Backlog.
- Reducción de riesgos: El hecho de llevar a cabo las funcionalidades de más valor en primer lugar y de conocer la velocidad con que el equipo avanza en el proyecto, permite despejar riesgos eficazmente de manera anticipada. [12]

Como parte del proceso scrum se trabaja cada iteración, denominada Sprint, tiene una duración preestablecida de entre 2 y 4 semanas, como resultado una versión del software con nuevas prestaciones para ser usadas, es de resaltar que cada nuevo Sprint, se va ajustando a la funcionalidad y se añaden nuevas prestaciones priorizándose siempre aquellas que aporten mayor valor de negocio. Durante el proceso se destaca Product Backlog: Conjunto de requisitos denominados historias descritos en un lenguaje no técnico y priorizados por valor de negocio, o lo que es lo mismo, por retorno de inversión considerando su beneficio y coste. Los requisitos y prioridades se revisan y ajustan durante el curso del proyecto a intervalos regulares. Sprint Planning: Reunión durante la cual el Product Owner presenta las historias del backlog por orden de prioridad. El equipo determina la cantidad de historias que puede comprometerse a completar en ese sprint, para en una segunda parte de la reunión, decidir y organizar cómo lo va a conseguir. Sprint: Iteración de duración prefijada durante la cual el equipo trabaja para convertir las historias del Product Backlog a las que se ha comprometido, en una nueva versión del software totalmente operativo. Sprint Backlog: Lista de las tareas necesarias para llevar a cabo las historias del sprint. Daily sprint meeting: Reunión diaria de cómo máximo 15 min. en la que el equipo se sincroniza para trabajar de forma coordinada. Cada miembro comenta que hizo el día anterior, que hará hoy y si hay impedimentos. Demo y retrospectiva: Reunión que se celebra al final del sprint y en la que el equipo presenta las historias conseguidas mediante una demostración del producto. Posteriormente, en la retrospectiva, el equipo analiza qué se hizo bien, qué procesos serían mejorables y discute acerca de cómo perfeccionarlos.

Como parte de los Roles, presentes en Scrum, el equipo se focaliza en construir software de calidad, centrado en definir cuáles son las características que debe tener el producto a construir (qué construir, qué no y en qué orden) y en vencer cualquier obstáculo que pudiera entorpecer la tarea del equipo de desarrollo. A continuación, se encuentran los siguientes roles: Scrum master: Persona que lidera al equipo guiándolo para que cumpla las reglas y procesos de la metodología. Gestiona la reducción de impedimentos del proyecto y trabaja con el Product Owner para maximizar el ROI. Product owner (PO): Representante de los accionistas y

clientes que usan el software. Se focaliza en la parte de negocio y el es responsable del ROI del proyecto (entregar un valor superior al dinero invertido). Traslada la visión del proyecto al equipo, formaliza las prestaciones en historias a incorporar en el Product Backlog y las reprioriza de forma regular. Team: Grupo de profesionales con los conocimientos técnicos necesarios y que desarrollan el proyecto de manera conjunta llevando a cabo las historias a las que se comprometen al inicio de cada sprint. [13]

### 3. Metodología

Se desarrolla un proceso de Investigación tipo cuantitativo, con una población: 3.200 CACAOCULTORES del Huila, y una muestra representativa 344 productores de cacao. Como variable independiente Software en medición de las Huellas Ambientales y como variable dependiente la Huella de carbono y huella hídrica en la producción de cacao.

#### a. Fase de análisis

Para la fase de análisis se cuenta con recopilación documental de fuentes primarias y secundaria para conocer cada uno de las variables involucradas en la producción de cacao, y de igual forma se aplicará una encuesta para determinar con exactitud la variables a involucrar en el diseño del software. En la actualidad el proceso se encuentra en la fase de análisis.

Como parte de la fase de diseño y desarrollo del software se pretende trabajar utilizando la Metodología Ágil: SCRUM, para la planificación y modelación de los procesos se hará uso de Enterprise Architect. Y como parte del Software de implementación: Framework JavaScript para interfaces gráficas de usuario, servidores de aplicaciones construido en NodeJS, y motor de base de de datos MySQL.

Se toma las siguientes fórmulas para calcular la huella Hídrica.

**Huella hídrica de un proceso** - La huella hídrica como indicador multidimensional, para diferenciar entre el agua consumida según el lugar de donde provenga y el agua contaminada. Es así que distingue entre huella hídrica azul (HHazul), verde (HHverde) y gris (HHgris), la suma de estos componentes constituye la huella hídrica de un proceso.

$$HH \text{ proceso} = HHverde + HHazul + HHgris = HHdirecta + HHindirecta$$

**Huella del agua verde** - La huella verde del agua (HHverde) como indicador del uso humano del agua verde. La huella verde del agua es el volumen de agua de lluvia consumido durante el proceso de producción. La misma se calcula a partir de la evapotranspiración total del agua de lluvia por los campos y las plantaciones sumada al agua incorporada en la cosecha o en la madera cosechada. Se calcula como:

HHverde = Evaporación del Agua Verde + Incorporación del Agua Verde

**Huella del agua azul** - En el proceso de determinación de la HHazul se pueden distinguir entre diferentes fuentes de agua azul. La división más utilizada es la que se realiza entre agua superficial, el agua subterránea renovable y fósil. En la práctica, es a menudo muy difícil hacer la distinción debido a la falta de los datos.

HHazul = Evaporación del Agua Azul+ Incorporación del Agua Azul+ Flujo de vuelta perdido

**Huella del agua gris** - Para el caso de los productos químicos o un agua residual se lanzan directamente en un cuerpo del agua superficial, la carga puede ser medida directamente. La HGA se calcula dividiendo la carga del agente contaminador (L en masa/ tiempo) por la diferencia entre el estándar ambiente de la calidad del agua para ese agente contaminador ( $c_{max}$  = nivel aceptable máximo de concentración en masa/volumen) y su concentración natural en el cuerpo del agua de recepción ( $c_{nat}$  en masa/volumen) o a partir del volumen de efluente (Ef), la concentración de agentes contaminantes en el efluente ( $c_{ef}$ ) y la concentración natural ( $c_{nat}$ ) y la máxima permisible ( $c_{max}$ ).

$$HHgris = \frac{V_{ef} \times (C_{ef} - C_{nat})}{C_{max} - C_{nat}}$$

Cuando al producto químico se está aplicando directamente en el suelo, en el caso de procesos agrícolas, con el uso de fertilizantes o de pesticidas, puede suceder que solamente una fracción ( $\alpha$ ) se filtre en el agua subterránea o se escurra sobre la superficie a una corriente del agua superficial. En este caso, la carga del agente contaminador es la fracción de la cantidad total de productos químicos aplicados (AR) que alcanza el agua de tierra o superficial. La concentración natural

( $c_{nat}$ ) en un cuerpo del agua de recepción es la concentración en el cuerpo del agua que ocurriría si no hubiera disturbio humano en la captación y el estándar ambiente de la calidad del agua para ese agente contaminador ( $c_{max}$  = nivel aceptable máximo de concentración en masa/volumen).

$$HHgris = \frac{\alpha \times AR}{C_{max} - C_{nat}}$$

**Huella de Carbono** - Conformada por lo siguiente:  
Factor de emisión = (Kg CO2 eq masa / volumen / Kwh / Km), Datos de actividad = (masa / volumen Kwh / Km)

Huella de Carbono = Kg co2 eq / Unidad funcional = (Datos de actividad \* factor de emisión)

La fase de análisis será pieza clave para el desarrollo del Software cuyo objetivo será medir huella de carbono e hídrica durante la producción de cacao. Una vez alcanzado el objetivo poder contribuir a la reducción de desperdicios de recursos naturales tales como el agua, y optimizar los procesos para la disminución de emisión de gases efecto de invernadero.

#### 4. Conclusiones

La identificación de la huella hídrica y de carbono presentes durante la producción del cultivo de cacao, permite conocer el requerimiento de riego y consumo de agua asociada a la escasez natural y posible competencia del recurso, encaminada por acciones para reducir las emisiones de gas efecto de invernadero.

La determinación de las variables involucradas en la producción del cultivo de cacao, contribuye al desarrollo de un software que permite medir las huellas de carbono e hídrica presente con modelos de huellas certificables según el protocolo GHG y el estándar PAS 2050, para analizar los datos e identificar riesgos que redunden en mayores oportunidades comerciales en mercados internacionales.

#### 5. Referencias

- [1] Ó. Carpintero, «La huella ecológica de la agricultura y la alimentación en España, 1955-2000.» *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, pp. 31-45, 2006.
- [2] Federación nacional de cacaoeros, «Guía ambiental para el cultivo del cacao.» Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Bogotá, 2013.

- [3] Pontificia Universitaria Católica del Perú, «Rutas hacia un peru mejor,» Editorial Aguilar, Lima, 2013.
- [4] R. Martínez Castillo, «Educación y huella ecológica,» *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, vol. 8, nº 1, pp. 1-28, 2008.
- [5] E. F. Viglizzo, «Huella de carbono, ambiente y agricultura en el cono sur de Sudamérica,» Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, Argentina, 2010.
- [6] Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente, «Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de una planta de mejora de una organización,» Secretaría General Técnica, Madrid, 2016.
- [7] A. Y. Hoekstra, «Globalización del agua,» Marcial Pons Ediciones Jurídicas y Sociales, 2016.
- [8] J. C. Aguado, «Estudio nacional de Huella Hídrica Colombia Sector Agrícola,» *Revista Internacional de Sostenibilidad, tecnología y humanismo*, vol. 1, nº 7, pp. 101-126, 2011.
- [9] «Calculadora Huella Ecológica,» Minambiente, 21 2015. [En línea]. Available: <http://www.soyecolombiano.com/huella-ecologica/>. [Último acceso: 13 2017].
- [10] Ecopetrol, «Calcule su huella de CO2,» 15 2015. [En línea]. Available: <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/calculadoraAmbienta/co2.html>. [Último acceso: 13 2017].
- [11] Solidforest, «Descarga la versión de evaluación de Aire,» 21 2015. [En línea]. Available: <http://www.solidforest.com/software-airelca-demo.html>. [Último acceso: 203 2017].
- [12] Softeng, «Metodología Scrum,» Portal Builde, 10 05 2017. [En línea]. Available: <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum.html>. [Último acceso: 13 5 2017].
- [13] Softeng, «Proceso y Roles de Scrum,» Portal Builder, 20 1 2017. [En línea]. Available: <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum/proceso-roles-de-scrum.html>. [Último acceso: 10 05 2017].