

Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador

Solange Isabel Pérez Arcos

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE AGRONEGOCIOS

Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Administración de Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Solange Isabel Pérez Arcos

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

RESUMEN

Pérez Arcos, S.I. 2012. Evaluación y análisis de la huella hídrica y el agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 55p.

Este estudio evalúa el impacto en la huella hídrica (HH) y el agua virtual (AV) que tiene la producción de 12 cultivos agrícolas ecuatorianos incluyendo cinco para exportación. La HH se define como la cantidad de agua dulce que se utiliza para la producción de un bien o servicio; mientras, que el AV muestra el volumen de agua que contienen los productos agrícolas exportados e importados del país. Para alcanzar el objetivo de este estudio se clasificaron los 12 cultivos en cuatro categorías: frutas, industriales, granos básicos y hortalizas. Para el análisis, se consideró la producción agrícola ecuatoriana de los años 2007, 2008, 2009 y 2010. Utilizando la metodología descrita por Hoekstra *et al.* 2008 y el modelo CROPWAT 8.0, se identificaron los requerimientos de agua de los cultivos. De acuerdo a resultados del estudio, los factores más relevantes afectando la HH son: ciclo de los cultivo (fechas de siembra y cosecha entre las provincias de la Sierra y Costa), el clima, los rendimientos y en la cantidad de riego que se aplica a cada cultivo. La FAO estima que el total de agua existente en este país es de 424.4 km³ de recursos hídricos renovables. Sin embargo, la producción agrícola por su naturaleza hace un uso intensivo de este recurso. Se estima que unos 15.49 km³ de agua virtual se exportaron en cinco productos agrícolas en el año 2009. De este total se estima que 9.35 km³ de agua provienen de la precipitación y 6.11 km³ del riego. Por otro lado, se importaron 4.47 km³ de agua virtual en productos agrícolas tales como la lenteja, maíz y trigo. Para valorizar el agua económicamente se utilizó la productividad aparente, la cual evidencia el valor económico de la producción agrícola por metro cúbico de agua utilizado. De estos resultados, el cultivo de tomate (1.10 \$/m³) resultó el cultivo más rentable con relación al valor del agua utilizado.

Palabras clave: Agua azul, agua gris, agua verde, categorías y evapotranspiración.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4. CONCLUSIONES.....	29
5. RECOMENDACIONES.....	30
6. LITERATURA CITADA	31
7. ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Principales productos agrícolas del Ecuador, periodo 2010.	4
2.	ETo de la provincia de El Oro en el año 2008 de la estación de Arenillas.....	11
3.	Precipitación mensual y efectiva de la provincia de El Oro de la estación de Arenilla.....	11
4.	Balance hídrico de un suelo para la Provincia de El Oro 2008.....	12
5.	Evapotranspiración verde y azul del cultivo de banano en El Oro, 2008.	13
6.	Cálculo de la huella hídrica (HH) verde y azul del banano en la provincia de El Oro, aplicando la opción de RAC.	14
7.	Promedio nacional de la huella hídrica (HH) de los 12 productos agrícolas del Ecuador en el año 2007 y 2008.....	17
8.	Promedio nacional de la huella hídrica (HH) de los 12 productos agrícolas del Ecuador en el año 2009 y 2010.....	17
9.	Huella hídrica (HH) de la producción agrícola del Ecuador del año 2007	19
10.	Huella hídrica (HH) de la producción agrícola del Ecuador del año 2008	20
11.	Huella hídrica (HH) de la producción agrícola del Ecuador del año 2009	20
12.	Huella hídrica (HH) de la producción agrícola del Ecuador del año 2010	21
13.	Huella hídrica promedio para Brasil, Colombia y Ecuador (Periodo 2005) para los 12 productos agrícolas.....	23
14.	Exportación de agua virtual incorporada en los productos agrícolas.....	25
15.	Importación de agua virtual incorporada en los productos agrícolas.....	25
16.	Productividad aparente del agua (PAA) de los 12 productos agrícolas.....	27
Figuras		Página
17.	Evapotranspiración del cultivo.....	6
18.	Etapas del coeficiente de cultivo (kc).	8
19.	Impacto en las HH clasificadas en categorías, año 2007 y 2008.	15
20.	Impacto en las HH clasificadas en categorías, año 2009 y 2010.	16
21.	Promedios Nacionales de la HH del Ecuador de los años 2007 al 2010.	18
22.	Distribución porcentual por cultivo de la huella hídrica nacional en los años 2007, 2008, 2009 y 2010.....	22
23.	Distribución porcentual de la HH de Ecuador, Brasil y Colombia.....	24
24.	Distribución porcentual del agua virtual exportada e importada, cada uno muestra el porcentaje de HH verde azul y gris que contiene.	26

25.	Comparación entre la huella hídrica (HH) y la productividad aparente del agua (PPA) de los 12 productos agrícolas del Ecuador.....	28
-----	--	----

Anexos	Página
--------	--------

26.	Rendimiento del banano, cacao, caña de azúcar, naranja y palma del Ecuador en los años 2007, 2008, 2009 y 2010 por cada provincia del Ecuador en estudio..	33
27.	Rendimiento del arroz, maíz, papa, yuca y tomate en los años 2007, 2008, 2009 y 2010 por cada provincia del Ecuador en estudio.	34
28.	Rendimiento del plátano y café en los años 2007, 2008, 2009 y 2010 por cada provincia del Ecuador en estudio.	35
29.	Coeficientes (Kc), de los 12 cultivos agrícolas en estudio.	35
30.	Huella hídrica (HH) de la producción de banano, naranja y plátano en cada provincia del Ecuador para el año 2007.....	36
31.	Huella hídrica (HH) de la producción de cacao, caña de azúcar, palma y café en cada provincia del Ecuador para el año 2007.	37
32.	Huella hídrica (HH) de la producción de arroz y maíz en cada provincia del Ecuador para el año 2007.....	39
33.	Huella hídrica (HH) de la producción de yuca, tomate y papa en cada provincia del Ecuador para el año 2007.....	40
34.	Huella hídrica (HH) de la producción de banano, naranja y plátano en cada provincia del Ecuador para el año 2008.....	41
35.	Huella hídrica (HH) de la producción de cacao, caña de azúcar, palma y café en cada provincia del Ecuador para el año 2008.	42
36.	Huella hídrica (HH) de la producción de arroz y maíz en cada provincia del Ecuador para el año 2008.....	44
37.	Huella hídrica (HH) de la producción de yuca, tomate y papa en cada provincia del Ecuador para el año 2008.....	45
38.	Huella hídrica (HH) de la producción de banano, naranja y plátano en cada provincia del Ecuador para el año 2009.....	46
39.	Huella hídrica (HH) de la producción de cacao, caña de azúcar, palma y café en cada provincia del Ecuador para el año 2009.	47
40.	Huella hídrica (HH) de la producción de arroz y maíz en cada provincia del Ecuador para el año 2009.....	49
41.	Huella hídrica (HH) de la producción de yuca, tomate y papa en cada provincia del Ecuador para el año 2009.....	50
42.	Huella hídrica (HH) de la producción de banano, naranja y plátano en cada provincia del Ecuador para el año 2010.....	51
43.	Huella hídrica (HH) de la producción de cacao, caña de azúcar, palma y café en cada provincia del Ecuador para el año 2010.	52
44.	Huella hídrica (HH) de la producción de arroz y maíz en cada provincia del Ecuador para el año 2010.....	54
45.	Huella hídrica (HH) de la producción de yuca, tomate y papa en cada provincia del Ecuador para el año 2010.....	55

1. INTRODUCCIÓN

El planeta necesita del agua en todas las actividades diarias y es ahí donde su conservación y administración adecuada son el punto clave para su protección. Los recursos del agua dulce del planeta están sujetos a una presión creciente en la forma de su uso consuntivo y la contaminación (Postel 2000). Desde esta perspectiva, la importancia del agua se ha dado a conocer en varios estudios, en 1993, el investigador John Anthony Allan, del King's College de Londres, desarrolló el concepto de "Agua Virtual", para definir el volumen de agua necesaria para elaborar un producto o para facilitar un servicio. En el 2002, Arjen Hoekstra acuñó el término de "huella hídrica" para obtener un indicador que relacionara el agua con el consumo de la población. Mediante estos métodos es más factible conocer cuánta agua es necesaria para la producción agrícola e industrial y cómo evitar el consumo excesivo y mal uso de la misma.

Ecuador cuenta con recursos hídricos que le permiten satisfacer las demandas actuales y futuras; sin embargo, la distribución de las aguas es desigual y se concentra en el oriente o Amazonía que es la región en la que menos población y desarrollo económico existe. (Centro del Agua para América Latina y el Caribe 2010). En el Ecuador el agua es concesionada para unos 10 usos, la unidad de medida es litro por segundo (l/s) o metro cubico por segundo (m^3/s), el caudal concesionado para uso consuntivo en todo el país, es de 638,97 m^3/s , mismo que corresponde a abrevaderos en un 0,2 %; doméstico en 7 %, industrial 8 %, aguas de mesa 0,03 %, potable 6 % y riego 76%. (SENAGUA 2009)

Ecuador tiene una superficie terrestre de 256,370 km^2 , un territorio marítimo cinco veces mayor y una población de 14.3 millones de habitantes; con un 62.8% en el área urbana y un 37.2% en el área rural. (INEC 2010).

Ecuador está distribuido en cuatro regiones naturales: Galápagos, costa, sierra y amazonía. Según la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador (2010-2030), Ecuador es considerado como uno de los 17 países megadiversos del planeta, tiene ecosistemas de importancia como: manglar, páramo, bosque húmedo tropical amazónico, bosque seco, bosque nublado, entre otros.

Ecuador está conformado por 24 provincias y 226 cantones (FAO 2011). Por su ubicación geográfica y características naturales, sociales y económicas, Ecuador es un país muy vulnerable al cambio climático. La producción de cacao, maíz, arroz, papa, banano, café, camarón marino, atunes y cangrejos de manglar y el turismo son algunas de las actividades obtenidas del medio ambiente y que podrían verse afectadas por el cambio climático, Ministerio del Ambiente del Ecuador (2011).

En el sector agrícola, Ecuador es un importante exportador de banano, plátano, flores, cacao y también es significativa su producción de camarón, caña de azúcar, arroz, algodón, maíz, palmitos y café. Ecuador es el primer exportador mundial de la especie balsa (*Ochroma pyramidale*), procesada en la industria local para la fabricación de laminas para la exportación. (MINAM 2010).

Según el INIAP en el 2008 el agro es el sector más importante económicamente en el Ecuador; su contribución a la economía del país ha presentado una tendencia estable desde 1994. Durante el 2005 y 2006, Ecuador enfrentó sequías y heladas en la sierra, inundaciones en la región costa y la erupción del volcán Tungurahua los cuales afectaron la producción agrícola. Pese a estas externalidades negativas, las exportaciones de banano y plátano aumentaron en un 5.9% debido a la falta de oferta de países competidores como Costa Rica y Panamá, que se vieron afectados por los huracanes. (Vallejo et al., 2007).

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL 2010-2011) la recuperación de la actividad económica en el Ecuador tuvo lugar en casi todos los sectores productivos, ya que todos mostraron aumentos en su producción, con la excepción de la agricultura y la refinería de petróleo, que en conjunto representan el 9,8% del PIB y la agricultura mostró una reducción del 0,7% a causa del clima.

Según (CEPAL 2010-2011) el valor agregado del sector agropecuario, que había registrado un crecimiento medio del 4% durante los últimos nueve años, se redujo por primera vez en la presente década. La contracción del 0,7% se debió principalmente a la disminución de la producción de café (-21%), arroz (-3%) y banano (-2,5%), ante la intensa sequía que se presentó en la segunda mitad del año, sumada al posterior exceso de lluvia que afectó la producción de este último cultivo.

Según el Banco Central del Ecuador en el 2008, la agricultura tuvo un crecimiento de 2.97%, contribuyendo en 0.26% al crecimiento trimestral del PIB, la agricultura ecuatoriana es importante no solamente por su impacto en el crecimiento económico nacional, sino porque cada dólar que se invierte en este sector contribuye a mejorar el ingreso de la población.

Mediante la información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI) e informes de investigaciones realizadas por la Organización de la Agricultura y Alimentación (FAO) para la información de rendimiento de los cultivos, utilización del recurso del agua disponible y del clima se logró realizar la investigación y el análisis de la misma.

Tomando en cuenta toda la información antes detallada es importante dar a conocer el verdadero valor del recurso hídrico en la producción agrícola, calcular el volumen de agua que es utilizado directa e indirectamente en la producción es el punto principal de este estudio, por esta razón es necesario obtener los valores de las huellas hídricas y agua virtual de los productos agrícolas del Ecuador.

Una vez analizado el contexto principal se continúa con la definición de los objetivos del estudio los cuales son:

- Evaluar y analizar el impacto de la huella hídrica (HH) de 12 productos agrícolas.
- Calcular el contenido de agua virtual (AV) de los productos agrícolas exportados e importados de Ecuador.
- Determinar el valor económico del agua por medio de su productividad aparente (PAA).

Para analizar las huellas hídricas y evaluar cuáles fueron las que mayor impacto causaron en su producción se clasificaron los 12 productos agrícolas en cuatro categorías como: Frutas (banano, naranja y plátano), hortalizas (yuca, tomate y papa), industriales (cacao, caña de azúcar, palma y café) y granos básicos (maíz y arroz), evaluando el impacto en cuatro años 2007, 2008, 2009 y 2010 en las principales provincias agrícolas del Ecuador, de cada estaciones meteorológica.

Entre las provincias más productivas, según el INEC (2011), en primer lugar está Manabí, que tiene las unidades agrícolas con más hectáreas, el 15.84% de la superficie total; le sigue Guayas con el 11.26%; Loja con 7.64%; Los Ríos con 7.25% y Esmeraldas con 7.11%. Mientras que las provincias menos productivas son Chimborazo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Cañar, Imbabura, Carchi, Tungurahua y Santa Elena. Pichincha, Azuay, El Oro, Bolívar y Cotopaxi, se encuentran en el grupo de las medianas en tenencia de tierras productivas. Manabí representa el 15.84% de la superficie de labor agrícola a nivel nacional. Por falta de información de las estaciones meteorológicas y las producciones en las provincias de Galápagos, Napo, Orellana, Pastaza, Sucumbíos, Zamora Chinchipe y Morona Santiago estas provincias no fueron incluidas en el cálculo de las huellas hídricas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio. Esta investigación detalla la realización de un estudio preliminar de la Huella Hídrica y Agua Virtual de 12 productos agrícolas del Ecuador clasificados en cuatro categorías: frutas, industriales, hortalizas y granos básicos. De ésta manera, se podrá cuantificar la cantidad de agua utilizada en la producción de los productos agrícolas en el Ecuador. Al finalizar la investigación de las Huellas Hídricas se realizó un análisis económico de la productividad aparente de los 12 productos agrícolas del Ecuador. Con la información disponible del gobierno ecuatoriano y/o entidades no gubernamentales se obtuvo excelentes resultados, mediante la metodología descrita por Hoekstra *et al.* 2008, se logró obtener las huellas hídricas de 12 productos agrícolas del Ecuador.

FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) clasifica la producción agrícola del Ecuador por tonelada métrica, descritos en el Cuadro 1. De los 12 productos agrícolas se determinaron las huellas hídricas y la productividad aparente, los cuales fueron clasificados en cuatro categorías evaluando así que categoría es la que tuvo un mayor impacto de las HH verde, azul o gris del Ecuador durante los años 2007, 2008, 2009 y 2010, 5 de los 12 productos se evaluó el (AV) por ser exportados. Los valores de producción en hectáreas por provincias y por productos fueron obtenidos de la Encuesta de Superficies y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2010) la cual pertenece al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) del Ecuador.

Cuadro 1. Principales productos agrícolas del Ecuador, periodo 2010.

Posición	Producto	Producción (Toneladas)
1	Bananos	7,931.060
2	Arroz cáscara	1,706.190
3	Caña de azúcar	8,347.180
4	Cacao en grano	132.100
5	Palma	289.900
6	Plátanos	547.291
7	Maíz	984.096
8	Papas	386.798
9	Café verde	31.347
10	Tomates	70.094
11	Naranjas	252.400
12	Yuca	74.241

Fuente: FAOSTAT (FAO 2011)

Huella hídrica. Es el volumen total de agua dulce utilizado directa o indirectamente para producir un producto o servicio, ésta puede ser dentro de un área geográfica, una cuenca hidrográfica o un país ya que define el agua empleada en los procesos productivos que tienen lugar en dicho territorio (Garrido *et al.* 2010).

Huella hídrica del crecimiento del cultivo (HH cultivo). Según Hoekstra y Chapagain (2008), la HH del crecimiento del cultivo debe ser evaluado a partir de la suma de sus tres componentes principales los cuales son diferenciados en colores: verde, azul y gris. Como resultado, la HH del cultivo se obtiene con el siguiente método:

$$HH \text{ cultivo} = HH_{\text{verde}} + HH_{\text{azul}} + HH_{\text{gris}} \quad [m^3/\text{ton}] \quad [1]$$

Con la metodología descrita por Hoekstra *et al.* (2008). La **huella hídrica azul** se refiere al consumo de los recursos de aguas superficiales y subterráneas (riego). La **huella hídrica verde** se refiere al consumo de los recursos de agua de lluvia (precipitación). La **huella hídrica gris** se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que es necesario para asimilar la carga de contaminantes (fertilizantes) para el caso de la agricultura.

$$HH \text{ azul} = \frac{UAC_{\text{azul}}}{Y} \quad [m^3/\text{ton}] \quad [2]$$

$$HH \text{ verde} = \frac{UAC_{\text{verde}}}{Y} \quad [m^3/\text{ton}] \quad [3]$$

Dónde:

Y = Rendimiento del cultivo, expresado en ton/ha. Son obtenidos de los datos de rendimiento por provincia de los 12 productos agrícolas en estudio los cuales se detallan en el Anexo 1, 2 y 3.

UAC = Uso de Agua del Cultivo, expresado en m³/ha, ésta es verde cuando el agua proviene de la precipitación ó es azul si el agua proviene del riego.

Cálculo del uso del agua del cultivo (UAC). Describe el agua “verde” o “azul” que el cultivo requiere para la evapotranspiración bajo condiciones de crecimiento óptimas. El agua “gris” no está incluida en este cálculo debido a que el programa CROPWAT 8.0 solo permite calcular la HH verde y azul, la HH gris se calcula en otro método (formula 8) ya que es el agua necesaria para asimilar la carga de contaminantes (fertilizantes) para el caso de la agricultura y no el agua que necesita el cultivo para su crecimiento. Los resultados se obtienen del siguiente método:

$$UAC_{\text{verde}} = 10 \times \sum_{d=1}^{l_{gp}} ET_{\text{verde}} \quad [\text{Volumen/area}] \quad [4]$$

$$UAC_{\text{azul}} = 10 \times \sum_{d=1}^{l_{gp}} ET_{\text{azul}} \quad [\text{Volumen/area}] \quad [5]$$

Donde:

\sum = Es la sumatoria del ciclo de crecimiento completo del cultivo, desde la siembra (día 1) hasta la cosecha y l_{gp} se refiere a la longitud o los días que corresponden al ciclo del cultivo.

ET = Representa la evapotranspiración del cultivo, expresado en mm/día.

La ET (evapotranspiración). Se conoce como evapotranspiración (ET) a la combinación de dos procesos separados, mediante los cuales el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por la transpiración del cultivo. La ET es verde, cuando el agua proviene de la precipitación y es azul cuando el agua proviene del riego (Allen et al. 1998). En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo. Cuando el cultivo ha finalizando su crecimiento y cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal. Al momento de la siembra, casi el 100% de la ET se da en forma de evaporación, mientras que la cobertura vegetal llega a completar todo su ciclo, más del 90% de la ET ocurre como transpiración. (Smith, M. 2006).

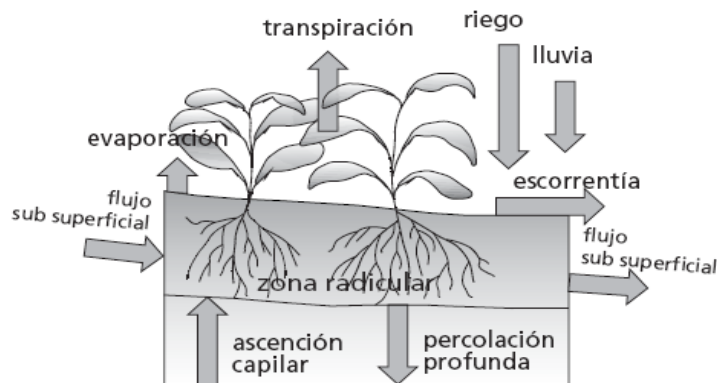


Figura 1: Evapotranspiración del Cultivo.

Fuente: FAO 2006.

Cálculo de la ET verde y azul mediante el programa CROPWAT 8.0. CROPWAT 8.0 ha sido desarrollado por Joss Swennenhuis para la Unidad de Fomento y Gestión de las Aguas de la FAO, el cual es un software empleado para calcular los requerimientos de agua para un cultivo y sus requerimientos de riego en base a datos del cultivo y datos climáticos, también es una herramienta útil para agrónomos e ingenieros en riego, para el cálculo estándar de la evapotranspiración y consumo de agua de los cultivos, para elaborar sistemas de irrigación, mejores prácticas de riego y calendarios de riego. Las ET azul y verde se obtuvieron mediante el modelo CROPWAT8.0; CROPWAT 8.0 permite calcular la ET del crecimiento del cultivo mediante dos opciones:

1. Opción de requerimientos de agua del cultivo (RAC), condición óptima de crecimiento.
2. Momento de Riego: Regar a intervalos fijos por etapa, el cual en algunos cultivos se uso en inicial 10 días, etapa de desarrollo 20 días, etapa media 30 días y etapa final 5 días.

Para obtener la HH de cada cultivo por provincia el programa CROPWAT 8.0 necesita de una información específica en cuanto a los cultivos y a las áreas de producción, debido a la falta de información se utilizo la opción de RAC (Requerimiento de Agua del Cultivo) para algunos cultivos, en otros se uso la opción de regar bajo o sobre agotamiento critico al 70% ya que el programa facilitaba la opción.

Evapotranspiración de referencia (ET_o). El programa requiere de cuatro pasos para la obtención de cada HH de un cultivo por provincia y por año, la ET_o muestra la evaporación de agua que realizo el cultivo hacia la atmósfera, en su lugar de producción o siembra durante todo el año transcurrido. Dentro del programa CROPWAT 8.0, el módulo Clima/ET_o es primario para la introducción de datos y requiere información sobre la estación meteorológica (país, nombre, altitud, latitud y longitud), junto con los datos climáticos, que pueden ser ingresados en base mensual. Son necesarios los datos climáticos como: temperatura, humedad, velocidad del viento y horas sol de las estaciones meteorológicas de cada provincia del Ecuador.

Precipitación efectiva (P_{eff}). En el segundo paso se tiene que determinar la P_{eff}, la cual desde el punto de vista de producción agrícola, es la parte de la precipitación que puede ser efectivamente utilizada por las plantas. Esto significa que no toda la precipitación está a disposición de los cultivos, ya que una parte se pierde a través de la escorrentía superficial (ES) y de la percolación profunda (PP). (FAO 2012). Para realizar el cálculo CROPWAT utiliza el método que elaboro la USDA S.C.S. (1992-1997) “United States Department of Agriculture Soil Conservation Services”, el cual fue desarrollado para evaluar la P_{eff} (precipitación efectiva) de un suelo húmedo y de su clima, en el largo plazo, para esto es necesario contar con datos de precipitación mensual de un año en específico (FAO 2012).

Datos del cultivo. Como tercer paso son necesarios los valores de K_c (coeficiente de cultivo), etapas (días), profundidad radicular (m), agotamiento crítico (fracción), respuesta rendimiento y altura del cultivo (m). Esta información fué extraída del Estudio de la FAO sobre Riego y Drenaje; Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, (Roma 2006). El coeficiente de cultivo (K_c) da a conocer cómo la planta extrae agua del suelo a medida que esta se va desarrollando, desde su siembra hasta su cosecha. El K_c está influenciado principalmente por el tipo de cultivo y en menor proporción por el clima y la evaporación del suelo. (FAO, 2006).

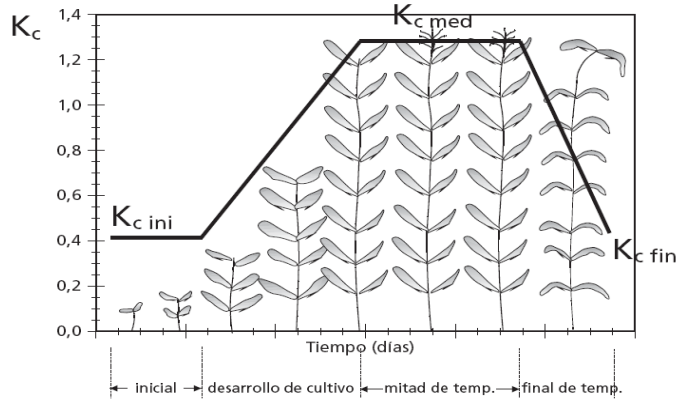


Figura 2. Etapas del coeficiente de cultivo (k_c).

Fuente: FAO 2006.

Datos del suelo. Como último paso es necesario que se introduzcan al programa los datos generales de los suelos de cada provincia del Ecuador. Por falta de información específica de los tipos de suelos de cada provincia, se trabajó con los datos del suelo Light. Soil (terreno de textura suelta, franco arenoso) ya expuesto en el programa CROPWAT 8.0 del cual la fuente inicial es de la FAO 2006, para todas las provincias y todos los cultivos del Ecuador en estudio.

Resultado de la ET. Al finalizar los cuatro pasos e introducir todos los datos requeridos por el programa CROPWAT 8.0, este calcula la demanda hídrica de los cultivos en base decadiaria (10 días) para toda la estación de crecimiento, siendo este igual a la diferencia entre la evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar (ET_c) y la precipitación efectiva (FAO 2012). Ya con estos datos disponibles se obtienen las ET verde y ET azul de los 12 cultivos en estudio.

El cálculo de la ET lo realiza mediante la siguiente ecuación:

$$ET_c \text{ [mm/día]} = K_c \times ET_o \quad [6]$$

Para determinar la ET_c mm/dec, es necesario aplicar la ecuación que se detalla a continuación:

$$ET_c \text{ [mm/dec]} = ET_c \text{ [mm/día]} \times \text{Días en cada década} \quad [7]$$

Para la **precipitación efectiva (P_{eff})**, la cual convierte los datos mensuales (expresado en el Cuadro 3, que se encuentra en la sección de cálculo de la huella hídrica de los cultivos) a valores decadiarios, el programa CROPWAT 8.0 aplica la interpolación lineal (los valores de la primera y tercera década de cada mes son calculados por interpolación con el mes anterior y posterior). Con relación a las desviaciones que existen en los meses

máximos y mínimos, estos valores tienen que ser repetidos cumpliéndose así con la condición de que los tres valores decadiarios son los que promedian la media mensual.

Requerimiento de riego (Rep. riego). Es expresado como el volumen de riego que requiere una planta para satisfacer su demanda hídrica, es calculado con la diferencia entre ET_c mm/dec y la P_{eff} . Si la precipitación efectiva es mayor que el requerimiento de agua del cultivo, el valor es cero, en el caso de que la precipitación efectiva sea menor, se resta con el valor de la ET_c mm/dec obteniéndose así el requerimiento de riego para el cultivo en esa década. Con los valores de ET verde y ET azul de los 12 cultivos estudiados, se procedió a calcular los valores de UCA (uso del agua del cultivo), se calcularon sustituyendo los valores en las ecuaciones [4] y [5], y después en las ecuaciones [2] y [3] obteniendo así la HH azul y HH verde. Para finalizar y obtener la HH final del cultivo se reemplazó los valores en la ecuación [1].

HH gris (huella hídrica gris). La huella hídrica gris (aguas negras) es un indicador del grado de contaminación del agua dulce y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes basados en la calidad de agua existente. (Hoekstra et al., 2008). Para el caso de la agricultura los principales contaminantes son el NPK, insecticidas y pesticidas. Para el cálculo de la HH gris eran necesarios datos específicos del uso de fertilizantes por cada hectárea cultivada, debido a esto y por falta de información, fueron usados los datos de Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010) para cada provincia y año de los productos del Ecuador en estudio. La HH gris es calculada con la siguiente fórmula:

$$HH_{gris} = \frac{L}{(C_{max} - C_{nat})} [m^3/ton] \quad [8]$$

Donde:

L = Capacidad de contaminantes, expuesto en masa/tiempo.

C_{max} = Concentración máxima aceptable del contaminante, expresado en kg/m^3 .

C_{nat} = Concentración natural del contaminante, expresado en kg/m^3 . Se refiere a la concentración en el cuerpo de agua que podría ocurrir sin intervención humana.

Agua virtual. Presentado por primera vez por Allan (1997), el concepto de "agua virtual" se refiere al volumen del agua utilizada para la producción de una mercancía, bien o servicio.

Ecuador, exporta e importa productos agrícolas y es ahí donde transfiere el agua virtual AV, es la misma HH, expresada como agua virtual. Para el cálculo de la AV fue utilizado el método descritos por Salmoral *et al.* (2010); que lo describe como el volumen de agua que lleva un producto en su interior, de un país a otro:

$$AV_{exp} = HH (m^3/ton) \times E \quad [9]$$

Donde:

$AV\ exp$ = Agua virtual exportada en millones de $m^3/año$.

E = Total de productos exportados en ton/año. Los valores de exportación para cada producto fueron tomados del BCE (Banco Central del Ecuador), (2012) y FAOSTAT (FAO 2012c).

Productividad aparente del agua (PAA). Según Salmoral *et al.* (2010), es el valor económico de la producción agraria por metro cúbico de agua utilizado, sirve para evaluar la eficiencia económica del agua consumida por tonelada de cultivo producido. La PAA da valor a la producción agrícola según la moneda que maneje el país, para Ecuador es en dólares por metro cúbico de agua requerida. Son necesarios los precios actuales de cada producto en (\$/ton) para realizar el cálculo.

$$PAA = \frac{\sum(Pr \times T_i)}{HH} \quad [10]$$

Donde:

PAA = Productividad aparente del agua ($\$/m^3$) en Ecuador, para el año 2009.

$\sum(Pr \times T)$ = Precio del mercado ($\$/ton$) del producto agrícola, en éste caso los precios para los 12 productos agrícolas en estudio.

HH = Huella hídrica del producto agrícola (m^3/ton).

Cálculo de la huella hídrica de los cultivos. A continuación se detallan los análisis de cada paso del programa CROPWAT 8.0 para obtener la HH de cada cultivo por provincia y por año para luego ser clasificados en las cuatro categorías en estudio.

Evapotranspiración de referencia (ET_o). En el Cuadro 2, se muestra el cálculo de la ET_o para la provincia de El Oro del año 2008, de la estación Arenillas. Todas las horas de insolación para los cuatro años fueron extraídos del programa CLIMWAT 2.0 (FAO 2006). Es importante trabajar la ET_o de cada provincia ya que así se puede diferenciar entre que mes y que provincia hubo una mayor evapotranspiración. En el Anexo 4., se detalla los datos de Kc de los 12 cultivos agrícolas en estudio.

Cuadro 2. ETo de la provincia de El Oro en el año 2008 de la estación de Arenillas.

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m ² /día	ETo mm/día
Enero	21.9	30.3	85	20	2.2	12.8	2.71
Febrero	22.3	31.4	86	22	2.6	13.7	2.94
Marzo	22.8	32.1	87	22	3.2	14.5	3.14
Abril	22.8	32.3	90	86	4	15	3.3
Mayo	22.3	30.6	95	156	2.4	11.7	2.5
Junio	21.4	29.7	87	248	1.5	10	2.58
Julio	21.4	29.7	84	32	1.5	10.2	2.23
Agosto	20.9	28.6	85	23	2.2	11.9	2.49
Septiembre	20.9	28.6	87	31	1.8	12	2.55
Octubre	20.4	28.5	86	31	1.1	11.2	2.42
Noviembre	20.7	28.5	85	29	1.6	11.9	2.53
Diciembre	20.7	28.5	85	31	1.7	11.9	2.5
Promedio	21.5	29.9	87	61	2.1	12.2	2.66

Fuente: Anuario Meteorológico 2008, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Quito, Ecuador.

Precipitación efectiva (Peff). En el cuadro 3 se observa la precipitación mensual total de la provincia de El Oro de la estación Arenilla.

Cuadro 3. Precipitación mensual y efectiva de la provincia de El Oro de la estación de Arenilla.

Meses	Precipitación (mm)	Prec. efectiva (mm)
Enero	246.7	149.3
Febrero	386.9	163.7
Marzo	317.9	156.8
Abril	145.1	111.4
Mayo	32.4	30.7
Junio	56	51
Julio	56	51
Agosto	22.7	21.9
Septiembre	22.7	21.9
Octubre	43.5	40.5
Noviembre	36.3	34.2
Diciembre	36.3	34.2
Total	1402.5	866.5

Fuente: Anuario Meteorológico 2008, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Quito, Ecuador.

El Cuadro 3, nos da a conocer que no toda el agua que proviene de la precipitación (lluvias) es aprovechada por las plantas, la cual es utilizada para su crecimiento y desarrollo. Se observa que en el mes de febrero del 2008 llovió 386.9 mm y que solo 163.7 mm de la precipitación (lluvia) fue aprovechada por los cultivos. Es importante saber que cuando la precipitación es altamente efectiva, muy poco se pierde por ES (Escorrentía Superficial) y que cuando la precipitación es baja, no es aprovechada al máximo ya que se pierde por medio de la evaporación.

Datos del suelo. En el cuadro 4 se observa el balance hídrico de un suelo en la provincia de El Oro para el año 2008.

Cuadro 4. Balance hídrico de un suelo para la Provincia de El Oro 2008.

Nombre del Suelo: Light. Soil (Terreno de Textura Suelta)	
Datos Generales del Suelo	Cantidad
Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)	60.0 mm/m
Tasa máxima de infiltración de la precipitación	40 mm/día
Profundidad radicular máxima	900 cm
Agotamiento inicial de humedad de suelo (% de ADT)	0 %
Humedad del suelo inicialmente disponible	60.0 mm/m

Fuente: CROPWAT 8.0 (2012b) y FAO 2006.

En el cuadro 4 se detallan los principales requerimientos de un suelo necesarios para el cálculo de la huella hídrica de cada cultivo por provincia, en primer lugar tenemos la humedad del suelo total disponible, que es la diferencia entre la Capacidad de Campo (CC), que significa la cantidad de agua restante cuando el drenaje ha disminuido notoriamente (FAO 2012) y el Punto de Marchitez Permanente (PMP), cantidad de agua contenida en el suelo bajo la cual las plantas se marchitan permanentemente (FAO 2012), es expresado en milímetros (mm) por metro de profundidad del suelo. El segundo renglón muestra la tasa máxima de infiltración de la precipitación, la cual se refiere a la lámina de agua que puede el suelo infiltrar durante 24 horas; esta puede variar ya sea por el tipo de suelo, la precipitación o el tipo de riego que es aplicado al cultivo, y si el cultivo está sembrado en una pendiente o en una planicie. El tercer renglón muestra la profundidad radicular máxima expresada en centímetros (cm), esta se refiere a la capacidad que tienen los cultivos para extraer el agua disponible del suelo. El programa utiliza el valor de 900 cm el cual da a conocer que el suelo no tiene restricciones de crecimiento para la raíz. El cuarto renglón muestra el agotamiento inicial de humedad de suelo (% de ADT), este indica que tan seco está el suelo al momento de la siembra, es expresado como porcentaje de Agua Disponible Total (ADT), el valor 0% muestra un perfil de suelo húmedo a Capacidad de Campo (CC) y un 100% un perfil de suelo al Punto de Marchitez Permanente (PM). Como último punto tenemos la Humedad del suelo disponible inicialmente, la cual muestra el contenido de humedad que tiene el suelo al inicio de la siembra del cultivo; se expresa en milímetros por metro de profundidad del suelo, ésta

humedad es el producto del ADT por el agotamiento inicial de humedad del suelo (FAO 2012b).

Resultado de la ET. En el cuadro 5, se detallan los valores que el programa CROPWAT 8.0 cálculo por el método de RAC (Requerimiento de Agua del Cultivo) para el cultivo de banano. Realizado en periodos de 10 días (dec). En la primera columna se muestran los meses en los cuales hubo producción de banano; en la segunda columna están las décadas, los meses divididos en valores decadiarios (dec), cada mes es dividido en tres décadas. Con relación al kc, este varía según las características de los cultivos durante todo su ciclo de vida; desde la siembra hasta la cosecha. La ETc es considerada igual al RAC, debido a que las dos necesitan del agua ideal para la evapotranspiración bajo condiciones de crecimiento adecuado, su cálculo se realiza desde el inicio de la siembra hasta la cosecha del cultivo.

Cuadro 5. Evapotranspiración verde y azul del cultivo de Banano en El Oro, 2008.

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec.	Req.Riego	ET verde	ET azul
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec	mm/dec	mm/perio do
Ene	2	Inic	0.91	2.47	2.50	5.50	0.0	2.50	0.0
Ene	3	Inic	0.90	2.49	27.4	54.5	0.0	27.4	0.0
Feb	1	Inic	0.88	2.52	25.2	53.6	0.0	25.2	0.0
Feb	2	Inic	0.87	2.55	25.5	55.5	0.0	25.5	0.0
Mar	2	Inic	0.50	1.57	15.7	54.1	0.0	15.7	0.0
Mar	3	Inic	0.50	1.60	17.5	48.4	0.0	17.5	0.0
Abr	1	Inic	0.50	1.65	16.5	43.3	0.0	16.5	0.0
Abr	2	Inic	0.50	1.70	10.0	38.8	0.0	10.0	0.0
May	2	Des	0.50	1.25	12.5	5.50	7.0	5.50	7.0
May	3	Des	0.54	1.36	14.9	9.30	5.6	9.30	5.6
Jun	1	Des	0.59	1.51	15.1	15.4	0.0	15.1	0.0
Jul	2	Des	0.80	1.78	17.8	18.3	0.0	17.8	0.0
Jul	3	Des	0.85	1.97	21.7	14.7	7.0	14.7	7.0
Ago	1	Des	0.90	2.17	21.7	3.60	12.1	9.60	18.1
Ago	2	Med	0.95	2.37	23.7	4.90	17.7	6.00	18.8
Ago	3	Med	0.96	2.41	26.6	3.40	20.2	6.40	23.2
Sep	1	Med	0.96	2.44	24.4	4.70	17.6	6.80	19.7
Sep	2	Med	0.96	2.46	24.6	4.40	18.1	6.50	20.2
Oct	2	Med	0.96	2.33	23.3	11.6	8.70	14.6	11.7
Oct	3	Med	0.96	2.37	26.5	13.6	12.5	14.0	12.9
Nov	1	Med	0.96	2.40	17.0	10.9	12.1	4.90	6.10
Nov	2	Med	0.96	2.44	24.4	11.0	13.2	11.2	13.4
Dic	2	Fin	0.96	2.41	24.1	5.90	18.1	6.00	18.2
Dic	3	Fin	0.95	2.43	26.7	15.6	6.20	20.5	11.1
Ene	1	Fin	0.93	2.45	24.5	40.1	0.0	24.5	0.0
Ene	2	Fin	0.91	2.47	24.7	54.5	0.0	24.7	0.0
Ene	3	Fin	0.90	2.49	27.4	54.5	0.0	27.4	0.0
Feb	1	Fin	0.88	2.52	25.2	53.6	0.0	25.2	0.0
Feb	2	Fin	0.87	2.55	7.70	16.7	0.0	7.70	0.0
Total								513.8	296.2

Para obtener los datos de ETc (mm/dec), mostrados en el cuadro 5. El programa realizó lo siguiente, el banano fue sembrado a partir de la segunda década de enero, el día 20, desde la primera década a la segunda transcurrieron 20 días entonces el valor de ETc mm/dec es igual al ETc mm/día, en la tercera década transcurrieron 11 días ya que Enero tiene 31 días, y al multiplicar la ETc 2.49 mm/día por 11 días se obtiene el valor ETc 27.4 mm/dec, con relación al mes de febrero en la primera década transcurrieron 10 días, multiplicando 2.52 mm/día por los 10 días da como resultado 25.2 mm/dec, utiliza el mismo método para la segunda y tercera década. Es así como se obtienen los valores en cada década, varían según el número de días que tenga cada mes puede ser de 6, 10 a 11 días.

Como se observa en el cuadro 5, en el mes de mayo para la segunda década, la Peff del banano fue de 5.5 mm/dec y la ETc de 12.5 mm/dec entonces al restarlos se obtiene un 7mm/dec de requerimiento de riego (agua que demandó el cultivo para esa temporada). En la región costa del Ecuador la temporada lluviosa inicia en enero culminando en los primeros días de mayo, de mayo a diciembre es la temporada seca, por este motivo el requerimiento de riego en esos meses es alto, con algunas excepciones. La región costa es líder en la siembra del banano y los productores siempre empiezan la siembra al inicio de la temporada lluviosa por este motivo se tomó como referencia el día 20 de enero.

Requerimiento de riego. En el Cuadro 6, se observa los valores de la Huella Hídrica (HH) del banano en la provincia de El Oro en el año 2008, utilizando los datos de la estación de Arenillas. El primer paso realizado fue obtener los valores de ET verde y ET azul total los cuales se encuentran en el Cuadro 5, después cada valor fue multiplicado por 10 para convertir los valores de milímetros (mm) a metros cúbicos (m³) para obtener la UAC verde y azul en m³/ha. Al obtener los valores en m³/ha se dividen entre el rendimiento del banano en ton/ha, de este resultado se obtienen los valores de HH verde de 144.4 m³/ton y HH azul de 83.2 m³/ton. Con este método se evaluó las HH de los 12 productos agrícolas del Ecuador.

Cuadro 6. Cálculo de la huella hídrica (HH) verde y azul del banano en la provincia de El Oro, aplicando la opción de RAC.

ET (mm/periodo de desarrollo)			UAC (m ³ /ton)			Y	Huella hídrica (m ³ /ton)		
verde	azul	gris	verde	azul	total	ton/ha	verde	azul	total
513.8	296.2	0.0	5,138.00	2,962.00	0.00	35.58	144.4	83.2	0.00

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para Ecuador los 12 productos agrícolas, clasificados por cantidad producida del año 2010 son: banano, arroz con cascara, caña de azúcar, cacao, palma, plátanos, maíz, papas, café, tomates, naranjas y yuca. Se trabajaron los años 2007, 2008, 2009 y 2010. En las Figuras 3 y 4, se muestran los resultados de las HH (huella hídrica) azul, verde y gris para los cultivos agrupados en categorías como: frutales, industriales, hortalizas y granos básicos evaluando así que categoría es la que más impacto tienen en sus HH ya que evaluar la HH es importante debido a que muestra la cantidad de agua que necesita un cultivo para su producción y permite valorar el uso de la misma, las provincias con mayor producción fueron evaluadas con dos estaciones para que los resultados sean más reales y confiables, los valores de la HH gris fueron tomados del informe de Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010).

Impacto en las HH clasificada en categorías

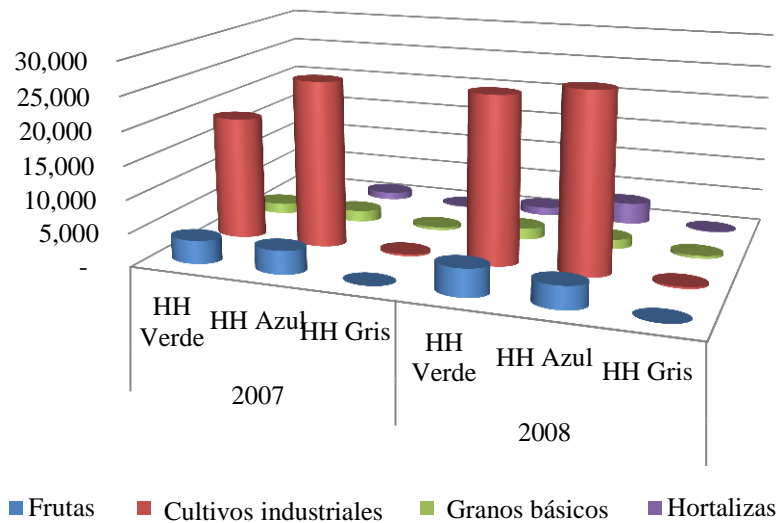


Figura 3. Impacto en las HH clasificadas en categorías, año 2007 y 2008.

Impacto en las HH clasificadas en categorías

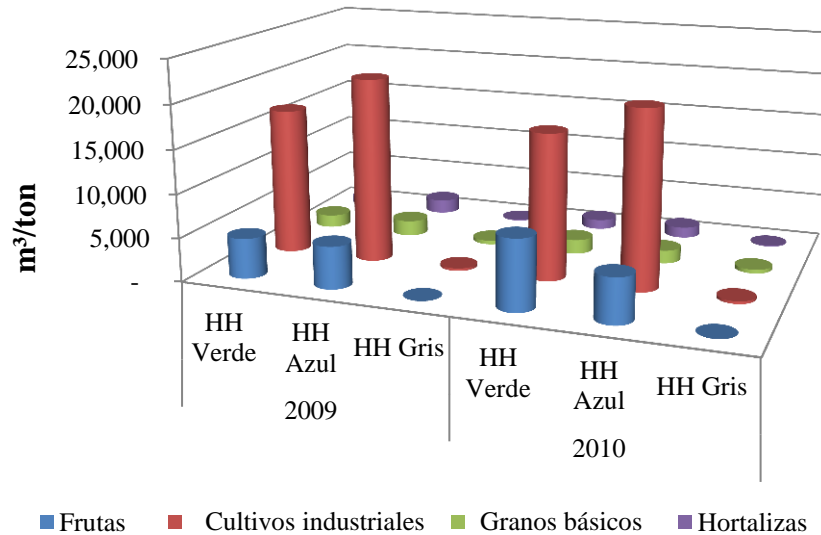


Figura 4. Impacto en las HH clasificadas en categorías, año 2009 y 2010.

En la Figuras 3 y 4, se observa el impacto de las HH de cada cultivo los cuales están agrupados en cuatro categorías, para los 4 años la categoría de cultivos industriales es la que mayor uso de agua tiene ya que en esta categoría se encuentran el cacao y el café con un 64% para el 2007, 2008 y un 58% 2009, 2010, los cuales son los productos con mayor HH en m³/ton dentro de su categoría, en segundo lugar se encuentra la categoría de frutales la cual tienen un crecimiento en los años 2009, 2010 del 14% a diferencia del 2007, 2008 con 8% en esta categoría se encuentran los cultivos de naranja, banano y plátano los cuales tienen una HH media a diferencia del café y el cacao. Como tercer lugar está la categoría de granos básicos la cual no varía entre los años y al final la categoría de hortalizas la cual no muestra una variación significativa siendo es la de menor impacto entre las cuatro categorías.

Promedio nacional de la huella hídrica (HH). El valor promedio de la HH del Ecuador, de los 12 cultivos en estudio, fueron extraídos de los Anexos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20, los cuales están compuestos por la HH verde, azul y gris, entre cultivos. Para los cuatro 4 se puede observar que el cultivo de café y cacao son los que mayor promedio nacional tienen, el cacao está entre los 22,000 m³/ton de HH y su HH azul es mayor en todos los años, esto quiere decir que el cacao usa más agua de riego que de las precipitaciones; el café está entre los 20,000 m³/ton de HH, en el caso del café su HH verde es mayor, significa que usa más el agua de las precipitaciones que del riego. Los cultivos de caña de azúcar y tomate son los menor promedio de HH m³/ton tienen. En los 4 años la HH promedio muestra que el HH azul es mayor que la HH verde en la mayoría de los cultivos, esto se puede observar en los Cuadros 7 y 8.

Cuadro 7. Promedio nacional de la huella hídrica (HH) de los 12 productos agrícolas del Ecuador en el año 2007 y 2008.

Cultivos	Año 2007				Cultivos	Año 2008			
	HH m ³ /ton					HH m ³ /ton			
	verde	azul	gris	Total	Verde	azul	gris	Total	
Banano	858	944	0.0	1,802	Banano	815	1,100	0.0	1,915
Cacao	7,971	16,861	119	24,951	Cacao	6,485	15,445	114	22,044
Caña de Azúcar	23	31	20	74	Caña de Azúcar	59	52	20	131
Naranja	1,595	1,769	0.0	3,364	Naranja	2,276	1,478	0.1	3,754
Palma	236	237	59	531	Palma	203	178	42	423
Plátano	1,059	833	0.0	1,892	Plátano	1,089	849	0.0	1,938
Arroz con cáscara	423	769	91.56	1,284	Arroz con cáscara	556	485	92	1,133
Maíz	1,136	963	358.92	2,458	Maíz	1,163	944	346	2,453
Papa	112	495	95.96	703	Papa	243	1,037	96	1,376
Yuca	534	442	0.96	976	Yuca	780	894	1	1,675
Tomate	182	198	0.16	379	Tomate	199	1,326	0.0	1,526
Café	10,343	8,111	106.84	18,561	Café	18,443	11,178	111	29,733

Fuente: La HH gris proviene de Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010.

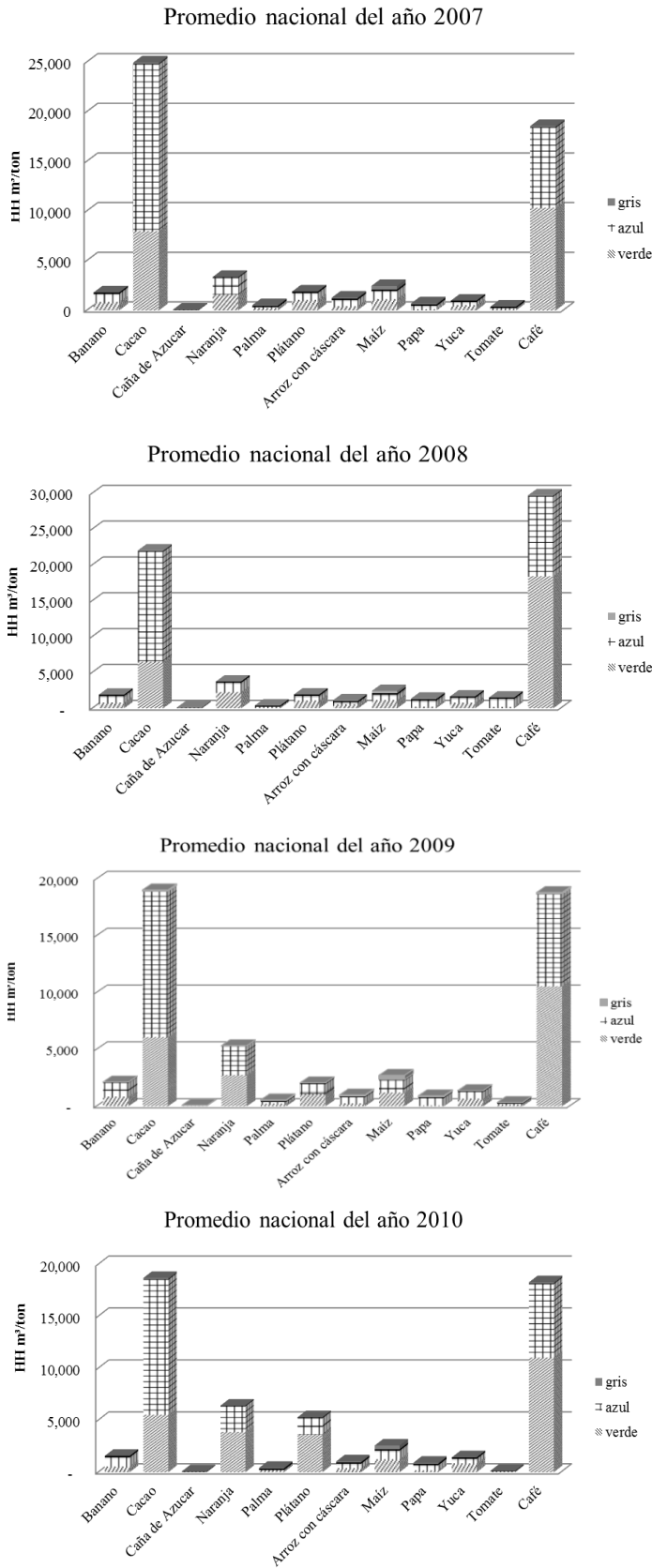
Cuadro 8. Promedio nacional de la huella hídrica (HH) de los 12 productos agrícolas del Ecuador en el año 2009 y 2010.

Cultivos	Año 2009				Cultivos	Año 2010			
	HH m ³ /ton					HH m ³ /ton			
	verde	azul	gris	Total	verde	azul	gris	Total	
Banano	854	1,275	0.0	2,129	Banano	566	1,009	0.0	1,574
Cacao	6,076	12,849	104	19,028	Cacao	5,533	13,042	119	18,694
Caña de Azúcar	30	38	20	88	Caña de Azúcar	36	38	20	94
Naranja	2,723	2,601	0.1	5,324	Naranja	3,890	2,515	0.1	6,406
Palma	230	265	59	554	Palma	205	153	59	417
Plátano	1,057	1,004	0.0	2,062	Plátano	3,643	1,647	0.0	5,289
Arroz - cáscara	264	643	86	993	Arroz - cáscara	402	551	86	1,039
Maíz	1,205	1,153	359	2,718	Maíz	1,250	964	359	2,572
Papa	75	759	83	917	Papa	192	620	96	908
Yuca	670	702	1	1,373	Yuca	866	567	1	1,434
Tomate	159	167	0.0	326	Tomate	74	59	0.0	133
Café	10,559	8,148	111	18,809	Café	11,01	7,147	107	18,273

Fuente: La HH gris proviene de Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010.

Los resultados de los Cuadros 7 y 8, muestran como las HH promedio varía entre los diferentes cultivos y sus respectivas HH: verde, azul y gris. En el caso que los cuadros muestran un valor de 0.0 significa que no existe información con la cual se pueda determinar el cálculo de las HH. El cultivo de cacao y café son los que mayor HH muestra en metros cúbicos por tonelada, lo cual da a conocer que estos dos cultivos son los que utilizan directa e indirectamente más agua en su producción que todos los cultivos; en el caso del maíz es el cultivo que mayor contaminación en el agua causa con una HH gris de 355.73 m³/ton aproximadamente. En el caso de la caña de azúcar, palma y el tomate son los cultivos que menor HH muestran y su HH gris en m³/ton no es tan alta lo que da a conocer que su contaminación no afecta significativamente al agua subterránea.

Figura 5. Promedios Nacionales de la HH del Ecuador de los años 2007 al 2010.



En la figura 5, se puede observar el cambio que han tenido las HH verde, azul y gris de los 12 cultivos durante los cuatro años transcurridos; también se observa que los cultivos de cacao y café tienen un mayor impacto en sus HH durante los 4 años lo cual da a conocer que los cultivos utilizan el agua de riego y de la lluvia en igual proporción. Los cultivos de banano, naranja, plátano, maíz y yuca muestran un contenido representativo en el uso de sus HH aunque no en una proporción tan alta como el cacao y café.

Huella hídrica nacional. Para la HH nacional del Ecuador, los valores fueron obtenidos a partir de los promedios de las HH verde, azul y gris de los cuatro años en estudio, y de cada cultivo expresado en m^3/ton los cuales se encuentran en los Anexos del 5 al 20, cada valor se multiplicó por la producción total en toneladas de los productos agrícolas nacionales, para los 4 años ya con los resultados fueron obtenidas las HH verde, azul y gris de la producción nacional en metros cúbicos, en los Cuadros 9, 10, 11 y 12 se pueden observar los datos.

Cuadro 9. Huella hídrica (HH) de la producción agrícola del Ecuador del año 2007
Producción Agrícola del Año 2007

Cultivos	HH verde (m^3/ton)	HH azul (m^3/ton)	HH gris (m^3/ton)	HH total	Producción Nacional (Ton)	HH verde Mm ³	HH azul Mm ³	HH gris Mm ³	HH total nacional Mm ³
Banano	858	944	-	1,802	6,002.30	5,150	5,666	-	10,816
Cacao	7,971	16,861	119	24,951	8,589.00	68	145	1.02	214
Caña de Azúcar	23	31	20	74	8,360.00	192	259	167	619
Naranja	1,595	1,769	-	3,364	5,606.00	8.94	9.92	-	18.86
Palma	236	237	59	531	1,809.474	427	429	106	961
Plátano	1,059	833	-	1,892	595.027	630	496	-	1,126
Arroz con cáscara	423	769	92	1,284	1,734.135	734	1,333	159	2,226
Maíz	1,136	963	359	2,458	913.477	1,038	880	328	2,245
Papa	112	495	96	703	317.220	35.62	157	30	223
Yuca	534	442	-	975	74,241.00	39.63	32.78	-	72.42
Tomate	182	198	-	379	70,094.00	12.74	13.85	-	26.58
Café	10,343	8,111	107	18,561	38,687.00	400	314	4.13	718
Total Nacional						8,736	9,735	795	19,266

Fuente: Datos de la producción nacional fueron obtenidos de la Encuesta de Superficies y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC 2010.

Cuadro 10. Huella hídrica (HH) de la producción agrícola del Ecuador del año 2008.
Producción Agrícola del Año 2008

Cultivos	HH verde (m ³ /ton)	HH azul (m ³ /ton)	HH gris (m ³ /ton)	HH total	Producción Nacional (Ton)	HH verde Mm ³	HH azul Mm ³	HH gris Mm ³	HH total nacional Mm ³
Banano	815	1,100	-	1,915	6701,146	5,462	7,374	-	12,835
Cacao	6,485	15,455	114	22,054	94,300	611.5	1,457	10.8	2,080
Caña de Azúcar	59	52	20	131	9341,095	549.9	485.0	190.6	1,225
Naranja	2,276	1,478	-	3,753	54,916	125.0	81.1	-	206.1
Palma	203	178	42	423	2204,314	447.1	392.0	92.4	931.5
Plátano	1,089	849	-	1,938	506,168	551.3	429.6	-	980.9
Arroz	556	485	92	1,133	1442,052	802.2	699.3	132.0	1,634
Maíz	1,163	944	346	2,453	771,878	897.4	728.9	266.9	1,893
Papa	243	1,037	96	1,376	266,722	64.7	276.6	25.6	366.9
Yuca	780	894	-	1,674	102,277	79.7	91.5	-	171.2
Tomate	199	1,326	-	1,526	50,552	10.1	67.0	-	77.1
Café	18,443	11,178	111	29,733	32,097	592.0	358.8	3.6	954.3
Total Nacional						10,193	12,441	722	23,356

Fuente: Datos de la producción nacional fueron obtenidos de la Encuesta de Superficies y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC 2010.

Cuadro 11. Huella hídrica (HH) de la producción agrícola del Ecuador del año 2009.
Producción Agrícola del Año 2009

Cultivos	HH verde (m ³ /ton)	HH azul (m ³ /ton)	HH gris (m ³ /ton)	HH total	Producción Nacional (Ton)	HH verde Mm ³	HH azul Mm ³	HH gris Mm ³	HH total nacional Mm ³
Banano	854	1,275	-	2,129	7,637.32	6,524	9,739	-	16,263
Cacao	6,076	12,849	104	19,028	120,582	733	1,549	12.6	2,294
Caña de Azúcar	30	38	20	88	8,473.14	253	322	173	747
Naranja	2,723	2,601	0	5,324	49,088.0	134	128	-	261
Palma	230	265	59	554	2,226.78	513	591	130	1,234
Plátano	1,057	1,004	-	2,062	549,388	581	552	-	1,133
Arroz con cáscara	264	643	86	993	1,579.41	417	1,015	136	1,568
Maíz	1,205	1,153	359	2,718	767,152	925	885	275	2,085
Papa	75	759	83	917	286,790	21.5	218	23.9	263
Yuca	670	702	-	1,372	66,299.0	44.4	46.5	-	91.0
Tomate	159	167	-	326	46,537.0	7.4	7.8	-	15.2
Café	10,550	8,148	111	18,809	33,624.0	355	274	3.7	632
Total Nacional						10,507	15,327	755	26,588

Fuente: Datos de la producción nacional fueron obtenidos de la Encuesta de Superficies y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC 2010.

Cuadro 12. Huella hídrica (HH) de la producción agrícola del Ecuador del año 2010.
Producción Agrícola del Año 2010

Cultivos	HH verde (m ³ /ton)	HH		HH total	Producción Nacional (Ton)	HH verde Mm ³	HH azul Mm ³	HH gris Mm ³	HH total nacional Mm ³
		azul (m ³ /ton)	gris (m ³ /ton)						
Banano	566	1,009	-	1,574	793,106	448.5	800.0	-	1,249
Cacao	5,533	13,042	119	18,694	132,100	730.9	1,723	15.7	2,469
Caña de Azucar	36	38	20	94	8347,182	297.1	319.9	170.3	787.3
Naranja	3,890	2,515	-	6,406	47,494	184.8	119.5	-	304.2
Palma	205	153	59	417	2850,465	584.6	436.7	166.8	1,188
Plátano	3,643	1,647	-	5,289	547,291	1,994	901.2	-	2,895
Arroz	402	551	86	1,039	1706,193	686.0	940.2	146.7	1,773
Maíz	1,250	964	359	2,572	386,798	483.4	372.7	138.8	995.0
Papa	192	620	96	908	386,798	74.3	239.7	37.1	351.1
Yuca	866	567	-	1,433	53,857	46.6	30.5	-	77.2
Tomate	74	59	-	133	53,518	3.9	3.2	-	7.1
Café	11,019	7,147	107	18,273	31,347	345.4	224.0	3.3	572.8
Total Nacional						5,879	6,110	679	12,669

Fuente: Datos de la producción nacional fueron obtenidos de la Encuesta de Superficies y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC 2010.

En los Cuadros 9, 10, 11, y 12, se muestran las HH total de los cultivos en estudio con sus componentes azul, verde y gris respectivamente, en los cuales las HH nacional de los 12 cultivos agrícolas, para el año 2007 fue de 19,266 Mm³ (millones de metros cúbicos), 2008 de 23,356 Mm³, 2009 de 26,588 Mm³ y 2010 de 12,669 Mm³. Según AQUASTAT (FAO 2011), los recursos hídricos renovables totales del Ecuador cubren 424.4 Km³ anualmente, lo cuadros muestran la HH de los 12 cultivos los cuales comprenden un total de 19.27 Km³ para el año 2007, 23.35 Km³ para el año 2008, 26.58 Km³ para el año 2009 y 12.66 Km³ para el año 2010, los cuales equivalen a 4.45 % en el 2007, 5.5 % en el 2008, 6.26 % en el 2009 y 2.98% en el 2010 estos valores corresponde al total de los recursos hídricos del país. Siendo el año 2009 con un 6.26% el año en que mas fueron utilizados los recursos hídricos para el caso de la agricultura en el Ecuador.

Los Cuadros 9, 10, 11 y 12, muestran que trabajando con la opción “condición optima de crecimiento del cultivo” las plantas consumen más agua proveniente del riego que de la precipitación. A continuación se muestra el total de contaminación que represento producir los 12 cultivos representados en su HH gris, durante el año 2007 fue de 795 Mm³ (millones de metros cúbicos), 2008 de 722 Mm³, 2009 de 755 Mm³ y 2010 de 679 Mm³. Toda la contaminación antes detallada proviene de los fertilizantes y pesticidas que fueron aplicados a los 12 cultivos durante su producción, siendo en el año 2007 de 795 Miles m³ esto se debe a que no tenían una cultura de uso adecuado en la aplicación de pesticidas y no les preocupaba la protección del medio ambiente.

Los datos descritos en el Cuadro 9, 10, 11 y 12, indican la HH total en metros cúbicos de cada cultivo, para una mejor evaluación del impacto en el agua utilizada para la producción de cada cultivo en la Figura. 4 se muestran las HH expresadas en porcentajes.

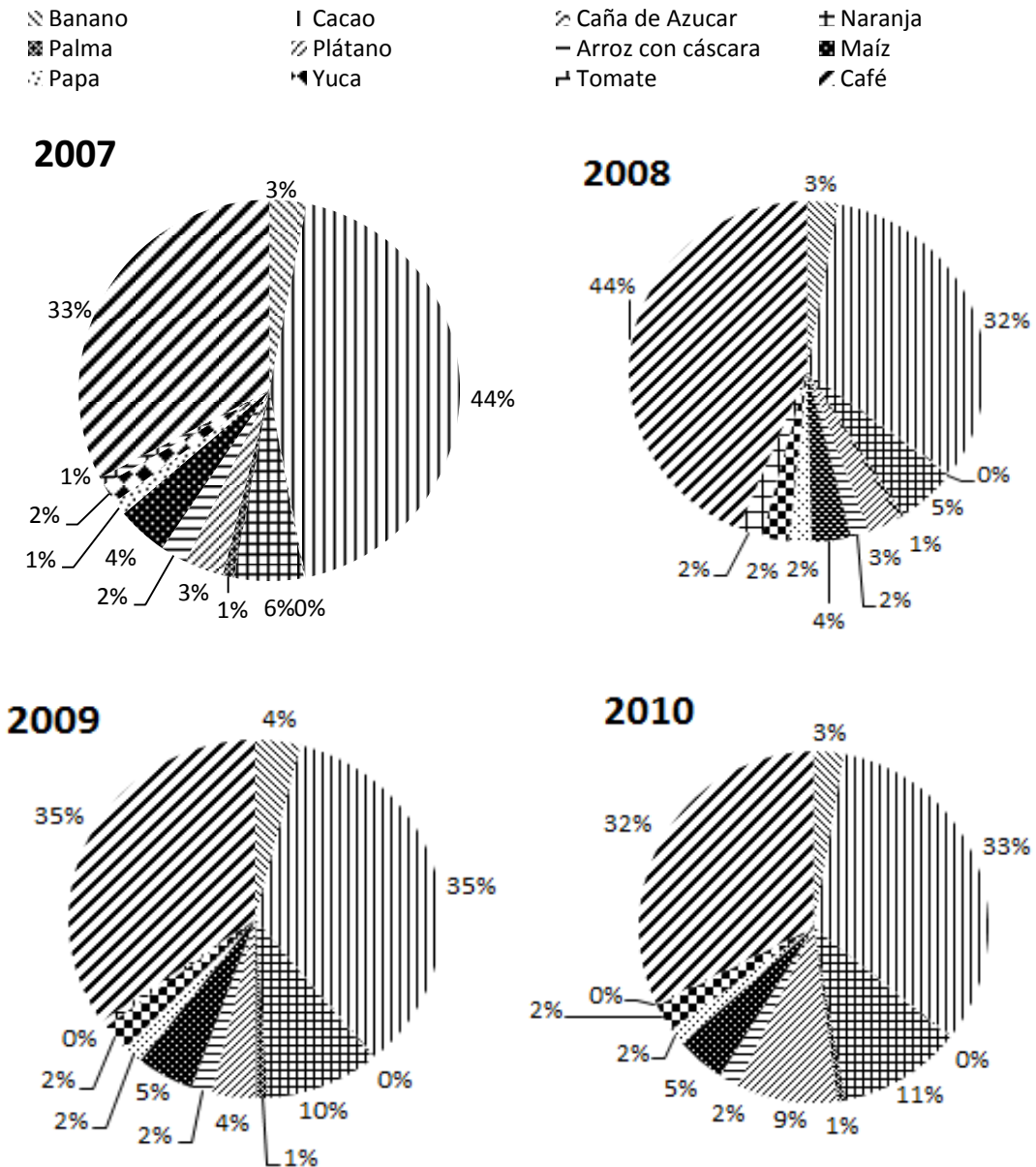


Figura 6. Distribución porcentual por cultivo de la huella hídrica nacional en los años 2007, 2008, 2009 y 2010.

La Figura 6., muestra que el cultivo de café y cacao representan un 36% de HH en los cuatro años a diferencia de los siguientes cultivos, naranja con un 8%, plátano un 4.75%, maíz 4.50%, banano 3.25%, papa y arroz con un 1.75%; la palma, yuca, caña de azúcar y el tomate con un 1% cada uno. En promedio el café y el cacao son los cultivos que más agua consumen en su producción y un bajo porcentaje la naranja, el plátano, el maíz y el banano.

Comparación de la huella hídrica (HH) promedio con Brasil y Colombia. Se comparó la HH promedio nacional del Ecuador de los 12 cultivos en estudio con los países de

Brasil y Colombia porque pertenecen a Sudamérica, tienen la misma producción agrícola y son países tropicales, estas cualidades fueron muy útiles para saber que país consume más agua en la producción de cada cultivo.

Cuadro 13. Huella hídrica promedio para Brasil, Colombia y Ecuador (Periodo 2005) para los 12 productos agrícolas.

Cultivos	Brasil				Colombia				Ecuador			
	Huella hídrica m ³ /ton				Huella hídrica m ³ /ton				Huella hídrica m ³ /ton			
	verde	azul	gris	Total	verde	azul	gris	Total	verde	azul	gris	Total
Banano	927	39	37	1,003	421	16	-	437	566	1,009	0	1,574
Cacao	30,247	54	689	30,990	22,865	-	163	23,028	5,533	13,042	119	18,694
Caña de Azucar	122	5	10	137	125	8	1	134	36	38	20	94
Naranja	377	2	16	395	671	9	1	681	3,890	2,515	0	6,406
Palma	1,125	0	68	1,193	637	-	38	675	205	153	59	417
Plátano	-	-	-	-	1,697	35	2	1,734	3,643	1,647	0	5,289
Arroz con Cascara	1,943	356	104	2,403	1,608	529	203	2,340	402	551	86	1,039
Maíz	1,621	1	125	1,747	2,377	12	189	2,578	1,250	964	359	2,572
Papa	217	23	16	256	244	-	59	303	192	620	96	908
Yuca	1,085	113	82	1,280	889	-	214	1,103	866	567	0	1,433
Tomate	68	19	7	94	187	10	37	234	74	59	0	133
Café	12,798	216	313	13,327	15,515	-	1,825	17,340	11,019	7,147	107	18,273
Total	52,825				50,587				56,832			

Fuente: Datos de Brasil y Colombia provienen de Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010.

El Cuadro 13, facilita hacer comparaciones de la HH del Ecuador en la producción de los 12 cultivos. En primer lugar se puede observar que el cultivo de cacao en Ecuador utiliza menos cantidad de agua en su producción en comparación con Brasil y Colombia que utilizan 30,990 m³/ton y 23,028 m³/ton respectivamente; en el caso del café la necesidad en la utilización del agua para su producción no es tan variable entre los tres países. Con relación a la HH gris del cacao Brasil con 689 m³/ton es el que más contamina el agua a diferencia de Colombia y Ecuador; el cultivo de café producido en Colombia es el que mayor contaminación de agua causa con 1,825 m³/ton. Para la naranja, Ecuador utiliza más agua en su producción con 6,406 m³/ton a diferencia de Brasil con 395 m³/ton y Colombia 681 m³/ton.

Para los cultivos del banano y plátano Ecuador utiliza más agua que Brasil y Colombia con 5,289 m³/ton y 1,574 m³/ton a pesar de que Brasil no muestra los valores de utilización de agua para el cultivo de plátano; para el cultivo de arroz, Ecuador es el que menos agua utiliza solo 1,039 m³/ton a diferencia de Brasil y Colombia que son mayores; para el cultivo de la papa Ecuador utiliza más agua para su producción 908 m³/ton que Brasil y Colombia; para el maíz Brasil es el que menos utiliza 1,747 m³/ton a diferencia de Colombia y Ecuador que la utilizan en casi iguales proporciones 2,578 m³/ton y 2,572

m³/ton. Para la palma, yuca, caña de azúcar y tomate muestran utilización de agua casi en iguales proporciones a diferencia de la palma que en Brasil su utilización es mucho mayor con 1,193 m³/ton que Colombia y Ecuador y el cultivo de tomate que en Colombia con 234 m³/ton mayor que la de Brasil y Ecuador.

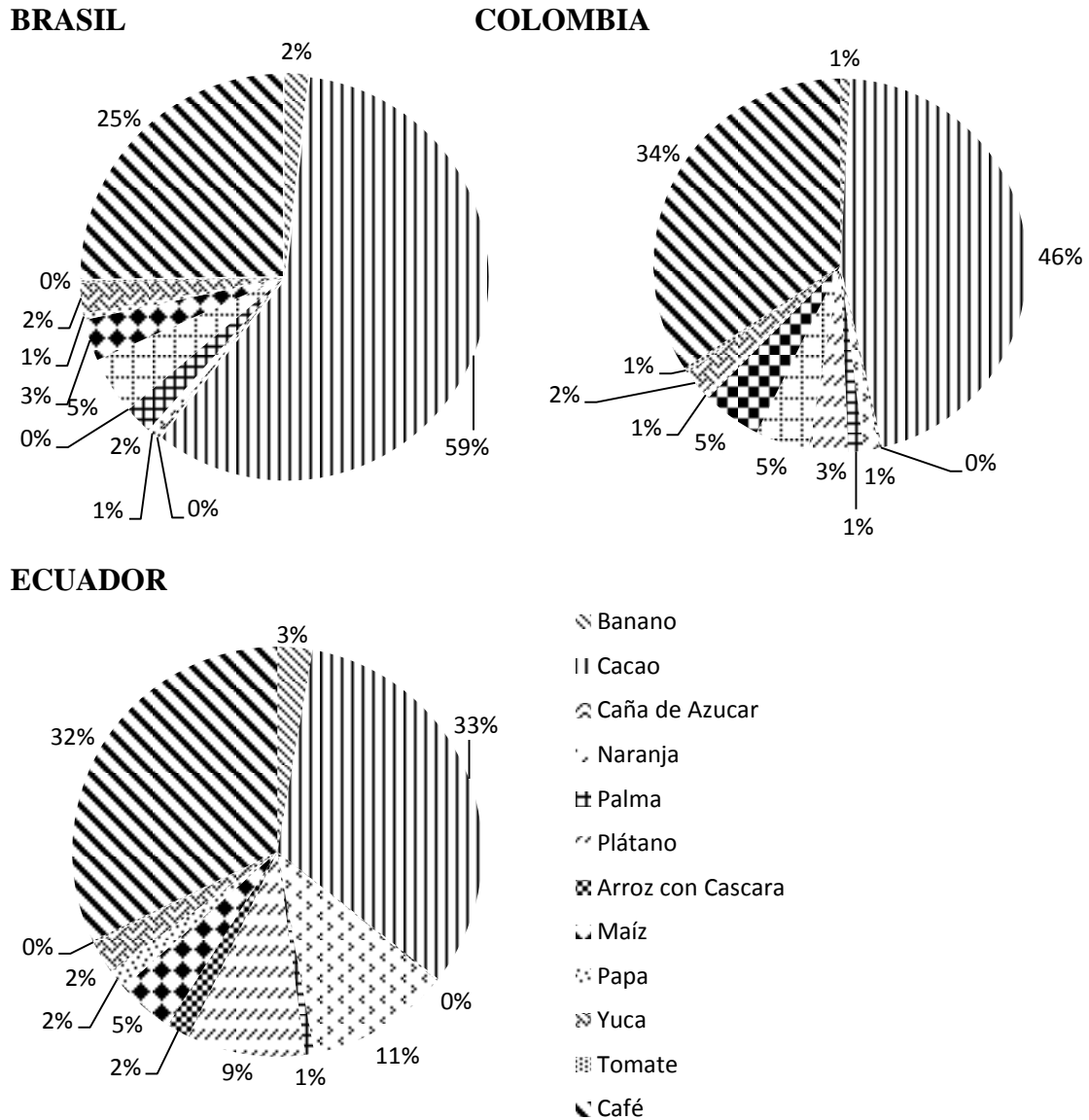


Figura 7. Distribución porcentual de la HH de Ecuador, Brasil y Colombia.

La Figura 7, muestra la distribución en porcentaje de la HH para los 12 cultivos en estudio en los países de Brasil, Colombia y Ecuador. El cual da a conocer el porcentaje de agua que más utilizo cada país para la producción de un producto agrícola, en función al aprovechamiento de los recursos hídricos disponibles. En el caso del cacao como ejemplo, Brasil tiene 59% de HH y Colombia 46%, se puede observar que Ecuador se encuentra entre estos dos países con un 33%. Para Ecuador como ejemplo, después del cacao el

cultivo que más contenido HH tiene es el café con un 32%, sigue la naranja con un 11%, el plátano con 9%, el maíz con un 5%, banano con un 3%, arroz, papa y yuca con un 2% en igual proporción, el tomate, la palma y caña de azúcar con un 1% cada uno. Siendo el tomate, la palma y la caña de azúcar los cultivos menos significativos. Como análisis final se pudo determinar que por metro cubico de agua utilizado en la producción de una tonelada de producto, el cultivo de café es el que más agua requiere en su producción, después del cacao.

Como resultado se puede observar que aunque Colombia y Brasil tienen diferente clima, tecnología, rendimientos de producción, métodos de riego que Ecuador, el café y el cacao siguen utilizando la misma proporción de HH para su producción. Según AQUASTAT (FAO 2012), Brasil posee 8,233 km³/año de recursos hídricos renovables totales, Colombia 2,132 km³/año y Ecuador 424,4 km³/año siendo Brasil el que más alto valor tiene en comparación a Colombia y Ecuador.

Comercio de agua virtual (AV). En Ecuador, de los 12 productos en estudio, cinco son exportados, se detalla el AV contenida de cada producto en el Cuadro 14. Ecuador importa tres productos principalmente: trigo, lenteja y maíz, para cada uno se calculó la AV que contienen al ingresar al país, se puede observar el cálculo en el Cuadro 15.

Cuadro 14. Exportación de agua virtual incorporada en los productos agrícolas.

Exportación 2009				
Agua Virtual en Mm ³				
Cultivos	Verde	Azul	Gris	Total
Banano	4,935	7,367	-	12,302
Plátano	228.7	217.2	-	446
Cacao	755.9	1,598	12.9	2,367
Café	155.8	120.3	1.6	278
Palma	42.7	49.2	10.9	103
Total	6,117	9,352	25.5	15,495

Fuente: HH gris proviene de Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010.

Cuadro 15. Importación de agua virtual incorporada en los productos agrícolas.

Importación 2009				
Agua Virtual en Mm ³				
Cultivos	Verde	Azul	Gris	Total
Trigo	2,663	451	42	3,157
Lenteja	109	20	-	129
Maíz	843	205	143	1,191
Total	3,615	677	185	4,476

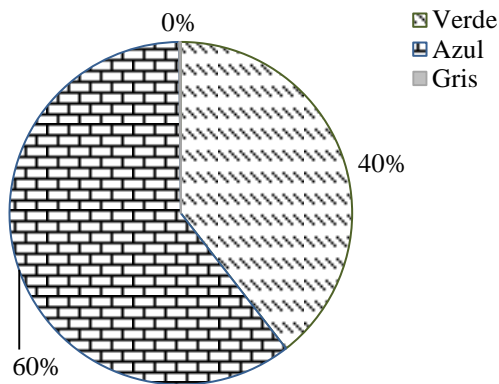
Fuente: HH verde, azul y gris provienen de Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010.

En el Cuadro 14, se puede observar que el banano es el que más AV exporta, seguido por el cacao, los cuales se deben a la cantidad exportada en comparación con los demás cultivos. En total el agua que es exportada anualmente para el año 2009 es igual a 15.49 km³ (15,495 millones de m³) del total de los recursos hídricos renovables, de los cuales 9.35 km³ (9,352 millones de m³) provienen del agua de riego y 6.11 km³ (6,117 millones de m³) provienen de la precipitación, solo de los cinco cultivos que son exportados.

En el Cuadro 15, se encuentran los productos que el Ecuador importa de los cuales el trigo es el que mas AV contiene, seguido por el maíz. En total el agua que es importada anualmente para el año 2009 es igual a 4.47 km³ (4,476 millones de m³), el 3.61 km³ (3,615 millones de m³) provienen de la precipitación y 0.67 km³ (677 millones de m³) provienen del agua de riego, de los tres cultivos importados por el Ecuador.

En la Figura 8, se puede observar la distribución porcentual del AV la cual es exportada en los seis productos agrícolas y el AV importada en los tres productos agrícolas. La Figura 8, detalla el total de AV que se exporta al exterior correspondiente a un 62% de agua azul, un 36% de agua verde y un 2% de agua gris. Y es importada un total de 81% de agua verde, 15% de agua azul y un 4% de agua gris. Una vez que se obtienen los resultados las personas que demandan productos agrícolas del Ecuador pueden afectar a los recursos hídricos del país del cual son exportados los seis productos.

Exportación de AV 2009



Importación de AV 2009

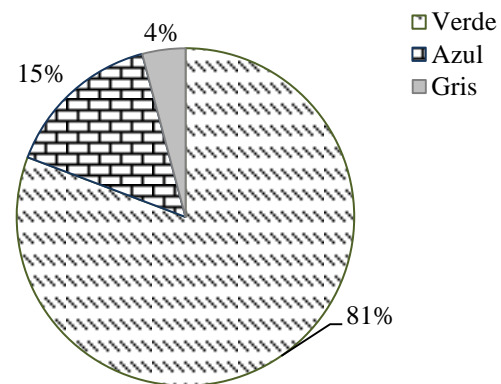


Figura 8. Distribución porcentual del Agua Virtual exportada e importada, cada uno muestra el porcentaje de HH verde azul y gris que contiene.

Productividad aparente del agua (PAA). El agua es la principal fuente de producción agrícola y para saber la productividad económica de la misma se utiliza el cálculo de la PAA, la cual nos muestra las unidades de producto por metro cubico de agua utilizada para su producción. Como ejemplo se divide la producción del banano con el total de agua que fue usada para su producción. El mismo cálculo se realiza para saber la productividad de las horas que se trabaja o de la tierra en la cual fue sembrado el banano. Para realizar el

cálculo de la productividad económica del agua, es necesario contar con los precios de los productos en \$/ton y este valor dividirlo entre la HH del cultivo (m^3/ton).

Para los productos del Ecuador, los precios fueron tomados de la base de PriceSTAT (FAO 2012c), el promedio de cada cultivo en (m^3/ton) fue tomado del Cuadro 24, para el año 2009.

Cuadro 16. Productividad aparente del agua (PAA) de los 12 productos agrícolas.

Año 2009			
Cultivos	\$/ton	HH cultivo (m^3/ton)	PAA (\$/ m^3)
Banano	149.8	2,129	0.07
Cacao	1,803.10	19,028	0.09
Caña de Azúcar	13.4	88	0.15
Naranja	200.7	5,324	0.04
Palma	112.3	554	0.20
Plátano	91.6	2,062	0.04
Arroz con Cáscara	262.50	993	0.26
Maíz	855	2,718	0.31
Papa	263.1	917	0.29
Yuca	151.9	1,373	0.11
Tomate	359.1	326	1.10
Café	1,070.60	18,809	0.06

En el Cuadro 16, se puede observar que de acuerdo al precio del mercado en el sector agrícola existen actualmente cultivos que son muy rentables producir como el cacao y el café al igual que existen otros menos rentables como la caña de azúcar. Aunque, con la PAA se identifica el uso del agua los cuales no son justificados en términos de eficiencia económica, logrando así una asignación eficiente del agua. Con este método, se obtiene una idea de que productos generan más dinero por cada unidad de agua utilizada en su producción; observando los valores, el cultivo de tomate con $1.10 \text{ \$/m}^3$, es el cultivo con mas alto valor y la naranja y plátano los cultivos con menor valor $0.04 \text{ \$/m}^3$. Desde el punto de vista de ganancia economía no significa que el agricultor ganó más u obtenga mayor beneficio si produce tomate, pero esto permite hacer comparaciones sobre que cultivo merece la pena ser cultivado desde el punto de vista económico para la sociedad para que le de un valor importante al agua. Con el resultado de la PAA se puede valorizar la protección del agua exportada de Ecuador por medio de un cobro a los exportadores, un 2% por cada m^3 de agua exportado en su producto, logrando así darle un valor al agua y ayudando a proteger su uso en la producción agrícola actual y futura.

Como ejemplo la caña de azúcar, aunque su PAA es $0.04 \text{ \$/m}^3$, es importante para entender la eficiencia productiva, no es la variable más adecuada para cuantificar la capacidad de pago de los agricultores ya que el agua no es el único factor productivo. En la Figura 6, se muestra la relación de la PAA y la HH para los 12 cultivos en estudio.

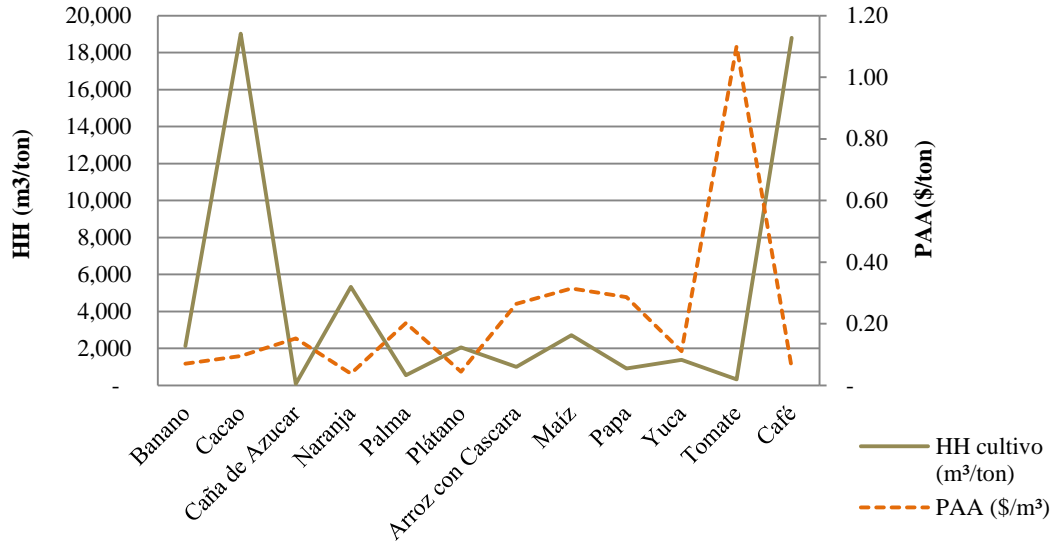


Figura 9. Comparación entre la huella hídrica (HH) y la productividad aparente del agua (PPA) de los 12 productos agrícolas del Ecuador.

La Figura 9, demuestra que al analizar la PAA (\$ por ton/m³) ésta parece estar inversamente relacionada con la HH (m³/ton), las variaciones que se dan son probablemente por las altas fluctuaciones de los precios de los productos agrícolas en el mercado. Como ejemplo, el cultivo de cacao tienen una HH alta pero su PAA es baja con 0.09 \$/m³ de agua utilizado. Sin embargo, la PAA no es un buen factor para determinar la capacidad de pago ya que el agua de riego no es la única variable de producción que se toma en cuenta en la producción. Por este motivo es importante que se desarrollen tecnologías agropecuarias las cuales maximicen la productividad del agua de riego sin que esta afecte negativamente la disponibilidad de agua para la producción agrícola futura.

4. CONCLUSIONES

- Los cultivos industriales (cacao y café) son los que hacen un mayor uso de agua y procede a una mayor huella hídrica (HH).
- Los cultivos de hortalizas (yuca, tomate y papa) son los que hacen un menor uso de agua debido a que sus HH son de menor valor.
- La HH de los 12 cultivos estudiados presentan grandes variaciones, en su forma de producción. La HH total nacional para los cuatro años comprende 20,469 Mm³ (millones de metros cúbicos), con 8,828 Mm³ de HH verde, 10,903 Mm³ de HH azul y 737 Mm³ de HH gris.
- El 20% del agua es exportada de Ecuador en cinco cultivos (banano, plátano, cacao, café y palma), en forma de agua virtual; los cuales equivale a 20,477 Mm³ durante el año 2009.
- De acuerdo a la productividad aparente del agua, el tomate es el cultivo más rentable por cada (m³) de agua utilizada en su producción con 1.10 \$/m³ comparado con el plátano y la naranja los cultivos menos rentables con 0.04 \$/m³ de agua.
- Con la obtención de estos valores, el agricultor podría determinar que cultivos producir desde el punto de vista económico del valor del agua.

5. RECOMENDACIONES

- Incluir los costos anuales del agua en el análisis de rentabilidad del mismo.
- Hacer un mayor control del uso del agua estableciendo tarifas diferenciadas por sistemas de riego y tipo de cultivo asignándole un mayor peso a los cultivos con una menor productividad aparente.
- Que el gobierno exija a los agricultores que lleven un control en la aplicación de los fertilizantes y que implementen el uso de productos orgánicos como el compost ya que así se logrará reducir la huella hídrica (HH) gris del crecimiento del cultivo.
- Evaluar y analizar la HH para todos los productos agrícolas que son producidos en Ecuador no sólo de los 12 cultivos.

6. LITERATURA CITADA

Allan, J.A. 2003. Virtual Water-the water, food, and trade nexus useful concept or misleading metaphor? The Strand, London, United Kingdom. Water Research Group, Water International. Vol 28 No 1.

BCE (Banco Central del Ecuador), 2012. Estadística del posicionamiento de la agricultura en el PIB del Ecuador y la importancia de la misma y algunos datos de exportaciones. (en línea) Quito, Ecuador. Consultado en el 30 enero, 2012. Disponible en http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/ComercioExterior.jsp.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2012. Análisis del perfil de Ecuador. Santiago, Chile. (en línea). Consultado el 10 Abril. 2012. Disponible en <http://www.cepal.org>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 1978. Effective rainfall in irrigated agriculture. Rome, Italy. FAO Irrigation and Drainage Paper.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2006. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia. Estudio FAO de riego y drenaje 56.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012. AQUASTAT (Sistema de información sobre el uso del agua en la agricultura y el Medio Rural de la FAO). Para el País de Ecuador. Disponible en <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012a. CLIMWAT base de datos (en línea). Roma, Italia. Consultado 25 feb. 2012. Disponible en www.fao.org/ag/AGL/aglw/climwat.stm.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012b. CROPWAT “decisión support system” (en línea). Roma, Italia. Consultado 05 mar. 2012. Disponible en http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012c. FAOSTAT base de datos (en línea). Roma, Italia. Consultado 15 feb. 2012. Disponible en Rome <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012d. Información de países: Ecuador. (en línea) Roma. Italia. Consultado 10 mar. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?lang=es&iso3=ECU&subj=3>

Garrido, A; Llamas, M.R.; Ortega, C.V; Novo, P; Casado, R.R; Aldaya, M.A. 2010. Water footprint and Virtual Water Trade in Spain: Resource Management and Policy. Fundación Marcelino Botín. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. Springer. 153 p.

Hoekstra, A.Y; Chapagain, A.K. 2008. Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources. . Oxford, United Kingdom. Blackwell Publishing. 151 p.

Hoekstra, A.Y; Chapagain, A.K; Aldaya, M.M; Mekonnen, M.M. 2011. The water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard. London. United Kingdom. Earthscan. 203 p.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), 2012. Resultados de las Encuestas de Superficies y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2007. Información de las producciones agrícolas en toneladas. Guayaquil, Ecuador. Descarga de documentos todo el mes de marzo. 2012. Disponible en http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=111&Itemid=126&TB_iframe=true&height=533&width=1164.

INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador), 2012. Información de las estaciones meteorológicas de cada provincia y año del Ecuador. (en línea) Guayaquil, Ecuador. Consultado todo el mes de marzo. 2012. Disponible en <http://www.inocar.mil.ec/links.php?C=2&S=2&SbS=1&idC=1>.

Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y. 2010. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Delft, Netherlands. UNESCO-IHE. Value of Water Research Report Series No. 47.

Salmoral, G; Aldaya, M.M; Chico, D; Garrido, A; Llamas, M.R. 2010. The water footprint of olive oil in Spain. Papeles del agua virtual, número 7. Madrid, España. Fundación Marcelino Botín. CEIGRAM.

SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua), 2012. Publicaciones sobre el uso del agua en el Ecuador. Quito, Ecuador. (en línea). Consultado el 25 de Marzo. 2012. Disponible en <http://www.senagua.gob.ec/>.

7. ANEXOS

Anexo 1. Rendimiento en (TM/ha) del banano, cacao, caña de azúcar, naranja y palma del Ecuador en los años 2007, 2008, 2009 y 2010 por cada provincia del Ecuador en estudio.

Provincias	Banano				Cacao				Caña de Azucar				Naranja				Palma			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
AZUAY	2.1	1.8	0.9	0.9	0.5	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BOLÍVAR	3.0	1.6	2.3	2.0	1.4	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	2.4	2.4	2.3	2.5	0.0	3.8	6.8
CAÑAR	24.0	20.0	29.4	26.4	1.5	0.3	0.2	0.5	98.5	88.2	61.1	66.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
CARCHI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	74.2	134.6	160.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
COTOPAXI	21.8	28.2	36.0	27.7	1.3	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	1.5	1.2	1.8	4.9	3.2	5.4	5.1
IMBABURA	0.0	5.8	3.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	110.1	77.7	162.2	133.3	0.0	4.5	0.4	5.3	0.0	0.0	0.0	2.6
LOJA	1.8	1.4	2.5	4.2	1.8	0.3	0.0	0.2	164.2	22.5	92.5	57.1	0.6	0.8	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
PICHINCHA	8.3	10.7	8.2	4.1	0.8	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.8	1.4	0.8	9.5	10.7	9.3	11.9
TUNGURAHUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EL ORO	36.3	35.6	34.1	34.6	1.0	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESMERALDAS	3.5	3.9	5.0	3.7	1.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	2.0	13.6	18.0	11.5	15.8
GUAYAS	39.4	42.5	39.6	42.5	0.9	0.5	0.5	0.6	75.7	86.1	76.8	77.7	3.6	3.7	3.3	3.6	12.7	15.0	14.3	13.5
LOS RÍOS	43.2	45.9	60.4	60.8	1.3	0.2	0.3	0.4	80.0	80.0	63.7	78.4	2.5	3.4	2.8	2.8	11.0	10.1	12.8	11.5
MANABÍ	6.6	3.3	4.3	5.0	1.3	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	2.4	1.3	1.5	4.9	2.8	2.9	4.2
SUCUMBÍOS	2.6	7.3	0.0	5.9	0.3	0.4	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	2.5	3.0	14.8	11.5	15.0	15.0
ZAMORA																				
CHINCHIPE	2.5	5.9	0.3	5.4	0.1	0.3	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	0.8	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
ORELLANA	2.6	7.3	0.0	5.9	0.3	0.4	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	2.5	3.0	14.8	11.5	15.0	15.0

Fuente: Instituto de Estadísticas y Censos (INEC) ESPAC – 2007, 2008, 2009 y 2010, adaptado por el autor.

Anexo 2. Rendimiento en (TM/ha) del arroz, maíz, papa, yuca y tomate en los años 2007, 2008, 2009 y 2010 por cada provincia del Ecuador en estudio.

Provincias	Arroz				Maíz				Papa				Yuca				Tomate			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
AZUAY	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.3	0.7	4.3	3.2	2.0	2.1	6.2	2.7	1.1	1.8	10.6	7.4	3.8	0.0
BOLÍVAR	2.5	3.7	3.0	3.7	1.0	0.6	1.2	1.3	3.5	2.7	2.6	2.0	0.0	0.0	1.1	1.5	27.1	6.5	0.0	0.0
CAÑAR	4.6	9.2	3.7	3.2	2.2	0.8	0.4	0.8	4.2	4.3	2.2	2.7	0.0	0.0	10.5	3.4	0.0	4.5	0.0	0.0
CARCHI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.3	0.9	15.7	11.8	12.5	27.3	0.0	0.0	0.0	5.1	54.3	28.2	18.8	14.1
COTOPAXI	1.4	6.4	6.2	2.9	1.1	3.7	4.0	1.5	4.0	5.4	4.6	6.5	7.4	2.9	4.4	17.8	26.0	29.4	49.0	51.9
IMBABURA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	1.4	0.8	7.0	6.3	6.5	4.4	6.7	1.5	2.2	0.7	31.6	26.3	32.7	33.7
LOJA	6.5	6.6	5.2	3.8	2.5	2.2	1.8	2.4	2.6	1.0	1.1	1.3	2.2	1.5	2.5	3.2	11.9	0.0	12.5	7.9
PICHINCHA	3.0	1.4	0.0	0.0	1.0	1.7	1.0	0.8	9.1	8.1	8.8	12.0	8.2	5.0	4.1	2.2	0.0	2.8	7.9	18.8
TUNGURAHUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	11.8	13.7	12.1	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	41.8	19.7	22.7	32.1
EL ORO	4.4	3.8	4.4	4.2	1.2	1.7	1.6	1.7	0.9	0.6	0.0	0.8	2.2	3.2	1.6	2.3	39.9	0.0	0.0	0.0
ESMERALDAS	0.0	0.0	0.9	1.1	1.0	0.8	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.0	3.8	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
GUAYAS	4.7	4.4	4.2	4.3	2.6	3.3	2.9	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	1.6	1.4	2.0	14.8	14.9	17.3	16.5
LOS RÍOS	4.0	3.6	3.6	4.6	3.7	3.3	3.8	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	7.5	6.1	6.2	0.0	0.0	12.7	0.0
MANABÍ	3.5	2.9	3.3	3.5	1.7	1.6	1.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.0	2.7	2.5	18.7	15.8	4.1	15.3
SUCUMBÍOS	0.0	1.4	1.0	0.9	1.1	1.5	1.0	1.1	0.0	0.0	0.0	2.9	1.7	3.3	3.3	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
ZAMORA																				
CHINCHIPE	0.0	2.1	0.0	0.0	1.2	0.8	0.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	7.8	1.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
ORELLANA	0.0	1.4	1.0	0.9	1.1	1.5	1.0	1.1	0.0	0.0	0.0	2.9	1.7	3.3	3.3	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Instituto de Estadísticas y Censos (INEC) ESPAC – 2007, 2008, 2009 y 2010, adaptado por el autor.

Anexo 3. Rendimiento en (TM/ha) del plátano y café en los años 2007, 2008, 2009 y 2010 por cada provincia del Ecuador en estudio.

Provincias	Plátano				Café			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
AZUAY	0.0	0.0	0.8	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
BOLÍVAR	2.9	1.9	2.8	3.0	0.2	0.2	0.2	0.2
CAÑAR	11.9	2.8	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
CARCHI	1.7	0.0	3.9	0.1	0.2	0.1	0.6	0.0
COTOPAXI	3.6	2.2	2.1	2.9	0.2	0.2	0.3	0.2
IMBABURA	5.2	4.1	2.6	5.4	0.2	0.1	0.0	0.0
LOJA	0.0	7.8	1.4	4.3	0.2	0.2	0.1	0.2
PICHINCHA	5.1	3.5	3.2	3.8	0.0	0.2	0.3	0.5
TUNGURAHUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EL ORO	3.5	5.6	10.1	4.9	0.3	0.3	0.3	0.3
ESMERALDAS	3.8	3.8	3.7	3.3	0.3	0.2	0.2	0.3
GUAYAS	9.6	8.1	6.4	6.7	0.2	0.2	0.2	0.2
LOS RÍOS	6.3	4.5	7.4	7.5	0.2	0.1	0.2	0.2
MANABÍ	7.3	4.2	5.7	4.5	0.2	0.2	0.2	0.2
SUCUMBÍOS	2.5	4.6	4.9	4.7	0.2	0.2	0.2	0.9
ZAMORA CHINCHIPE	3.9	7.5	5.5	6.8	0.3	0.2	0.2	0.6
ORELLANA	2.5	4.6	4.9	4.7	0.2	0.2	0.2	0.9

Fuente: Instituto de Estadísticas y Censos (INEC) ESPAC – 2007, 2008, 2009 y 2010, adaptado por el autor.

Anexo 4. Coeficientes (Kc), de los 12 cultivos agrícolas en estudio.

Cultivo	Coeficiente de cultivo			
	Kc inicial	Kc medio	Kc final	h (m)
Banano	0,50	1,10	1,00	3
Cacao	1,00	1,05	1,05	3
Caña de azúcar	0,40	1,25	0,75	3
Naranja	0,85	0,85	0,85	2
Palma	0,95	1,00	1,00	8
Plátano	0,50	1,10	1,00	3
Arroz	1,05	1,20	0,90 - 0,60	1
Maíz	1,0	1,20	0,60 - 0,35	2
Papa	1,0	1,15	0,74	0,60
Yuca	0,3	0,80	0,30	1
Tomate	1,0	1,15	0,70 - 0,90	0,60
Café	0,95	0,95	0,95	2,3

Fuente: FAO, Evapotranspiración del cultivo (2006), Pág. 103, adaptado por el autor.

Anexo 5. Huella hídrica (HH) de la producción de banano, naranja y plátano en cada provincia del Ecuador para el año 2007.

Categoría de Frutas

Provincias	Banano				Naranja				Platano			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	1,043	4,237	-	5,280	-	-	-	-	-	-	-	-
Carchi	-	-	-	-	-	-	-	-	4,019	1,114	-	5,133
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	3,058	511	-	3,569	1,017	442	-	1,460	3,136	473	-	3,609
Orellana	2,880	823	-	3,703	1,052	510	-	1,562	3,011	900	-	3,912
Esmeraldas	2,204	162	-	2,366	-	-	-	-	2,068	116	-	2,183
Cañar	178	228	-	407	-	-	-	-	368	431	-	800
Pichincha	523	853	-	1,376	4,609	3,473	-	8,082	758	1,406	-	2,164
Zamora Chinchipe	3,029	509	-	3,538	736	322	-	1,058	1,894	292	-	2,186
El Oro	126	131	-	257	-	-	-	-	1,336	1,319	-	2,655
El Oro	1,950	171	-	2,121	4,016	3,031	-	7,047	588	1,757	-	2,346
Guayas	52	151	-	202	1,911	3,729	-	5,641	216	767	-	983
Guayas	31	217	-	248	749	1,651	-	2,401	95	1,276	-	1,371
Los Ríos	80	112	-	192	349	3,217	-	3,566	597	720	-	1,317
Los Ríos	92	100	-	192	1,470	1,507	-	2,977	745	572	-	1,317
Manabí	266	1,584	-	1,850	1,773	1,207	-	2,980	251	1,408	-	1,659
Manabí	278	1,569	-	1,847	811	2,917	-	3,728	270	1,378	-	1,649
Imbabura	-	-	-	-	961	2,758	-	3,719	1,164	522	-	1,686

Imbabura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,129	644	-	1,773
Loja	1,542	3,522	-	5,064	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loja	2,090	4,233	-	6,322	6,467	7,692	1	14,160	-	-	-	-	-
Bolívar	440	2,212	-	2,652	9,957	7,912	1	17,870	519	2,117	-	2,636	-
Bolívar	1,171	1,856	-	3,027	538	1,935	-	2,473	1,480	1,577	-	3,058	-
Cotopaxi	222	207	-	429	1,623	1,212	-	2,836	1,663	716	-	2,380	-
Cotopaxi	199	219	-	418	1,846	713	-	2,559	1,162	1,314	-	2,476	-
Total	21,454	23,606	-	45,060	39,887	44,230	2	84,118	26,470	20,822	-	47,291	-
Promedio nacional	858	944	-	1,802	1,595	1,769	0	3,365	1,059	833	-	1,892	-

Anexo 6. Huella hídrica (HH) de la producción de cacao, caña de azúcar, palma y café en cada provincia del Ecuador para el año 2007.

Categoría de Cultivos Industriales

Provincias	Cacao				Caña de azúcar				Palma				Café			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	1,486	8,014	144	9,644	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carchi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,634	5,084	116	21,834
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	22,085	4,747	112	26,944	-	-	-	-	327	73	90	489	-	-	-	-
Orellana	7,361	10,438	92	17,891	-	-	-	-	355	87	87	530	16,719	4,716	82	21,517
Esmeraldas	22,162	18,187	115	40,464	-	-	-	-	357	59	102	518	13,029	2,602	105	15,736
Cañar	2,090	5,927	135	8,152	67	84	28	179	-	-	113	113	-	-	-	-
Pichincha	10,324	27,531	125	37,980	-	-	-	-	468	303	107	878	-	-	-	-
Zamora Chinchipe	25,631	25,830	147	51,608	-	-	-	-	-	-	-	-	12,217	3,598	130	15,945
El Oro (Arenillas)	4,945	20,316	187	25,448	-	-	-	-	-	-	-	-	9,160	8,202	171	17,533
El Oro (Chacras)	1,221	17,377	160	18,758	-	-	-	-	-	-	-	-	5,151	10,169	171	15,491

Guayas (Rad. Sond)	2,821	13,719	160	16,701	36	150	160	345	249	235	134	617	12,481	18,857	155	31,493
Guayas (Univer)	1,810	18,396	132	20,337	24	251	160	435	103	629	134	866	5,834	30,130	155	36,118
Los Ríos (Pichilingue)	12,666	19,330	132	32,128	88	70	27	185	345	161	111	616	15,563	10,269	117	25,949
Los Ríos (UTB)	15,281	16,531	162	31,973	98	60	27	185	424	79	111	615	19,056	6,721	117	25,894
Manabí (Rocafuerte)	5,548	37,704	162	43,415	-	-	-	-	483	1,171	131	1,785	13,907	18,100	152	32,159
Manabí (Julcuy)	4,992	36,879	129	42,001	-	-	-	-	562	1,083	131	1,776	10,044	22,000	152	32,196
Imbabura (Inguincho)	-	-	-	-	96	27	27	150	-	-	-	-	16,956	4,307	124	21,387
Imbabura (otavalo)	-	-	-	-	81	49	27	157	-	-	-	-	16,102	6,389	124	22,615
Loja (Celica)	14,065	28,832	183	43,080	37	44	27	108	-	-	-	-	12,563	8,419	174	21,155
Loja (Malacatos)	11,901	41,728	183	53,812	55	50	27	132	-	-	-	-	17,701	8,787	174	26,662
Bolívar (Int 3 marz)	3,476	23,970	122	27,568	-	-	-	-	469	1,417	106	1,991	12,219	4,876	110	17,205
Bolívar (Chillanes)	12,172	17,429	122	29,724	-	-	-	-	1,753	629	106	2,489	4,811	15,137	110	20,058
Cotopaxi (El corazon)	10,530	10,925	133	21,588	-	-	-	-	-	-	-	-	15,681	4,391	116	20,188
Cotopaxi (Salcedo)	6,716	17,710	133	24,559	-	-	-	-	-	-	-	-	12,742	10,025	116	22,882
Total	199,283	421,520	2,970	623,7	582	785	510	1,87	5,895	5,925	1,463	13,2	258,568	202,780	2,671	464,0
Promedio nacional	7,971	16,861	119	24,95	23	31	20	75	236	237	59	531	10,343	8,111	107	18,56

Anexo 7. Huella hídrica (HH) de la producción de arroz y maíz en cada provincia del Ecuador para el año 2007.

Categoría de Granos Básicos

Provincias	Arroz				Maíz			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	-	-	-	-	1,828	3,040	357	5,225
Carchi	-	-	-	-	-	-	-	-
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	-	-	-	-	2,112	553	330	2,995
Orellana	-	-	-	-	2,180	576	297	3,053
Esmeraldas	-	-	-	-	1,916	643	440	2,998
Cañar	587	750	168	1,505	920	473	367	1,760
Pichincha	1,455	511	139	2,105	2,224	1,005	339	3,568
Zamora Chinchipe	-	-	-	-	1,918	506	471	2,895
El Oro	365	755	140	1,260	1,149	1,130	488	2,767
El Oro	49	1,024	140	1,212	803	1,262	488	2,553
Guayas	60	1,154	135	1,350	264	821	349	1,434
Guayas	24	1,396	135	1,555	250	1,520	349	2,120
Los Ríos	410	985	139	1,534	341	325	351	1,016
Los Ríos	702	658	139	1,499	334	321	351	1,006
Manabí	623	1,606	157	2,386	406	1,886	610	2,901
Manabí	1,514	1,029	157	2,700	428	1,877	610	2,914
Imbabura	-	-	-	-	2,345	609	322	3,276
Imbabura	-	-	-	-	2,085	1,068	322	3,474
Loja	64	819	140	1,024	405	760	356	1,521
Loja	184	780	140	1,104	843	581	356	1,779
Bolívar	140	2,084	144	2,368	517	2,097	371	2,985
Bolívar	674	1,360	144	2,178	1,171	1,489	371	3,031
Cotopaxi	2,870	1,166	136	4,172	2,088	566	339	2,992
Cotopaxi	859	3,145	136	4,140	1,869	971	339	3,179
Total	10,580	19,223	2,289	32,092	28,394	24,077	8,973	61,445
Promedio nacional	423	769	92	1,284	1,136	963	359	2,458

Anexo 8. Huella hídrica (HH) de la producción de yuca, tomate y papa en cada provincia del Ecuador para el año 2007.

Categoría de Hortalizas

Provincias	Yuca				Tomate				Papa			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	125	538	-	663	150	307	-	457	52	781	139	973
Carchi	-	-	-	-	48	19	-	67	73	108	133	314
Tungurahua	-	-	-	-	40	51	-	92	132	84	131	346
Sucumbios	1,611	368	-	1,979	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	1,841	436	-	2,277	-	-	-	-	-	-	-	-
Esmeraldas	1,575	345	-	1,920	-	-	-	-	-	-	-	-
Cañar	-	-	-	-	-	-	-	-	199	605	160	965
Pichincha	193	373	-	566	-	-	-	-	51	407	134	591
Zamora				1,01								
Chinchipe	827	185	2	1,014	-	-	-	-	-	-	-	-
El Oro	936	857	7	1,799	59	39	2	100	1,300	1,838	158	3,295
El Oro	726	799	7	1,531	33	55	2	90	142	2,740	158	3,040
Guayas	556	553	-	1,109	2,405	152	-	2,557	-	-	-	-
Guayas	296	1,327	-	1,623	43	390	-	433	-	-	-	-
Los Ríos	344	113	-	457	-	-	-	-	-	-	-	-
Los Ríos	375	81	-	457	-	-	-	-	-	-	-	-
Manabí	839	946	-	1,785	363	1,756	-	2,119	-	-	-	-
Manabí	1,100	761	-	1,861	581	1,518	-	2,099	-	-	-	-
Imbabura	301	208	-	508	82	32	-	114	98	332	135	564
Imbabura	476	52	-	528	70	51	-	121	121	333	135	588
Loja	183	1,311	4	1,498	204	106	-	311	73	1,049	243	1,365
Loja	606	1,260	4	1,870	175	210	-	385	120	1,252	243	1,615
Bolívar	-	-	-	-	18	107	-	124	30	787	178	995
Bolívar	-	-	-	-	101	32	-	132	127	765	178	1,070
Cotopaxi	209	289	-	499	118	15	-	133	105	720	137	962
Cotopaxi	227	237	-	465	53	98	-	151	186	574	137	897
Total				24,4				9,48				17,5
Promedio nacional	13,347	11,039	24	10	4,542	4,939	4	6	2,807	12,375	2,399	81
nacional	534	442	1	976	182	198	0	379	112	495	96	703

Anexo 9. Huella hídrica (HH) de la producción de banano, naranja y plátano en cada provincia del Ecuador para el año 2008.

Categoría de Frutas

Provincias	Banano				Naranja				Plátano			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	161	5,256	-	5,417	-	-	-	-	-	-	-	-
Carchi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	1,042	232	-	1,274	-	-	-	-	1,746	163	-	1,909
Esmeraldas	2,077	97	-	2,174	-	-	-	-	2,093	151	-	2,244
Pichincha	513	494	-	1,006	9,629	3,074	-	12,703	1,579	1,399	-	2,978
Zamora				1,52				9,65				1,14
Chinchi	1,173	354	-	1,527	6,511	3,146	-	9,657	992	152	-	1,144
El Oro	144.4	83.2	-	228	4,572	1,361	-	5,933	984	538	-	1,523
El Oro	1,950	171	-	2,121	2,407	3,498	-	5,905	481	993	-	1,474
Guayas	59	182	-	241	977	2,580	-	3,556	322	1,071	-	1,393
Guayas	49	198	-	246	944	3,151	-	4,094	125	1,873	-	1,998
Los Ríos	73	110	-	183	1,010	1,275	-	2,286	699	1,224	-	1,923
Los Ríos	53	124	-	177	929	1,280	-	2,209	651	1,200	-	1,852
Manabí	585	3,126	-	3,711	1,552	3,065	-	4,617	516	2,350	-	2,866
Manabí	631	3,081	-	3,712	1,505	3,085	-	4,590	546	2,268	-	2,814
Imbabura	-	-	-	-	-	-	-	-	1,447	649	-	2,096
Imbabura	-	-	-	-	-	-	-	-	1,404	801	-	2,205
Loja	2,566	3,892	-	6,458	5,940	3,676	-	9,616	-	-	-	-
Loja	3,178	4,440	-	7,618	7,745	3,715	1	11,460	-	-	-	-
Bolívar	3,053	2,156	-	5,209	2,253	908	1	3,162	2,934	1,486	-	4,420
Bolívar	2,391	3,077	-	5,468	1,872	1,411	-	3,283	2,710	1,767	-	4,477
Cotopaxi	223	90	-	313	4,680	554	-	5,233	3,417	399	-	3,815
Cotopaxi	201	124	-	325	4,370	1,163	-	5,533	2,655	1,428	-	4,082
Total	20,377	27,509	-	47,885	56,897	36,940	2	93,838	27,227	21,221	-	48,448
Promedio nacional	815	1,100	-	1,915	2,276	1,478	0	3,754	1,089	849	-	1,938

Anexo 10. Huella hídrica (HH) de la producción de cacao, caña de azúcar, palma y café en cada provincia del Ecuador para el año 2008.

Categoría de Cultivos Industriales

Provincias	Cacao				Palma				Caña de azúcar				Café			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	350	26,485	144	26,980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carchi	-	-	-	-	-	-	-	-	103	75	-	179	39,229	5,827	116	45,172
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	8,030	6,382	92	14,505	424	75	87	586	-	-	-	-	17,226	3,454	82	20,762
Esmeraldas	12,144	9,752	115	22,010	278	46	102	426	-	-	-	-	18,857	3,782	105	22,744
Cañar	6,762	9,881	135	16,778	-	-	-	-	99	63	28	191	-	-	-	-
Pichincha	9,134	20,336	125	29,595	609	41	107	757	-	-	-	-	22,406	4,896	113	27,414
Zamora Chinchipe	8,008	7,096	147	15,251	-	-	-	-	-	-	-	-	22,066	4,385	130	26,581
El Oro (Arenillas)	71	159	187	417	-	-	-	-	-	-	-	-	12,812	4,653	171	17,636
El Oro (Chacras)	1,217	4,155	160	5,532	-	-	-	-	-	-	-	-	5,819	10,203	171	16,194
Guayas (Rad. Sond)	3,009	10,275	160	13,445	255	176	134	565	40	159	160	359	16,647	15,830	155	32,632
Guayas (Univer)	1,329	19,476	132	20,937	229	566	134	928	48	207	160	415	14,526	27,417	155	42,097
Los Ríos (Pichilingue)	9,188	22,654	132	31,974	403	172	111	686	92	70	27	189	51,166	33,724	117	85,007
Los Ríos (UTB)	6,700	23,211	162	30,073	182	368	111	661	61	95	27	183	28,441	50,820	117	79,378
Manabí (Rocafuerte)	6,332	53,419	162	59,912	1,277	1,589	131	2,997	-	-	-	-	15,294	19,780	152	35,226
Manabí (Julcuy)	7,662	50,862	129	58,653	1,414	1,413	131	2,957	-	-	-	-	13,397	21,630	152	35,179
Imbabura (Inguincho)	-	-	-	-	-	-	-	-	136	39	27	202	41,203	10,460	124	51,787
Imbabura (otavalo)	-	-	-	-	-	-	-	-	115	69	27	211	39,483	15,518	124	55,124

Loja (Celica)	6,562	9,507	183	16,252	-	-	-	-	333	247	27	607	20,052	9,912	174	30,138
Loja (Malacatos)	4,799	14,793	183	19,775	-	-	-	-	444	273	27	744	28,404	9,356	174	37,934
Bolívar (Int 3 marz)	23,195	27,145	122	50,461	-	-	-	-	-	-	-	-	14,974	4,933	110	20,017
Bolívar (Chillanes)	17,494	32,846	122	50,461	-	-	-	-	-	-	-	-	6,404	12,552	110	19,066
Cotopaxi (El corazon)	13,856	17,781	133	31,770	-	-	-	-	-	-	-	-	15,416	4,690	116	20,222
Cotopaxi (Salcedo)	16,273	19,907	133	36,313	-	-	-	-	-	-	-	-	17,263	5,632	116	23,011
Total	162,116	386,120	2,858	551,095	5,071	4,446	1,048	10,565	1,472	1,298	510	3,280	461,087	279,452	2,784	743,322
Promedio nacional	6,485	15,445	114	22,044	203	178	42	423	59	52	20	131	18,443	11,178	111	29,733

Anexo 11. Huella hídrica (HH) de la producción de arroz y maíz en cada provincia del Ecuador para el año 2008.

Categoría de Granos Básicos

Provincias	Arroz				Maíz			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	-	-	-	-	375	2,466	357	3,198
Carchi	-	-	-	-	1,593	1,098	-	-
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	-	-	-	-	1,600	422	297	2,319
Esmeraldas	-	-	-	-	2,415	646	440	3,501
Cañar	461	160	168	788	1,815	1,720	367	3,902
Pichincha	4,787	132	139	5,058	1,676	205	339	2,220
Zamora Chinchipe	-	-	-	-	2,570	1,237	471	4,277
El Oro	545	852	140	1,538	993	393	488	1,875
El Oro	305	944	140	1,390	678	788	488	1,954
Guayas	81	1,232	135	1,448	301	1,763	349	2,413
Guayas	21	1,772	135	1,928	203	1,279	349	1,831
Los Ríos	765	830	139	1,735	271	472	351	1,094
Los Ríos	328	991	139	1,459	294	434	351	1,079
Manabí	1,939	644	157	2,740	677	1,674	610	2,961
Manabí	1,772	879	157	2,808	658	1,742	610	3,010
Imbabura	-	-	-	-	2,412	626	322	3,361
Imbabura	-	-	-	-	2,145	1,098	322	3,565
Loja	235	647	140	1,023	676	611	356	1,643
Loja	175	645	140	960	1,199	325	356	1,880
Bolívar	719	634	144	1,497	2,724	1,871	371	4,966
Bolívar	669	872	144	1,685	2,626	2,368	371	5,365
Cotopaxi	555	330	136	1,021	545	179	339	1,062
Cotopaxi	550	558	136	1,244	617	189	339	1,145
Total	13,908	12,124	2,289	28,321	29,064	23,608	8,643	58,624
Promedio nacional	556	485	92	1,133	1,163	944	346	2,345

Anexo 12. Huella hídrica (HH) de la producción de yuca, tomate y papa en cada provincia del Ecuador para el año 2008.

Categoría de Hortalizas

Provincias	Yuca				Tomate				Papa			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	746	9,326	-	10,073	1,909	31,361	-	33,270	517	10,627	139	11,283
Carchi	-	-	-	-	117	9	-	127	91	153	133	377
Tungurahua	-	-	-	-	152	89	-	242	132	64	131	327
Sucumbios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	856	195	-	1,051	-	-	-	-	-	-	-	-
Esmeraldas	2,854	631	-	3,485	-	-	-	-	-	-	-	-
Cañar	-	-	-	-	-	-	-	-	236	534	160	930
Pichincha	406	437	-	843	1,085	415	-	1,501	53	414	134	601
Zamora												
Chinchi	351	79	2	431	-	-	-	-	-	-	-	-
El Oro	977	110	7	1,094	-	-	-	-	1,762	2,544	158	4,465
El Oro	502	551	7	1,061	-	-	-	-	1,253	2,918	158	4,329
Guayas	1,608	918	-	2,526	159	221	-	379	-	-	-	-
Guayas	957	3,162	-	4,119	142	258	-	399	-	-	-	-
Los Ríos	363	120	-	483	-	-	-	-	-	-	-	-
Los Ríos	207	212	-	419	-	-	-	-	-	-	-	-
Manabí	1,128	1,063	-	2,191	118	209	-	327	-	-	-	-
Manabí	1,256	928	-	2,184	129	191	-	320	-	-	-	-
Imbabura	2,148	114	-	2,262	98	39	-	137	109	370	135	614
Imbabura	1,369	1,059	-	2,429	85	60	-	146	132	375	135	642
Loja	918	1,322	4	2,244	-	-	-	-	437	2,556	243	3,236
Loja	1,143	1,456	4	2,603	-	-	-	-	520	2,845	243	3,608
Bolívar	-	-	-	-	431	94	-	524	257	823	178	1,257
Bolívar	-	-	-	-	382	144	-	526	188	959	178	1,325
Cotopaxi	993	187	-	1,180	100	12	-	112	200	357	137	695
Cotopaxi	705	491	-	1,197	79	51	-	129	180	386	137	703
Total	19,488	22,362	24	41,874	4,987	33,152	-	38,139	6,067	25,925	2,399	34,392
Promedio nacional	780	894	1	1,675	199	1,326	-	1,526	243	1,037	96	1,376

Anexo 13. Huella hídrica (HH) de la producción de banano, naranja y plátano en cada provincia del Ecuador para el año 2009.

Categoría de Frutas

Provincias	Banano				Naranja				Plátano			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	2,481	10,074	-	12,556	-	-	-	-	-	-	-	-
Carchi	-	-	-	-	-	-	-	-	1,719	476	-	2,195
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	-	-	-	-	2,319	1,008	-	3,326	1,576	237	-	1,813
Orellana	-	-	-	-	2,397	1,163	-	3,560	1,513	452	-	1,966
Esmeraldas	1,566	115	-	1,681	-	-	-	-	2,155	121	-	2,275
Cañar	146	186	-	332	-	-	-	-	2,637	3,089	-	5,726
Pichincha	529	863	-	1,393	4,112	3,098	-	7,211	1,198	2,224	-	3,422
Zamora				14,44				16,64				
Chinchiipe	10,500	3,949	-	9	11,583	5,063	-	6	1,344	208	-	1,551
El Oro (Arenillas)	134	140	-	273	-	-	-	-	460	454	-	915
Guayas (Rad. Sond)	51	150	-	201	818	1,804	-	2,622	323	1,151	-	1,474
Guayas (Univer)	31	216	-	247	382	3,514	-	3,895	142	1,914	-	2,056
Los Ríos (Pichilingue)	57	80	-	137	1,311	1,343	-	2,655	503	606	-	1,110
Los Ríos (UTB)	66	72	-	137	1,581	1,076	-	2,657	628	481	-	1,109
Manabí (Rocafuerte)	409	2,438	-	2,847	1,775	6,382	-	8,156	324	1,820	-	2,145
Manabí (Julcuy)	428	2,415	-	2,843	2,102	6,035	-	8,137	350	1,782	-	2,132
Imbabura (otavalo)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,277	1,299	-	3,576
Loja (Celica)	1,081	2,468	-	3,549	10,804	12,850	-	23,654	-	-	-	-
Loja (Malacatos)	1,464	2,966	-	4,430	16,635	13,217	1	29,853	-	-	-	-
Bolívar (Chillanes)	1,528	2,421	-	3,949	1,981	1,480	-	3,461	1,509	1,608	-	3,117
Cotopaxi (El corazon)	134	126	-	260	5,150	1,990	-	7,140	2,764	1,191	-	3,955
Cotopaxi (Salcedo)	121	133	-	253	4,465	2,640	-	7,105	1,931	2,183	-	4,115
Total	21,357	31,880	-	53,237	68,070	65,025	2	133,097	26,433	25,112	-	51,545
Promedio nacional	854	1,275	-	2,129	2,723	2,601	0	5,324	1,057	1,004	-	2,062

Anexo 14. Huella hídrica (HH) de la producción de cacao, caña de azúcar, palma y café en cada provincia del Ecuador para el año 2009.

Categoría de Cultivos Industriales

Provincias	Palma				Cacao				Caña de azúcar				Café			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	-	-	-	-	3,927	21,181	144	25,252	-	-	-	-	-	-	-	-
Carchi	-	-	-	-	9,259	12,051	-	-	61	37	-	98	6,083	1,859	116	8,058
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	321	71	90	482	26,174	5,616	112	31,903	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	349	86	87	522	8,724	12,370	92	21,186	-	-	-	-	18,273	5,155	82	23,509
Esmeraldas	422	70	102	594	10,952	8,987	115	20,053	-	-	-	-	18,571	3,709	105	22,385
Cañar	-	-	113	113	9,195	26,080	135	35,410	108	136	28	272	-	-	-	-
Pichincha	483	312	107	902	8,649	23,066	125	31,841	-	-	-	-	16,528	3,611	113	20,252
Zamora Chinchipe	-	-	-	-	11,119	11,206	147	22,472	-	-	-	-	21,223	6,251	130	27,604
El Oro (Arenillas)	-	-	-	-	4,229	17,374	187	21,789	-	-	-	-	8,676	7,769	171	16,616
Guayas (Rad. Sond)	221	209	134	564	2,178	10,592	160	12,930	35	147	160	342	11,074	16,731	155	27,960
Guayas (Univer)	92	560	134	786	1,397	14,203	132	15,732	24	247	160	431	5,176	26,732	155	32,063
Los Ríos (UTB)	365	68	111	545	7,865	8,508	162	16,535	123	75	27	225	16,600	5,855	117	22,572
Manabí (Julcuy)	940	1,812	131	2,883	4,932	36,431	129	41,492	-	-	-	-	10,339	22,647	152	33,137
Imbabura (Inguincho)	-	-	-	-	-	-	-	-	65	18	27	111	79	31	124	234
Imbabura (otavalo)	-	-	-	-	-	-	-	-	55	33	27	115	68	49	124	241
Loja (Celica)	-	-	-	-	-	-	-	-	66	78	27	171	23,935	16,040	174	40,149
Loja (Malacatos)	-	-	-	-	-	-	-	-	97	90	27	214	33,725	16,742	174	50,641

Bolívar (Chillanes)	1,151	413	106	1,671	5,364	7,681	122	13,168	-	-	-	-	11,336	8,669	110	20,115
Cotopaxi (El corazon)	-	-	-	-	12,227	12,685	133	25,045	-	-	-	-	13,467	3,771	116	17,355
Cotopaxi (Salcedo)	-	-	-	-	7,799	20,564	133	28,495	-	-	-	-	10,943	8,610	116	19,669
Total	5,758	6,630	1,463	13,851	151,893	321,215	2,604	454,403	746	949	510	2,205	263,739	203,699	2,784	470,223
Promedio nacional	230	265	59	554	6,076	12,849	104	18,176	30	38	20	88	10,550	8,148	111	18,809

Anexo 15. Huella hídrica (HH) de la producción de arroz y maíz en cada provincia del Ecuador para el año 2009.

Categoría de Granos Básicos

Provincias	Arroz				Maíz			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	-	-	-	-	1,575	7,352	357	9,284
Carchi	-	-	-	-	360	278	-	-
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	-	-	-	-	2,219	582	330	3,131
Orellana	-	-	-	-	2,291	605	297	3,193
Esmeraldas	-	-	-	-	1,963	659	440	3,062
Cañar	740	945	168	1,853	5,065	2,602	367	8,034
Pichincha	-	-	-	-	2,327	1,052	339	3,718
Zamora Chinchipe	-	-	-	-	3,802	1,004	471	5,277
El Oro	365	755	140	1,260	880	866	488	2,234
El Oro	49	1,023	140	1,212	616	967	488	2,070
Guayas	67	1,290	135	1,492	243	757	349	1,349
Guayas	27	1,559	135	1,721	231	1,402	349	1,981
Los Ríos	458	1,099	139	1,696	333	318	351	1,002
Los Ríos	783	735	139	1,656	327	314	351	992
Manabí	669	1,726	157	2,553	392	1,824	610	2,826
Manabí	1,627	1,106	157	2,890	414	1,815	610	2,839
Imbabura	-	-	-	-	1,338	685	322	2,345
Loja	81	1,031	140	1,252	569	1,069	356	1,995
Loja	232	982	140	1,354	1,185	817	356	2,358
Bolívar	117	1,737	144	1,998	443	1,796	371	2,610
Bolívar	562	1,134	144	1,840	1,004	1,275	371	2,650
Cotopaxi	633	257	136	1,027	554	150	339	1,043
Cotopaxi	190	694	136	1,019	496	257	339	1,092
Total	6,599	16,074	2,150	24,823	30,132	28,836	8,973	67,303
Promedio nacional	264	643	86	993	1,205	1,153	359	2,692

Anexo 16. Huella hídrica (HH) de la producción de yuca, tomate y papa en cada provincia del Ecuador para el año 2009.

Categoría de Hortalizas

Provincias	Yuca				Tomate				Papa			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	125	2,928	-	3,053	150	853	-	1,003	52	1,653	139	1,844
Carchi	-	-	-	-	139	54	-	194	91	6,448	133	6,672
Tungurahua	-	-	-	-	173	79	-	251	149	39	131	320
Sucumbios	854	195	-	1,049	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	976	231	-	1,207	-	-	-	-	-	-	-	-
Esmeraldas	739	162	-	901	-	-	-	-	-	-	-	-
Pichincha	381	739	-	1,120	247	312	-	559	53	422	134	608
Zamora				3,390								
Chinchiipe	2,771	619	2	3,392	-	-	-	-	-	-	-	-
El Oro	1,313	1,202	7	2,523	-	-	-	-	-	-	-	-
El Oro	1,019	1,121	7	2,147	-	-	-	-	-	-	-	-
Guayas	1,347	1,340	-	2,687	2,055	130	-	2,185	-	-	-	-
Guayas	718	3,214	-	3,932	37	333	-	370	-	-	-	-
Los Ríos	430	140	-	570	-	-	-	-	-	-	-	-
Los Ríos	469	102	-	570	-	-	-	-	-	-	-	-
Manabí	767	865	-	1,632	219	1,062	-	1,281	-	-	-	-
Manabí	1,006	696	-	1,702	352	918	-	1,270	-	-	-	-
Imbabura	927	640	-	1,567	79	31	-	110	104	352	135	591
Imbabura	1,469	159	-	1,628	68	49	-	117	128	354	135	617
Loja	164	1,174	4	1,342	195	101	-	296	168	2,425	243	2,836
Loja	542	1,128	4	1,674	167	200	-	367	277	2,896	243	3,416
Bolívar	-	-	-	-	-	-	-	-	41	1,069	178	1,288
Bolívar	-	-	-	-	-	-	-	-	173	1,039	178	1,390
Cotopaxi	354	490	-	844	62	8	-	71	92	634	137	863
Cotopaxi	384	402	-	786	28	52	-	80	164	505	137	805
Total	16,756	17,547	24	34,327	3,969	4,185	-	8,154	1,870	18,982	2,083	22,935
Promedio nacional	670	702	1	1,373	159	167	-	326	75	759	83	917

Anexo 17. Huella hídrica (HH) de la producción de banano, naranja y plátano en cada provincia del Ecuador para el año 2010.

Categoría de Frutas

Provincias	Banano				Naranja				Plátano			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	327	10,675	-	11,002	-	-	-	-	-	-	-	-
Carchi	-	-	-	-	4,279	1,920	-	6,199	59,210	16,416	-	75,626
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	1,373	170	-	1,543	1,867	794	-	2,661	1,678	157	-	1,835
Orellana	1,288	287	-	1,574	1,903	812	-	2,715	1,703	159	-	1,862
Esmeraldas	2,175	102	-	2,277	-	-	-	-	2,417	175	-	2,592
Cañar	192	169	-	361	-	-	-	-	10,554	7,179	-	17,733
Pichincha	1,335	1,285	-	2,620	8,779	2,802	-	11,581	1,438	1,274	-	2,712
Zamora Chinchipe	1,273	384	-	1,657	7,924	3,829	-	11,753	1,087	167	-	1,254
El Oro (Arenillas)	148	86	-	234	5,808	1,730	-	7,538	1,111	607	-	1,719
El Oro (Chacras)	73	163	-	236	3,058	4,444	-	7,502	543	1,121	-	1,663
Guayas (Rad. Sond)	59	182	-	241	988	2,610	-	3,598	388	1,288	-	1,676
Guayas (Univer)	49	197	-	246	955	3,188	-	4,143	151	2,254	-	2,405
Los Ríos (Pichilingue)	55	83	-	138	1,201	1,516	-	2,717	418	732	-	1,150
Los Ríos (UTB)	40	94	-	134	1,104	1,521	-	2,625	390	718	-	1,108
Manabí (Rocafuerte)	384	2,052	-	2,436	2,523	4,981	-	7,503	487	2,218	-	2,705
Manabí (Julcuy)	414	2,022	-	2,436	2,446	5,013	-	7,459	515	2,140	-	2,656
Imbabura (Inguincho)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,114	499	-	1,613
Imbabura (otavalo)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,080	616	-	1,697
Loja (Celica)	836	1,268	-	2,104	19,169	11,861	-	31,030	-	-	-	-
Loja (Malacatos)	1,035	1,447	-	2,482	24,991	11,986	1	36,979	-	-	-	-
Bolívar (Int 3 marz)	667	1,787	-	2,454	667	951	1	1,619	504	947	-	1,452

Bolívar (Chillanes)	1,982	2,550	-	4,532	1,961	1,478	-	3,439	1,728	1,126	-	2,854
Cotopaxi (El corazon)	227	91	-	319	3,948	467	-	4,415	2,563	299	-	2,862
Cotopaxi (Salcedo)	204	127	-	331	3,687	981	-	4,668	1,992	1,071	-	3,063
Total	14,139	25,218	-	39,357	97,257	62,884	2	160,143	91,071	41,165	-	132,236
Promedio nacional	566	1,009	-	1,574	3,890	2,515	0	6,406	3,643	1,647	-	5,289

Anexo 18. Huella hídrica (HH) de la producción de cacao, caña de azúcar, palma y café en cada provincia del Ecuador para el año 2010.

Categoría de Cultivos Industriales

Provincias	Palma				Cacao				Caña de azúcar				Café			
	HH verde m ³ /ton	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul m ³ /ton	HH gris	Total	HH verde	HH azul m ³ /ton	HH gris	Total	HH verde	HH azul m ³ /ton	HH gris	Total
Azuay	-	-	-	-	337	25,475	144	25,956	-	-	-	-	-	-	-	-
Carchi	-	-	-	-	-	-	-	-	51	31	-	82	-	-	-	-
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	324	57	90	471	10,708	8,997	112	19,817	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	327	58	87	471	11,133	8,848	92	20,073	-	-	-	-	16,700	3,349	82	20,131
Esmeraldas	317	52	102	471	9,831	7,894	115	17,840	-	-	-	-	13,081	2,623	105	15,809
Cañar	-	-	113	113	5,019	7,335	135	12,489	132	85	28	245	-	-	-	-
Pichincha	547	37	107	690	10,013	22,292	125	32,431	-	-	-	-	8,612	4,341	113	13,066
Zamora Chinchipe	-	-	-	-	9,725	8,616	147	18,488	-	-	-	-	17,781	3,533	130	21,444
El Oro (Arenillas)	-	-	-	-	8,616	12,387	187	21,190	-	-	-	-	13,575	4,931	171	18,677
El Oro (Chacras)	-	-	-	-	4,455	15,209	160	19,823	-	-	-	-	6,166	10,811	171	17,148
Guayas (Rad. Sond)	283	196	134	613	2,429	8,294	160	10,883	44	176	160	381	17,430	16,574	155	34,160
Guayas (Univer)	254	628	134	1,016	1,073	15,721	132	16,926	53	230	160	443	15,209	28,706	155	44,070
Los Ríos (Pichilingue)	354	152	111	617	3,809	9,391	132	13,332	94	71	27	192	12,380	8,160	117	20,657
Los Ríos (UTB)	160	324	111	595	2,778	9,622	162	12,562	62	97	27	186	6,882	12,296	117	19,295
Manabí (Rocafuerte)	848	1,055	131	2,033	4,022	33,931	162	38,115	-	-	-	-	13,304	17,206	152	30,662
Manabí (Julcuy)	938	938	131	2,007	4,867	32,307	129	37,303	-	-	-	-	11,653	18,816	152	30,621
Imbabura (Inguincho)	-	-	-	-	-	-	-	-	79	23	27	129	76	30	124	231
Loja (Celica)	-	-	-	-	9,827	14,238	183	24,248	131	97	27	256	18,440	9,116	174	27,730
Loja (Malacatos)	-	-	-	-	7,187	22,154	183	29,524	175	108	27	310	26,121	8,604	174	34,899

Bolívar (Int 3 marz)	172	114	106	392	4,618	20,261	122	25,001	-	-	-	-	20,667	6,808	110	27,586
Bolívar (Chillanes)	604	220	106	930	13,058	24,517	122	37,696	-	-	-	-	16,444	9,820	110	26,374
Cotopaxi (El corazon)	-	-	-	-	6,819	8,750	133	15,702	-	-	-	-	19,282	5,866	116	25,264
Cotopaxi (Salcedo)	-	-	-	-	8,008	9,796	133	17,937	-	-	-	-	21,593	7,044	116	28,753
				10,42				467,33				2,35				456,81
Total	5,127	3,830	1,463	0	138,330	326,038	2,970	9	890	958	510	8	275,465	178,682	2,668	5
Promedio nacional	205	153	59	417	5,533	13,042	119	18,694	36	38	20	94	11,019	7,147	107	18,273

Anexo 19. Huella hídrica (HH) de la producción de arroz y maíz en cada provincia del Ecuador para el año 2010.

Categoría de Granos Básicos

Provincias	Arroz				Maíz			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	-	-	-	-	672	4,416	357	5,445
Carchi	-	-	-	-	1,671	1,289	-	-
Tungurahua	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucumbios	-	-	-	-	2,073	543	330	2,947
Orellana	-	-	-	-	2,148	567	297	3,012
Esmeraldas	-	-	-	-	2,182	584	440	3,206
Cañar	1,332	461	168	1,961	1,871	1,773	367	4,011
Pichincha	-	-	-	-	3,724	455	339	4,518
Zamora Chinchipe	-	-	-	-	1,802	867	471	3,140
El Oro (Arenillas)	493	770	140	1,403	1,007	399	488	1,893
El Oro (Chacras)	276	853	140	1,269	688	798	488	1,974
Guayas (Rad. Sond)	83	1,267	135	1,486	330	1,935	349	2,614
Guayas (Univer)	22	1,823	135	1,980	223	1,404	349	1,976
Los Ríos (Pichilingue)	593	749	139	1,481	227	396	351	974
Los Ríos (UTB)	296	895	139	1,330	246	364	351	961
Manabí (Rocafuerte)	1,586	527	157	2,270	551	1,363	610	2,524
Manabí (Julcuy)	1,450	719	157	2,326	535	1,418	610	2,563
Imbabura (otavalo)	-	-	-	-	2,447	1,253	322	4,023
Loja (Celica)	410	1,127	140	1,677	632	572	356	1,560
Loja (Malacatos)	305	1,123	140	1,568	1,121	304	356	1,781
Bolívar (Int 3 marz)	95	630	144	869	399	786	371	1,555
Bolívar (Chillanes)	665	866	144	1,674	1,102	994	371	2,467
Cotopaxi (El corazon)	1,229	730	136	2,095	1,331	436	339	2,106
Cotopaxi (Salcedo)	1,217	1,236	136	2,589	1,508	462	339	2,308
Total	10,051	13,776	2,150	25,978	31,245	24,090	8,973	61,348
Promedio nacional	402	551	86	1,039	1,250	964	359	2,454

Anexo 20. Huella hídrica (HH) de la producción de yuca, tomate y papa en cada provincia del Ecuador para el año 2010.

Categoría de Hortalizas

Provincias	Yuca				Tomate				Papa			
	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total	HH verde	HH azul	HH gris	Total
	m ³ /ton				m ³ /ton				m ³ /ton			
Azuay	149	1,865	-	2,015	-	-	-	-	77	1,578	139	1,794
Carchi	-	-	-	-	185	72	-	258	42	62	133	237
Tungurahua	-	-	-	-	52	67	-	119	140	89	131	359
Sucumbios	944	216	-	1,160	-	-	-	-	-	-	-	-
Orellana	961	219	-	1,180	-	-	-	-	-	-	-	-
Esmeraldas	1,209	268	-	1,477	-	-	-	-	-	-	-	-
Pichincha	927	997	-	1,925	161	62	-	222	36	281	134	451
Zamora Chinchipe	1,403	314	2	1,719	-	-	-	-	-	-	-	-
El Oro (Arenillas)	1,392	157	7	1,556	-	-	-	-	1,426	2,059	158	3,643
El Oro (Chacras)	716	786	7	1,508	-	-	-	-	1,014	2,361	158	3,533
Guayas (Rad. Sond)	1,293	738	-	2,032	143	199	-	342	-	-	-	-
Los Ríos (UTB)	254	260	-	514	-	-	-	-	-	-	-	-
Manabí (Rocafuerte)	891	840	-	1,730	122	215	-	338	-	-	-	-
Manabí (Julcuy)	992	733	-	1,725	134	198	-	331	-	-	-	-
Imbabura (Inguincho)	4,936	263	-	5,199	76	30	-	107	153	521	135	809
Imbabura (otavalo)	3,148	2,434	-	5,582	67	47	-	113	187	528	135	849
Loja (Celica)	422	607	4	1,032	339	112	-	451	337	1,974	243	2,554
Loja (Malacatos)	525	668	4	1,197	330	216	-	546	401	2,197	243	2,842
Bolívar (Chillanes)	-	-	-	-	-	-	-	-	252	1,286	178	1,716
Cotopaxi (El corazon)	161	30	-	192	57	7	-	63	164	293	137	594
Cotopaxi (Salcedo)	114	80	-	194	45	29	-	73	147	316	137	601
Total	21,654	14,165	24	35,843	1,839	1,486	-	3,324	4,803	15,492	2,399	22,695
Promedio nacional	866	567	1	1,434	74	59	-	133	192	620	96	908