



**VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSTGRADOS
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MASTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN
AMBIENTAL**

**“DETERMINACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN LA
EMPRESA AGRÍCOLA AGRONATURA S.A.”**

AUTOR: TAPIA CASTELLANOS EDISON AGUSTÍN

DIRECTOR: PIÑEIRO JOSÉ LUIS

SANGOLQUÍ

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN
AMBIENTAL**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**DETERMINACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN LA EMPRESA AGRÍCOLA AGRONATURA S.A.**” realizado por el señor Ing. Edison Agustín Tapia Castellanos, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor Ing. Edison Agustín Tapia Castellanos para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 02 de mayo del 2016

Dr. Ing. José Luis Piñeiros

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

AUTORIZACIÓN

Yo, Edison Agustín Tapia Castellanos, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“DETERMINACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN LA EMPRESA AGRÍCOLA AGRONATURA S.A.”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 02 de mayo del 2016

Ing. EDISON AGUSTÍN TAPIA CASTELLANOS

1802506715



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Edison Agustín Tapia Castellanos, con cédula de identidad N° 1802506715, declaro que este trabajo de titulación “**DETERMINACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN LA EMPRESA AGRÍCOLA AGRONATURA S.A.**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 02 de mayo del 2016

Ing. EDISON AGUSTÍN TAPIA CASTELLANOS

1802506715

DEDICATORIA

A mi madre Inés María por inculcar valores como el trabajo, la humildad, la honestidad, la generosidad y miles más que han infundido en mí el más profundo respeto por la verdad y la vida.

A mi esposa Ximena e hijo Guillermo por tomar este compromiso como suyos.

A mi abuelita Inés quien con sus frases y dichos comprometía mi espíritu para superarme y distinguirme de los demás

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud y reconocimiento a las personas que colaboraron en todas las formas posibles para la realización de este trabajo.

A todo el grupo de profesionales y trabajadores de la empresa Agronatura quienes con su experiencia, sabiduría y honestidad contribuyeron para sacar a la luz la verdad que encierra el mundo de las flores.

A mi familia por su paciencia y magnificencia en compartir parte de su tiempo con este sueño real y verdadero.

Al Ing. José Luis Piñeros por su practicidad, su metodología y sus opiniones para terminar esta investigación.

A Dios por recordarme una y otra vez que lo que se empieza con amor debe terminarse con bien.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1 Antecedentes	2
2 Objetivo General	8
3 Objetivos Específicos.....	8
4 Metas.....	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

5 Mediciones Ambientales.....	10
6 Justificación e Importancia	17
7 Metodología	17
8 Cálculo de la huella por consumo de energía eléctrica	22
9 Cálculo de la huella por consumo de combustibles	23
10 Cálculo de la huella ecológica por el consumo de materiales.....	24
10.1 Acero, plástico y cemento.....	24
10.2 Vestuario y elementos de protección.....	25
10.3 Fertilizantes.....	25
11 Cálculo de la Huella asociada al consumo de los recursos forestales.....	30
11.1 Consumo de agua.....	30
11.2 Consumo de cartón, papel y madera.....	36
12 Cálculo de la huella ecológica por consumo de los recursos	37
agropecuarios y pesqueros	
13 Cálculo de la huella de los servicios.	40
14 Cálculo de la huella ecológica por residuos.....	42

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

15 Resultados	43
15.1 Electricidad	43
15.2 Combustibles	44
16 Recursos Forestales	50
16.1 Consumo de Agua.....	50
16.2 Consumo de madera.....	56
16.3 Consumo de cartón y papel.....	58
17 Consumo de los recursos agropecuarios	59
17.1 Consumo de alimentos.....	59
18 Consumo de materiales	63
18.1 Acero.....	63
18.2 Plástico para invernadero.....	70
18.3 Tubería y accesorios de riego PVC.....	71
18.4 Cemento.....	74
18.5 Vestuario.....	74
18.6 Fertilizantes y productos para controlar plagas y enfermedades	77
19 Consumo de Servicios.....	78
20 Desechos	78

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

21 Conclusiones	80
22 Recomendaciones.....	81
23 Bibliografía	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipologías de superficies productivas utilizadas por el MARM para el cálculo de la huella ecológica.	19
Tabla 2	Factores de equivalencia.	20
Tabla 3	Valor energético de síntesis de distintos fertilizantes nitrogenados.	27
Tabla 4	Valor energético de síntesis de distintas fuentes de nitrógeno.....	27
Tabla 5	Intensidades energéticas asociadas a cada tipo de abono y cantidades de los mismos que se aplica en el cultivo del viñedo. Modificado.	28
Tabla 6	Intensidad energética y conversión de los recursos naturales agropecuarios de euros y dólares a toneladas.....	39
Tabla 7	Datos para el cálculo de la huella de los servicios.	41
Tabla 8	Consumo de energía eléctrica de la empresa Agrícola Agronatura año 2012.	43
Tabla 9	Consumo de gas en la empresa Agrícola Agronatura año 2012.	44
Tabla 10	Consumo de gasolina extra, año 2012 en la empresa Agrícola Agronatura.	46
Tabla 11	Consumo de diésel en la empresa Agrícola Agronatura año 2012.	46
Tabla 12	1248	
Tabla 13	Distribución porcentual de ventas 2012.....	49
Tabla 14	Volúmenes de agua usados en poscosecha (prefrío y cuarto frío).	51
Tabla 15	Procesos y volúmenes de agua consumidos por la empresa Agronatura año 2012.....	52
Tabla 16	Pesos de las estructuras de madera utilizados en Agrícola Agronatura.	58
Tabla 17	Precios para materiales de cartón y papel.	59
Tabla 18	Dieta alimenticia de Agronatura	60
Tabla 19	Determinación de precios de alimentos	62
Tabla 20	Descripción de pesos para tubería de acero galvanizado.	64
Tabla 21	Descripción de pesos para pernería y otros accesorios de acero. Fuente: CONDUIT.....	69
Tabla 22	Materiales suplementarios de ferretería.	70
Tabla 23	Descripción de pesos para tubería y accesorios de sistema de riego por goteo.....	72
Tabla 24	Descripción de pesos de tubería y accesorios para riego de duchas.	73

Tabla 25 Presupuesto anual de equipos de seguridad industrial Agrícola Agronatura S.A. 2012. Fuente: Sra. Verónica Guerra. Directora del Departamento de Talento Humano.....	75
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: La huella ecológica aplicada a las empresas.	8
Figura 2: Esquema de cálculo de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica.	13
Figura 3 La huella hídrica dentro del ciclo hidrológico y su balance	34
Figura 4 Repartición de las precipitaciones entre Agua verde y Agua azul a escala mundial.	35

Lista de Anexos

	Página
Anexo 1. Distribución de pesos del cartón.....	90
Anexo 2. Distribución de pesos de acuerdo a la composición de las cajas	91
Anexo 3. Guía de precios de alimentos.....	92
Anexo 4. Distribución de pesos para plásticos para cubierta.....	96
Anexo 5. Distribución de pesos para fertilizante.....	97
Anexo 6. Consumo de fertilizantes y productos para el control de plagas y enfermedades	98
Anexo 7. Lista de chequeo certificación FlorEcuador	100
Anexo 8. Vínculos y orientaciones del GRI G5 y Normas ISO 26000.....	105
Anexo 9. Cálculo de la huella ecológica Empresa Agrícola Agronatura S.A.....	107

DETERMINACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN LA EMPRESA AGRÍCOLA AGRONATURA S.A

Los insumos y materiales que intervienen en el proceso productivo para cultivar y exportar rosas es muy amplio, tanto que las industrias locales en ciertos casos deben importar una parte de sus componentes para fabricarlos como es el caso del plástico o el acero para los invernaderos y en otros todo como es el ejemplo de los fertilizantes, fungicidas e insecticidas químicos. La necesidad de mano de obra por hectárea es alta y en consecuencia su vestuario, elementos de protección, herramientas y transporte lo es igual. El uso de los recursos naturales en grandes volúmenes como el agua desata un problema social con comunidades del sector. La madera en una buena proporción es adquirida en otras regiones del país. La aplicación de técnicas que permiten elevar la productividad bajar los costos de producción y aumentar la rentabilidad es por demás conocida en empresarios y profesionales lo que les ha llevado a ignorar el desgaste y la contaminación del capital natural que las florícolas provocan.

Las empresas florícolas del Ecuador no cuentan con un indicador que valore ecológicamente los recursos renovables, materiales e insumos que son utilizados para producir rosas de exportación, es por ello necesario aplicar y adaptar metodologías como la huella ecológica para determinar las hectáreas globales de terreno que se necesita para producir dichos recursos, asimilar y mitigar los residuos generados por este tipo de industrias. Por lo tanto la investigación ha planteado el siguiente objetivo general:

Determinar la huella ecológica de la empresa florícola Agronatura S.A. para establecer los mecanismos que permitan valorar y aprovechar mejor los recursos utilizados en el proceso productivo de la empresa.

Y los subsiguientes objetivos específicos:

Determinar cuáles son los parámetros y los límites de utilización de los recursos en las florícolas de acuerdo a normativas internacionales y nacionales para mitigar el impacto ambiental.

Relacionar la huella ecológica encontrada en la empresa florícola Agronatura S.A. con su huella de carbono para identificar los procesos con mayor emisión de toneladas de CO₂ por hectárea productiva (tCO₂/ha).

Comparar la huella ecológica con la responsabilidad ambiental corporativa que se incluye en la ISO 26000 para fijar indicadores que a futuro evalúe la gestión ambiental de las florícolas.

Para su cumplimiento la investigación analiza y determina los procedimientos que permitan inventariar las compras efectuadas por la empresa en el año 2012, clasifica y organiza estos datos en categorías tales como energía, uso del suelo, recursos agropecuarios y pesqueros, y recursos forestales; sus unidades de consumo llenan la hoja de cálculo la cual las transforma a magnitudes de energía y a hectáreas globales, es decir cifras que valoran la huella ecológica que produce la compañía. Con los resultados se identifica los procesos con mayor desgaste de bienes y se diseña un plan de eficiencia de producción y consumo de recursos para mitigar y reducir el impacto ambiental que producen estas actividades.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

Las industrias florícolas exportadoras de rosas basan su éxito económico en la productividad de las fincas evaluadas por la cantidad de tallos que se producen por metro cuadrado de suelo y/o el número de tallos que una planta puede producir durante todo el año, el siguiente factor y el más importante “la calidad”, que se define por la longitud (cm) promedio de los tallos, esta característica fija el precio que el cliente debe pagar por la flor y que generalmente se negocia en centavos de dólar (¢\$/cm). Para alcanzar estos indicadores los materiales e insumos que intervienen en el proceso productivo son escogidos y registrados al detalle para estimar los costos de producción y con lo vendido determinar la rentabilidad de la empresa. El presente estudio no pretende dar formulaciones que aplicadas en el campo aumenten los márgenes de ganancia en las compañías, lo que busca es el conocimiento y determinación de aquellos costos ambientales ocultos que no se valoran correctamente ni contabilizan para tasar el precio de la flor. La investigación fundamenta su análisis con la adaptación de una hoja de programación que calcula la huella ecológica que producen todos los elementos que intervienen en el ciclo de vida del producto desde el agua que provee los nutrientes para que el cultivo se desarrolle hasta la energía que demanda transportar la flor empacada al cliente final.

Con los resultados obtenidos sugerir inversiones que promuevan la reducción y optimización del uso del agua, recurso que en partes del proceso se desperdicia provocando contaminación y daños a terceros. Promover un comercio internacional no solo por las características morfológicas y belleza de la flor ecuatoriana también por la disminución de la huella ecológica difundiendo las tecnologías limpias que se apliquen, las superficies arborizadas, las estructuras que se diseñan para transformar los procesos y mitigar los contaminantes.

1 Antecedentes

La empresa Agrícola Agronatura S.A. a través de este estudio desea evidenciar el papel que las industrias florícolas juegan dentro del impacto ambiental sobre el planeta; actualmente se cuenta con herramientas como: la huella de carbono, la huella hídrica, la huella ecológica de manera que se puede medir cuantitativa y cualitativamente el nivel de dicho impacto empresarial que debe ser una preocupación colectiva global.

La aplicación de la Ecología como ciencia no es reciente, y va más allá del simple concepto: estudio del vínculo que surge entre los seres vivos y el entorno que los rodea (Definición de Ecología, s.f.). Ya que integra la física y química para el estudio de los ambientes, la biología para el de los seres vivos y de las matemáticas para el tratamiento de las relaciones comunes (Océano Uno, 1992). Los conceptos o fundamentos cambian en el tiempo de acuerdo a la importancia que sus investigadores le ofrezcan al mundo.

Esta preocupación colectiva sobre la actividad productiva que hace el hombre sobre el planeta comenzó hace cuatro décadas con Jay Wright Forrester que escribió en 1961 el libro “Dinámica de Sistemas”, la cual analiza la ingeniería de toda clase de sistemas complejos, tanto en el campo de las ciencias sociales (economía, sociología, psicología, etc.) como de las ciencias naturales (biología, fisiología, etc.), los mismos pueden ser modelizables utilizando diagramas que expliquen a grandes rasgos su funcionamiento

(Alberich, 2010) sostiene que la aportación principal del informe —*Más allá de los límites*— elaborado a principios de los años setenta por un grupo de especialistas del Instituto Tecnológico de Massachusetts por encargo del Club de Roma sobre los principales «problemas» de la sociedad fue: “Desarrollar y enriquecer los conceptos maltusianos de límites absolutos de los recursos y el crecimiento exponencial de la población, con la consideración de los problemas de la contaminación, la desnutrición y el deterioro del medio ambiente natural en general.

La metodología empleada en esta investigación es la llamada «dinámica de sistemas» (o «circuito de retroalimentación»), que como señalamos se basa en: El papel de dos factores que actúan de manera opuesta y que condicionan la evolución del sistema, en el caso de la población, estos dos elementos son los nacimientos por un lado y las defunciones por la otra” (Alberich, 2010)

(Wikipedia, 2015) señala: "Los Límites Del Crecimiento" se basa en una simulación informática cuyo objetivo es recrear el crecimiento económico y de la huella ecológica de la población sobre la tierra en un período de 100 años”. Así, el planeta pone límites a esta progresión respetando los recursos naturales no renovables, la tierra cultivable finita, y la capacidad del ecosistema para absorber la polución producto del quehacer humano, entre otros.

“La huella ecológica es una importante herramienta para establecer tanto el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, como las medidas correctoras para paliar dichos impactos” (Doménech J. , 2004). Este concepto nos permite entender mejor los resultados que estamos buscando con esta investigación

En Abril de 1987 la doctora Gro Harlem Brundtland la primer Ministro de Noruega publicó para la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo creada por las ONU el Informe denominado “Nuestro Futuro Común”, el mismo propone la posibilidad de obtener un crecimiento económico basado en políticas de sostenibilidad y expansión de los recursos ambientales. Por eso la Comisión planteó que la humanidad tiene la capacidad para lograr un "desarrollo sostenible", al que definió como aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Considera además que los niveles actuales de pobreza no son inevitables y que el desarrollo sostenible exige precisamente comenzar por distribuir los recursos de manera más equitativa en favor de quienes más los necesitan. (Brundtland, 1987)

(Admnoarso, 2004) conceptúa como sostenible el modelo de desarrollo que “atiende a las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones atiendan a sus propias necesidades”. Añade que el informe Brundtland consolida una visión crítica del modelo de desarrollo adoptado por los países industrializados e imitado por las naciones en desarrollo, destacando la

incompatibilidad entre los modelos de producción y el uso racional de los recursos naturales y la capacidad de soporte de los ecosistemas.

En la década de los 90s se especifica con nombre y apellido las fuentes de contaminación que hacen daño al planeta por ejemplo (Ecogestos, 2009) resume: en Junio de 1992 se desarrolló “La Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro Brasil donde participaron 172 gobiernos relacionando por primera vez los efectos negativos del uso de combustibles fósiles con el cambio climático global. Se indica que el transporte público podría ser importante en la disminución de las emisiones contaminantes de los vehículos, además de atacar directamente las problemáticas urbanas relacionadas con el tránsito y los inconvenientes de salud provocados por la polución ambiental. Otra cuestión que se puso en el tapete fue la creciente escasez de agua así como los residuos contaminantes en las energías convencionales y el desarrollo de fuentes alternativas de energía, entre otras.

El resultado final principal de esta cumbre fue un documento titulado Agenda 21 en el que se define una estrategia general de desarrollo sostenible para todo el mundo, tiene en cuenta las cuestiones relacionadas con la salud, la vivienda, la contaminación del aire, la gestión de los mares, bosques y montañas, la desertificación, la gestión de los recursos hídricos y el saneamiento, la gestión de la agricultura, la gestión de residuos. Además haciendo especial hincapié en las relaciones norte-sur, entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo.

La Unión Europea elaboró en 1992 el V Programa de acción de la Comunidad en medio ambiente con el título de "Hacia un desarrollo sostenible". En este programa se decía "No podemos esperar... y no podemos equivocarnos", el medio ambiente depende de nuestras acciones colectivas y estará condicionado por las medidas que tomemos hoy. El V Programa reconoce que "el camino hacia el desarrollo sostenible será largo. Su objetivo producir un cambio en los comportamientos y tendencias en toda la Comunidad, los Estados miembros, en el mundo empresarial y en los ciudadanos de a pie". (La Unión Europea: Hacia un desarrollo sostenible, s.f.)

En Mayo de 1994 se elabora en Dinamarca la carta de Aalborg que fue firmada inicialmente por 80 autoridades locales europeas y 253 representantes de organizaciones internacionales, gobiernos nacionales, centros científicos, asesores y particulares acordando que: La sostenibilidad ambiental significa preservar el capital natural requiriendo que nuestro consumo de recursos materiales, hídricos y energéticos renovables no supere la capacidad de los sistemas naturales para reponerlos, y que la velocidad a la que consumimos recursos no renovables no supere el ritmo de sustitución de los recursos renovables duraderos. La sostenibilidad ambiental significa asimismo que el ritmo de emisión de contaminantes no supere la capacidad del aire, del agua y del suelo de absorberlos y procesarlos (1994-carta-de-aalborg Carta de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad (La Carta de Aalborg), 2002).

El consenso europeo es en síntesis: “La aplicación de la huella ecológica y la biocapacidad, la primera mide el área bioproductiva de tierra y mar que se requiere para proveer de recursos y absorber los desperdicios generados por la actividad humana, con la tecnología actual” (Acuerdo Ecuador, 2009). La misma publicación describe a la biocapacidad como el área bioproductiva de tierra y mar disponible en el planeta que produce los servicios ecológicos que la humanidad requiere para abastecer de recursos y absorber los desperdicios. Las dos se miden en hectáreas globales (ha.gl).

El 15 de Mayo del 2001 la estrategia “Desarrollo Sostenible en Europa para un mundo mejor” pone de manifiesto siete tendencias insostenibles que requieren una intervención: a) limitar los efectos negativos de los transportes, fomentar que sean más compatibles con el medio ambiente y la salud. b) promover modos de producción y consumo más sostenibles que rompan el vínculo entre crecimiento económico y degradación ambiental. c) Aplicar medidas prioritarias para la protección de la biodiversidad y velar por la integración de los aspectos relacionados con el mar y los océanos. Asimismo, debe apoyarse el reciclado y la reutilización. d) La limitación de los riesgos para la salud pública es otro objetivo de la estrategia. Debe garantizarse la seguridad y la calidad de los productos a todos los niveles de la cadena alimentaria y e) luchar contra la exclusión social y la pobreza a nivel de Europa y el mundo (Comisión de las Comunidades Europeas, 2001).

En Johannesburgo, Sudáfrica, del 26 de Agosto al 4 de Septiembre del 2002, se celebró la Cumbre de la Tierra en la que participaron alrededor de 180 gobiernos. El principal objetivo de la Cumbre fue renovar el compromiso político asumido en Río de Janeiro con el futuro del planeta, y se acordó mantener los esfuerzos para promover el desarrollo sostenible, mejorar las vidas de las personas que viven en pobreza y revertir la continua degradación del medioambiente mundial (Fongdcam, s.f.).

La Cumbre Mundial también conocida como “Río + 10” volvió a plantear como objetivos: la reducción de la pobreza que afecta a los países en desarrollo en el agua y el saneamiento, en el acceso a la energía a los 2.000 millones de personas que carecen de este servicio moderno sin agravar el cambio climático, salud, productividad agrícola y conservación de la diversidad biológica y los ecosistemas, y en el freno de la degradación ambiental (Río + 10, 2002).

La IV Conferencia de Ciudades y Pueblos Sostenibles se celebró en Aalborg, Dinamarca entre el 9 y el 11 de junio de 2004, diez años después de la ratificación en la misma ciudad. En esta ocasión más de 1000 cargos electos, expertos técnicos, ONGs, y representantes locales de más de 45 países se dieron cita en la Conferencia en la que nacieron los Compromisos de Aalborg que recogen los retos a los que tienen que hacer frente los municipios europeos para caminar hacia la sostenibilidad. Estos abarcan diez áreas temáticas que abordan desde las Formas de Gobierno a la Planificación y Diseño Urbanístico, pasando por áreas como los Recursos Naturales Comunes o el Consumo y las Formas de Vida (Ordenanza municipal para la gestión local de la energía de Sevilla, 2002).

La huella ecológica se utiliza, con mayor o menor dificultad, a diferentes escalas territoriales (país, región o ciudad), e incluso ya se han desarrollado metodologías para su aplicación a estructuras organizativas como empresas o administraciones públicas. (González, Colina Vuelta, & García De la Fuente, 2010) afirman que el resultado se puede expresar en superficie per cápita o en superficie total si se asocia al territorio multiplicándose por el número de habitantes. El valor obtenido refleja la demanda o presión que ejerce el consumo de la sociedad estudiada

sobre el medio, independientemente de la localización de las superficies productivas que la satisfacen. Además (González, Colina Vuelta, & García De la Fuente, 2010) sostienen que la metodología general de cálculo, desarrollada por William Rees y Mathis Wackernagel de la Universidad de British Columbia de Canadá, se basa en el cálculo de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, los productos forestales, el gasto energético (consumo energético directo y el necesario para la elaboración de bienes de consumo) y la artificialización del suelo, dependientes de las producciones vinculadas a las superficies de cultivos, pastos, mar, bosques y áreas artificializadas. Por último, cabe señalar que la huella ecológica es un indicador que posee una importante capacidad de comunicación en materia de sostenibilidad al poder transmitir a la sociedad en general información fácilmente comprensible sobre la trascendencia de las repercusiones que el sistema económico y social tiene sobre el medio.

Los resultados del cálculo de la huella ecológica obtenidos hasta el momento por diversos países indican que actualmente el consumo de recursos de las sociedades industrializadas excede ampliamente la biocapacidad de sus territorios. De hecho: “En el año 2000 la huella ecológica media mundial se situaba en 2.18 hectáreas por habitante, y el déficit ecológico mundial superaba en 1999 los 2.000 millones de hectáreas” (Martín Palmero et al., 2004). Y otro estudio muestra que: “La huella ecológica ha variado desde un 70% de la capacidad biológica del planeta en 1961 hasta el 120 % de la misma en 1999” (Azqueta, Alviar, Dominguez, & O’Ryan, 2007).

(Rees, 1996) y otros autores del método consideraron: “Aplicar el mismo a varias escalas: individuos, vivienda familiar, ciudades, regiones, naciones y el mundo en su conjunto, sin que hasta la fecha se haya aplicada a la empresa”.

(Doménech J. , 2004) sostiene que aunque “El consumo suele referirse al ciudadano como consumidor final, la huella ecológica es perfectamente aplicable a la empresa, y a cualquier tipo de organización (como personas jurídicas), ya que éstas también son consumidoras de bienes y servicios”, este comentario se ilustra en la figura 1.

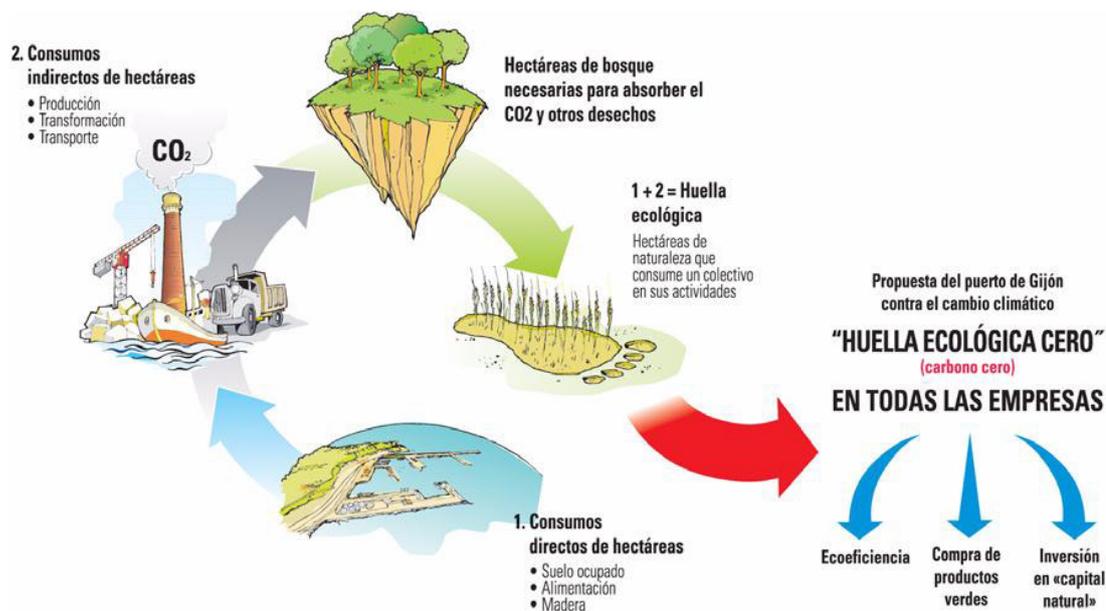


Figura 1: La huella ecológica aplicada a las empresas.

Fuente: (Doménech J. , 2004)

2 Objetivo General

Determinar la huella ecológica de la empresa florícola Agronatura S.A. para establecer los mecanismos que permitan valorar y aprovechar mejor los recursos utilizados en el proceso productivo de la empresa.

3 Objetivos Específicos

Determinar cuáles son los parámetros y los límites de utilización de los recursos en las florícolas de acuerdo a normativas internacionales y nacionales para mitigar el impacto ambiental.

Relacionar la huella ecológica encontrada en la empresa florícola Agronatura S.A. con su huella de carbono para identificar los procesos con mayor emisión de toneladas de CO₂ por hectárea productiva (tCO₂/ha).

Comparar la huella ecológica con la responsabilidad ambiental corporativa que se incluye en la ISO 26000 para fijar indicadores que a futuro evalúe, la gestión ambiental de las florícolas.

4 Metas

Desarrollar una calculadora nacional con parámetros que permitan establecer la huella ecológica de las empresas florícolas exportadoras de rosas.

Establecer cuáles son los beneficios empresariales en la utilización eficiente de los recursos en el proceso productivo para acceder a los incentivos tributarios que se establecen en la legislación vigente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

5 Mediciones Ambientales

La limitación para la empresa en el uso de los recursos está basada en el cumplimiento de los principios ofrecidos en la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo 1992 además consagrados en la Constitución Política del Estado Ecuatoriano. De acuerdo al CEDA (Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental 2012) la evaluación del cumplimiento de la Agenda 21, en cada país ha sido diferente. En el caso del Ecuador, concretamente, fue la generación de normatividad y legislación en torno a los temas ambientales como protección de la biodiversidad, principios ambientales como “el que contamina paga”, iniciativas de conservación, sistemas de áreas naturales protegidas, entre otros.

Como consecuencia de esto se ha creado la manera de medir las actividades productivas que afectan al planeta.

(Moncada, 2006), aplicó por primera vez la contabilidad de flujos de materiales a la actividad florícola en el Ecuador, y llega a la conclusión de que el citado éxito macroeconómico debería matizarse en muchos ámbitos. Señala que la floricultura se caracteriza por la utilización permanente de un alto volumen de fertilizantes químicos, herbicidas y productos fitosanitarios, muchos de los cuales son altamente tóxicos, además de realizar un uso intensivo de energía y requerir volúmenes exorbitantes de agua. Un agua que no se incluye en la contabilización de flujos de materiales y de la que muchas veces los campesinos ubicados cerca de las plantaciones florícolas carecen, puesto que cada vez más se convierte en un bien escaso debido al incorrecto manejo de los páramos de la sierra ecuatoriana.

Hay estudios sobre la huella de carbono de las flores colombianas la misma es menor que las producidas en el continente europeo, a pesar de las largas distancias recorridas en avión. Esto se debe a que en Colombia cuentan con muchos más días de sol, lo que hace innecesarios los invernaderos y el alto grado de calefacción que se

necesita para cultivar las flores en Europa. Como consecuencia la importación de flores colombianas resulta con un balance de emisiones más favorable. (Papendieck, 2010)

La huella de carbono determina el impacto ambiental midiendo las emisiones de gas invernadero ocasionadas por el transporte internacional por lo que ciertos países han desarrollado estrategias asociado al desarrollo social que genera el comercio, convirtiéndolo en un estándar ético. Un ejemplo de esto es la campaña “*Grown under the Sun*” que realiza el Kenya High Commission en Londres mediante la cual se busca interiorizar a los consumidores ingleses de los beneficios sociales, económicos y medioambientales del comercio de alimentos y flores frescas originarios de Kenia con destino al mercado inglés para la población keniana (Papendieck, 2010).

La huella ecológica es un indicador de sostenibilidad de índice único, desarrollado por Rees y Wackernagel en 1996, que mide “Todos los impactos que produce una población, expresados en hectáreas de ecosistemas o naturaleza. Utilizada habitualmente para regiones o países hemos constatado que dicho indicador podría utilizarse también en las empresas y en cualquier tipo de organización” (Doménech J. , 2004).

Desde que a principios de los años 90 del siglo pasado los investigadores Mathis Wackernagel y William Rees definieran el término huella ecológica, este índice de sostenibilidad se ha ido consolidando como uno de los más aplicados para evaluar los avances en este terreno. La huella ecológica se define según sus propios autores como: “El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre este área”. El cálculo de la huella parte de las siguientes premisas:

- 1) Se requiere $\frac{3}{4}$ para cualquier bien que se produzca o consuma, independientemente de la tecnología utilizada, es necesario un flujo de materiales y energía. Este flujo de materiales y energía ha de ser producido por un sistema ecológico.

2) Necesitamos $\frac{3}{4}$ de sistemas ecológicos para reabsorber los outputs generados durante el ciclo de producción y uso de los productos finales.

3) Ocupamos $\frac{3}{4}$ de espacio con infraestructuras, vivienda, equipamientos, etc., reduciendo la superficie de los ecosistemas productivos (González, Colina Vuelta, & García De la Fuente, 2010).

El Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3), fue ideado por el biólogo Juan Luis Doménech (2007; 2010) a partir de la idea original de Wackernagel y Rees de 1996. MC3 ha sido catalogada como una herramienta transparente, sencilla y accesible para cualquier organización; ya que es posible dar un valor de la HC en coherencia con la ISO 14064 perfectamente válido. El cálculo se realiza desde el análisis de tres inventarios. a) usos de suelos, b) gestión de residuos, vertidos y emisiones c) consumos (cuentas contables). Esto lo hace de manera transparente a través de sus hojas de cálculo, donde puede verse y comprobarse sin problema el procesamiento de datos (Sosa, 2012).

Lo que se pretende con esta concreción metodológica es establecer la relación que existe entre el consumo de los recursos y el impacto que crea este consumo, medido en términos de HC y HE, apoyándose en herramientas económicas y de gestión empresarial. Por tanto se asocia la inversión económica anual realizada por la organización objeto de estudio (empresa, compañía, municipio, etc.) con las cantidades de CO₂ emitidas y con la superficie bioproductiva requerida para producir aquello que se ha consumido (Sosa, 2012).

Según el MC3, el cálculo de la HE y HC está íntimamente relacionados. Los indicadores están constituidos por medio de dos componentes fundamentales: una componente energética, que se asocia con el impacto producido por el empleo de combustibles; y una componente natural, asociada al impacto que se produce por el aprovechamiento de los diferentes recursos brindados por cada una de las categorías de SBP. Así a partir del cálculo de la HC se obtiene la componente energética en toneladas de CO₂, y del cálculo de la HE se obtiene la componente natural, en hectáreas necesarias para producir ese recurso. Sin embargo, quedan relacionadas por los “factores de absorción” de CO₂, que definen la capacidad de captación de CO₂

que tiene cada una de las categorías de superficie bioproductiva. El esquema de cálculo que se muestra en la Figura. 2, explica de manera sencilla la obtención de estos indicadores de sostenibilidad (Sosa, 2012).

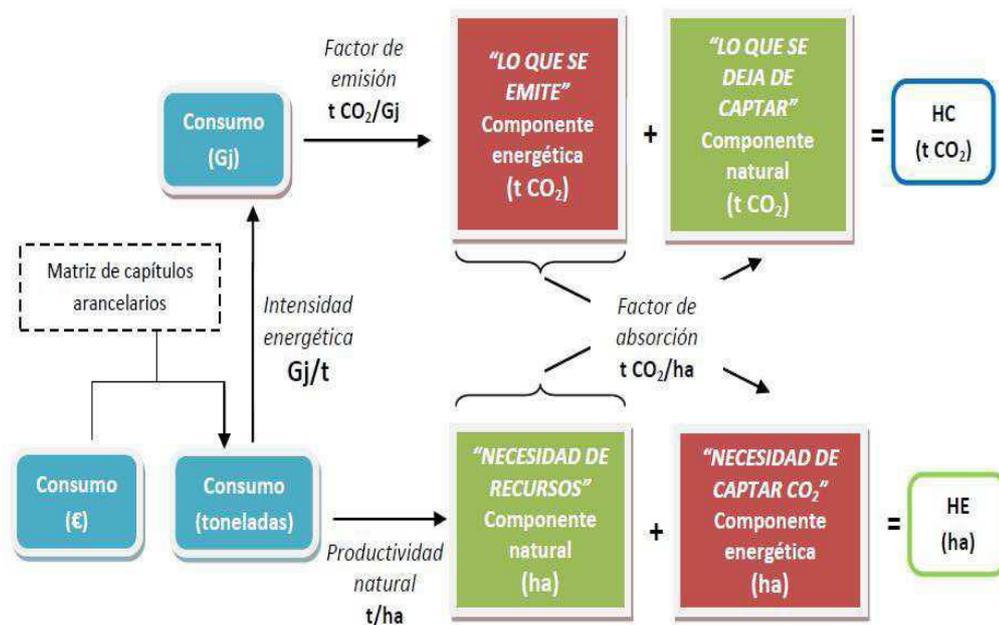


Figura 2: Esquema de cálculo de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica.

Fuente: (Blanquer, 2012).

Por otro lado, la herramienta no es perfecta y se le atribuyen ciertas debilidades. Además, cabe destacar que hay ciertas categorías de consumo que aparecen muy simplificadas, como es el caso de la categoría “abonos”, que aparece dentro del capítulo tres “Materiales no orgánicos”. En este caso no se considera si el abono objeto de estudio se trata de un fertilizante, un insecticida o un herbicida, y se aplican los mismos factores para cualquier tipo de abono. Esto es solo un ejemplo del tipo de simplificación al que se refiere el comentario. No obstante, hay que destacar que la metodología MC3 es una herramienta que garantiza un cálculo de la HC y la HE válido y perfectamente comparable dado que no existe negociación de alcances (Sosa, 2012).

(MARM, 2011), afirma que la huella ecológica es un indicador biofísico de sostenibilidad que integra el conjunto de impactos que ejerce una cierta comunidad humana sobre su entorno, considerando tanto los recursos necesarios como los residuos generados para el mantenimiento del modelo de consumo de la comunidad.

La comparación entre los valores de la huella ecológica y la biocapacidad permite evaluar el nivel de autosuficiencia del ámbito territorial de estudio. Si el valor de la huella ecológica está por debajo de la biocapacidad la región es autosuficiente. Si por el contrario, el nivel de vida o patrones de consumo de la región suponen la apropiación de más superficie productiva disponible para dicha región se producirá un déficit ecológico proporcional a la diferencia que exista entre ambos valores. Con el fin de que los cálculos de la huella ecológica y la biocapacidad fueran lo más homogéneos posible entre distintos países o regiones para facilitar su comparabilidad, los autores desarrollaron los denominados “factores de equivalencia y de productividad”. Conformando lo que se denomina como metodología de cálculo estándar de la huella ecológica (González, Colina Vuelta, & García De la Fuente, 2010)

(Doménech J. , 2004), sostiene que la huella ecológica puede ser comparable con una forma de calidad ambiental y que al final los resultados que se generen permitirán a una empresa o industria pensar en un plan o una ruta hacia un mejor diseño de eficiencia de producción y consumo de recursos que se utilizan que al final repercutirán en una mejor eficiencia ambiental y productiva

Los tres pasos que debería emprender toda empresa en el camino hacia la sostenibilidad total son los siguientes:

1) cuantificación del nivel de sostenibilidad, por medio del cálculo de la huella ecológica;

2) estudio de ecoeficiencia de los materiales, de la energía y del espacio, de forma que permita establecer prioridades; tendencia a la desmaterialización continua, tal y como propone la citada *Estrategia Europea de los Recursos* (COM 2003/572 final, de 1-10-2003); y

3) la continua ejecución de proyectos para la sostenibilidad: fundamentalmente, energías alternativas, adquisición de productos “verdes” e inversiones en “capital natural”.

(González, Colina Vuelta, & García De la Fuente, 2010) entienden que la comparación entre los valores de la huella ecológica y la capacidad de carga local permite evaluar el nivel de deuda (déficit) o reserva (superávit) ecológica existente en el ámbito de estudio: a) huella ecológica > biocapacidad, b) la región presenta déficit ecológico, c) huella ecológica < biocapacidad y d) la región presenta excedente ecológico.

Otro punto a analizar es el vínculo entre el comercio y los “**Servicios de transporte**” como fase logística del intercambio internacional que inevitablemente contribuye a la emisión de GEI de manera creciente. Por la sola utilización del transporte internacional desde origen hasta destino se llega a la afirmación que un producto de producción local genera menor emisión de CO₂-eq que un producto importado debido a la diferencia de “millas” recorridas por ambos bienes (“Emisiones incorporadas”). Este concepto de “distancia recorrida” en particular para el caso de los alimentos es conocido en inglés como “**food miles**”. Las food miles incluyen tanto los kilómetros recorridos por el transporte interno en origen y en destino como aquellos que involucran el transporte internacional medidos por tonelada. Por ejemplo una manzana de origen chileno tiene que viajar más de 10.000 kilómetros para llegar a España. (Papendieck, 2010).

Juan Alfonso Peña, representante para Latinoamérica de Global Footprint Network señala que la huella ecológica depende de cuánto se consume, que tan eficientemente se lo produce, de qué área se dispone en hectáreas, que tan productiva es esa área y entre cuántas personas se tiene que repartir. Estos factores pueden modificarse para reducir la huella a través de la eficiencia en producción y consumo. Menciona además que “Cuando ponemos un galón de gasolina en un vehículo sabemos que nos puede transportar aproximadamente 30 kilómetros y así llegar a nuestro trabajo, pero olvidamos que quemar un galón de gasolina utiliza 9 kilogramos de oxígeno y emite 10 kilogramos de dióxido de carbono, que afecta el futuro del clima del planeta” (Carbono Neutral, 2012).

Durante febrero se consumieron diariamente 234.500 barriles de derivados de petróleo en el Ecuador. El petróleo representa el 90% del consumo de energía en el país, y entre ese grupo el transporte se lleva el 50%. En febrero de 2013, reporta el

Banco Central del Ecuador, el consumo de diésel alcanzó los 2,85 millones de barriles, mientras que el consumo de gasolina Extra (corriente, 87 octanos) fue 1,37 millones de barriles, ambos son los principales derivados de petróleo que se consumen en el Ecuador.

Los vehículos ecuatorianos utilizaron 395.300 barriles de gasolina Súper (especial, 92 octanos) y los hornos y calderos utilizaron 670.900 barriles de Fuel Oil 4. El segundo mes del año, los hogares y microempresas demandaron 890.500 barriles de gas licuado de petróleo, que se comercializa en tanques de 15 kilos por USD 1,60. (Agencia de Noticias Andes, 2014).

Se ha calculado que si todos los habitantes del mundo vivieran como un ecuatoriano promedio, se requerirían de 1,3 planetas para sustentar su nivel de consumo. La Huella Ecológica del Ecuador per cápita es de 2,30 hectáreas globales. La biocapacidad del Ecuador per cápita es de 2,16 hectáreas globales. Relación Huella Ecológica vs Biocapacidad del Ecuador: 1,06 hectáreas globales (La Hora, 2013).

La huella ecológica y la huella social proporcionan, tanto a las instituciones, como a las empresas, una importante herramienta para devolver a la sociedad global los recursos y empleos acaparados durante décadas. Tal proceder, reduce huella y, en consecuencia, incrementa la ecoeficiencia, la sostenibilidad, la competitividad y los comportamientos éticos, tanto políticos como corporativos. (Doménech J. , 2004).

En los últimos años, el sector público y productivo del Ecuador, ha adquirido un creciente interés por la responsabilidad ambiental, tanto así que hoy en día, la mayor parte de organizaciones invierten muchos recursos en la mejora de procesos y la adquisición de tecnología y equipos industriales más amigables con el ambiente. Las empresas buscan cumplir con éstos parámetros por los beneficios tributarios, porque les permite ahorrar costos, y porque además, le sirve como una plataforma para elevar su imagen (Ministerio del Ambiente, s.f.).

La revista del Ministerio de Industrias y Productividad “País productivo” indica que ahora, las 4 Éticas Empresariales que se persiguen se refieren al cumplimiento con: trabajadores, ciudadanía, Estado y medioambiente. A través de

estas se alienta, incentiva y reconoce a las empresas que realizan sus actividades respetando al medio ambiente; cumpliendo con sus empleados en obligaciones laborales y de seguridad social; y con la comunidad, con el pago oportuno de sus responsabilidades tributarias, conforme a la legislación aplicable (Idrovo, 2013).

6 Justificación e Importancia

Con este proyecto queremos valorar las rosas cosechadas en la empresa a lo largo de todo el proceso productivo, desde la siembra hasta llegar al cliente final adhiriendo no solo los costos tradicionales (mano de obra, fertilizantes, plaguicidas, materiales de empaque, transporte, etc.) sino además tasando los recursos no renovables utilizados (suelo, agua, plantas, etc.). Transformaremos cada rubro a unidades de energía convencional generada, así como el cálculo de las emisiones de gases invernadero que se conciben en el proceso productivo y su influencia e impacto en el medioambiente.

La investigación busca la eficiencia en el provecho de los recursos, disponiendo y reciclando los desechos que la empresa origine forjando una producción circular que sea un modelo ecológico para todo tipo de industria.

7 Metodología

Este trabajo toma en cuenta un estudio contable de ciertas variables (agua, suelo, construcciones, etc.) que se comparan con la biocapacidad de la naturaleza; es decir “cuanta naturaleza tenemos y cuanta naturaleza utilizamos” (Wackernagel, 2009), que es una herramienta desarrollada por los creadores de la Huella Ecológica. El balance contable se hará tomando en cuenta las estadísticas nacionales que puedan ser comparables con dichas variables.

Las variables para crear la calculadora empresarial serán realizadas en función de los datos que proporciona la empresa y los datos nacionales proporcionados por los Ministerios de Ambiente y de Agricultura y Pesca.

Los parámetros o variables de medición que se toman en cuenta para realizar la calculadora de huella ecológica son:

- 1) espacio físico (construcciones medidas en m²)
- 2) cantidad de agua utilizada y procedencia (en m³)
- 3) área de cultivo (m²)
- 4) área de deforestación (m²)
- 5) emisiones de CO₂
 - Combustible (m²)
 - Electricidad (kWh)

6) Insumos agrícolas (cantidad en litros y en kilogramos, procedencia, grado toxicológico).

La metodología a seguir es la general o estándar desarrollada por Rees, W. y Wackernagel, M. de la Universidad de British Columbia de Canadá. La misma se basa en el cálculo de la superficie necesaria (por habitante o para el conjunto de una determinada sociedad) para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al gasto energético (consumo energético directo y el necesario para la elaboración de bienes de consumo) y a la ocupación directa del terreno.

Una vez establecidas las categorías o tipologías de superficies productivas (Tabla 1) se procede a analizar el cálculo de la huella ecológica, que se basa en dos aspectos básicos: contabilizar el consumo de las diferentes categorías en unidades físicas y transformar estos consumos en superficie biológica productiva mediante factores o índices de productividad.

Tabla 1
Tipologías de superficies productivas utilizadas por el MARM para el cálculo de la huella ecológica.

SUPERFICIE	DEFINICIÓN
Cultivos	Superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando, pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas
Pastos	Espacios naturales utilizados para el pastoreo de ganado, y en general menos productiva que la agrícola
Bosques	Superficies forestales, naturales o repobladas, pero siempre que se encuentren en explotación
Mar productivo	Superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana
Superficie Artificializada	Considera las áreas urbanizadas u ocupadas por infraestructuras
Ares de absorción de CO ₂	Superficies de bosque necesarias para la absorción de la emisión de CO ₂ debido al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía

Fuente: Análisis de la huella ecológica de España: Memoria Metodológica. (MARM, 2011).

En lo relativo al consumo energético, la huella ecológica se obtiene de forma distinta en función de la fuente de energía considerada. Por ejemplo, para los combustibles fósiles la huella ecológica mide el área de absorción de CO₂. Esta huella se obtiene a partir del consumo total de energía (tanto directo como asociado a la producción de bienes y servicios) dividido por la capacidad de fijación de CO₂.

Una vez contabilizados los consumos y aplicados los índices de productividad obtenemos la huella ecológica por tipologías de superficie. No obstante, como ya se comentó al hablar de factores de equivalencia, cada categoría presenta productividades biológicas diferentes y, antes de poder sumarlas, se ha de proceder a la normalización mediante su ponderación por los factores de equivalencia (que

expresan la relación entre la productividad biológica respecto al promedio de productividad de la superficie del planeta).

Una vez aplicados los factores de equivalencia (que son iguales para todos los países o territorios) a cada categoría de superficie se obtiene la huella ecológica per cápita expresada en “hectáreas globales”. A partir de aquí, sí es posible proceder a la suma de la huella ecológica de las distintas categorías y obtener la huella ecológica global. El paso final, por lo tanto, es multiplicar la huella resultante de la división consumo/productividad por los factores de equivalencia que se observan en Tabla 2.

Con toda ésta base de datos tratada en forma matemática desarrollaremos un Software (hoja en Excel) que tendrá como modelo al realizado por (Doménech J. , 2004) para el cálculo de la huella ecológica corporativa de la Autoridad Portuaria de Gijón cambiando ítems o fórmulas, añadiendo o eliminando columnas de información si fuera necesario de acuerdo a las necesidades de la florícola Agronatura.

Tabla 2
Factores de equivalencia.

Categoría de superficie	Factor equivalencia
Energía fósil	1,13868813
Tierra cultivable	2,82187458
Pastos	0,54109723
Bosques	1,13868813
Terreno construido	2,82187458
Mar	0,21719207

Fuente: (Wackernagel, 2009)

Al final el resultado servirá como una encuesta para el empresario y le permitirá conocer si su industria está dentro de los límites de utilización de los recursos naturales o fuera de ellos; lo que consentirá posteriormente reflexionar sobre aquellas variables en las cuales debería aplicar acciones de mitigación ambiental y uso más eficiente de los recursos. (Doménech J. , 2004). Además servirá como una guía para las empresas florícolas que exportan rosas en el Ecuador.

(Doménech J. , 2004) describe la composición de la hoja Excel de la siguiente forma:

1) las columnas se dividen en 5 grupos, correspondiendo el primero a la descripción de las diferentes categorías de recursos consumibles. Estos, se han intentado agrupar por su similitud, en la medida de lo posible, resultando cuatro grandes bloques: consumo energético (distribuido, a su vez, en seis subgrupos), uso del suelo, recursos agropecuarios y recursos forestales.

2) el segundo grupo de columnas muestra los consumos anuales de la organización expresados en unidades específicas, como kWh, o litros (segunda columna), en euros (tercera columna), en toneladas (cuarta columna) y en gigajulios (sexta columna). Para conocer este último dato, es preciso conocer la *intensidad energética* de los materiales, la cual se indica en la quinta columna.

3) el tercer grupo muestra la productividad, con dos columnas, la productividad natural en toneladas por hectárea y la productividad energética, en gigajulios por hectárea.

4) el cuarto grupo consta de 6 columnas que muestran la huella ecológica por tipo de suelo: superficie necesaria para absorber las emisiones de CO₂ provocadas por el consumo de “energía fósil”, “tierra cultivable”, “pastos”, “bosques”, “terreno construido” y “mar”. Estas superficies en hectáreas se multiplican por un *factor de equivalencia*, con el fin de unificar los diferentes tipos de ecosistema, tal y como se describe más adelante.

5) el quinto y último grupo muestra la huella ecológica total o terreno "consumido" y la *contra-huella* o terreno disponible, concepto que se describirá más abajo.

(Doménech J. , 2004) señala que existen escasas excepciones, como por ejemplo, en el caso de que una organización consuma directamente los alimentos o recursos que produce en sus propios terrenos productivos. Los datos de consumo (segundo grupo de columnas) dividido por la productividad del suelo (tercer grupo) nos da la huella ecológica de cada tipo de suelo (cuarto grupo). Ese es, a grandes rasgos, el método general de cálculo de la huella ecológica.

(Doménech J. , 2004) describe a las filas de la hoja de cálculo, por grupos de categorías de productos y elementos de consumo propios de la actividad empresarial. Dichas categorías son las siguientes:

- 1) energía (electricidad, combustibles, materiales, materiales de construcción, servicios y desechos)
- 2) suelo ocupado
- 3) recursos agropecuarios y pesqueros y
- 4) recursos forestales.

8 Cálculo de la huella por consumo de energía eléctrica

Se determina el consumo eléctrico (kWh) mensual de la empresa de acuerdo a las planillas pagadas. Estas unidades son transformadas a gigajulios por tonelada, luego este consumo es dividido por la índice de productividad relacionada al tipo de energía que consume la empresa y luego multiplicado por el factor de equivalencia pastos, este valor se asigna cuando se considera que las construcciones hidroeléctricas fueron construidas en terrenos cultivables y obtenemos la huella ecológica.

9 Cálculo de la huella por consumo de combustibles

Determinaremos cada uno de los combustibles que usa la empresa. Los valores serán investigados por referencias bibliográficas o indagados en el sector. Las unidades de cálculo deben ser transformadas a litros o metros cúbicos, en el caso del gas se aplicó un factor de transformación de kilos a m^3 utilizado por Repsolgas.

Para determinar la huella ecológica por combustible de avión ingresaremos los datos en la hoja de cálculo con la variable kilos de tabacos de flor exportada y crearemos otras filas que especifiquen los países (clientes) al cual la empresa vende, que generalmente en el negocio de las florícolas son americano, europeo y/o ruso, ya que cada organización tiene un mercado diferente. Es decir distribuiremos las cajas tabaco (kilos de flor) exportadas por la empresa Agrícola Agronatura en el 2012 de acuerdo al porcentaje de ventas a los clientes antes mencionados.

Previamente la empresa debe pesar un determinado número de cajas (tabaco) con los ramos (6, 8 o 10) de tallos de rosas (12, 20 o 25), de diferentes medidas (40, 50, 60,.....90 cm, etc.) de acuerdo a los pedidos de sus clientes en el exterior, con el propósito de establecer los pesos promedios de cada composición de las cajas y consecuentemente fijar los pesos totales tanto de cajas de flor como de flor neta. En el Anexo 1, podemos observar el procedimiento antes señalado aplicado a la empresa Agrícola Agronatura.

Es importante señalar que hay empresas que solo tienen mercado ruso y por lo tanto la escala de medidas de exportación es de 60, 70, 80, 90 cm en adelante, este parámetro es acorde a los países en los cuales la empresa vende.

Para obtener el rubro en dólares se aplicó la metodología de (Doménech J. , 2004), es decir multiplicamos los kilos de flor exportada por el valor del flete en kilos, y para obtener el dato en toneladas dividimos el rubro en dólares por el valor porcentual que corresponde al combustible dentro del costo total del flete según el país de destino. Luego este valor es dividido para el precio del jet fuel en nuestro país \$301/tonelada

Se determina las toneladas de combustible de avión de acuerdo al peso de la flor exportada y el valor del flete por kilo. Con el peso total de combustible de origen fósil consumido en el año por la empresa lo transformamos a unidades de energía y luego lo multiplicado por el respectivo factor de equivalencia para obtener la huella ecológica.

10 Cálculo de la huella ecológica por el consumo de materiales

10.1 Acero, plástico y cemento

En las construcciones que invierte una florícola durante un año de producción son sus invernaderos, el cambio de plástico desgastado el cual ya no filtra los rayos UV, o por la destrucción (rompimiento) ocasionada por la fuerte intensidad de los vientos desde los meses de Junio a Septiembre, el primer cambio se lo realiza una vez cada dos años y la segunda en forma anual.

La siguiente razón de inversión en éste tipo de construcción es por crecimiento de la empresa, lo que conlleva a la compra de otros materiales como madera (alfajías, tiras, postes), tubería y accesorios de acero galvanizados como pernos, tuercas y arandelas, cables, y otros.

Una vez levantado el invernadero el siguiente rubro de inversión está destinado a la instalación del sistema de riego el cual se compone de tubería y accesorios PVC.

Para el cálculo de la huella ecológica de éstos materiales (acero y plástico), determinamos los pesos de los mismos en toneladas y con este dato crearemos un factor de equivalencia de estos componentes en peso que se necesita para levantar una hectárea de invernadero.

La metodología practicada en esta investigación prosigue con el cálculo de los GJ al año, el que se obtiene de acuerdo a la energía que se consume para fabricar una tonelada de acero y plástico. La referencia con la que trabajaremos es 30 y 43,75 GJ/Tm respectivamente y que se presentan en la hoja de cálculo.

Uno de los materiales que se usa para la sujeción de las columnas del invernadero es el cemento, de acuerdo al “Reporte de Desarrollo Sostenible 2012” de la empresa Holcim Ecuador S.A. informan que en este año se vendió 55 millones de fundas, al hacer el cálculo esto significa 2.750 millones de kilogramos o 2’750.000 toneladas de cemento y el consumo directo de energía para la producción de cemento, hormigones y agregados fue de 9.287 TJ, es decir 9’287.000 GJ, por lo tanto:

$$9'287.000 \div 2'750.000 = 3,3770 \text{ GJ/Tm}$$

Este valor coincide con el que se utiliza en la hoja de cálculo y que corresponde a la fabricación de cemento en las industrias españolas.

10.2 Vestuario y elementos de protección

La empresa Agrícola Agronatura cumple con la dotación de uniformes a todos sus trabajadores a lo largo de todo el año. Por lo tanto hay que pesar la vestimenta y elementos de protección (tela o plástico) que utilizan las personas en las diferentes fases de producción en cultivo, fumigación, poscosecha y empaque. La carga total multiplicamos por la energía que implica fabricar estas prendas y luego seguimos el proceso respectivo para determinar su huella.

Se realizaron promedios de peso en ciertas prendas como botas y guantes de caucho de acuerdo a las diferentes tallas que usan los trabajadores, y en la hoja de cálculo se ha insertado una fila más para separar las prendas y equipos hechos de plástico de otras que son manufacturados en otros tejidos. En el primer caso la intensidad de energía utilizada es la misma que se considera para la fabricación de plásticos en general 43,75 GJ/Tm y 50 GJ para vestuario textil confeccionado.

10.3 Fertilizantes

Para el presente ensayo determinaremos por registros contables del año 2012 en la empresa, las toneladas de fertilizante aplicado en forma directa al suelo sea por

enmiendas sólidas o vía fertiriego, para luego ser multiplicado por la intensidad energética que se emplea para fabricar el tipo de abono en cuestión.

Las compañías que comercializan fertilizantes en el Ecuador las importan de otros países como Chile, Holanda, Rusia, Israel, etc., por lo que las cifras relacionadas a energía para desarrollar estos insumos fueron conseguidos de referencias bibliográficas. Por ejemplo (Alarcón, s.a) describe el consumo de energía de los siguientes fertilizantes:

1 Tm de fertilizante N: 40 GJ (78 GJ en 1987 según Mudahar y Hignett)

1 Tm de fertilizante P: 15 GJ

1 Tm de fertilizante K: 10 GJ

(Naredo & Campos, 2007), señalan que: “El valor energético de los fertilizantes químicos incluye el gasto de fabricación más el contenido energético del producto”, y se estima en:

19.120 kcal/kg (80 GJ/Tm) de elemento puro de nitrógeno (N)

3.346 kcal/kg (14 GJ/Tm) de fósforo (P), y

2.151 kcal/kg (9 GJ/Tm) de potasio (K)

(Audesley, 2007), nos da a conocer en la Tabla 3 otros valores energéticos de fertilizantes nitrogenados.

Existen en el mercado distintos programas informáticos capaces de realizar balances energéticos de los cultivos que utilizan complejas tablas de materias primas, trabajos agrícolas y productos finales en las que se ofrecen referencias de su valor energético como por ejemplo las descritas por (Planete de Solagro, 2007) explicados en la Tabla 4.

Tabla 3
Valor energético de síntesis de distintos fertilizantes nitrogenados.

Fertilizante nitrogenado	Energía de producción (MJ/kg de N)	Energía de producción (GJ/Tm de N)
Nitrato amónico cálcico 27%	46	46
Nitrato amónico 33,5%	44	44
Sulfato amónico 21%	45	45
Urea	63	63

Fuente: (Audesley, 2007)

Tabla 4
Valor energético de síntesis de distintas fuentes de nitrógeno

Fertilizante nitrogenado	Energía de producción (MJ/kg de N)	Energía de producción (GJ/Tm de N)
Urea	64,65	64,65
Otras formas de nitrógeno mineral	52,62	52,62

Fuente: (Planete de Solagro, 2007).

(Sosa, 2012), señala que en el caso de la etapa de cultivo también es necesario considerar las emisiones generadas por el uso de abonos, fertilizantes, herbicidas y fungicidas y a cada fertilizante se le asocia una intensidad energética, según sea el abono nitrogenado, fosfatado, potásico u otro tipo de fertilizante. La Tabla 5, detalla estas intensidades energéticas según el tipo de abonos, se han obtenido de la Matriz de intensidades energéticas (elementos simples) de la metodología MC3, Doménech (2010); que a su vez se han estimado a partir del sector 9: Abonos manufacturados elaborados por la OCDE para cada tipo de material.

(Sosa, 2012), indica que para calcular la cantidad de abonos (en toneladas) que se aplican a la superficie de cultivo se deben sumar las cantidades para cada tipo de fertilizante (nitrogenado, fosfatado, etc.). Dado que algunos datos se dan en litros por unidad de superficie (ha), se utiliza la densidad aproximada de los fertilizantes de

1,2 kg/l (Navarra Agraria, 2011) para calcular los kilogramos aplicados por unidad de superficie. Puesto que el dato se da en kg/ha, se deben multiplicar por las hectáreas de cultivo de viñedo y calcular el dato en toneladas, que será lo que se introduzca en la hoja de cálculo.

Tabla 5
Intensidades energéticas asociadas a cada tipo de abono y cantidades de los mismos que se aplica en el cultivo del viñedo. Modificado.

ABONO	UNIDADES	Ud/ha	Corresp. MC3	Intensidad Energética (GJ/Tm)
9-12-24-2MgO	kg/ha	400	Otros abonos	30
Glifosato (36%)	l/ha	2	Abono fosfatado	10,7
Terbutilazina (23%) y Fluometuron (23%)	l/ha	2	Abonos nitrogenados	38,90
Abamectina	kg/ha	0,5	Otros abonos	30
Mancozeb (80%)	kg/ha	1	Otros abonos	30
Triadimenol (25%)	l/ha	0,1	Abonos nitrogenados	38,90
Penconazol (10%)	l/ha	0,2	Abonos nitrogenados	38,90
Clorpirifos (48%)	l/ha	2	Abonos nitrogenados	38,90
Azufre (98,5%)	kg/ha	60	Otros abonos	30
Metalaxi (8%) y Cobre (40%)	kg/ha	1,5	Abono nitrogenado y otros abonos (cobre)	38,90 30 Media (38,90+30)/2= 34,45
Metalaxi (10%) y Folpet (40%)	kg/ha	1	Abono Nitrogenado	38,90
Pirimetanil (40%)	l/ha	1	Abono Nitrogenado	38,90
Tebuconazol (25%)	l/ha	0,2	Abono Nitrogenado	38,90
Caldo bordelés	kg/ha	4	Otros abonos	30
Metildinocap		0,3	Abono Nitrogenado	38,90
Ciprodinil (37,5%) y Fluodioxonil (25%)	kg/ha	0,7	Abono Nitrogenado	38,90

Fuente: (La Rioja org, 2012)

La hoja de cálculo desarrollada (Wackernagel, 2009), modelo de esta investigación considera una intensidad energética de 50 GJ para elaborar una tonelada de abono, pero no específica que tipo de abono, por lo que hemos decidido realizar cambios y añadir las filas necesarias que describan por separado fertilizantes nitrogenados (38,90 GJ/Tm), fosfatados (10,7 GJ/Tm), fertilizantes azufrados y cúpricos (30 GJ/Tm), es decir aplicaremos la intensidad energética puntualizada en la Tabla 5.

Para los productos utilizados para prevenir plagas como thrips y pulgón insectos muy comunes en el cultivo de rosas, trabajaremos con la intensidad energética de 38,90 GJ/Tm. El ejemplo está en el clorpirifos, el cual es un producto organofosforado que inhibe la producción de acetilcolinesterasa, principio de control en el que se basan la mayoría de insecticidas. Para los fungicidas que posean como ingrediente activo elementos como el azufre y/o el cobre se usará el valor de 34,45 la misma cifra usada por el cimoxanilo + cobre. Para aquellos fungicidas que tengan ingredientes activos que no fueren los elementos antes mencionados como por ejemplo cimoxanilo, trabajaremos con una intensidad energética de 38,90 GJ/Tm. Ver en la Tabla 5.

Para los acaricidas-ovicidas aplicaremos el valor de 30 GJ/Tm, como ejemplo esta la abamectina ingrediente activo de algunos acaricidas que inhibe la transmisión en las uniones neuromusculares causando la parálisis y eventual muerte en los ácaros. Si bien los acaricidas tienen diferentes mecanismos de acción lo que hacemos es tomar una base como intensidad energética para la fabricación de esta clase de productos. También se insertó otra fila en la hoja de cálculo con el nombre “Otros abonos” para mencionar a los quelatos, coadyuvantes y ablandadores de agua y se les aplicó la intensidad energética de otros abonos 30 GJ/Tm. Ver en la Tabla 5.

11 Cálculo de la Huella asociada al consumo de los recursos forestales

11.1 Consumo de agua.

La disponibilidad de agua dulce del planeta es mucho menor a lo que se piensa, más aún cuando ésta se ve amenazada por diferentes factores que disminuyen la cantidad de agua utilizable. Entre estos factores se encuentran principalmente, la contaminación y el calentamiento global ya mencionado (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2007).

Es debido a lo anterior, que cobran importancia las metodologías de cálculo de huella de carbono y huella de agua. Cualquier cambio o avance en estas metodologías que ayuden a mejorar la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero o el consumo de agua, traerá beneficios para la sociedad, especialmente porque el objetivo de calcular, no es sólo reconocer un número, sino que el objetivo final es realizar las acciones necesarias para lograr la reducción de estos números. (Brito, 2011).

La huella hídrica es un indicador alternativo del uso del agua que incluye el uso de los consumidores o los productores tanto de forma directa como indirecta, y determina el volumen total de agua dulce empleado para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo, una comunidad o una actividad. También se mide en volumen de agua consumido (evaporado) y/o contaminado por unidad de tiempo. Representa un indicador geográficamente explícito, incorporando no sólo los volúmenes de agua usada y su contaminación, sino también las localizaciones de procedencia (Tolosa, 2009).

La huella hídrica de una empresa o negocio se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza directa o indirectamente para ejecutar y apoyar el negocio. Consta de dos partes: La huella hídrica operativa o directa y la huella hídrica de la cadena de suministro o indirecta. La primera es el volumen de agua dulce consumida o contaminada por sus propias operaciones. La segunda es el

volumen de agua dulce consumida o contaminada para producir todos los bienes y servicios que forman las entradas de la producción de la empresa. (Hoekstra, 2009).

Es importante comenzar por establecer claramente los objetivos y el alcance del estudio. Existen variadas razones y contextos que pueden motivar un estudio de la huella del agua; el gobierno nacional de un país determinado podría estar interesado en conocer su dependencia hacia los recursos hídricos del extranjero; una autoridad de cuenca podría necesitar saber si la huella de agua acumulada de las actividades humanas dentro de la cuenca viola el flujo de los requisitos ambientales; una empresa puede requerir el conocimiento de su dependencia en los escasos recursos hídricos dentro de su cadena de suministro o de cómo puede contribuir a reducir el impacto en los sistemas de agua a través de su cadena de suministro y dentro de sus propias operaciones, entre otros objetivos (Hoekstra, 2009).

Los límites o alcance del estudio deben ser explícitos y claros. Éstos dependen de la finalidad y se puede evaluar lo siguiente:

- a) ¿Considerar huella de agua azul, verde y/o gris?
- b) ¿Dónde truncar el análisis dentro de la cadena de suministro?
- c) ¿Qué período de datos se debe considerar?
- d) Para los consumidores y las empresas, ¿Considerar huella de agua directa o indirecta?

Para las naciones, ¿Considerar la huella de aguas del país y/o la huella de agua del consumo nacional?, ¿Considerar la huella de agua interna y/o externa del consumo nacional? (Hoekstra, 2009).

(Hoekstra C. &., 2004) indican que la huella de agua (Water Footprint WF) de un producto es el mismo que su contenido de agua virtual (Virtual Water). El Cálculo del agua virtual de un producto se define como el volumen de agua dulce que se requiere para producir un producto, es decir, una mercancía, un bien o servicio. Se mide en el lugar donde se ha originado y dado el producto durante un cierto período de tiempo.

El VWC (Calculation of Virtual Water) de un producto está compuesto por el componente verde, azul y gris. Para los productos agrícolas de estos componentes se definen de la siguiente manera (Water Footprint Network, 2009):

1) El VWC verde de un producto agrícola corresponde al volumen total de agua de lluvia que se evapora desde el campo y es transpirado por las plantas durante el período de crecimiento del cultivo.

2) El VWC azul de un producto agrícola se refiere al volumen de agua extraída de los cuerpos de agua (agua de superficie o subterránea) y se evapora durante la producción. Es la suma de la evaporación del agua de riego desde el campo y la evaporación del agua de los canales de riego y embalses de almacenamiento artificiales.

3) El VWC gris de un producto agrícola es el volumen de agua que se requiere para diluir los contaminantes emitidos al sistema de agua natural durante el proceso de producción hasta el punto de que la calidad del agua ambiente permanezca más allá de las normas de calidad del agua acordadas. Las definiciones corresponden a los utilizados en el documento de debate Plataforma SAI sobre la Huella Hídrica de la WGWA (Sustainable Agriculture Initiative (SAI) Platform, 2009).

La metodología de cálculo de huella de agua concibe a una empresa como una entidad coherente productora de bienes y/o servicios que se suministran a los consumidores o a otras empresas. Puede ser una empresa privada o sociedad anónima, como también una organización gubernamental o no gubernamental. Puede referirse a los distintos niveles de escala; una unidad específica o división de una empresa; una compañía entera; un sector de negocio conjunto, etc. Lo importante es que los límites del negocio deben estar claramente definidos (Hoekstra, 2009).

Las empresas suelen poseer un número de unidades, pueden tener operaciones en varios lugares o tener divisiones separadas en un solo lugar. Resulta beneficioso

distinguir entre diferentes unidades de negocio para calcular su huella de agua y más tarde unir las en la contabilidad. (Hoekstra, 2009).

(Doménech J. , 2004) considera al bosque como productor de agua, motivo por el cual el consumo de este recurso se incluye en el área forestal. Para calcular la productividad del agua (en m^3/ha al año) nos basamos en los datos de la huella familiar de Wackernagel y su equipo. Un bosque de zonas húmedas (como las de México, donde trabajó este autor) puede generar, en primavera, hasta 1.500 m^3 de agua dulce por hectárea y año (a un nivel de precipitación de $15.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ cada año).

Aunque el uso del bosque como productor de agua puede ser secundario (lo que podría inducir a obviar este tipo de huella), en muchas zonas ya se considera un uso primario del bosque, debiendo computarse, en consecuencia, su huella ecológica. Teniendo en cuenta el valor que está adquiriendo el agua y su creciente escasez a escala global, conviene computar la huella de su consumo en todos los casos, aun en zonas excedentarias (Doménech J. , 2004).

El trabajo de investigación “Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir” realizado por (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) diferencian entre agua verde y azul (agua de origen superficial y subterráneo). Por otra parte, introduce indicadores económicos, siendo la vertiente económica clave a la hora de analizar los consumos de agua. Presenta también por primera vez la integración de la huella hídrica dentro del ciclo hidrológico y su balance a escala de cuenca.

Este es reconocido como el primer estudio con diferenciación del agua subterránea en la huella hídrica, donde se estima la huella para una comarca agraria con uso casi exclusivamente de origen subterráneo. Aquí el cálculo está realizado por primera vez a escala de cuenca donde uso superficial, subterráneo y mixto se entremezclan. También se ha incluido por primera vez en la huella hídrica el agua verde consumida por los leñosos a lo largo del año y no sólo durante su temporada productiva y el consumo derivado de la evaporación de los embalses de la cuenca. El último punto innovador es la integración de la huella hídrica en el ciclo hidrológico y su balance a escala de cuenca (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011).

(Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) manifiestan que se podría considerar incluso como un marco nuevo para abordar la metodología de la huella hídrica: en lugar de enfocarse sobre la descripción y la suma de usos particulares, se trata de considerar las grandes magnitudes del ciclo hidrológico en función de la repartición del agua procedente de las precipitaciones entre los distintos consumos.

Además (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) resaltan que a lo largo del ciclo hidrológico más del 80% de las lluvias se convierten en agua verde y solamente el 20% está disponible en ríos y acuíferos como agua azul como muestra la figura 3. La mayoría de agua verde es consumida por árboles (54%), mientras que la apropiación directa de agua verde (WF de pastos y agrícola) representa el 46%. El agua azul remanente, 50% del total de escorrentía es consumida anualmente (azul WF) y la otra mitad es descargada en el océano, después de contribuir a sostener las funciones de los ecosistemas acuáticos en su camino a la boca de los ríos. Una fracción se mantiene también en los embalses para satisfacer la demanda futura. Esta representación general corresponde a un año de condiciones climáticas medias dependiendo de las condiciones anuales, tanto en cantidad total de precipitaciones y la repartición entre la evapotranspiración y la generación de escorrentía puede variar significativamente.

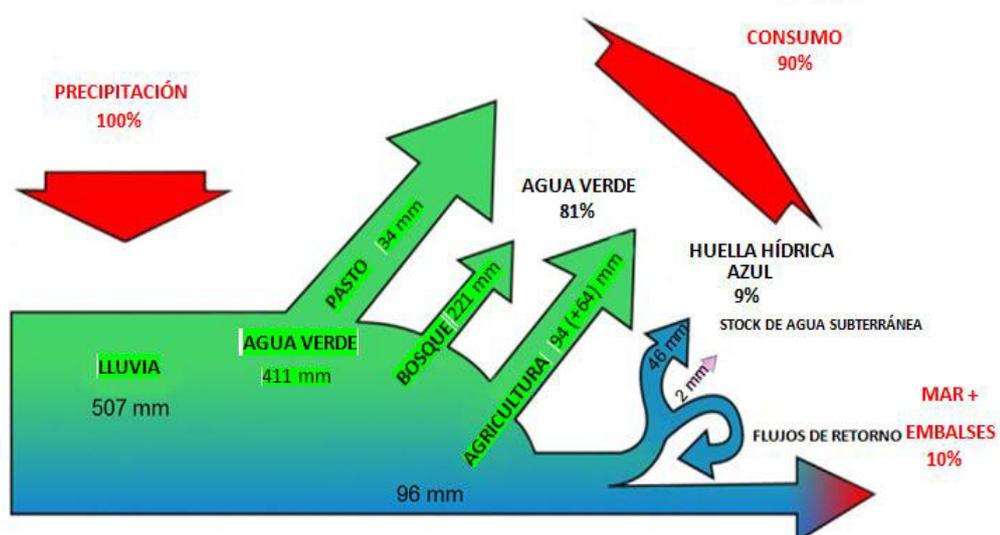


Figura 3 La huella hídrica dentro del ciclo hidrológico y su balance

Fuente: (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011)

Finalmente (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) comparan los resultados de la Figura 3 con los presentados por Falkenmark (2009) a escala mundial ver figura 4. Las principales diferencias están constituidas por una repartición muy distinta entre agua azul y verde (80 % de agua verde en el caso del Guadalquivir, 65 % de manera general) y del porcentaje de agua azul consumido (50% en un caso, 10% en el otro). El agua verde de los bosques viene calculada restando estas componentes al agua verde total. El resultado de este balance hídrico a escala de cuenca se presenta en el siguiente gráfico.

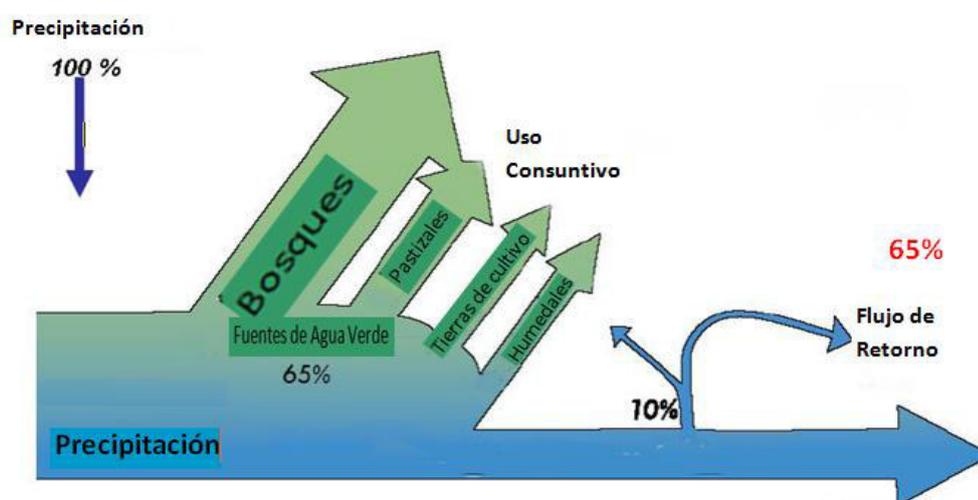


Figura 4 Repartición de las precipitaciones entre Agua verde y Agua azul a escala mundial.

Fuente: (Falkenmark, 2009)

(Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) consideran que los datos de partida para este cálculo del balance a escala de cuenca están constituidos por la precipitación media y su repartición entre escorrentía y evapotranspiración. Estos datos presentados en el Plan hidrológico (CHG, 2010) fueron calculados con el modelo hidrológico SIMPA. La escorrentía representa el 19 % de las precipitaciones. En el caso del presente estudio, se ha considerado el año 2003, por no sufrir de restricciones en las dotaciones, pero con precipitaciones un poco superiores a la media (se considera que la escorrentía sigue siendo el 19% de las precipitaciones). La escorrentía o agua azul total de la cuenca se reparte entre el agua azul consumida por los usos humanos (huella hídrica azul) y el agua azul vertida al mar. En caso de

no existir transferencias de agua azul de cuencas externas, el agua verde total de la cuenca se puede estimar como la diferencia existente entre la precipitación y la evapotranspiración media procedente de agua verde se calcula repartiendo el agua verde total de la cuenca entre los distintos usos del suelo incluidos en la cuenca.

Para determinar el valor económico del agua (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) aplica el concepto de productividad aparente del agua (AWP, €/m³) para estimar el valor de producción a precios corrientes por unidad de agua consumida (Ver Glosario). Este valor se estima dividiendo el precio de mercado del producto *j* (*P_m*, €) por su huella hídrica azul (*V_b*, m³).

$$AWP(j) = \frac{(P_m)_j}{(V_b)_j}$$

Donde la huella hídrica azul de un cultivo primario (*V_b*, m³/Tm) se calcula como el ratio entre el consumo de agua azul (*ET_b*, mm) y el rendimiento del cultivo (*Y*, kg/ha).

$$V_b = \frac{E_{tb}}{Y(j)} \times 10^4$$

(Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) mencionan que el agua azul es el agua dulce superficial y/o subterránea, es decir, el agua de los lagos, ríos y acuíferos (Hoekstra, 2009).

11.2 Consumo de cartón, papel y madera.

La utilización del cartón como material de embalaje es amplia en las florícolas. Los tallos de rosas que han cumplido los estándares de clasificación para exportar son envueltos en número de 20 o 25 con láminas de cartón corrugado formando lo que denominamos ramos y estos en número de seis u ocho son empacados con una protección de papel en cajas de cartón (fondos y tapas) cuyas medidas suelen cambiar de acuerdo al largo de los tallos.

La empresa lleva la contabilidad del cartón y papel en unidades numéricas, por lo que se determinará el consumo de estos productos en peso (toneladas) para

ingresar el dato en la hoja de cálculo. Luego continuaremos con la metodología de (Doménech J. , 2004), dividiendo el consumo energético que conlleva fabricar estos materiales entre la productividad energética correspondiente obteniendo la huella ecológica.

(Moncada, 2006), resalta que: “En promedio, se estima que en la Sierra, área de concentración de las plantaciones, se obtiene alrededor de 40 m³ de madera. Para establecer una plantación de flores, además de los árboles debe extraerse toda la cubierta vegetal”. La utilización de madera es amplia en el cultivo de rosas bajo invernadero, el pambil en conjunto con alambre cumple funciones de soporte evitando que los tallos de rosas se acamen, la caña guadua trabaja como barreras rompe vientos protegiendo a los invernaderos de los fuertes vientos, alfajías y tiras intervienen en la sujeción de plástico a los invernaderos. El paso a seguir es determinar el peso promedio de pambiles, cañas guaduas, alfajías y tiras y el peso total en conjunto que provee todos estos recursos para luego multiplicar este valor por la intensidad energética que se necesita para fabricar los accesorios de madera y de acuerdo a la productividad energética y factor de rendimiento correspondiente a los bosques obtener la huella ecológica que provoca el uso de la madera en un cultivo intensivo como las flores.

12 Cálculo de la huella ecológica por consumo de los recursos

agropecuarios y pesqueros

Es necesario recordar el razonamiento de (Doménech J. , 2004) concerniente a que la base fundamental para el cálculo de la huella ecológica es la división del consumo por la productividad, lo cual se obtiene de forma prácticamente directa en el caso de los recursos bióticos, como la madera, alimentos, etc. Para calcular la huella ecológica de los recursos, correspondiente a "energía fósil", debemos conocer el consumo de los mismos en gigajulios para lo cual se debe multiplicar el consumo del producto en toneladas por la intensidad energética del mismo, medida en gigajulios/tonelada.

En la hoja de cálculo desarrollada por (Doménech J. , 2004) para realizar la conversión de euros a toneladas de alimentos consumidos en el año, toma en cuenta los valores de estadísticas de comercio exterior de España, es decir los precios de exportación de los comestibles y determina cuantas toneladas puede adquirir con 1000 euros.

En ésta parte es necesario hacer algunos cambios, primero hay que utilizar los precios con los que se expenden los alimentos en el país por lo que hemos recurrido a referencias bibliográficas del 2012, segundo hay que formar raciones referenciales y sencillas que sinteticen a los alimentos como legumbres, cereales, jugos, etc. Una vez determinado el precio de los comestibles de acuerdo a su porcentaje dentro de la dieta alimenticia de la compañía definimos la cantidad de toneladas que podamos comprar con \$1.000 (mil dólares).

(Doménech J. , 2004) afirma que las comidas de la empresa constituyen una partida importante de la huella a menudo poco considerada de muchas empresas. Y asume que un 50 % del presupuesto de comidas y dietas corresponde a servicios de restaurante (ver capítulo "la huella de los servicios") y un 50 % a alimentos. La intensidad energética de los mismos se extrapola a partir de los datos de Wackernagel y de Nerea. Se asume que estas intensidades incluyen todos los insumos, como abonos químicos, pesticidas, tratamientos, etc. Una próxima aportación deberá ser la intensidad energética para los productos derivados de la agricultura y ganadería ecológica.

En la Tabla 6 desarrollada por (Doménech J. , 2004), se muestra la conversión de euros a toneladas, de los recursos naturales bióticos según las estadísticas de comercio exterior, lo que hemos añadido es el porcentaje que cubre cada comestible en la dieta de la compañía APG, esta información es necesaria mencionar para luego compararla con datos de la empresa Agronatura.

Tabla 6
Intensidad energética y conversión de los recursos naturales agropecuarios de euros y dólares a toneladas

Categoría de materiales	Intensidad energética GJ/Tm	Capítulos arancelarios	Porcentaje en la dieta %	Conversión (toneladas por 1.000 euros)	Productividad natural (Tm/ha al año)
Material textil natural	5	51 a 53		0,21	1,250
Vestuario y textil confección de algodón	10	52		0,31	1,000
Vestuario y textil confección de lana	10	51		0,18	0,020
Manufactura de cuero y pieles	20	42, 43		0,08	0,033
Carnes	80	2	25	0,65	0,033
Pescado y mariscos	100	3	25	0,50	0,029
Cereales, harinas, pastas, arroz, pan	15	10	12	4,69	2,264
Bebidas (zumos, vino , champán)	7	22	10	0,34	22,500
Legumbres, raíces y tubérculos	10	7	8	1,45	6,730
Azúcar, dulces, turrónes	15	17	6	0,70	4,893
Aceites y grasas	40	15	5	0,71	1,485
Lácteos	37	4	5	0,93	0,276
Café y té	75	9	4	0,54	0,566

La productividad estimada por Wackernagel en la huella de Chile para la carne de bovino, ovino y caprino es de 33 kg/ha cada año. Cuando este ganado es alimentado con grano la huella se imputa a "cultivos" y a "pastos" ya que se asume una parte de pastoreo. En el caso de aves y cerdo la huella se imputa a "cultivos" ya que se les supone animales de corral (se utiliza la productividad de los cereales: 2,744 Tm/ha).

Este autor estima que la huella del consumo de aves es 3,5 veces mayor que si los cereales utilizados en el pienso se consumiesen directamente; 6 veces más en cerdos; y 16 veces más en ternera o cordero (más detalles en los comentarios de la hoja de cálculo). Wackernagel multiplica la huella del pescado por el factor de desecho capturas consumo (1,6), el cual se calcula dividiendo la captura o producción mundial (113'284.100 Tm) por el consumo medio global (12,8 kg * 5.544'000.000 personas).

13 Cálculo de la huella de los servicios.

(Doménech J. , 2004), afirma que detrás de cada servicio "consumido" también existe un consumo de materiales y energía por lo que su huella también debe ser calculada. Para estimar el consumo energético asociado a los servicios se asume que una parte de la factura del servicio corresponde al consumo energético, realizando la conversión de esa parte proporcional de euros a combustible fósil.

En la Tabla 7, se encuentran los porcentajes de la factura que corresponden a energía se han estimado en base a la facturación de estos servicios en la Autoridad Portuaria de Gijón.

Tabla 7
Datos para el cálculo de la huella de los servicios.

	% de la factura que corresponde al costo total	Contenido energético combustible GJ/Tm)	Productividad energética GJ/ha al año
Servicios de oficina	2	43,75	71
Hoteles	1,5	43,75	71
Teléfonos fijos y móviles	8	43,75	71
Servicios médicos	6	43,75	71
Servicios sociales, ocio, etc.	4	43,75	71
Formación	2	43,75	71
Servicio de mantenimiento	12	43,75	71
Servicio de restaurante	8	43,75	71
Correo, paquetería, transporte.	20	43,75	71

Fuente: (Doménech J. , 2004).

(Doménech J. , 2004), realiza el cálculo de la siguiente forma: se estima que un 2% del importe total de los servicios "de oficina" (asesorías, asistencias técnicas, diseño de proyectos, seguros, finanzas, software, diseño gráfico, etc.) corresponde al gasto energético. Este se pasa a litros de combustible fósil líquido según el precio del mismo en el momento actual [0,3473684 dólares/litro (precio del litro de gasolina "Extra" sin IVA en el Ecuador)]; se pasa a kilogramos multiplicando por 0,8 y finalmente de kilogramos a toneladas:

$$[(\text{Costo total del servicio} * 2/100) / 0,347] * 0,8 / 1000$$

El resultado se multiplica por el contenido energético del combustible (43,75 GJ/Tm) para obtener el consumo en gigajulios, y se divide entre la productividad de los combustibles fósiles líquidos (71 GJ/ha cada año) para obtener la huella.

14 Cálculo de la huella ecológica por residuos.

Como primer paso determinaremos el porcentaje real de material (papel, cartón, plástico, restos vegetales) que se recupera, recicla y que interviene en el proceso productivo de la empresa. La huella de los residuos sólidos se calcula según método de (Wackernagel, 2009) del mismo modo que para los materiales, con su misma intensidad energética, restando el porcentaje de energía que puede recuperarse por reciclaje. En esta parte hemos ingresado en la hoja de cálculo valores (%) que la empresa puede reciclar del material desechado. Por lo tanto se estima que para el papel y cartón puede recuperarse un 90% de energía por reciclaje; para los metales magnéticos y chatarra un 50%; para los plásticos un 50%. Añadimos, una recuperación de un 80% para los residuos orgánicos vegetales (por humus). Así por ejemplo, para una producción de desechos de cartón de 4 Tm cada año, y a una intensidad energética de 30 GJ/Tm, se obtienen 120 GJ cada año, los cuales, a una productividad de 71 GJ/ha cada año, supone una huella de 1,7 hectáreas. Esta se multiplica por la energía recuperada a través del reciclaje con la fórmula $1 - n / 100 * 0,5$ donde n es el porcentaje de reciclado real, 90% en el caso de Agronatura y 0,5 es el porcentaje estimado de energía que puede ser salvada por reciclaje.

Finalmente, el resultado se multiplica por el factor de equivalencia para obtener la huella asignada a la "energía fósil" (1,4 ha cada año), pero, además, en el caso del cartón, hay una huella atribuida a "bosque" la cual se calcula dividiendo la producción en toneladas por la productividad forestal (4 Tm / 1,01 Tm/ha cada año) y multiplicando el resultado por una fórmula de recuperación por reciclaje parecida a la anterior, tal y como se puede ver en la hoja de cálculo. La huella por ese concepto es de 2,7 hectáreas, por lo que la huella total del consumo de 4 toneladas de papel al año es de 4,1 hectáreas (Wackernagel, 2009).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

15 Resultados

15.1 Electricidad

Como indica la Tabla 8, en el año 2012 la empresa Agrícola Agronatura consumió 327.371 kWh. De acuerdo con una entrevista realizada al Ing. Gustavo Yacelga miembro del departamento de Gestión y Control Ambiental de Emelnorte en Ibarra, la energía que utiliza la empresa proviene del SNI (Sistema Nacional Integrado) del Proyecto Hidroeléctrico Paute, es decir de origen hidráulica.

Por lo tanto la huella ecológica generada por la empresa según el tipo de recurso utilizado es cero.

Tabla 8 Consumo de energía eléctrica de la empresa Agrícola Agronatura año 2012.

MES	EMELNORTE		ELECTROANDINA		Total kWh	Total \$	GJ
	kWh	\$	kWh	\$			
ENERO	1016	389,06			1016	389,06	3,66
FEBRERO	7772	875,38	50000	1519,71	57772	2395,09	207,98
MARZO	1941	348,89	19278	1233,79	21219	1582,68	76,39
ABRIL	1553	279,12	19462	1245,57	21015	1524,69	75,65
MAYO	1177	211,52	23134	1480,55	24311	1692,07	87,52
JUNIO	3079	553,22	23684	1515,77	26763	2068,99	96,35
JULIO	3990	690,04	23011	1472,7	27001	2162,74	97,20
AGOSTO	3156	545,80	26683	1707,72	29839	2253,52	107,42
SEPTIEMBRE	1750	302,57	26316	1734,22	28066	2036,79	101,04
OCTUBRE	3227	557,80	25949	1760,72	29176	2318,52	105,03
NOVIEMBRE	3049	551,32	28274	1809,56	31323	2360,88	112,76
DICIEMBRE	3064	556,22	26806	1715,56	29870	2271,78	107,53
TOTAL	34774	5860,94	292597	17195,87	327371	23056,81	1178,54

15.2 Combustibles

Los combustibles que la empresa utiliza son los siguientes: Gas doméstico para calentar comida si fuere necesario ya que la empresa contrata el servicio de alimentación. En nuestro país el gas es envasado en tanques de 15 kilos y se lo adquiere por el valor de \$1,60 para el consumo doméstico y de \$18 para uso industrial.

En Tabacundo y Cayambe el valor del tanque de gas para uso industrial se lo obtiene en \$19,60 sin IVA. El dato que se ingresa en la calculadora debe ser en metros cúbicos (m³). Repsolgas para el cobro de planillas por el uso del gas en edificios realiza una transformación a kilos utilizando el siguiente factor de conversión 1,63132137 por lo tanto la fórmula a aplicar sería la siguiente:

$$(\text{Número de kg} / 1,63132137) =$$

$$(1 \text{ kg} / 1,63132137) = 0,613$$

El valor por metro cúbico se establece de la siguiente manera

$$\$ / = 19,65 / 0,613 = 32,05$$

Tabla 9
Consumo de gas en la empresa Agrícola Agronatura año 2012.

	Kg	\$/kg	factor conversión 1,63 (m ³)	32,05 (\$/m ³)	PRECIO
ENERO	30	1,31	18,39	589,499	589,5
FEBRERO	60	1,31	36,78	1178,999	1179
MARZO	30	1,31	18,39	589,499	589,5
ABRIL	30	1,31	18,39	589,499	589,5
MAYO	30	1,31	18,39	589,499	589,5
JUNIO	30	1,31	18,39	589,499	589,5
JULIO	30	1,31	18,39	589,499	589,5
AGOSTO	45	1,31	27,59	884,249	884,3
SEPTIEMBRE	60	1,31	36,78	1178,999	1179
OCTUBRE	30	1,31	18,39	589,499	589,5
NOVIEMBRE	75	1,31	45,98	1473,749	1473,8
DICIEMBRE	45	1,31	27,59	884,249	884,3
TOTAL	495	1,31	303,44	9726,738	9726,9

La Tabla 9, demuestra que la empresa ocupó 303,44 m³ de gas en el 2012 por consiguiente invirtió \$9.726,9 en este rubro.

Para determinar la huella ecológica producida por el uso del combustible gas en la empresa, se realizó cambios significativos en la hoja de cálculo original ya que el gas ocupado por la empresa española (Autoridad Portuaria de Gijón) tiene como principal componente al metano, mientras que en nuestro país el principal elemento es el butano por tanto ocupamos la densidad de éste último para transformar de metros cúbicos a toneladas.

En el Ecuador estudios realizados por Pesantes (2006) describen al *GLP*: Gas Licuado de Petróleo como una mezcla de PROPANO 90% y BUTANO 6%, por lo tanto tomamos la densidad del primero 1,87 kg/m³ y así también su poder calorífico de 11,082 Mcal/m³ para las reducciones pertinentes (Dirección Técnica de Sistemas, 2011).

Gasolina extra es usada para las sopladoras, máquinas que son utilizadas para sacar el follaje caído en las camas de producción. Este nombre con su respectivo precio fue introducido en la hoja de cálculo (0,3473684 \$/l)

Diesel, para poner en marcha el tractor, la buseta que lleva y trae el personal de Quito, el furgón que lleva la flor empacada al aeropuerto, la camioneta que trae y lleva el personal administrativo que vive en Cayambe y cumple con encomiendas dentro del cantón. En la hoja de cálculo se cambió el parámetro Biodiesel por Diesel así como el valor por litro que le corresponde (0,2447368 \$/l). Las Tablas 10 y 11, indican los valores de consumo de los combustibles antes mencionados.

Para determinar el gasto energético para el combustible de avión tenemos que señalar que este generalmente funciona a base de queroseno. La razón de esto es que el queroseno cuenta con un punto de ignición muy alto que otros combustibles derivados del petróleo no tienen, lo que los hace más seguros de almacenar y de transportar. También es más delgado que otros combustibles como la gasolina, que es una característica necesaria para que se quemara en un motor de turbina. Un beneficio adicional es que se quemara de forma más eficiente y es más amigable al

ambiente que otros combustibles a base de petróleo (eHow en Español, s.f.).

Tabla 10 Consumo de gasolina extra, año 2012 en la empresa Agrícola Agronatura.

	GALONES	PRECIO (1.32 X GALÓN) EXTRA	LITROS
ENERO	2	2,64	7,6
FEBRERO	4	5,28	15,2
MARZO	9	11,88	34,2
ABRIL	3	3,96	11,4
MAYO	4	5,28	15,2
JUNIO	4	5,28	15,2
JULIO	8	10,56	30,4
AGOSTO	1	1,32	3,8
SEPTIEMBRE	17	22,44	64,6
OCTUBRE	2	2,64	7,6
NOVIEMBRE		0	0
DICIEMBRE	4	5,28	15,2
TOTAL	58	76,56	220,4

Tabla 11 Consumo de diésel en la empresa Agrícola Agronatura año 2012.

	GALONES	TOTAL DÓLARES (\$/GALÓN)	TOTAL DÓLARES + IVA	LITROS	TOTAL DÓLARES (\$/l)
ENERO	189,60	176,33	197,49	720,48	176,33
FEBRERO	426,98	397,09	444,74	1622,51	397,09
MARZO	796,85	741,07	830,00	3028,02	741,07
ABRIL	592,88	551,38	617,55	2252,95	551,38
MAYO	684,62	636,70	713,10	2601,56	636,70
JUNIO	522,22	485,66	543,94	1984,41	485,66
JULIO	615,17	572,11	640,76	2337,65	572,11
AGOSTO	750,06	697,56	781,27	2850,24	697,56
SEPTIEMBRE	708,92	659,30	738,42	2693,91	659,30
OCTUBRE	834,94	776,49	869,67	3172,75	776,49
NOVIEMBRE	566,41	526,76	589,97	2152,35	526,76
DICIEMBRE	779,57	725,00	812,00	2962,36	725,00
TOTAL	7468,23	6945,45	7778,90	28379,25	6945,45

Tenemos que señalar que los precios del combustible para aviones se incrementaron en el 2012 como se afirma en la siguiente información.

El precio del galón de combustible aéreo (jet fuel), que consumen las empresas de aviación, trepará en alrededor del 200% desde la próxima semana y variará según el comportamiento del mercado internacional, una vez que se aplique el decreto ejecutivo 968 que elimina el subsidio de ese derivado de petróleo.

El alza se producirá porque el precio del galón de jet fuel que ahora está entre \$1,26 en promedio (con subsidio) en terminal costará más de \$ 3,50.

Hasta el 31 de diciembre el subsidio que ofrece el fisco por cada galón de jet fuel es de 40%, pero a partir del 1 de enero esa ayuda desaparecerá en los aeropuertos de Quito, Guayaquil, Cuenca y Baltra (Galápagos).

El país cuenta con 32 aeropuertos a escala nacional y de esos los 28 restantes mantendrán el subsidio, debido a que están administrados por la Dirección de Aviación Civil (DAC).

“Los precios vigentes a partir de enero del 2012, conforme señala el decreto 968, serán calculados de conformidad con el promedio de los precios registrados durante la semana anterior a la venta” y que consten en la revista especializada Platts Oil Markets de la Costa del Golfo (de Estados Unidos), destacó Petroecuador (El Universo, 2011).

En una entrevista realizada al Sr. Carlos Espinosa Gerente de ventas de la empresa Agrícola Agronatura, manifiesta que el costo del flete lo asume el cliente y que el mismo varía de acuerdo al lugar de llegada de la flor. En la Tabla 12 se describe de acuerdo a su información y al de otras dos cargueras como Eucarga y Transinternacional los valores promedios del flete.

Como podemos observar el valor promedio del combustible es muy parecido cuando el destino es Europa o Rusia, esto se debe a que no hay vuelos de carga directos desde nuestro país a Rusia, la flor llega hasta Ámsterdam y de ahí es transportada en camiones a las ciudades de destino del país ruso y de esta forma el cliente baja sus costos en el transporte de la flor. El incremento en el valor del flete

por kilo se debe por costos de desaduanización, pago de seguros y costos por espacios ocupados en el avión.

Tabla 12

Valores de fletes aéreos por kilo según país de destino.

Origen	Destino	Valor Flete por kilo \$	Valor del combustible \$	Porcentaje del valor por combustible %
Ecuador	Europa	3,75 a 4	1,28	32 - 34
Ecuador	USA	1 a 1,20	0,67 a 0,70	58 - 70
Ecuador	Rusia	4,93 a 5,40	1,25	23 - 25

El Sr. Carlos Espinosa a través de la Tabla 13, nos indica porcentualmente como se distribuyeron las ventas en el exterior y por ende el peso de la flor empacada de acuerdo a las longitudes de los tallos.

Para obtener el rubro en dólares se aplicó la metodología de (Doménech J. , 2004), es decir multiplicamos los kilos de flor exportada por el valor del flete en kilos, y para obtener el dato en toneladas dividimos el rubro en dólares por el valor porcentual que corresponde al combustible dentro del costo total del flete según el país de destino. Luego este valor es dividido para el precio del jet fuel en nuestro país \$301/tonelada

Tome en cuenta que el litro de jet fuel pesa 6,75 lb = 3,06 Kg (García, 2011).

Tabla 13
Distribución porcentual de ventas 2012

MERCADO					
Long. (cm)	Tallos (u)	Cajas Tabaco con flor (kg)	USA %	Europa %	Ruso %
			40	60	
40	668.796	32.831,80	13.132,72	19.699,08	
			50	50	
50	2'488.910	149.900,26	74.950,13	74.950,13	
			80	5	15
60	1867093	115632,46	92505,97	5781,62	17344,87
			60	10	30
70	890030	94397,12	56638,27	9439,71	28319,14
			20		80
80	238575	29641,14	5928,23		23712,91
			10		90
90	51450	7210,80	721,08		6489,72
TOTAL					6'204.854

La huella ecológica de la empresa Agrícola Agronatura S.A. debida al consumo directo de combustibles fue de 1080,8 hectáreas, el 98% de este valor

corresponde a los viajes realizados por avión para trasladar la flor a Norte América, Europa y Rusia.

16 Recursos Forestales

16.1 Consumo de Agua

El desarrollo de herramientas que permitan diagnosticar los problemas inherentes al cálculo de la huella de agua y de carbono, y complementarlas con las metodologías existentes o adaptarlas a la realidad de las empresas del país se constituyen como un interesante aporte a una temática relativamente nueva y poco conocida en el país. (Brito, 2011).

(Brito, 2011), relata un adecuado diagnóstico de los problemas que plantean estas metodologías y que permitirán aportar a la utilización de éstas en un contexto nacional y considerando las necesidades y características propias de las empresas nacionales. Este aporte puede tener diversos efectos, particularmente en lo que se refiere a la gestión del agua y la contaminación, traduciéndose esto en un beneficio, tanto ambiental y social como empresarial. Además las reflexiones escritas por Brito se reflejan en muchos trabajos de investigación, la adaptación racional de metodologías para determinar parámetros y eliminar problemas hace de las florícolas industrias de alto rendimiento, el pero es que el motor que mueve esta industria “el agua” es apreciado por motivos de productividad en el campo utilizando sistemas de riego por goteo, no así en la etapa poscosecha donde la contaminación y el desperdicio es parte natural de las florícolas transformándose en algo rutinario que al parecer para los empresarios no merece ninguna inversión para salvaguardar y reciclar este recurso.

El cálculo de los volúmenes del agua para hidratar la flor en el prefrío se lo realizó en base a la cantidad de flor cosechada en el año 2012 la misma ingresa en mallas de 20 tallos, y cada 6 mallas van a una tina que contiene 48 litros de agua.

La deducción de metros cúbicos de agua usado en el cuarto frío fue hecha en base al número de tallos que luego de pasar los controles de calidad (flor de exportación = flor cosechada – flor nacional) en clasificación es embonchada en ramos de 25 tallos los cuales son distribuidos en número de 8 por cada tina, las mismas contienen 12 litros de agua. En la Tabla 14 se resume lo expuesto anteriormente.

Tabla 14

Volúmenes de agua usados en poscosecha (prefrío y cuarto frío).

		HIDRATACIÓN CULTIVO	PREFRÍO FLOR COSECHADA	CUARTO FRÍO FLOR DE EXPORTACIÓN
TALLOS	(u)		8'250.322	6'235.020
RAMOS	(25 u)			249.401
MALLAS	(20 u)		412.516,1	
TINAS	(u)	232	68.753	31.175
AGUA	(L)	2'904.640	3'300.129	374.101,20
TOTAL AGUA	(m³)	2904,64	3300	374,10

En una entrevista técnica con el gerente de producción de la empresa Agrícola Agronatura se determinó una lámina de riego fertilizado diario de $3 \text{ l/m}^2 = 30 \text{ m}^3 / \text{ha}$, así que:

$$30 \times 13,4 \text{ ha} = 402 \text{ m}^3/\text{ha/día} \times 365 = 146.730 \text{ m}^3/\text{ha al año}$$

El Ing. Servio Soto encargado de la fitosanidad de la empresa calcula que en las 13,4 hectáreas de cultivo se aplica semanalmente en invierno un promedio de agua de $38,4 \text{ m}^3$ y en verano $73,4 \text{ m}^3$ por año, aproximadamente $2901,6 \text{ m}^3$ por año, volúmenes que se necesita para la aplicación de productos vía foliar con el objetivo de prevenir y controlar plagas y enfermedades.

En la Tabla 15, se establece el proceso y el volumen de agua que se utiliza.

Tabla 15**Procesos y volúmenes de agua consumidos por la empresa Agronatura año 2012.**

Proceso	Volumen de agua m ³ por año
Producción	146.730
Hidratación de la flor en cultivo	2.904,64
Fumigación	2.901,6
Prefrío	3.300
Cuarto Frío	374,10
Uso del personal	20
Total	156.230,34

La cantidad de agua usada para el proceso de industrialización de la flor de exportación en la finca Agronatura en el año 2012 fue 156.230,34 m³

El presente trabajo de investigación adaptó la determinación de la huella ecológica por el consumo de agua hecha por (Doménech J. , 2004) quien aplica en la hoja de cálculo un valor de 1500 m³/ha cada año de agua dulce producida en una zona que recibe 15000 m³/ha cada año, es decir el 10%. Si tomamos la información dada por Ochoa (2012) en la cual informa que Tabacundo en el 2012 tuvo una precipitación anual de 769,5 mm (7695 m³/ha cada año) sería fácil deducir que la producción de agua dulce estaría 769,5 m³/ha cada año.

Sin embargo cabe aclarar que es una metodología muy empírica que necesita un estudio más profundo y real para determinar la cantidad de agua dulce que los bosques pueden producir de acuerdo al volumen e lluvias que se generan en cierto lugar o zona del país. Por tal razón en la revisión de literatura hemos reseñado investigaciones y metodologías hidrológicas que bien pudieran aplicarse a la acequia del río Tabacundo y sus zonas de influencia para distribuir los valores de las precipitaciones anuales (mm) de acuerdo al uso del suelo que se realiza en la

parroquia tal como muestra el estudio hecho por (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011).

El agua utilizada por la empresa Agrícola Agronatura es de origen subterráneo (azul), el objetivo es darle un valor económico ambiental significativo y real que concientice su manejo. De tal manera hemos adaptado la metodología aplicada por (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) con la fórmula

$$Vb = \frac{Etb}{Y(j)} \times 10^4$$

Partiendo de que los 156.230,34 m³ de agua fueron consumidas en el año por la 13,4 ha que tiene la empresa, para aplicar el razonamiento de (Salmoral, Dumont, M, & Rodríguez Casado, 2011) hay que fijar el valor por hectárea así que realizamos la siguiente división:

$$156.230,34 \div 13,4 = 11658,98 \text{ m}^3/\text{ha} = 1165,89 \text{ mm} = Et_b$$

Para determinar el rendimiento de producción de la empresa [Y (kg/ha)] tomaremos en cuenta el peso de todos los tallos exportables (exportados + no exportados) que procesó en el año 2012, es decir todos aquellos tallos que fueron transformados en ramos para exportar, los tallos desechados (nacional) se emplearán para calcular la contrahuella ecológica de la empresa ya que un gran porcentaje de éstos son descompuestos y devueltos a las camas de rosas en forma de materia orgánica (humus).

Como muestra la Tabla 14 en el 2012 la poscosecha una vez desechada la flor nacional procesó 6'235.020 (seis millones doscientos treinta y cinco mil veinte) tallos de exportación, es decir elaboró 249.401 ramos de 25 unidades equivalente a 374.513,51 kg de peso, esta cifra corresponde a 12,4 ha de cultivo de rosas en producción, por ello tenemos que

$$374.513,51 \div 12,4 = 30.202,70 \text{ kg / ha cada año}$$

Por lo tanto:

$$Vb = \frac{1.165,89}{30.202,70} \times 10^4$$

$$Vb = 386,02 \text{ m}^3/Tm$$

El precio promedio de mercado (Pm) tiene que ser fijado en función de una tonelada de tallos producidos, por lo tanto realizamos una regla de tres

$$\begin{array}{l} 374.513,51 \text{ kg} \text{ -----} 6'235.020 \text{ tallos} \\ 1000 \text{ kg} \text{ -----} \quad \quad \quad x \end{array}$$

$$x = 16.648 \text{ tallos exportables}$$

Se debe considerar el precio promedio por tallo que usualmente se comercializa a nivel nacional en \$0,04 (cuatro centavos de dólar) ya que el proceso de producción se lo realiza en nuestro país, por otra parte la flor que termina en el mercado nacional recibe todos los tratamientos que la exportable en cultivo y en poscosecha hasta terminar la fase de clasificación, no es parte de la fase de empaque, es decir envoltura en ramos y guardado en cajas pero no es necesario reconocer esta parte de la trazabilidad ya que estamos valorando el peso neto de una tonelada de flor, así que

$$16.648 \times 0,04 = \$665,92 = Pm$$

Es decir al aplicar la fórmula de Salmoral et al. (2011) llegamos al siguiente resultado

$$AWP(j) = \frac{(Pm)j}{(Vb)}$$

$$AWP(j) = \frac{(665,92)j}{(386,02)j}$$

$$AWP(j) = 1,72 \text{ \$/m}^3 \text{ cada año}$$

Este es un valor cercano a la realidad del costo de agua por metro cúbico para la empresa, pero este precio lleva implícito insumos que intervienen en el proceso de producción como: reguladores de pH, ablandadores, desinfectantes, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, acaricidas-ovicidas, etc. Y su deducción parte de un precio de venta de la flor al público.

En una entrevista realizada a la economista Elizabeth Vargas Directora de Evaluación Socioeconómica del SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua), supo manifestar que se está realizando un estudio para la actualización de “Tarifas para la autorización y aprovechamiento del agua”, ya que los valores que se describen en el capítulo XXI, en su artículo 73 con relación a aguas subterráneas que es lo que utiliza la empresa señala en el literal b) Para riego con aguas subterráneas mediante bombeo, efectuado a costa del usuario, los concesionarios pagarán de acuerdo con las tarifas establecidas para riego superficial controlado por obra de medición, y el literal a) Para riego con agua superficiales, los concesionarios que de conformidad con lo ordenado en la resolución emitida por el Jefe de Agencia de Aguas, dispongan en medidores, pagarán trescientos cuarenta y cuatro diez millonésimas de dólar por cada metro cúbico ($\$0,0000344/m^3$); y para aquellos que incumplan las adquisiciones las disposiciones sobre la construcción de la obra de medición, pagarán quinientos ochenta y ocho diez millonésimas de dólar por cada metro cúbico ($\$0,0000588/m^3$).

Como se puede observar los rubros expuestos en los artículos están fuera de contexto y no valoran a este recurso no renovable muy importante, es por esta razón que indagamos en algunas fincas que riegan sus terrenos con el agua del canal de Tabacundo y el rubro promedio con que cancelan el servicio del agua de riego para sus terrenos está entre $\$0,015$ a $\$0,018$ por metro cúbico.

Para el presente trabajo de investigación escogimos $\$0,018/m^3$ por lo tanto si la empresa consumió $156.230,34 m^3$ en el año, el costo anual que la empresa Agronatura debería cancelar es de $2812,15 \$$ cada año. La huella ecológica producida por el uso del agua para riego es de $231,2 ha$.

16.2 Consumo de madera

La empresa Agrícola Agronatura creció 1,03 hectáreas en el 2012, es decir sembró 220 camas con plantas de rosas, cada cama necesita 8 pambiles para soporte, un pambil que mide 3 metros puede pesar entre 8,5 y 6 kg, es decir un promedio de 7,5 kg. La empresa los adquirió de 2,5 metros es decir 6,25 kg, por lo tanto:

$$\text{Número de pambiles} = \text{Número de camas} \times 8$$

$$\text{Número de pambiles} = 220 \times 8 = 1.760$$

$$\text{Peso de soportería} = \text{Número de pambiles} \times 6,25 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de soportería} = 1.760 \times 6,25 \text{ kg} = 11 \text{ Tm}$$

La siembra fue hecha dentro de 22 naves metálicas de invernadero, en cada nave se utilizan 8 tiras de madera de 2,50 metros, y cada tira tiene un peso promedio de 0,802 kg por lo tanto:

$$\text{Número de tiras} = \text{Número naves} \times 8$$

$$\text{Número de tiras} = 22 \times 8 = 176 \times 0,802 = 141,151 \text{ kg} = 0,141 \text{ Tm}$$

Se necesitan 51 alfajías (4 x 4) por cada nave construida, y cada alfajía tiene un peso promedio de 1,609 kg, por lo tanto:

$$\text{Número de alfajías} = \text{Número de naves} \times 51$$

$$\text{Número de alfajías} = 22 \times 51 = 1.122 \times 1,609 = 1.805,298 \text{ kg} = 1,805 \text{ Tm}$$

La composición de las barreras rompe vientos son trozas de madera (pingos) de 10 metros de altura y caña guadua. Un metro cuadrado de barrera significa 3 cañas guaduas de 1 metro de largo por 0.20 a 0.40 m de espesor, y cada caña guadua tiene un peso promedio de 1.5 kg. La empresa Agrícola Agronatura tiene 1.186 metros lineales, es decir 11.860 metros cuadrados de barreras fabricadas de caña guadua para proteger sus invernaderos, por lo tanto:

$$\text{Peso de caña guadua} = \text{m}^2 \text{ de barrera} \times 1,5 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de caña guadua} = 11.860 \times 1,5 \text{ kg} = 17,79 \text{ Tm}$$

Los pingos que se utilizan provienen de árboles de eucalipto y tienen un diámetro que oscila entre 0,20 y 0,25 m para efectos de cálculo hemos elegido un promedio de 0.225 y por 10 metros de largo. Las trozas se cubican determinando su diámetro medio (DM) con corteza en centímetros y su largo (L) en metros, y se recomienda la siguiente fórmula para el cálculo del volumen de madera que usamos (Meza, 2005).

$$V_{\text{troza}} = (\text{DM})^2 \times 0,7854 \times L$$

Donde:

V_{troza} = volumen de la troza en metros cúbicos

DM = diámetro medio en metros

$$0,7854 = \pi/4$$

L = largo en metros

Por lo tanto,

$$V_{\text{troza}} = (0,225)^2 \times 0,7854 \times 10$$

$$V_{\text{troza}} = 0,397608$$

De acuerdo a (Goez, s/a) el peso específico seco al aire de la madera de *Eucalyptus globulus*, variedad sembrada en Ecuador, está en un rango de 600 a 800 kg/m³, de la misma forma escogimos un dato promedio de 700, por lo tanto:

$$\text{Peso} = V_{\text{troza}} \times 700 \text{ kg}$$

$$\text{Peso} = 0,397608 \times 700 \text{ kg}$$

$$\text{Peso} = 278,32 \text{ kg} = 0,27832 \text{ Tm}$$

Las trozas de madera son ubicadas cada cuatro metros para el levantamiento de las barreras, es decir se emplearon 297 pingos en todo el largo de la estructura, es decir un peso total de 82,66 Tm

En la Tabla 16, resumimos los pesos de los accesorios de madera utilizados por la empresa Agrícola Agronatura.

Tabla 16
Pesos de las estructuras de madera utilizados en Agrícola Agronatura.

Accesorios de maderas	Peso (Tm)	Inversión (\$)
Alfajías	1,805	785,40
Caña guadua	17,79	35.580
Pambil	11	1.760
Pingos	82,66	5.940
Tiras	0,141	52,8
Total	113,396	44.118,2

La empresa Agrícola Agronatura consumió en el 2012 una carga de 113,396 toneladas de madera produciendo una huella ecológica de 117,20 ha.

16.3 Consumo de cartón y papel

La Tabla 17, indica que en el año 2012 la empresa exportó rosas empacadas en 32.322,23 cajas tabaco (fondos y tapas) lo que equivale a 72,58 toneladas de cartón incluido láminas y protectores (pads) realizando una inversión de \$122.554 dólares. Además el Anexo 2 de esta investigación demuestra la composición de cada caja y la cantidad exportada.

En la hoja de cálculo se provee directamente el dato acerca de las toneladas usadas en el proceso de ese año, determinados en base al peso de las cajas tabaco (tapa y fondo) que fueron exportadas. La huella ecológica producida por la empresa Agronatura por consumo de cartón y papel es de 116,7 ha.

Tabla 17
Precios para materiales de cartón y papel.

Material	Cantidad (u)	Valor Total (\$)
Fondos (105x30,5x25)cm	32.322	31.462
Tapas (106x31,5x25,5)cm	32.322	34.609
Láminas de cartón	24.9401	39.869
Protectores (pads)	498.802	15.662
Papel	64.640	951
TOTAL		122.554

17 Consumo de los recursos agropecuarios

17.1 Consumo de alimentos

En la Tabla 18, observamos la distribución porcentual de la dieta alimenticia que consume el personal de la empresa la misma ha sido orientada por el señor Luis Castro quien provee el servicio de catering a la compañía durante todo el año y la cual la resumimos de la siguiente manera:

Se tomaron insumos representativos para cada uno de los alimentos y sus precios se asignaron por artículos en la prensa escrita del año 2012, informaciones que detallamos a continuación.

Tabla 18
Dieta alimenticia de Agronatura

Alimento	Porcentaje %	
Carnes	30	
Pollos y aves	50	100%
Cerdo, embutidos	15	
Bovino, ovino, caprino (pastos)	30	
Bovino, ovino, caprino (granos)	5	
Pescados y mariscos	20	
Cereales, harinas, fideos, arroz, pan	15	
Bebidas (jugos, vino, champán, cola)	5	
Legumbres, raíces (zanahorias, rábanos, nabos), tubérculos (papas, yucas, camote)	5	
Azúcares, dulces, turrone, pasteles	3	
Aceites y grasas (mantecas)	10	
Lácteos	5	
Cafés y té u otras aguas aromáticas	7	

Consumidores ecuatorianos afirman que dos meses atrás la libra de pollo costaba un dólar con 10 centavos, sin embargo hoy se vende a 15 y 25 centavos más (Solano, 2011).

Jorge Anja, vendedor de carne de res, señaló que aumentó de \$ 1,50 a \$ 1,70 la libra, y que incluso llega hasta los \$ 2, dependiendo de si es con hueso o suave, porque a ellos les llega al camal a \$ 1,25. La de chanco subió de \$ 2 a \$ 2,50. Según Clara Solís, es porque está escaso, algo en lo que coincidieron también otras comerciantes (El Universo, 2014).

Román Sánchez, vendedor de pescado en el mercado Caraguay, comentó que los precios cayeron desde ayer al disminuir la demanda. El bonito pasó de costar \$

1,40 a \$ 1 la libra, la albacora de \$ 1,60 a 1,40 y la corvina, de \$ 3,50 a \$ 2,50 (El Universo, 2012).

El precio del quintal de harina varía, se lo puede encontrar en \$42 o en \$39 los 50 kilos de harina. Hugo Charpentier afirma que la última compra de harina la hizo con un precio de 35 dólares por quintal (Jaramillo, 2012).

En el caso de las naranjas, el precio varía dependiendo del tipo de naranja. La más barata está a \$1 las 25 unidades, mientras que la libra de naranja agria cuesta \$2,50; hasta llegar a la más cara que es la naranja colombiana, la cual se la comercializa a \$6 las 25 (Explored, 2012).

Generalmente el precio del kilo de naranjas en las grandes tiendas se encuentra en \$0,78 (setenta y ocho centavos de dólar el kilo).

Elvia Obando, comerciante del mercado Plazoleta Gómez Rendón, ubicado en las calles Lizardo García y Gómez Rendón, refirió que durante el fin de semana pasado el limón pasó de \$ 40 a \$ 70 el quintal, es decir, 75% más (El Universo, 2012).

Desde inicios de agosto del 2012, el precio de la libra de arroz subió de 45 a 55 centavos de dólar, al igual que el azúcar de 50 a 60 centavos de dólar. Estos en las tiendas de barrio de Riobamba que no exhiben el listado de precios referenciales de los productos de primera necesidad (Diario Digital Centro, s.f.).

El precio del aceite varía en las tiendas de acuerdo a su marca. Por ejemplo, el litro de La Favorita se expende hasta en \$ 2,80, cuando su precio oficial al público es de \$ 2,70 (El Universo, 2012).

Desde ayer entró en vigencia el Decreto Ejecutivo que fija nuevos precios para la leche. Con la medida, la leche pasteurizada en funda costará 60 centavos el litro; la triple pasteurizada en funda negra costará 65; y en envase tetra pack, 70 centavos el litro (Biblioteca Banco Central del Ecuador, 2008).

Además se presenta en el Anexo 3 una amplia gama de precios de alimentos que pueden servir a las florícolas como guía de cálculo en su rubro de alimentación y que pueden ser sujetos de cambio si fuera necesario. En la Tabla 19 se resumen los

precios de los alimentos que la empresa Agronatura utilizó para preparar las diferentes comidas del personal.

Tabla 19
Determinación de precios de alimentos

Alimento	Insumo representativo	\$/kg ó \$/l	Valor x \$/l ó \$/kg
Pollos y aves	Carne de pollo		2,97
Cerdo y embutidos	Carne de cerdo		5,5
Bovino	Carne de res		4,40
	Bonito	2,2	2,5
Pescado y mariscos	Albacora	3,08	
	Corvina	5,5	3,59
Cereales	Arroz	1,21	
	Harina de trigo	0,84	
	Fréjol	2,86	1,64
Jugos	Limón	1,54	
	Mora	2,61	
	Naranjilla	1,30	1,56
	Naranja	0,78	
Legumbres y	Tomate	0,91	
Tubérculos	Cebolla	0,59	0,61
	Papas	0,33	
Azúcar			1,32
Aceite			2,80
Lácteos	Leche		0,60
Café			34,31

Además, la libra de lenteja, de fréjol canario y de achiote aún se vende a \$ 1,30, cuando en marzo costaba \$ 1. La libra de queso vale \$ 2,20, \$ 0,20 más que en marzo (El Universo, 2012)

El valor de los alimentos esta dado en dólares por kilo o dólares por litro, aquellos que tuvieron más de un insumo como representante fueron sumados para establecer un precio promedio general. Con los rubros se diseñaron fórmulas las cuales aplicadas en la hoja de cálculo nos permiten obtener las toneladas de comestible que se puede adquirir por cada \$1000 dólares de inversión.

En la empresa Agrícola Agronatura los alimentos que más producen huella son los pescados y mariscos con 23,3 ha, la carne de res proveniente de ganado alimentado con pastos produce 11,1 ha. La huella más alta por tipo de ecosistema corresponde al mar con 20,5 ha y a pastos con 10,3 ha

18 Consumo de materiales

18.1 Acero

La empresa Agrícola Agronatura al aumentar 1,03 hectáreas de cultivo de rosas en el 2012 tiene que construir un invernadero metálico con esta superficie. Para obtener el peso de cada uno de los materiales que se utilizan para esta edificación pedimos asesoría e información al Sr. Antonio Yacelga quien ha desarrollado la construcción de invernaderos por 20 años y que trabaja como asesor comercial en la línea agroindustrial para la empresa Kubiec-Conduit la cual procesa acero para la producción de techos, vigas, perfiles y tubería que facilitan la construcción de edificaciones metálicas.

Las tablas 20 y 21 puntualizan el peso de cada uno de los materiales concernientes a tubería, pernería y otros tangibles de acero que se necesita para montar un invernadero con las características aquí detalladas.

Tabla 20

Descripción de pesos para tubería de acero galvanizado.

CONDUIT DEL ECUADOR S.A. RUC:1790320405001					
CONTRIBUYENTE ESPECIAL N° 5368					
BL- 14		FACTURA PROFORMA			
<i>Cliente:</i>	AGRONATURA	<i>Atte.</i>			
<i>N° de Naves</i>	22	<i>Referencia:</i>			
<i>Largo de nave</i>	70	<i>Dirección:</i>			
<i>Ancho de nave</i>	6,7	<i>Fecha:</i>			
<i>Largo del bloque (m)</i>	147,4	<i>Modificación:</i>			
<i>N° de columnas laterales</i>	18	<i>Teléf./Fax</i>			
<i>N° De espacios entre columnas</i>	17				
<i>Distancia entre columnas</i>	16 de 4,18				
<i>Distancia entre columnas</i>	1 de 3,00				
<i>N° de filas laterales</i>	23				
<i>Área (m²)</i>	10.318,00				
DESCRIPCIÓN	UNIDA D	LONGITU D m	CANTIDA D	PESO kg	Observacio nes
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	1,20	162,00	353,81	<i>Base perimetral</i>
<i>tubo galv. 44,2 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	1,20	252,00	480,82	<i>Base interna</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	2,90	23,00	145,41	<i>Columna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	3,10	23,00	155,43	<i>Columna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	3,15	2,00	13,73	<i>Columna Perimetral</i>
				Continúa	

<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,40</i>	<i>2,00</i>	<i>14,82</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,60</i>	<i>2,00</i>	<i>15,70</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,65</i>	<i>2,00</i>	<i>15,91</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,85</i>	<i>2,00</i>	<i>16,79</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,90</i>	<i>2,00</i>	<i>17,00</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,10</i>	<i>2,00</i>	<i>33917,88</i>	<i>Columnna perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,15</i>	<i>2,00</i>	<i>18,09</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,35</i>	<i>2,00</i>	<i>18,97</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,40</i>	<i>2,00</i>	<i>19,18</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,60</i>	<i>2,00</i>	<i>20,06</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,65</i>	<i>23,00</i>	<i>233,15</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,85</i>	<i>23,00</i>	<i>243,18</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,90</i>	<i>23,00</i>	<i>245,69</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 60.3 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,10</i>	<i>23,00</i>	<i>255,71</i>	<i>Columnna Perimetral</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,40</i>	<i>2,00</i>	<i>16,02</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,60</i>	<i>2,00</i>	<i>16,74</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,65</i>	<i>2,00</i>	<i>16,93</i>	<i>Tensor</i>
				Continúa	

<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,85</i>	<i>2,00</i>	<i>17,65</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,90</i>	<i>2,00</i>	<i>17,84</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,10</i>	<i>2,00</i>	<i>18,56</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,15</i>	<i>2,00</i>	<i>18,75</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,35</i>	<i>2,00</i>	<i>19,47</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,40</i>	<i>2,00</i>	<i>19,66</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,60</i>	<i>2,00</i>	<i>20,38</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,65</i>	<i>2,00</i>	<i>20,57</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,85</i>	<i>2,00</i>	<i>21,29</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>5,90</i>	<i>2,00</i>	<i>21,48</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>6,10</i>	<i>2,00</i>	<i>22,20</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>6,15</i>	<i>2,00</i>	<i>22,39</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>6,35</i>	<i>2,00</i>	<i>23,11</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>6,40</i>	<i>2,00</i>	<i>23,30</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>6,60</i>	<i>2,00</i>	<i>24,02</i>	<i>Tensor</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>1,00</i>	<i>36,00</i>	<i>65,52</i>	<i>Refuerzo tensor</i>
<i>tubo galv. 44,2 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>1,20</i>		<i>68,69</i>	<i>Canal final</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,15</i>	<i>21,00</i>	<i>120,39</i>	<i>Columna interna</i>

<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,35</i>	<i>21,00</i>	<i>128,04</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,40</i>	<i>21,00</i>	<i>129,95</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,60</i>	<i>21,00</i>	<i>137,59</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,65</i>	<i>21,00</i>	<i>139,50</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,85</i>	<i>21,00</i>	<i>147,15</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>3,90</i>	<i>21,00</i>	<i>149,06</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,10</i>	<i>21,00</i>	<i>156,70</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,15</i>	<i>21,00</i>	<i>158,61</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,35</i>	<i>21,00</i>	<i>166,26</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,40</i>	<i>21,00</i>	<i>168,17</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,60</i>	<i>21,00</i>	<i>175,81</i>	<i>Columna interna</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm GIC</i>	<i>c/u</i>	<i>8,55</i>	<i>44,00</i>	<i>684,68</i>	<i>Curva Luz 6.7 m</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm GIC</i>	<i>c/u</i>	<i>2,90</i>	<i>44,00</i>	<i>232,23</i>	<i>Ala alta</i>
<i>tubo galv. 31.8 x 1.5mm GIC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,00</i>	<i>44,00</i>	<i>197,12</i>	<i>Tirante</i>
<i>tubo galv. 31.8 x 1.5mm GIC</i>	<i>c/u</i>	<i>0,62</i>	<i>44,00</i>	<i>30,55</i>	<i>Péndulo</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm GIC</i>	<i>c/u</i>	<i>8,55</i>	<i>352,00</i>	<i>5.477,47</i>	<i>Curva Luz 6.7 m</i>
<i>tubo galv. 50.8 x 1.5mm GIC</i>	<i>c/u</i>	<i>2,90</i>	<i>352,00</i>	<i>1.857,86</i>	<i>Ala alta</i>
<i>tubo galv. 25.4 x 1.5mm GIC</i>	<i>c/u</i>	<i>0,90</i>	<i>396,00</i>	<i>313,63</i>	<i>Riostra cenital</i>

Continúa



<i>tubo galv. 31,8 x 2,0 mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>1,26</i>	<i>414,00</i>	<i>766,81</i>	<i>Ala baja</i>
<i>tubo galv. 70.5 x 1.5mm GIC</i>	<i>c/u</i>	<i>7,00</i>	<i>44,00</i>	<i>785,40</i>	<i>Posición 8</i>
<i>tubo galv. 25.4 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>6,00</i>	<i>88,00</i>	<i>464,64</i>	<i>Cortineros</i>
<i>tubo galv. 44,2 x 1.5mm HRC</i>	<i>c/u</i>	<i>4,10</i>	<i>22,00</i>	<i>143,42</i>	<i>Curva P/cable vía luz 3,00 m</i>
			TOTAL		
			kg	15.541,55	
			TOTAL		
			Tm	15,5415504	

Fuente: CONDUIT

En el año 2012 los fuertes vientos causaron daños en la cubierta de algunos invernaderos por lo que se compró material de ferretería extra, es por esta razón que en la hoja de cálculo hemos insertado la fila denominada manufacturas de hierro, acero y otros en el cual se incluye clavos, repuestos de tijeras, herramientas, e inclusive alambre número 18 que se utiliza para la soportería de las camas. La Tabla 22 detalla el peso de los componentes suplementarios.

Tabla 21 Descripción de pesos para pernería y otros accesorios de acero.

Fuente: CONDUIT.

PERNERÍA	UNIDAD	CANTIDAD	Kilos
<i>Perno y tuerca cabeza hexagonal 3/8" x 2"</i>	<i>c/u</i>	<i>48</i>	<i>1,89</i>
<i>Perno y tuerca para carrocería 3/8 x 2"1/2"</i>	<i>c/u</i>	<i>2.154</i>	<i>96,10</i>
<i>Perno y tuerca cabeza hexagonal 3/8" x 3"</i>	<i>c/u</i>	<i>622</i>	<i>33,19</i>
<i>Perno y tuerca para carrocería 3/8 x 3"</i>	<i>c/u</i>	<i>828</i>	<i>41,76</i>
<i>Perno y tuerca cabeza hexagonal 3/8" x 4"</i>	<i>c/u</i>	<i>408</i>	<i>27,28</i>
<i>Perno y tuerca para carrocería 3/8 x 4"</i>	<i>c/u</i>	<i>4.802</i>	<i>297,30</i>
<i>Perno y tuerca cabeza hexagonal 3/8" x 4"-1/2"</i>	<i>c/u</i>	<i>252</i>	<i>42,34</i>
<i>Perno y tuerca cabeza hexagonal 3/8" x 5"</i>	<i>c/u</i>	<i>489</i>	<i>90,47</i>
<i>Perno y tuerca cabeza hexagonal 3/8" x 6"</i>	<i>c/u</i>	<i>552</i>	<i>120,89</i>
<i>Arandela 3/8"</i>	<i>c/u</i>	<i>15.906</i>	<i>176,73</i>
<i>Cable rígido 4,8 (7x1) 3/16</i>	<i>Mt</i>	<i>9.595</i>	<i>412,59</i>
<i>Cable rígido 3,2 (7x1) 1/8</i>	<i>Mt</i>	<i>6.440</i>	<i>276,92</i>
<i>Bastón 1/4" * 2"</i>	<i>c/u</i>	<i>858</i>	<i>10,30</i>
<i>Bastón 1/4" * 3"</i>	<i>c/u</i>	<i>2.286</i>	<i>41,15</i>
<i>Bastón 1/4" * 3"-1/2"</i>	<i>c/u</i>	<i>350</i>	<i>9,80</i>
<i>Tuerca 1/4"</i>	<i>c/u</i>	<i>3.494</i>	<i>11,08</i>
<i>Arandela 1/4"</i>	<i>c/u</i>	<i>3.494</i>	<i>23,45</i>
<i>Argolla 5/16</i>	<i>c/u</i>	<i>3.494</i>	<i>97,06</i>
<i>Grillete N° 10</i>	<i>c/u</i>	<i>1.125</i>	<i>6,08</i>
<i>Grillete 5/16</i>	<i>c/u</i>	<i>199</i>	<i>1,07</i>
<i>Clavos 2"-1/2"</i>	<i>kg</i>	<i>75</i>	<i>75,00</i>
<i>Tensor de varilla</i>	<i>kg</i>	<i>136</i>	<i>914</i>
<i>Varilla P/anclaje 5 mm</i>	<i>kg</i>	<i>59</i>	<i>49</i>
Total kg			2.855,36
Total Tm			2,86

Tabla 22
Materiales suplementarios de ferretería.

Kg	CLAVOS 2 Y 1/2"	CLAVOS 3"	CLAVOS 5"	CLAVOS 6"	PERNO Y TUERCA 1/4X4"	PERNO Y TUERCA 5/16X5"	TUERCA 1/4X4"	TUERCA 5/16X5"	Piezas Tijera Felco	Tijeras Felco	Alam- bre No. 18
ENERO	5								0,5	2,5	
FEBRERO			6	7							
MARZO	17		4	1							
ABRIL	25		25	7	75,19	103,7	9,072	40	0,5		
MAYO			11	5							
JUNIO	43,01										
JULIO	98			45		6,862	1,8	0,662			422,82
AGOSTO	50			25		51,465		4,965			
SEPTIEM- BRE	55,98		17	21							
OCTUBRE	30	25	33						1		
NOVIEM- BRE	22										
DICIEMBRE	5	20	15								
TOTAL	350,99	45	111	111	75,19	162,02 7	10,872	45,627	2	2,5	422,82
GRAN TOTAL											1339,0 26

La empresa Agrícola Agronatura compró 18,4 toneladas en materiales de acero para construir un invernadero con una superficie de 1,03 hectáreas. La empresa financió para esta operación \$38.645,1 significando que por cada \$1.000 se adquiere 0,4761 toneladas de componentes de acero (tubería y pernería) para esta superficie, cifras que integran la nueva fórmula para determinar cuanta manufactura de acero en peso se adquiere de acuerdo a la cantidad de dinero invertido. Además se adquirió 1,339 Tm en suplementos. La empresa Agrícola Agronatura produjo una huella ecológica total de 31,6 ha por la adquisición de este tipo de tangibles.

18.2 Plástico para invernadero

En la hoja de cálculo se ha incluido dos nuevas filas diferenciando el plástico de cubierta para invernaderos del utilizado para tubería y accesorios de riego PVC.

La empresa Agronatura lleva la contabilidad del plástico para cubierta, en rollos con sus medidas largo por ancho y por calibre, así como el grado de

pigmentación que filtra cierto grado o porcentaje de luz ultravioleta para teñir de un color determinado los pétalos de la flor. Para obtener la descripción en peso (kg) aplicamos la siguiente fórmula:

$l \times a \times c / f$ (42,6) donde:

l = largo

a = ancho

c = calibre

f (42,6) = factor de transformación a peso

El gerente de la empresa Agropásticos S.A. el Ing. Juan David Aristizabal supo aclararnos que la compañía que preside importa plástico de baja densidad (PEBD) como materia prima y lo transforma mediante el proceso de “extrusión” en películas (plástico de invernadero) aplicando una intensidad energética de 0,4 kWh por kilogramo producido, por lo tanto necesita 1,44 GJ por tonelada fabricada.

Es por esta razón que no aplicamos datos de industria nacional no solo en el caso del plástico, también en el acero ya que la industria ecuatoriana en ambos casos solo realiza una parte del proceso. La intensidad energética a aplicar es de 43,75 GJ/Tm correspondiente a la huella familiar de Wakernagel.

Como podemos analizar en el Anexo 4, la empresa adquirió 13,033 toneladas de plástico lo que representó \$69.669,256 produciendo una huella ecológica de 9,1 hectáreas.

18.3 Tubería y accesorios de riego PVC

En la producción de rosas el levantamiento de un invernadero conlleva inmediatamente la instalación de un sistema de riego por goteo el cual con un correcto funcionamiento y distribución garantiza un crecimiento óptimo de las plantas que se traducen en buena calidad de los tallos y aceptables productividades.

Tabla 23**Descripción de pesos para tubería y accesorios de sistema de riego por goteo.**

Material	Peso (g)	Unidades por válvula	Unidad por invernadero de 7 válvulas	Peso total por invernadero (kg)
Reducción de 110 x 75 mm	347	1	7	2,429
Reducción de 75 x 50 mm	117	1	7	0,819
Codo 50 mm	95	4	28	2,660
Adaptador macho pegable-roscable 50 mm	93	2	14	1,302
Universal 40 mm	350	4	28	9,800
Codo 40 mm	79	8	56	4,424
Adaptador macho pegable-roscable 40 mm	83	4	28	2,324
Tapón hembra 40 mm	39	4	28	1,092
Conector 16 mm	4	64	448	1,792
Tee de 50 mm	163	4	21	3,423
Tapón 32 mm	79	2	14	1,106
Unión 16 mm	5,5	64	448	2,464
Válvula check 40 mm	343 g	2	14	4,802
Tapón 110 mm	522		2	1,044
Reducción 140 x 110 mm	489		1	0,489
1 metro de tubería PVC 50 mm	364		300 m	109,2
1 metro de manguera flex 32 mm	157		300 m	47,1
1 metro de manguera ciega 16 mm	67		440 m	29,48
1 metro de tubería de 140 mm	3702		150 m	555,3
Válvula Aquanet de 3 vías	1038	1	7	7,266
1 metro de manguera de goteo 16 mm – 1 l/h	53	2137,14	14960 m	792,88
Total				1581,196

Con la colaboración del Sr. Martín Ulcuango de Nitzan Agrosystems S.A. empresa que comercializa e implementa proyectos completos de fertiriego se determinó los pesos de cada uno de los accesorios de PVC desde conectores de 16 mm hasta tuberías de 140 mm que se necesitan para equipar el invernadero con

riego por goteo y un sistema de riego de duchas, detalles que se especifican en la Tabla 23 y 24.

Para hacer esta instalación la empresa desembolsó \$17.165,41 y con el pesaje determinamos que el equipo de riego para una hectárea de rosas significa 1,76588 toneladas de PVC, en la hoja de cálculo se ha incorporado una fórmula que calcula el peso de este tipo de materiales de acuerdo a la inversión realizada.

Tabla 24

Descripción de pesos de tubería y accesorios para riego de duchas.

Material	Peso (g)	Unidades por válvula	Unidad por invernadero de 7 válvulas	Peso total por invernadero (kg)
Válvula de aire ¾"	300	-	1	0,300
Montura de 75 mm x ¾"	296	-	6	1,776
Hidrante ¾"	142	-	6	0,852
Acople rápido ¾"	57	-	6	0,342
Unión roscable ¾"	19	-	6	0,114
Codo PVC ¾"	28	-	6	0,168
Adaptador PVC ¾" flex	11	-	12	0,132
Válvula de aire 2"	1003	-	1	1,003
1 metro de tubería 90 mm	1200	-	150 m	180
Total				184,687
Gran Total				1765,883

La huella ecológica producida por la aplicación de este sistema es 1,2 hectáreas, la huella total por los dos tipos de plástico es 10,3 hectáreas.

18.4 Cemento

Para levantar una hectárea de invernadero metálico se necesita 128 sacos de 50 kilos, es decir 6.400 kilos de cemento distribuidas como bases para sostener columnas perimetrales e internas, el precio del cemento para el 2012 fue de \$6,0104 sin IVA el saco de 50 kg (El Universo, 2012).

En la hoja de cálculo se realizaron cambios con respecto a este material, se ingresa el dato en sacos de 50 kg y automáticamente se obtiene el resultado de dinero invertido, toneladas, GJ/Tm. La huella ecológica producida por Agronatura por la utilización de cemento fue de 0,3 hectáreas.

18.5 Vestuario

En la Tabla 25 se resume el peso del equipo y vestuario en las diferentes áreas de trabajo, las filas resaltadas con el color celeste señalan la vestimenta o equipo de protección hecha de plástico.

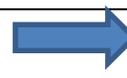
La empresa Agrícola Agronatura en el 2012 invirtió \$35.000 en la dotación de uniformes y equipos de protección a todos sus trabajadores equivalente a 1,718419 Tm de materiales utilizados para fabricar el vestuario adecuado que los obreros deben utilizar en las diferentes áreas de trabajo.

Tabla 25

Presupuesto anual de equipos de seguridad industrial Agrícola Agronatura S.A. 2012. Fuente: Sra. Verónica Guerra. Directora del Departamento de Talento Humano.

ÁREA	No. Operarios	EQUIPO Y VESTUARIO	TOTAL ANUAL PRENDAS	PESO UNITARIO (kg)	PESO TOTAL (kg)	
CULTIVO (cocheros 5)	74	OVEROL (2 al año)	148	0,98	145,04	
		GORRA (2 al año)	148	0,07	10,36	
		CAMISETA(4 al año)	296	0,187	55,352	
		BOTAS (2 al año)	148	1,65	244,2	
		CASCO ANUAL	5	0,33	1,65	
		MASCARILLA ARSEG AZUL ANUAL	74	0,047	3,478	
		FILTROS DE MASCARILLAS/1 AL MES	888	0,086	76,368	
		GUANTES DE CUERO/UNO AL MES	888	0,214	190,032	
		PONCHO DE AGUAS PARA COCHERO/ANUAL	5	0,92	4,6	
POSCOSECHA	34	OVEROL (2 al año)	68	0,98	66,64	
		GORRA (2 al año)	68	0,07	4,76	
		CAMISETA(4 al año)	136	0,187	25,432	
		BOTAS (2 al año)	68	1,65	112,2	
		TRAJE TÉRMICO VERDE/ANUAL	34	0,32	10,88	
		MEDIAS TÉRMICAS/2 ANUAL	68	0,162	11,016	
		GUANTES DE CAUCHO/CADA 15 DÍAS	816	0,116	94,656	
		GUANTES AMARILLO NITEX/CADA 15	816	0,065	53,04	
		DELANTAL DE POSCOSECHA/5 MESES	16	0,5	8	
		MANGAS DE POSCOSECHA/5 MESES	16	0,35	5,6	
		EMPAQUE	5	OVEROL (2 al año)	10	0,98
GORRA (2 al año)	10			0,07	0,7	
CAMISETA(4 al año)	20			0,187	3,74	
BOTAS (2 al año)	10			1,65	16,5	
GUANTE REVESTIDO/CADA 15 DÍAS	120			0,055	6,6	
GUANTE AZUL REVESTIDO CORRUGADO/CADA 15 DÍAS	120			0,055	6,6	
TRAJE TÉRMICO/ANUAL	5			2,15	10,75	
FUMIGACIÓN	12	OVEROL (2 al año)	24	0,98	23,52	

Continúa



Monito- readores	3	GORRA (2 al año)	24	0,07	1,68
		CAMISETA(4 al año)	48	0,187	8,976
		BOTAS (2 al año)	24	1,65	39,6
		TRAJE DE FUMIGACIÓN/CADA 2 MESES	72	2,805	201,96
		TRAJE DE CIRUJANO/CADA 3 MESES	48	0,608	29,184
		MASCARILLA ARSEG AZUL ANUAL	3	0,047	0,141
		FILTROS DE MASCARILLAS/1 AL MES	36	0,086	3,096
		MASCARILLA COMPLETA/CADA 6 MESES	24	0,08	1,92
		ARNÉS/CADA 3 MESES	48	0,057	2,736
		PANTALLA O CARETA/CADA 2 MESES	72	0,048	3,456
		VISOR PARA CARETA DE FUMIGACIÓN	60	0,321	19,26
		FILTROS (CADA 7 DÍAS)	576	0,086	49,536
		2 PREFILTROS (CADA 7 DÍAS)	1152	0,003	3,456
		GUANTES DE FUMIGACIÓN/CADA 2 MESES	144	0,281	40,464
SERVICIOS GENE- RALES	14	MASCARILLA ARSEG AZUL ANUAL	14	0,047	0,658
		OVEROL (2 al año)	28	0,98	27,44
		GORRA (2 al año)	28	0,07	1,96
		CAMISETA(4 al año)	56	0,187	10,472
		BOTAS (2 al año)	28	1,65	46,2
		FILTROS DE MASCARILLAS/1 AL MES	168	0,086	14,448
		GUANTES DE CUERO/CADA 4 MESES	42	0,214	8,988
		FILTROS/CADA 3 MESES	8	0,086	0,688
		PREFILTROS /CADA 3 MESES	8	0,003	0,024
		GUANTES DE FUMIGACIÓN/CADA 6 M.	2	0,281	0,562

GRAN TOTAL**1718,419**

PLÁSTICO	747,004
OTROS TEJIDOS	971,415

El peso se distribuyó en 0,740404 Tm de plástico produciendo una huella de 0,5 ha y 0,978015 Tm en otros tejidos tales como algodón, nylon, poliéster, tejidos revestidos, etcétera con una huella de 0,8 ha. La dotación de elementos y equipos de protección es necesaria para que los trabajadores se sientan seguros y protegidos para realizar las labores diarias.

18.6 Fertilizantes y productos para controlar plagas y enfermedades

En el Anexo 5, se presentan todos los fertilizantes y las respectivas cantidades que la empresa consumió para sus respectivos procesos productivos, de acuerdo a esto se clasificaron como fertilizantes nitrogenados los siguientes:

NH_4NO_3	Nitrato de amonio
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Nitrato de calcio
MgNO_3	Nitrato de magnesio
KNO_3	Nitrato de potasio
HNO_3	Ácido nítrico

La empresa Agronatura utilizó en el año 2012 la cantidad de 83 toneladas de fertilizantes nitrogenados produciendo una huella ecológica de 51,7 hectáreas

Como fertilizantes fosfatados:

H_3PO_4	Ácido fosfórico
KH_2PO_4	Fosfato monopotásico
$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	Fosfato monoamónico
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	Fosfato diamónico

La empresa utilizó 15 toneladas de este tipo de fertilizantes produciendo una huella ecológica de 2,6 hectáreas.

Se clasificó como fertilizantes azufrados y cúpricos a los siguientes:

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfato de aluminio
CaSO_4	Sulfato de calcio
CuSO_4	Sulfato cúprico
MgSO_4	Sulfato de magnesio
MnSO_4	Sulfato de manganeso
K_2SO_4	Sulfato de potasio
ZnSO_4	Sulfato de zinc

La empresa utilizó 58 toneladas de esta clase de fertilizantes produciendo una huella ecológica de 27,7 hectáreas

La huella ecológica total que produjo la empresa por el uso de fertilizantes es de 83 hectáreas y por el uso de productos para el control de plagas y enfermedades (Anexo 6) tales como: insecticidas, acaricidas-ovicidas, fungicidas azufrados y cúpricos, y otros fungicidas es de 62,8 ha, siendo el uso de acaricidas-ovicidas el más relevante con una huella de 59,2 hectáreas.

19 Consumo de Servicios

Se tomó los mismos porcentajes por consumo energético que factura la APG descritos en la Tabla 7, en lo que se refiere al servicio por mantenimiento y se valoró los realizados en el año en los cuartos fríos, tractor, maquinaria de poscosecha (banda transportadora, cuchillas peladoras de follaje), conexiones eléctricas, computadora de riego, mantenimiento de áreas verdes, vigilancia. El rubro de combustible corresponde a la gasolina “Extra”.

En el año 2012 la empresa Agrícola Agronatura invirtió en servicios \$83.000, dólares. La huella ecológica que produjo estas prestaciones fue de 18,8 ha. Al igual que la APG, la asistencia que más huella produce es por paquetería y transporte con 14,3 ha.

20 Desechos

El Sr. Mauricio Terán persona que tiene como responsabilidad el manejo de la poscosecha asume que el reciclaje de cajas de cartón es del 90%, ya que flor de exportación que no se vende y es dada de baja se desempaca y los fondos y tapas se vuelve a utilizar en nuevos tallos. En el 2012 la empresa reusó 3,30 Tm de cartón.

El plástico que se recicla es el de invernadero, el cual se reutiliza uniéndolos con grampas para que alcancen dimensiones que puedan tapar cuadros de naves

afectados, sin embargo este arreglo es temporal ya que las perforaciones que ocasionan las grampas dejan pasar el agua en la época invernal, por lo que es obligado el cambio por plástico nuevo. En el 2012 la empresa registró daños en un 15% de su área productiva, es decir 2 hectáreas. Se asume que se reusó un 50% del material, es importante destacar que al final el plástico desechado es ubicado en las recicladoras autorizadas por el Municipio del cantón Cayambe cumpliendo de esta manera con ordenanzas y reglamentos ambientales. En el mismo año la empresa reusó 1,36 toneladas de plástico.

Los tallos que por razones fitosanitarias o de calidad no sirven para exportar se transforma en tallos de flor nacional, de esta cantidad un 20% es vendido a comerciantes ecuatorianos y el 80% ingresa en un proceso de descomposición en el área de lombricultura y son incorporados como humus (abono) a las camas de producción de rosas. En el 2012 se aplicaron 246,15 Tm de humus en toda la finca.

La empresa Agronatura por uso del suelo produjo una huella ecológica de 41,6 ha de los cuales 39,1 ha corresponden a la zona del cultivo.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

21 Conclusiones

La huella ecológica bruta de la empresa Agrícola Agronatura S.A. en el año 2012 fue de 1876 ha, la empresa produce una contrahuella de 2,4 ha por las áreas verdes (jardines) que mantiene y absorben CO₂, quedando una huella ecológica neta de 1873 ha, lo que equivale a 9286 tCO₂ que son emitidas a la atmósfera al año.

El 57,27%, es decir 1080,8 ha que equivalen a 5627,4 tCO₂ son producidos por el alto consumo de energía fósil (combustibles) utilizados en el transporte aéreo de la flor. La gran demanda de recursos forestales por parte de la florícola concentra el 24,65% de la huella, es decir 465,2 ha que equivalen a 2421,9 tCO₂. Se concluye que la empresa genera 5,20 tCO₂ por cada hectárea de huella ecológica que produce.

La empresa Agrícola Agronatura S.A. al calcular la huella ecológica cumple con temas de responsabilidad social dispuestos en la ISO 26000 al ejecutar aspectos en EN1 que solicita los materiales utilizados por la empresa sea por peso o volumen.

La empresa Agrícola Agronatura S.A., limita la contaminación del agua y suelo aplicando documentos de FlorEcuador, entidad nacional que certifica el cumplimiento de la normativa legal ecuatoriana en temas sociales y ambientales. Sin embargo, estos parámetros de medición no restringen ni regulan el volumen de desperdicio de fuentes como el agua, sobre todo en el proceso de hidratación y empaque en la poscosecha.

22 Recomendaciones

Realizar la valorización del recurso agua, es imprescindible para establecer el costo ambiental y comercial real que implica la producción de un tallo de rosa en una parroquia, cantón o región. Esta Tesis deja abierta la puerta para determinar este rubro en nuestro país.

Las empresas florícolas deben realizar estudios de ecoeficiencia que permitan estimar el volumen del recurso agua que se puede reciclar y reducir tanto en cultivo como en poscosecha, para acceder a incentivos tributarios del Gobierno.

Las florícolas deben actuar en conjunto para reducir la huella ecológica, la arborización es una alternativa ambiental que se puede realizar en otros terrenos que no sean en el lugar de producción, para absorber emisiones de CO₂ que esta industria produce.

El siguiente reto es el eco-etiquetado, las empresas deben dar a conocer en cada orden fija o eventual de sus pedidos las emisiones de CO₂ que redujeron el año anterior, las toneladas de recurso reciclado, los puestos de trabajo que produce su crecimiento, todo esto es valor agregado y mejora la reputación de la rosa ecuatoriana en el exterior.

23 Bibliografía

- Acuerdo Ecuador. (2009). *El Poder Ecológico de las Naciones. La biocapacidad de la Tierra como un nuevo marco para la cooperación internacional*. Quito, Ecuador:Mariscal.
- Admnoarso. (2004). *Desarrollo sostenible*. Obtenido el 05 de Junio de 2012, desde: <http://www.desenvolupament.sostenible@urv.cat>
- Alberich, J. (2010). *Los límites de Crecimiento*. Obtenido de Modulos Universitarios de Desarrollo Sostenible, el 05 de Mayo de 2012, desde: http://www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=34&lang=es
- Arévalo, H. (2013). *Uso eficiente del agua para el cultivo de rosa cv. Freedom bajo invernadero*. Recuperado el 06 de Junio de 2014, desde: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141543662013000800002&script=sci_arttext
- Azqueta, D.; Alviar, M.; Domínguez, L.; O’Ryan, R. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. 2ª Edición. Madrid:MacGrawHill
- Agencia de Noticias Andes. (2013). *En febrero Ecuador consumió 1,37 millones de barriles de gasolina Extra*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, desde: <http://www.andes.info.ec/es/economia/febrero-ecuador-consumio-137-millones-barriles-gasolina-extra.html>
- Ayuntamiento de Sevilla. (2004). *La IV Conferencia de Ciudades y Pueblos Sostenibles*. Recuperado el 1 de Junio de 2012, desde: <http://www.sevilla.org/ayuntamiento/areas/area-de-urbanismo-y-medio-ambiente/h-servicio-de-proteccion-ambiental/agenda-21/agenda-21/carta-de-aalborg-10>
- Ayuntamiento de Sevilla. (2002). *Ordenanza municipal para la gestión local de la energía de Sevilla*. Recuperado el 1 de Junio de 2012, desde: <http://www.sevilla.org>
- 1994-carta-de-aalborg Carta de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad (La Carta de Aalborg). (02 de 12 de 2002). Recuperado el 18 de Septiembre de

- 2012, de mundomejor.org:
<http://mundomejor.org/utopiaverde/descargas/carta-de-aalborg-1994/view>
- Admnoarso. (2004). *Desarrollo sostenible*. Recuperado el 20 de enero de 2013, de
<http://www.desenvolupament.sostenible@urv.cat>
- Agencia de Noticias Andes. (08 de 04 de 2014). *En Febrero Ecuador consumió 1,37 millones de barriles de gasolina extra*. Recuperado el 08 de Abril de 2014, de
<http://www.andes.info.ec/es/economia/febrero-ecuador-consumio-137-millones-barriles-gasolina-extra.html>
- Alarcón, A. (s.a). *El Consumo de fertilizantes y el ahorro energético. Aumento en la Eficiencia en su Uso*. Recuperado el 22 de Octubre de 2014, de Dpto. Ciencia y Tecnología Agraria ETSIA. UPCT: <http://www.upct.es/>
- Alberich, J. (2010). *Los límites de Crecimiento*. Recuperado el 05 de Mayo de 2012, de Modulos Universitarios de Desarrollo Sostenible:
http://www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=34&lang=es
- Audesley. (Julio de 2007). *Ahorro y Eficiencia Energética y Fertilización Nitrogenada*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2014, de Eficiencia y Ahorro Energético. Agricultura:
file:///F:/TESIS/11_fertilizacion_nitrogenada.pdf
- Azqueta, D., Alviar, M., Dominguez, L., & O'Ryan, R. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*. adrid: MacGrawHill.
- Biblioteca Banco Central del Ecuador. (25 de 04 de 2008). *Gobierno fija precio de la leche*. Recuperado el 19 de Enero de 2013, de Biblioteca Banco Central del Ecuador: <http://biblioteca.bce.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=76539>
- Blanquer, M. (Febrero de 2012). *Aproximación Metodológica al Cálculo de la Huella de Carbono y Huella Ecológica en Centros Universitarios: el caso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid*. Recuperado el 14 de Enero de 2015, de Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes:
http://oa.upm.es/19219/1/PFC_Marco_Blanquer.pdf
- Brito, O. (2011). *Diagnóstico de Implementación de Metodología de Cálculo de la Huella de Agua y Huella de Carbono en Empresa DSM*. Recuperado el 03 de

- Septiembre de 2014, de Universidad Austral de Chile:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bpmfcib862d/doc/bpmfcib862d>.
- Brundtland. (1987). *Nuestro futuro común*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2012, de Agenda 21: <http://www.oarsoaldea.net>
- Carbono Neutral. (19 de 08 de 2012). *La huella del Ecuador*. Recuperado el 23 de Marzo de 2014, de Carbono Neutral Cia. Ltda.: <https://www.facebook.com>
- Comisión de las Comunidades Europeas. (15 de 05 de 2001). *Desarrollo sostenible en Europa para un mundo mejor*:. Recuperado el 18 de Abril de 2014, de Council of the European Union: <http://www.consilium.europa.eu/en/home/>
- Diario Digital Centro. (s.f.). *Suben nuevamente los precios del arroz y del azúcar*. Recuperado el 25 de Marzo de 2013, de Diario Digital Centro: <http://www.diariodigitalcentro.com/index.php/5234-suben-nuevamente-los-precios-del-arroz-y-del-azucar>
- Dirección Técnica de Sistemas. (10 de 02 de 2011). *Teoría de cálculo y dimensionado de instalaciones de gas Capítulo III*. Recuperado el 15 de Abril de 2015, de Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec>
- Doménech, J. (2004). *Guía metodológica para el cálculo de la huella*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2012, de Centro Argentino de Estudios Internacionales. Programa Recursos Naturales y Desarrollo: www.caei.com.ar
- Doménech, J. (2004). *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2012, de Centro Argentino de Estudios Internacionales: www.caei.com.ar
- Ecogestos. (2009). *La importancia de la Cumbre de Río de Janeiro (1992)*. Recuperado el 30 de Abril de 2014, de Ecoogestos. Piensa globalmente, actúa localmente: <http://www.ecogestos.com/la-importancia-de-la-cumbre-de-rio-de-janeiro-1992/>
- eHow en Español. (s.f.). *Tipos de combustibles de avión*. Recuperado el 26 de Agosto de 2015, de eHow en Español: http://www.ehowenespanol.com/tipos-combustible-aviacion-sobre_141188/
- El Universo. (27 de 12 de 2011). *Combustible de aviones subiría el 200%*. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de El Universo: <http://www.eluniverso.com/2011/12/27/1/1356/combustible-aviones-subiria-cerca-200.html>

- El Universo. (11 de 01 de 2012). *Atún, snacks y jugos suben de precio*. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de El Universo:
<http://www.eluniverso.com/2012/01/11/1/1356/atun-snacks-jugos-suben-precios.html>
- El Universo. (06 de 01 de 2012). *Cemento subió 2,09% al pasar a \$ 6,83 en las distribuidoras*. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de El Universo:
<http://www.eluniverso.com/2012/01/06/1/1356/cemento-subio-209-pasar-683-distribuidoras.html>
- El Universo. (19 de 06 de 2012). *Limón y pimienta se encarecen hasta en 75%*. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de El Universo:
<http://www.eluniverso.com/2012/06/19/1/1356/limon-pimiento-encarecen-hasta-75.html>
- El Universo. (29 de 05 de 2012). *Precio de arroz, granos y sandía no se normalizan*. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de El Universo:
<http://www.eluniverso.com/2012/05/29/1/1356/precios-arroz-granos-sandia-normalizan.html>
- El Universo. (10 de 04 de 2012). *Precios de vegetales y frutas suben; baja costo del pescado*. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de El Universo:
<http://www.eluniverso.com/2012/04/10/1/1356/precios-vegetales-frutas-suben-baja-costos-pescado.html>
- El Universo. (10 de 01 de 2014). *Comerciantes incrementan el precio de la carne en Ambato*. Recuperado el 18 de Enero de 2013, de El Universo:
<http://www.eluniverso.com/noticias/2014/01/10/nota/2008716/comerciantes-incrementan-precio-carne-ambato>
- Explored. (15 de 06 de 2012). *Relativa estabilidad en los precios de granos y frutos*. Recuperado el 25 de Marzo de 2013, de Explored:
<http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/relativa-estabilidad-en-los-precios-de-granos-y-frutas-551291.html>
- Falkenmark. (2009). *Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir*. Recuperado el 22 de Marzo de 2014, de Fundación Botín, Observatorio del Agua: <http://www.huellahidrica.org/Reports/Salmoral-et-al-2011.pdf>
- Fongdcam. (s.f.). *Conferencias de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2012, de Manual Digital de

Sostenibilidad Ambiental:

<http://sostenibilidad.fongdcam.org/category/proyectos-actividades-y-recursos/acuerdos-compromisos-y-cumbres-internacionales/>

García, S. (20 de 11 de 2011). *Conversión de Peso Combustible*. Recuperado el 28 de Julio de 2014, de Scribd:

<http://www.scribd.com/doc/73289975/Conversion-de-Peso-Combustible>

Global Reporting Initiative. (25 de 07 de 2012). *GRI e ISO 26000: Cómo usar directrices del GRI, en conjunto con la norma ISO 26000*. Recuperado el 13 de Junio de 2014, de Global Reporting Initiative:

<https://www.globalreporting.org/Pages/default.aspx>

González, J., Colina Vuelta, A., & García De la Fuente, L. (12 de 2010). *Análisis Previos para la Estimación de la Huella Ecológica en el Principado de Asturias*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de Gobierno del Principado de Asturias:

[https://www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/RI-](https://www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/RI-12_Huella%20Ecol%C3%B3gica%20-2009-Estandar_%2020110707.pdf)

[12_Huella%20Ecol%C3%B3gica%20-2009-Estandar_%2020110707.pdf](https://www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/RI-12_Huella%20Ecol%C3%B3gica%20-2009-Estandar_%2020110707.pdf)

Hoekstra. (2009). *Diagnóstico de Implementación de Metodología de Cálculo de la Huella de Agua y Huella de carbono en la empresa DSM*. Recuperado el 22 de Marzo de 2014, de Universidad Austral de Chile:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bpmfcib862d/doc/bpmfcib862d.pdf>

Hoekstra, C. &. (2004). *Carbon & Water Footprint of Oranges and Strawberries*. Recuperado el 14 de Junio de 2013, de Federal Department of Economic Affairs FDEA: <http://www.agroscope.ch>

Idrovo, I. (03 de 2013). *Dos sellos reconocen las buenas prácticas empresariales*. Obtenido de País Productivo. Revista del Ministerio de Industrias y Productividad .

Jaramillo, J. (03 de 09 de 2012). *El costo de la harina es un 13% más alto, lo que no justifica la desaparición del pan de 12 centavos*. Recuperado el 17 de Marzo de 2013, de Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica:

<http://www.andes.info.ec/es/econom%C3%ADa-reportajes/5948.html>

La Hora. (08 de 06 de 2013). *Planeta Huella ecológica para concienciar*.

Recuperado el 25 de Mayo de 2014, de La Hora:

[http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101518187/-](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101518187/-1/Huella_Ecol%C3%B3gica_para_concienciar.html#.VOpyDixRL8q)

[1/Huella_Ecol%C3%B3gica_para_concienciar.html#.VOpyDixRL8q](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101518187/-1/Huella_Ecol%C3%B3gica_para_concienciar.html#.VOpyDixRL8q)

- La Rioja org. (Julio de 2012). *El Gobierno de La Rioja en Internet*. Recuperado el 21 de Mayo de 2014, de <https://www.larioja.org/es>
- MARM. (07 de 2011). *Tipologías de superficies productivas utilizadas para el cálculo de la huella ecológica*. Recuperado el 20 de Febrero de 2015, de *Análisis de la Huella Ecológica en el Principado de Asturias 2009*. Metodología Estándar: <https://www.asturias.es>
- Meza, A. (2005). *Medición del volumen de las trozas: primer paso de la comercialización*. Recuperado el 06 de Noviembre de 2014, de Kurú:Revista Forestal.: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123392.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Punto Verde, compromiso empresarial en beneficio*. Recuperado el 19 de Enero de 2015, de EKOS el portal de negocios: <http://www.ekosnegocios.com>
- Moncada, M. (29 de 08 de 2006). *Flores y flujos de materiales*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2012, de Red Asesora en Gestión Ambiental y Desarrollo Local, REGAL.: http://www.academia.edu/9541975/Flores_y_flujos_de_materiales
- Naredo, J., & Campos, P. (Julio de 2007). *Ahorro, Eficiencia Energética y Fertilización Nitrogenada*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de Eficiencia y Ahorro Energético. Agricultura: file:///F:/TESIS/11_fertilizacion_nitrogenada.pdf
- Océano Uno. (1992). *Diccionario enciclopédico ilustrado. Ecología*. (J. Rovira, Ed.) Barcelona: Océano.
- Ordenanza municipal para la gestión local de la energía de Sevilla*. (05 de 07 de 2002). Recuperado el 11 de Febrero de 2015, de Ayuntamiento de Sevilla: <http://www.sevilla.org/>
- Papendieck, S. (02 de 2010). *"LA HUELLA DE CARBONO COMO NUEVO ESTÁNDAR AMBIENTAL"*. Recuperado el 17 de Octubre de 2014, de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: <http://www.iica.int/Esp/Paginas/default.aspx>
- Planete de Solagro. (Julio de 2007). *Ahorro, Eficiencia Energética y Fertilización Nitrogenada*. Recuperado el 06 de Enero de 2015, de Eficiencia y Ahorro Energético. Agricultura: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10418_Fertilizacion_nitrogenada_07_e65c2f47.pdf

Rees, W. &. (1996). *Our ecological footprint. Reducing human impact*. Canada: New Society Publishers.

Definición de Ecología. (s.f.). Recuperado el 28 de Agosto de 2012, de Mi definición de: <http://definicion.de/ecologia/>

La Unión Europea: Hacia un desarrollo sostenible. (s.f.). Recuperado el 30 de Junio de 2013, de Ciencias de la Tierra y del Medioambiente: <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/14PolEcSoc/141DesSUE.htm>

Salmoral, G., Dumont, A., M, A., & Rodríguez Casado, R. (Junio de 2011). *Análisis de la huella hídrica extendida de la cuenca del Guadalquivir*. Recuperado el 22 de Marzo de 2014, de Fundación Botín. Observatorio del Agua: <http://www.huellahidrica.org/Reports/Salmoral-et-al-2011.pdf>

Solano, C. (28 de 09 de 2011). *Aumenta precio del pollo en Ecuador*. Recuperado el 25 de Febrero de 2013, de Actualidad Avipecuaria: <http://www.actualidadavipecuaria.com/noticias/aumenta-precio-del-pollo-en-ecuador.html>

Sosa, L. (07 de 2012). *Propuestas agrarias de mejora para sostenibilidad del término municipal de Briñas, La Rioja, basadas en el análisis parcial del cálculo de huella de carbono del municipio*. Recuperado el 21 de Mayo de 2014, de Archivo Digital UPM: <http://oa.upm.es/19231/>

Sustainable Agriculture Initiative (SAI) Platform. (Diciembre de 2009). *Carbon & Water Footprint of Oranges and Strawberries*. Recuperado el 14 de Junio de 2013, de Federal Department of Economic Affairs FDEA: <http://www.agroscope.ch>

Tolosa, M. N. (06 de 2009). *Ciudades para un futuro más sostenible*. Recuperado el 23 de Mayo de 2014, de La Huella Hídrica: <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-huella-hidrica.html>

Universidad Politécnica de Madrid. (Julio de 2012). *Propuestas Agrarias de Mejora para la Sostenibilidad del Término Municipal de Briñas, La Rioja, basadas en el análisis parcial del cálculo de la Huella de Carbono del Municipio*. Recuperado el 19 de Marzo de 2015, de Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes: http://oa.upm.es/19231/1/PFC_MARIA_DE_LA_PAZ_SOSA_LLOPIS.pdf

Wackernagel, M. (2009). *El Poder Ecológico de las Naciones*. (S. Goldfinger, Ed.)
Quito, Ecuador: Imprenta Mariscal. Recuperado el 24 de 08 de 2013

Water Footprint Network. (2009). *Carbon & Water Footprint of Oranges and Strawberries*. Recuperado el 14 de Junio de 2013, de Federal Department of Economic Affairs FDEA: <http://www.agroscope.ch>

Wikipedia. (2015). *Los límites de crecimiento*. Recuperado el 12 de Agosto de 2013, de Wikipedia. La enciclopedia libre:
https://es.wikipedia.org/wiki/Los_l%C3%ADmites_del_crecimiento