



Instituto de Investigaciones

Económicas y Sociales

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y SOCIALES
POSGRADO EN ECONOMÍA
MÉRIDA-VENEZUELA

www.bdigital.ula.ve

**Metabolismo económico: una medición de la huella
ecológica del cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela),
2012-2015**

Trabajo de grado para optar al título de MSc en Economía

Mención: Economía y políticas agroalimentarias

Autor: **Juan Carlos Rivera Álvarez**

Tutora: Profesora MSc **Katty Marisabel Díaz Morales**

Junio 2016

c.c Reconocimiento

Agradecimientos

Quiero dar las gracias por el desarrollo de la maestría y de esta investigación, inicialmente, a Dios, en él todo. Seguidamente, a mi madre Gloria, Tía Eliza, hermanos y demás familiares y amigos por su comprensión y apoyo.

De manera muy especial, a mi tutora, la profesora Katty Marisabel Díaz Morales por su comprensión, solidaridad, esfuerzo y guía. De igual manera, al Consejo de Estudios de Posgrado (CEP), al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA), a la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales (FACES), a la Sección de Estudios de Posgrado en Economía (SEPEC), al Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IIES), al Centro de Investigaciones Agroalimentarias (CIAAL) y al Dojo Kayzen (sensei Wilder Avendaño) de la Dirección de Deportes, todos ellos de la Universidad de Los Andes. En tal sentido, en general, inmensa gratitud a la Universidad de Los Andes, Mérida –Venezuela.

Por otra parte, agradecimientos al Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT) de Mérida y del municipio Caracciolo Parra y Olmedo, al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Mérida), a la Corporación de Los Andes (CORPOANDES) y a la Alcaldía a los pobladores y cultivadores de la localidad de Tucaní.

Y finalmente, una inmensa gratitud expresa en compromiso, al solidario, fraternal y querido hermano pueblo de Venezuela. En definitiva, gracias totales.

Índice

	Pág.
Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	4
Capítulo I.....	7
1. El problema.....	7
1.1. Planteamiento del problema.....	7
1.2. Justificación y delimitación del problema.....	11
1.3. Formulación de hipótesis.....	14
2. Objetivos de la investigación.....	15
2.1. Objetivo general.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. Marco metodológico.....	15
3.1. Tipo de investigación.....	16
3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.3. Diseño de la investigación	18
Capítulo II.....	19
1. Marco de referencia	19
2. Marco teórico.....	22
2.1 El desarrollo sostenible y sus indicadores.....	22
2.1.1 Antecedentes del desarrollo sostenible.....	22
2.1.2 El desarrollo sostenible.....	27
2.1.3 Indicadores de desarrollo sostenible (IDS).....	33
2.1.3.1 ¿Qué es un indicador de sustentabilidad?.....	34
2.1.3.1.1 Características de los indicadores.....	35
2.1.3.2 Los indicadores de desarrollo sostenible.....	36

2.1.3.2.1 Tipología de los indicadores de sostenibilidad	
ambiental y desarrollo sostenible.....	38
2.1.4 Metabolismo económico: la huella ecológica.....	40
2.1.4.1 La huella ecológica.....	42
2.1.4.1.1 Metodología para el cálculo de la huella ecológica.....	44
Capítulo III.....	48
1. Caracterización del cultivo del cacao.....	48
1.1 Denominación del grano, tipo y zonas productoras.....	48
1.2 Aspectos agronómicos del cultivo.....	49
2. Caracterización de la zona de estudio: Tucaní (municipio Caracciolo Parra y Olmedo, Mérida, Venezuela).....	51
2.1 Aspectos socio-económicos.....	52
2.2 Importancia del cultivo en la localidad y región.....	53
Capítulo IV.....	55
1. Huella ecológica del cacao en Tucaní 2012-2015: aproximación a su cálculo.....	55
1.1 Biocapacidad del cacao en la localidad de Tucaní.....	57
1.2 Tierra agrícola.....	59
1.3 Consumo de energía de combustibles fósiles.....	61
1.3.1 Energía incorporada de los fertilizantes minerales, herbicidas y funguicidas en el cultivo de cacao.....	62
1.3.2 Energía incorporada de la maquinaria usada en el cultivo de cacao.....	65

1.3.3	Huella ecológica del consumo de combustible fósil en el cultivo de cacao en la localidad de Tucaní 2012-2015.....	65
1.4	Superficie construida.....	67
1.5	Huella ecológica total del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní, 2012- 2015.....	69
1.6	La huella ecológica, la biocapacidad, el déficit ecológico y el número de planetas necesarios para el cultivo de cacao 2012 -2015 en la localidad de Tucaní.....	70
2.	Huella ecológica del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní año 2015 a través de la aplicación de un programa computacional para el cálculo de la huella ecológica de empresas agrarias.....	73
	Conclusiones.....	77
	Referencias.....	82
	Anexo metodológico.....	92
	Anexo estadístico.....	94
	Anexo econométrico.....	96

Índice de cuadros, gráficos y tablas	Pág.
Cuadros	
Cuadro 1. Indicadores de sostenibilidad surgidos en las últimas cuatro décadas.....	39
Gráficos	
Gráfico 1. Biocapacidad del cacao en Tucaní, 2012-2015.....	57
Gráfico 2. Consumo aparente de cacao en Venezuela (tm /año) 2012-2015.....	59
Gráfico 3. Consumo aparente de cacao en el municipio Caracciolo Parra y Olmedo, 2012-2015.....	59
Gráfico 4. Huella ecológica de las tierras agrícolas del cultivo de cacao en Tucaní, 2012-2015.....	60
Gráfico 5. Energía incorporada de los fertilizantes minerales, herbicidas y funguicidas en el cultivo de cacao en Tucaní, 2012-2015.....	63
Gráfico 6. Energía incorporada de la maquinaria empleada en el cultivo de cacao en Tucaní, 2012-2015.....	65
Gráfico 7. Huella ecológica del consumo de combustible fósil en el cultivo de cacao en Tucaní, 2012-2015.....	66
Gráfico 8. Huella ecológica de la superficie construida en el cultivo de cacao en Tucaní, 2012-2015.....	68
Gráfico 9. Huella ecológica total del cultivo de cacao en Tucaní 2012-2015.....	69
Gráfico 10. Huella ecológica, la biocapacidad y el déficit ecológico del cultivo de cacao, 2012 al 2015.....	70
Gráfico 11. Huella ecológica global total del cultivo de cacao en Tucaní y Numero de planetas, 2012-2015.....	72
Gráfico 12. Huella ecológica de Tucaní, Venezuela y media mundial.....	72
Gráfico 13. Huella ecológica total del cultivo de cacao en Tucaní año 2015.....	75

Tablas

Tabla 1. Factores de equivalencia para distintos tipos de superficie.....	55
Tabla 2. Biocapacidad del cacao en Tucaní.....	57
Tabla 3. Consumo aparente Tucaní, 2012-2015.....	59
Tabla 4. Huella ecológica de las tierras agrícolas del cultivo de cacao en Tucaní, 2012-2015.....	60
Tabla 5. Energía incorporada de los fertilizantes minerales, herbicidas y funguicidas en el cultivo de cacao en Tucaní, 2012-2015.....	63
Tabla 6. Energía incorporada de la maquinaria empleada en el cultivo de cacao en Tucaní , 2012-2015.....	65
Tabla 7. Huella ecológica del consumo de combustible fósil en el cultivo de cacao en la localidad de Tucaní, 2012-2015.....	66
Tabla 8. Huella Ecológica de la superficie construida en el cultivo de cacao en Tucaní, 2012-2015.....	67
Tabla 9. Huella ecológica total del cultivo de cacao en Tucaní 2012-2015.....	68
Tabla 10. Huella ecológica, la biocapacidad y el déficit ecológico del cultivo de cacao en el periodo 2012 al 2015.....	69
Tabla 11. Huella ecológica global total del cultivo de cacao en Tucaní y número de planetas en el periodo 2012-2015.....	70
Tabla 12. Huella ecológica total del cultivo de cacao en Tucaní año 2015.....	75

Resumen

En los últimos años, la industria nacional e internacional ha aumentado su demanda por almendras de cacaos criollos, *Theobroma cacao* L., para la elaboración de productos manufacturados cuya consecuencia ha sido la reactivación de este renglón en Venezuela, incentivando el interés por ampliar la superficie sembrada y la producción de cacao criollo en el país y particularmente en el estado Mérida y la localidad de Tucaní. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar si el cultivo de cacao en Tucaní, municipio Caracciolo Parra y Olmedo del estado Mérida-Venezuela, durante el periodo 2012-2015 ha sido una actividad económica sustentable. Para ello se le aplicó el indicador de sustentabilidad huella ecológica, empleándose técnicas e instrumentos de recolección de datos, el análisis de fuentes documentales y una encuesta a una muestra significativa de productores. En la zona los principales hallazgos dan cuenta que el déficit ecológico del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní es positivo, indicando que la capacidad del territorio para producir cacao es mayor que el impacto ecológico en cuanto a requerimientos de tierra y energía demandada para tal actividad.

Palabras clave: cacao, huella ecológica, metabolismo económico, sustentabilidad, Tucaní, Venezuela

Abstract

In recent years, the national and international industry have increased their demand for almonds of creole cocoa, *Theobroma cacao* L., for the production of manufactured goods which have resulted in the revival of this line encouraging the interest in expanding the area planted and creole cocoa production in the country and particularly in state Merida and town Tucaní. The main objective of this research is to demonstrate that the cultivation of cocoa in Tucaní, municipality Caracciolo Parra y Olmedo, state of Merida, Venezuela, during the years 2012 to 2015, has been a sustainable economic activity. To do this, it applies the ecological footprint indicator of sustainability being used a number of techniques and data collection instruments, specifically the analysis of documentary sources and survey of a representative sample of producers. The study area shows that the ecological deficit cocoa cultivation in the town of Tucani is positive indicating that the capacity of land to produce cocoa is greater than the environmental impact in terms of land and energy requirements needed for such activity.

Keywords: cocoa, ecological footprint, economic metabolism, sustainability, Tucaní, Venezuela

“El futuro que los ojos ven no pueden separar al hombre de su medio natural. Estos años que corren, los años que habrán de correr, necesitan, exigen de manera impostergable prestar atención a la naturaleza circundante. La economía pudo darse el lujo, las circunstancias se lo permitieron, de dejar de lado a la naturaleza. La naturaleza exige en el tiempo contemporáneo que se le preste atención” (Baptista, 2010)

Introducción

En la actualidad el análisis de un modelo de desarrollo sostenible requiere no solo de indicadores económicos, sino que además debe incorporar un conjunto de indicadores ambientales que permitan establecer de manera objetiva el impacto que se está produciendo sobre el medio ambiente. Esto ha propiciado la aparición de nuevas metodologías para cuantificar la sobreexplotación de los recursos naturales, la destrucción del medio ambiente ocasionada por la actividad humana en general y por los procesos productivos en particular.

La intención de cuantificar el impacto ambiental y el nivel de sostenibilidad lleva inmersa la preocupación de realizar una gestión más eficaz de los recursos, evitando su agotamiento y marcando los límites equilibrados del crecimiento económico. Tal es el caso de la huella ecológica (HE), que analiza los patrones de consumo y producción de desechos de una población determinada. Este indicador ha tenido una amplia aceptación por parte de diversos actores e instituciones públicas y privadas con intereses ambientales¹.

El concepto de la HE fue ideado e implementado en 1996 con la publicación del libro “Nuestra huella ecológica” (*Our Ecological Footprint*), por William Rees de la Universidad de British Columbia (Vancouver, Canadá) y Mathis Wackernagel de la Universidad de Jalapa (México). El objetivo inicial de los autores consistía en disponer de una herramienta que relacionase el constante crecimiento de la población humana y del consumo, con el hecho de que la superficie productiva y el capital natural permanecen constantes o bien están en declive.

En sus inicios el concepto estaba enfocado hacia la estimación del nivel de

¹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF); el Departamento de Medio Ambiente de Catalunya (España); la Fundación Fórum Ambiental; la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA); el Departamento del Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra (España), entre otras.

sostenibilidad del desarrollo urbano, de estilos de vida, de regiones, entre otros. Así, la HE es directamente proporcional al nivel de población, de consumo de recursos y, por tanto, a la escala de la economía o sociedad objeto de estudio. Los autores que han desarrollado la metodología utilizan el concepto de HE para llamar la atención sobre el hecho de que las urbes están excediendo el uso de territorio que regionalmente les corresponde. El concepto HE fue ideado originalmente para cuantificar el nivel de sostenibilidad del desarrollo urbano, pero su aplicabilidad para evaluar los procesos productivos está siendo una realidad (Herva, Franco, Fdez-Carrasco y Roca, 2008, pp.180-181).

En el capítulo I se realiza el planteamiento del problema sustentando la principal interrogante del estudio: ¿es el cultivo del cacao, en la localidad de Tucaní, un “hogar ideal” para la producción del rubro y una actividad económica sostenible? Para ello, este capítulo señala el procedimiento metodológico de la investigación. En el capítulo II se hace referencia a los estudios sobre la HE y de cultivos en particular que son relevantes para la investigación. También se analizan aspectos conceptuales y teóricos sobre el origen, desarrollo y consolidación del desarrollo sostenible y sus indicadores. En el capítulo III se realiza una caracterización de los aspectos socio-económicos de la localidad de Tucaní, municipio Caracciolo Parra y Olmedo y la aplicación de la metodología del cálculo de la HE que consiste en determinar la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados al cultivo de cacao durante el periodo 2012-2015, la cual, se expresa en hectáreas de productividad media global. Y finalmente, en el capítulo IV se analizan los resultados.

El objetivo central de esta investigación es evaluar la HE del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní, Municipio Caracciolo Parra y Olmedo, del estado Mérida-Venezuela y sus

efectos. Esto permitirá postular políticas de crecimiento y de desarrollo sostenible de la actividad cacaotera en Venezuela, dado que este rubro goza de gran reputación desde el siglo XVI, siendo las condiciones climáticas y geográficas del país, muy favorables para la producción del rubro.

www.bdigital.ula.ve

Capítulo I

1. El problema de investigación

1.1. Planteamiento del problema

La historia económica venezolana identifica al cacao como el primer bien agrícola exportable, generador de considerables ingresos e impulsador de la actividad económica. “Desde finales del siglo XVI hasta comienzos del siglo XIX, el cacao fue el primer cultivo exportable de importancia en la economía venezolana, gozando de una notable apreciación en el exterior” (Quintero y Cartay, 2000, p.61). Con el surgimiento de la industria petrolera, en 1920, la actividad agrícola cacaotera empieza a tener una menor participación en la dinámica económica haciendo incontenible su declinación (Díaz, 2000, p.33).

Sumado a lo anterior, existieron otros factores que influyeron en la caída de la producción de cacao en las primeras décadas del siglo XX, además de la aparición del petróleo en Venezuela. Entre estos se encuentran la crisis de las economías agroexportadoras como efecto de la crisis económica estadounidense de 1929 y la Gran Depresión que sucedió en la década de 1930. Señala Cartay (1996, p.46) que los países industrializados, al entrar en depresión “...disminuyeron su demanda de materias primas y de productos alimentarios importados, lo que afectó severamente las economías de los países productores y exportadores de esos bienes. “, lo cual “se reflejó en una baja del consumo mundial del café, y del cacao, como consecuencia de la disminución del poder adquisitivo en los países industrializados” (Cartay, 1996, p.49).

A la par de la depresión de los precios de las materias primas, se produjo la desvalorización del dólar y la reducción de la actividad petrolera a escala mundial. En

Venezuela, el valor de las exportaciones de 1932-33 se redujo en 18,6 por ciento en relación al de 1929-30. La crisis, combinada con los factores anteriores y el alto valor del bolívar, puso fin a la etapa agro-exportadora de la economía venezolana y aumentó la dependencia económica nacional con respecto al petróleo (Cartay, 1996, p.499).

Actualmente, para la Organización Internacional del Cacao (ICCO)² (por sus siglas en ingles), Venezuela es uno de los 15 países³ reconocidos en el mundo por producir y exportar cacao fino o de aroma. En los últimos años la industria nacional e internacional han aumentado su demanda por almendras de cacaos criollos (*Theobroma cacao* L) para la elaboración de productos manufacturados. “Esto ha traído como consecuencia la reactivación de este renglón de la producción agrícola en el país, habilitándose políticas sectoriales orientadas al rescate y mejora del cultivo en las áreas cacaoteras tradicionales” (Gómez y Azócar, 2002, p.403).

Señala CORPOANDES (2014, pp. 72-83) que Mérida tiene una producción promedio de 1.995 t/año y una superficie cultivada de 5.784,45 ha en comparación con toda la región suroccidental de Venezuela⁴ cuya producción promedio es de 3.254 t/año y una superficie cultivada de 7.790 ha (Gómez y Azócar, 2002), ante esto el estado Mérida es el de mayor superficie cultivada y producción de cacao de esta región. Su bosque húmedo tropical posee las

² ICCO (International Cocoa Organization), por sus siglas en inglés. Este es un organismo internacional que recoge, procesa y distribuye los datos sobre el mercado encargándose de clasificar el cacao exportado y de establecer cuánto cacao del que se exporta es fino o de aroma. De igual manera esta institución trabaja de la mano de la industria y las ONG apoyada en los nuevos acuerdos internacionales en esta materia, como el Convenio Internacional del Cacao de 2010, que fija compromisos sobre la economía del cacao, establece precios justos sobre el cacao y promueve los cultivos seguros

³ Los demás países productores y exportadores de cacao fino son: Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, Granada, Indonesia, Jamaica, Madagascar, Papúa Nueva Guinea, Perú, República Dominicana, Santa Lucía, Santo Tomé y Príncipe, Trinidad y Tobago.

⁴ Esta región comprende los estados Táchira, Zulia, Mérida, Barinas, Apure y Portuguesa

condiciones edafoclimáticas para la producción de este rubro, así como la existencia de un gran número de hectáreas con vocación cacaotera, aunado a la fácil consecución de mano de obra. En consecuencia, se define a la región como la de mayor potencial para el fomento del cultivo (Reyes y Capriles, 2000, en Gómez y Azócar, 2002, p.408).

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito y, de mantenerse el incremento en la demanda, podría aumentar el interés por ampliar la superficie sembrada y la producción de cacao criollo en el país y particularmente en el estado Mérida, lo que constituye un cordón geográfico de zonas productoras de cacao que van desde El Vigía a Tucaní, siendo esta última localidad la de mayor producción.

El cacao producido en esta zona son las variedades porcelana, trinitario, Gauasare y el tipo criollo conocido como cacao Maracaibo, ya que su puerto de despacho era por la ciudad de Maracaibo en el estado Zulia (Cámara Venezolana del Cacao [CAPEC], s/f). Actualmente la variedad de cacao cultivado es Trinitario, la producción anual de cacao es de aprox. 931.568,00 kg. (CAPEC, S/f)

Según datos de la Corporación de los Andes (CORPOANDES, 2005), actualmente, en este territorio se lleva a cabo una tala indiscriminada en la naciente de los ríos Guachizón, río Frío, Chimonó y Tucaní. Sumado a esto, proliferan las invasiones hacia la zona del parque Nacional Sierra de La Culata con la finalidad de extraer madera y expandir esta frontera agrícola, teniendo como consecuencia el arrastre de sedimentos que se agudiza en épocas de lluvia y el desequilibrio ecológico de esos ecosistemas.

Los procesos productivos se encuentran condicionados actualmente por los paradigmas de la competitividad y sostenibilidad y, en el caso de los sistemas agrarios, su

análisis no se puede desligar de los componentes económicos, sociales y ecológicos. De allí surge la interrogante: ¿es el cultivo del cacao, en la localidad de Tucaní, un “hogar ideal” para la producción del rubro y una actividad económica sostenible?

Los modelos de crecimiento en el futuro no pueden ser financiados a través de un déficit ecológico⁵; es decir, no es factible que todos los países o regiones sean importadores netos de capacidad de carga o sostenibilidad⁶. Por lo tanto, como afirman Herva *et al.* (2008, p.186) “... resulta necesario desarrollar indicadores que permitan medir el impacto real que las actividades humanas ocasionan sobre el medio, así como el consumo desequilibrado o mala gestión de los recursos naturales en las diferentes actividades”.

La intención de cuantificar el impacto ambiental y el nivel de sostenibilidad es poder llevar a cabo una gestión más eficaz de los recursos, evitando su agotamiento y así marcar los límites equilibrados del crecimiento económico. Tal es el caso de la HE que analiza los patrones de consumo y producción de desechos de una población determinada. “La Huella Ecológica es una herramienta contable que nos permite estimar el consumo de recursos y la capacidad de asimilación de residuos requeridos por una población humana o una economía en función de la superficie de tierra productiva requerida para su mantenimiento” (Fernández, 1999, p.124). De igual manera señalan Shakir, Osborne-Lee, Cesaretti y Rosa Misso. (2013,p.23) que “En la actualidad, la huella ecológica (Rees, 2001, 2013) se ha convertido en la nueva tendencia de

⁵ El déficit ecológico ocurre cuando el consumo de los recursos y/o la producción de los residuos por el hombre sobrepasa la capacidad de la tierra para generar estos recursos y/o absorber los residuos. Durante este proceso se agota el capital natural para soportar la utilización de los recursos (Badii, 2008, p. 673).

⁶ Concepto aportado por la ecología de poblaciones y se define como “el máximo número de individuos de una especie concreta que es capaz de soportar de forma indefinida un hábitat específico sin alterar la productividad de este” (Vásquez, 2009, “capacidad de carga”, párr. 2).

evaluación del grado de los ecosistemas para proporcionar una medida de la cantidad de recursos naturales que están utilizando los seres humanos, incluyendo la mayor parte de los ecosistemas agrícolas.”

Con base en estas consideraciones, el objetivo de esta investigación es establecer la HE del cultivo de cacao en Tucaní del municipio Caracciolo Parra y Olmedo, del estado Mérida, para estudiar las relaciones entre el sistema económico y los ecosistemas. Así, se trata de determinar si los modos de producción y consumo de esta actividad son económicamente sostenibles. Por lo tanto, el reto del planteamiento del desarrollo actual no es tan sólo aumentar la capacidad productiva, sino incorporar la preservación del medio ambiente y la sostenibilidad económica y social de los procesos productivos, en este caso, de los procesos productivos agrarios, y particularmente, la producción de cacao.

www.bdigital.ula.ve

1.2. Justificación y delimitación del problema

En los últimos años, la velocidad con que vienen degradándose los ecosistemas no tiene precedente en la historia humana. “En los últimos 300 años, la masa forestal mundial se ha reducido aproximadamente un 40%. Los bosques han desaparecido totalmente en 25 países y otros 29 han perdido más del 90 % de su cubierta forestal”, además, “Desde 1900, se han destruido en torno al 50 % de los humedales del mundo. Mientras que este fenómeno tuvo lugar en los primeros 50 años del siglo XX en los países del Norte, desde los años cincuenta la destrucción se ha centrado en los humedales tropicales y subtropicales” y sumado a lo anterior “En las últimas dos décadas, ha desaparecido el 35 % de los manglares. Algunos países han perdido hasta un 80 % de los manglares debido a su conversión para explotaciones de

acuicultura, a la sobreexplotación y a las tormentas” (Comunidades Europeas, 2008, p.12).

Sumado a lo anterior comentan Von Braun, Gerber, Mirzabaev y Nkonya (2013, p.2) que :

“... los costos y consecuencias más inmediatas son percibidas a nivel local, donde el pobre y vulnerable es golpeado fuertemente. Cerca del 42% de los pobres alrededor del mundo depende de las áreas degradadas y marginales para su subsistencia, comparado con el 32% de los pobres moderados y el 15% de los no pobres,... Sin embargo, con bastante frecuencia, la relación entre pobreza y degradación de la tierra no es uniforme, sino del contexto específico,..., Norte América, Europa y Australia muestran baja pobreza e incremento en NDVI, mientras que África del Sur ecuatorial muestra alta pobreza y disminución en NDVI.”⁷

De ahí que estudiar la problemática socio-económica ambiental sea una necesidad.

Dada la heterogeneidad de los ecosistemas naturales y de los sistemas agrícolas las soluciones deben diseñarse de acuerdo con las necesidades y aspiraciones de las comunidades, así como las condiciones biofísicas y socio-económicas. El problema con los enfoques agrícolas convencionales es que no han tomado en cuenta las enormes variaciones en la ecología, las presiones de la población, las relaciones económicas y las organizaciones sociales que existen en la región. Todo ello, dejando al margen relevantes elementos para entender la naturaleza de los sistemas productivos agrarios.

⁷ NDVI: Normalized Differenced Vegetation Index (Índice normalizado diferencial de la vegetación): El NDVI es una metodología para estudiar mediante imágenes satelitales los cambios estacionales que ocurren en la vegetación relacionados con el verdor. Este índice mide la relación entre la energía absorbida y emitida por los objetos terrestres. Aplicado a las comunidades de plantas, el índice arroja valores de intensidad del verdor de la zona, y da cuenta de la cantidad de vegetación presente en una superficie y su estado de salud o vigor vegetativo (Meneses Tovar, 2011, p.40)

Estos modelos de producción, han provocado en las comunidades rurales, la pérdida de control sobre las condiciones de reproducción, desigual acceso a los recursos, progresivo empobrecimiento cultural y en el medio ambiente la contaminación de acuíferos, contribución a la desestructuración de *stocks* de recursos no renovables; pérdida irreversible de biodiversidad, entre otros efectos. Por consiguiente el desarrollo agrícola no ha estado a la par con las necesidades y potencialidades de los productores locales.

Las posibilidades de un desarrollo sostenible pasan por la necesidad de crear mejores herramientas y métodos que permitan evaluar de forma objetiva el estado real de las reservas de capital natural, su tasa de explotación y el impacto medioambiental de los procesos productivos. Para esto “(...) es preciso elaborar indicadores de desarrollo sostenible que sirvan de base sólida para adoptar decisiones en todos los niveles y que contribuyan a una sostenibilidad autorregulada de los sistemas integrados del medio ambiente y desarrollo” (Herva *et al.*, 2008, pp.180-181).

El avance hacia la sustentabilidad en el siglo XXI requerirá de herramientas innovadoras y confiables. La HE, la cual emplea lo más reciente en comunicación y recopilación de datos, tiene la finalidad de transformar la “sustentabilidad” de un vago concepto a objetivos concretos (Martínez Castillo, 2007, p.12).

Esta investigación tiene como objeto de estudio analizar la relación entre el cultivo de cacao y la sostenibilidad de este proceso productivo en Tucaní, Municipio Caracciolo Parra y Olmedo (estado Mérida-Venezuela). Para ello, se ha tomado como espacio temporal el periodo comprendido entre 2012-2015. En parte la escogencia de esta localidad obedece a que, dentro de los planes nacionales en materia de cacao enmarcados en el Plan Estratégico para los años

2010 al 2014 del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, el municipio Caracciolo Parra y Olmedo había sido tomado como una jurisdicción piloto para hacer de éste, un municipio sustentable y sostenible en el tiempo.

1.3. Formulación de hipótesis

Una cuarta parte de la superficie del planeta Tierra es productiva, correspondiente con 12.600 millones de hectáreas aproximadamente (Martínez, 2007, p.12). Si se dividen las hectáreas productivas entre los habitantes del planeta⁸, se vería que a cada persona le corresponde cerca de 1,8 hectáreas de las cuales 0,25 hectáreas serían de uso agrícola, 0,6 de prado, 0,9 de bosque y 0,05 hectáreas para terrenos modificados (ciudades, carreteras, fábricas, monocultivo...). Ahora, si le incluimos el espacio marítimo de 0,5 hectárea el área por habitante sería de 2,3 ha. Si a esto se le resta 12% como cifra suficiente, representando todos los tipos de ecosistemas para la preservación de la biodiversidad biológica global de acuerdo con la CMMAD⁹ (Vásquez Cid, 2009), la capacidad de carga del planeta sería igual a dos hectáreas por habitante.

El cultivo de cacao en Tucaní, municipio Caracciolo Parra y Olmedo, conserva una combinada utilización de prácticas ancestrales y culturales en la producción del rubro así como el uso formal del sistema de buenas prácticas agrícolas¹⁰. Ante esto, la investigación plantea que estas prácticas han permitido establecer una HE en relación con el empleo del agua, la

⁸ La población mundial es en la actualidad de aproximadamente de 7 mil millones de habitantes (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2013, p.6).

⁹ Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas. (CMMAD)

¹⁰ Las buenas prácticas agrícolas son "prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social para los procesos productivos de la explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos y de los productos no alimenticios" (FAO, 2008)

madera, los alimentos y, en definitiva, el conjunto de bienes para el cultivo del cacao entre 1,8 y 2,0 hectáreas por persona, manteniéndose dentro de la capacidad de carga del planeta y haciendo de esta labor un proceso productivo sostenible.

2. Objetivos de la investigación

2.1. Objetivo general

Evaluar la Huella Ecológica (HE) del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní (Mérida, Venezuela) para conocer la sostenibilidad de esta actividad económica.

2.2. Objetivos específicos

- Calcular el territorio productivo disponible como expresión de la capacidad de carga (biocapacidad) del territorio objeto de estudio;
- Calcular la HE correspondiente con el conjunto de bienes para el cultivo del cacao en la localidad de Tucaní (Mérida, Venezuela);
- Caracterizar la magnitud del déficit ecológico y sus principales componentes; y,
- Formular recomendaciones de carácter general para el mantenimiento o reducción de la HE en sus diferentes componentes.

3. Marco metodológico

La metodología de cálculo consiste en determinar la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados, generalmente, a la alimentación, movilidad, bienes de consumo, vivienda, infraestructuras y servicios, los cuales, dependen del nivel de profundidad y amplitud que tenga el estudio. Las superficies biológicas que se consideran para el cálculo de

la HE son: cultivos, pastos, bosques para madera, fibras, mar, terreno urbanizado y utilizado por infraestructuras y bosques necesarios para la absorción de las emisiones de CO₂. Estas emisiones son debidas al consumo de combustibles fósiles necesarios para la producción de la energía consumida tanto directa como indirectamente, siendo ésta, la energía contenida en los bienes consumidos (Centro de Investigación para la Paz, s f, p.1).

3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación analiza el problema económico desde el enfoque cuantitativo ex post facto. Este enfoque parte del supuesto de que en potencia todos los datos son cuantificables, donde se reducen los ámbitos de estudio a fenómenos observables y susceptibles de medición, al tiempo que otorga una importancia central a los criterios de validez y confiabilidad en relación con los instrumentos que utiliza y enfatiza la observación de resultados. Así mismo, en este enfoque las variables expresan hechos cuya manifestación se ubica en el pasado, por lo cual no se puede realizar ninguna intervención directa sobre un fenómeno imposibilitando cualquier tipo de control sobre la acción de las variables. A cambio, este método proporciona una aproximación a la realidad mucho más contextualizada en el marco de los parámetros habituales en los que dicho fenómeno se manifiesta (Rodríguez, s/f, pp.35-36).

El presente investigación realiza un estudio de tipo descriptivo buscando dimensionar con la mayor precisión posible el valor de la HE del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní, durante el periodo 2012-2015, para ello se lleva a cabo una exploración documental y un trabajo de campo. En esta clase de estudio se:

(...) busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos,

comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”, y, “... el investigador elige una serie de conceptos a medir denominados “variables” y que se refieren a conceptos que pueden adquirir diversos valores y medirse,..., se miden y los resultados le sirven para describir el fenómeno de interés (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P, 1997, pp.60-61).

Para el periodo 2012-2015 se tomaron datos de fuentes documentales y el trabajo de campo consistió en aplicar una encuesta, cuya información será procesada por un *software* calculador de la HE global, creado por Asociación para el Desarrollo Rural de Andalucía [ARA] en el año 2013¹¹.

Para lograr el objetivo de la investigación se ha establecido el método analítico, siendo este el método lógico más común utilizado en las investigaciones económicas. De acuerdo con Bravo (1997, p.65), este método permite “descomponer un fenómeno o problema en las partes que lo integran, con el propósito de estudiar cada una de sus partes, su relación entre ellas y con otros fenómenos, así como su comportamiento en un tiempo y espacio determinados”.

3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Esta investigación recopila la información y los datos necesarios en dos etapas, a saber:

i. La documental: para generalizar, identificar y localizar el universo de productores cacaoteros de la zona se recurrió a fuentes históricas, monografías, información estadística y a todos aquellos documentos y trabajos académicos de alto nivel que existan sobre el tema. Con este propósito se acudió a instituciones y organizaciones (públicas y privadas) como universidades, el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, el Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, el Ministerio del Poder Popular

¹¹ Disponible en <http://andaluciarural.org/aphuella/>

del Medio Ambiente, el Instituto Nacional de Estadística, Corpoandes, la Fundacite- Mérida, el Instituto Merideño de Desarrollo Rural (Imderural), el Instituto de Sanidad Agrícola (INSAI), la Alcaldía de Tucaní, entre otros, que pudieran suministrarnos la información requerida.

ii. Trabajo de campo: consistió en aplicar una encuesta a una muestra representativa de los productores de la zona, para conocer el manejo de su sistema de producción; así como su percepción, el conocimiento u opinión sobre los hábitos de consumo y producción de desechos. La encuesta incluyo cinco variables o secciones: vivienda, energía, agua, transporte y compras. Para el cálculo del tamaño de la muestra, cuya población es finita y los datos son cualitativos, se realizó un análisis de fenómenos sociales y escalas nominales para la verificación de la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar. Para hallar el tamaño de la muestra se implementó la siguiente formula (Bolaños, 2012: 8):

$$n' = \frac{s^2}{\sigma^2}, \text{ para el cual, } n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

$$S^2 = p(1-p) \text{ y } \sigma^2 = (se)^2$$

Dónde:

n: tamaño muestral; n' =tamaño de la muestra sin ajustar; N: tamaño de la población;

S²: varianza muestral; σ²: varianza poblacional; se: error standard; p: % de confiabilidad.

3.3. Diseño de la investigación

Una vez recolectada toda la información se procesó de acuerdo con el siguiente orden:

1) diseño de la encuesta y creación de base de datos; 2) tabulación; 3) codificación; 4) análisis estadístico; 5) cálculo de HE; 6) interpretación de resultados; 7) análisis y discusión ; y 8) formulación de conclusiones y recomendaciones

Capítulo II

1. Marco de referencia

Entre los estudios consultados con respecto al estudio del metabolismo económico y la valoración de la HE, se presentan las siguientes investigaciones precedentes:

Carpintero (2005), en su libro “El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)”, lleva a cabo una investigación para conocer los cimientos ambientales y materiales sobre los que se han apoyado el desarrollo económico en las principales economías industriales y, en concreto, la economía española. En este trabajo se muestra el seguimiento de los flujos físicos de energía y materiales y se estima la huella de deterioro ecológico, con la cual se ejemplifica, en términos meridianamente cuantitativos, el cambio fundamental que se ha producido en el metabolismo económico de España en el último medio siglo. Para este autor, es importante contar con la información de base con la que se pueda evaluar el grado de deterioro ecológico de sostenibilidad ambiental que acarrearán los comportamientos económicos de los países. Concluye que España ha pasado de apoyarse mayoritariamente en flujos de recursos renovables (biomasa agrícola, forestal,...) para satisfacer su modo de producción y consumo, a potenciar la extracción masiva de materias primas procedentes de la corteza terrestre teniendo un carácter netamente agotable.

Carpintero (2006), realiza otro estudio de valoración de huella ecológica, pero en esta ocasión, no lo hace a la economía en general, si no a un sector específico de las actividades económicas, en este caso, lo concerniente a la agricultura y su objetivo fundamental, la alimentación. Este trabajo se titula “La huella ecológica de la agricultura y la alimentación en España, 1955-2000”. En el estudio se indica que la HE se ha convertido, desde mediados de la

década de 1990 en un importante indicador para medir la sostenibilidad ambiental de las actividades económicas. En este trabajo se hace uso de este concepto, aplicándolo a la agricultura y la alimentación de la población española durante la segunda mitad del siglo XX. En la estimación de la superficie ecológicamente productiva necesaria para satisfacer el consumo de productos agrícolas y la dieta alimentaria no se utilizó la metodología estándar que expresa dicha superficie en hectáreas de productividad media global, sino que se optó por utilizar los rendimientos reales de los cultivos en España. Las conclusiones de este trabajo fueron que la modernización agraria y ganadera tiene un alto impacto ecológico y territorial, señalando que existe una creciente dependencia y ocupación de espacio ambiental en terceros países para satisfacer el consumo de productos agrarios y exigencias territoriales asociadas con la expansión de una dieta cada vez más rica en proteínas animales (carne y pescado).

Otra investigación relevante que estudia el metabolismo económico y la HE, es el realizado por Hernández Laguna, López Bermúdez, Alonso Sarriá, Conesa Garcia y Álvarez Rogel (2004), llamado “La huella ecológica del cultivo de olivo en España y su aplicabilidad como indicador de agricultura sostenible”. En este trabajo se resalta que el principal cultivo arbóreo mediterráneo y de España es el de olivo, el cual es un elemento constitutivo esencial de su paisaje. Para los autores, la HE es un indicador robusto para mostrar la sostenibilidad de las intervenciones humanas en el medio ambiente, en términos de hectáreas productivas para soportarla y de igual manera para indicar qué metodología es menos impactante. En este trabajo calcularon el indicador HE con el objetivo de determinar la sostenibilidad ecológica del cultivo y, el riesgo de desertificación, el cual se compara con la biocapacidad del olivar español, determinándose que su déficit ecológico es positivo (actividad sostenible ecológicamente). Por

lo tanto, para los autores, el cultivo y mantenimiento sostenible del olivar mediterráneo es una valiosa actividad desde el interés ecológico, económico, social y cultural. De igual manera, la evaluación de la huella ecológica puede servir para conocer la sostenibilidad de un cultivo bajo ciertas condiciones biofísicas no aptas para el cultivo.

En cuanto a Venezuela y el desarrollo de indicadores de sustentabilidad y, en particular el de HE, se encuentra el trabajo realizado por León Socorro en 2012, llamado “La Huella Ecológica de Venezuela”. El mismo consistió en diseñar un *software* especializado en calcular el impacto ambiental en Venezuela, en donde no existía un instrumento de ese tipo, delimitado a la realidad económica, social, política y ambiental del país, que arrojara un diagnóstico certero del impacto ambiental de la actividad de los venezolanos sobre su ambiente¹². Este proyecto resultó ganador del “Bayer Encuentro Juvenil Ambiental 2012”, convirtiéndose en un *software* de referencia a nivel nacional en materia de cálculo de la HE individual, como indicador del impacto ambiental de los venezolanos. De esta manera, pusieron al alcance de los ciudadanos lineamientos de acción, que los orienten para introducir ciertos cambios en su estilo de vida y reducir su marca ambiental. El mismo ha sido una necesidad de la comunidad conservacionista del país por más de una década.

¹² Disponible en <http://www.huellaecologica.com.ve/>

2. Marco teórico

2.1. El desarrollo sostenible y sus indicadores

El adjetivo sostenible deriva del latín *sustenere*, que significa sostener o mantener elevado. Este significado desde la perspectiva ecológica es el mantenimiento de la base de los recursos naturales. El término desarrollo sostenible nace en los países anglosajones de habla inglesa¹³ como “*sustainable economic development*”. Este término tiene su génesis en la *World Commission on Environment and Development* (Comisión Mundial para el Ambiente y el Desarrollo) organismo creado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 1983, para hacer una evaluación y preparar un informe sobre la situación y relación que se daba entre la conservación, el ambiente y el desarrollo (Boadas, s/f, p.166). Hay autores que en la traducción al castellano de este término separan “sustentable” de “sostenible” haciendo difícil la comprensión de su significado.

2.1.1. Antecedentes del desarrollo sostenible

Entre los primeros estudios sobre el tema cabe mencionar el del economista británico Robert Malthus, quien expuso su preocupación respecto a los disímiles ritmos de crecimiento de la población y de la producción de alimentos. En su trabajo “*An essay on the principle of population*” (1798), Malthus sostenía que la población tendía a aumentar geométricamente, en tanto que la producción de alimentos lo hacía aritméticamente. Esta sentencia y otras expuestas por este autor han sido analizadas por numerosos estudiosos de la población y de los recursos naturales (Boadas, s/f, p.165).

¹³ Sobre todo en los países al norte de Europa: Inglaterra, Irlanda, Noruega.

El primer antecedente de importancia del término sostenible proviene desde los sectores forestales y pesqueros en trabajo conjunto con la biología, a partir de la década de 1960. Esos campos investigaban maneras alternativas en la tala de bosques o en la pesca procurando mantenerse dentro los propios ritmos de renovación de las poblaciones. “En el contexto de recursos naturales renovables, se podría estimar una extracción o cosecha máxima permitida. La sustentabilidad estribaba en aprovecharlos dentro de sus tasas anuales de reproducción” (Gudynas, 2003, p.43).

A principio de la década de 1970, el estudio “Los límites del crecimiento”¹⁴, realizado en 1972 por encargo del club de Roma (asociación privada fundada en 1968), advertía que un crecimiento económico continuado llevaría a un colapso, sea por la acumulación de la contaminación o por extinción de recursos. La discusión sobre la problemática de los límites ambientales desembocó en una confrontación entre conservacionistas y defensores del progreso económico; los aspectos ambientales aparecían en contradicción con los económicos.

La presentación de la Primera Estrategia Mundial para la Conservación¹⁵, en 1981, constituyó un nuevo paso de importancia en la construcción del desarrollo sustentable. Esta estrategia define al desarrollo sostenible como:

La modificación de la biosfera y la aplicación de los recursos humanos, financieros, vivos e inanimados en aras de la satisfacción de las necesidades humanas y para mejorar la calidad de vida del hombre. Para que un desarrollo pueda ser sostenido, debe tener en cuenta, además de los factores económicos, los de índole social y ecológica; deberá tener en cuenta la base de recursos vivos e inanimados, así como las ventajas e inconvenientes a corto y a largo plazo de

¹⁴ Estudio realizado en 1970 por un grupo de investigadores del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), bajo la dirección del profesor Dennis L. Meadows.

¹⁵ Trabajo realizado por la Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza, el Fondo Mundial para la Vida Silvestre y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (IUCN, WWF y PNUMA).

otros tipos de acción (Gudynas, 2003, p.44).

La importancia de esta definición reside en que esta surgió desde una organización técnica conservacionista internacional de elevada importancia (la IUCN) y define al desarrollo como una forma de modificación de la naturaleza. En ella deben ponerse en la balanza, por un lado los objetivos de atender las necesidades humanas y, por el otro sus impactos, entre ellos los que ocurren sobre la base ecológica.

Un nuevo avance de importancia después de la Primera Estrategia Mundial de Conservación comenzó a gestarse en 1983 con la creación de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD), por parte del Secretario General de las Naciones Unidas del entonces, Javier Pérez de Cuéllar. Esta comisión se creó con la finalidad precisa de explorar las articulaciones entre los temas de desarrollo y los ambientales. La comisión contó con 23 miembros bajo la presidencia de la noruega Gro Harlem Brundtland. Los miembros latinoamericanos fueron Pablo González Casanova (sociólogo mexicano que renunció antes de finalizar el trabajo), Margarita Merino de Botero (colombiana), Pablo Nogueira Neto (ecólogo brasileño) y Shidath Rampa (político guyanés) (Gudynas, 2003, p.47). El informe final de esta Comisión fue denominado “Nuestro futuro común”, en donde se define al desarrollo sustentable de la siguiente manera:

Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. El concepto de desarrollo sostenible implica límites, no límites absolutos, sino limitaciones que imponen los recursos del medio ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biosfera de absorber los efectos de las actividades humanas, pero tanto la tecnología como la organización social

pueden ser ordenadas y mejoradas de manera que abran el camino a una nueva era de crecimiento económico (Gudynas, 2003, pp.47-48).

Dentro de los componentes de esta conceptualización se encuentra en un primer momento la importancia de las generaciones futuras, de donde el uso de los recursos naturales no debía significar una expoliación que impidiese a esas generaciones aprovecharlas para su bienestar. El informe se acerca a las advertencias del Club de Roma al reconocer la existencia de límites absolutos en la biosfera de absorber impactos ambientales; tales límites dependen esencialmente del ser humano, estando aquellos sujetos a modificación.

Posteriormente, la ONU -a raíz del ímpetu del Informe *Brundtland*- convocó a una segunda reunión dedicada a los temas del ambiente y el desarrollo. A este ímpetu se le suman la creciente preocupación por los problemas ambientales a escala global, la acumulación de evidencias sobre las causas humanas de la reducción de la capa de ozono y el recalentamiento atmosférico, así como la creciente preocupación por la destrucción de las áreas silvestres y su biodiversidad. Teniendo como base este contexto se convocó a una reunión gubernamental en Río de Janeiro en 1992, denominada “La Eco 92”. Esta convocatoria fue la reunión internacional de mayor número de jefes de Estado. De igual manera, miles de activistas sociales, religiosos, ambientalistas y académicos se reunían en un foro donde expresaban sus puntos de vistas y exhibían los trabajos de sus instituciones.

En esta cumbre de Río de Janeiro los gobiernos lograron acordar cinco documentos: 1) La Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo; 2) la Agenda 21¹⁶ que consiste en un vasto programa de acciones sobre variados aspectos en las relaciones entre desarrollo y

¹⁶ La Agenda 21 es el plan de acción donde los gobiernos locales pongan en marcha sus propios procesos y políticas de sostenibilidad Local dada su proximidad a los ciudadanos. (Disponible en <http://www.sanantoniodebenageber.com/pages/que-es-agenda-21>)

ambiente; 3) La declaración sobre los bosques, con principios generales para su uso y conservación; 4) La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático formulada con la finalidad de detener los impactos negativos globales en la atmosfera; y, 5) el Convenio sobre la diversidad biológica, sobre la protección y uso de los ecosistemas, su fauna y flora.

Con el paso de los años los avances ambientales se hacían más lentos, dificultosos y con resistencias crecientes. Ante este panorama se realizó la tercera reunión, en 2002, la Cumbre Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Johannesburgo, denominada “Rio + 10”. Su intención era profundizar en la reflexión sobre el desarrollo sostenible y las nuevas acciones concretas desde los gobiernos hacia medidas efectivas en el terreno ambiental. Sin embargo, estas metas no se pudieron alcanzar. Los gobiernos no firmaron nuevos tratados internacionales y hasta último momento se firmó la declaración final de la cumbre de Johannesburgo. La declaración política de esta cumbre es un conjunto de ideas genéricas sin acordar procedimientos concretos.

Por ejemplo, los gobiernos sostienen que están “comprometidos a asegurar que nuestra rica diversidad, que es nuestra fortaleza colectiva, se usara para la asociación constructiva, para el cambio y para el logro de la meta común del desarrollo sustentable”; para la “promoción del dialogo y la cooperación entre las civilizaciones y los pueblos del mundo” (Gudynas, 2003, p.52)

La cumbre de Johannesburgo terminó empantanada con el pedido de muchos países, incluidos algunos latinoamericanos, de tratar algunos temas ambientales, como los “bienes y servicios ambientales”, en el marco de la Organización Mundial del Comercio, donde la

economización de la naturaleza avanzó significativamente.

2.1.2 El desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible es el resultado de la creciente atención sobre la necesidad de proteger la naturaleza y sus recursos. El desarrollo sostenible es entendido como aquel que permite «satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas» (Naredo, 1996, p.7). El objetivo del desarrollo sostenible fue adquiriendo importancia tras la aparición del Informe sobre “Nuestro futuro común” (1987-1988), coordinado por Gro Harlem Brundtland en el marco de la ONU, también conocido como el Informe *Brundtland*.

Esta nueva terminología viene acompañada de un halo de ambigüedad, debido a que trata de enunciar un deseo tan general pero sin precisar mucho su contenido ni el modo de llevarlo a la práctica. Para Naredo (1996, p.8):

La aceptación generalizada del propósito de hacer más sostenible el desarrollo económico es, sin duda, ambivalente. Por una parte evidencia una mayor preocupación por la salud de los ecosistemas que mantienen la vida en la Tierra, desplazando esta preocupación hacia el campo de la gestión económica. Por otra, la grave indefinición con la que se maneja este término empuja a hacer que las buenas intenciones que lo informan se queden en meros gestos en el vacío, sin que apenas contribuyan a reconvertir la sociedad industrial sobre bases más sostenibles.

De igual manera, se debe considerar que la definición de sostenibilidad puede variar según el grupo humano, la cultura u otras razones, porque las personas tienen diferentes aspiraciones en diferentes períodos, escalas y contextos; y adicionalmente, “debido a que el término abarca diversos objetivos incluyendo lo ambiental, lo social y la sostenibilidad humana, además de una tendencia de alcanzar objetivos (equilibrio, crecimiento o reducción)”

(Olarte, 2012, p.32).

La mayor parte de la indefinición del concepto desarrollo sostenible radica en el empeño de conciliar el crecimiento, o el desarrollo económico, con la idea de sostenibilidad, cuando cada uno de estos dos conceptos se refieren a niveles de abstracción y sistemas de razonamiento diferentes.

De esta manera se define al crecimiento económico como “un incremento sostenido del producto per cápita o por trabajador. Así pues, desde este planteamiento, sería un aumento del valor de los bienes y servicios producidos por una economía durante un período de tiempo” (Galindo, 2011, pp.39-40). Señala Castillo (2011, p.3) que el crecimiento económico “puede ocurrir de dos maneras: una economía puede crecer de manera "extensiva" utilizando más recursos (como el capital físico, humano o natural) o bien de manera "intensiva", usando la misma cantidad de recursos con mayor eficiencia (en forma más productiva)”.


De igual forma se define al desarrollo económico como :

... el proceso en virtud del cual la renta real per cápita de un país aumenta durante un largo período de tiempo. En otros términos, el desarrollo es un proceso integral, socioeconómico, que implica la expansión continua del potencial económico, el auto sostenimiento de esa expansión en el mejoramiento total de la sociedad. También se conoce como proceso de transformación de la sociedad o proceso de incrementos sucesivos en las condiciones de vida de todas las personas o familias de un país o comunidad (Castillo, 2011, p.2)

En lo económico, las nociones de crecimiento (y de desarrollo) encuentran su definición en los agregados monetarios homogéneos de producción y sus derivados que segrega la idea usual de sistema económico, a diferencia de la idea de sostenibilidad donde la preocupación recae sobre procesos físicos singulares y heterogéneos. La idea de crecimiento (o de desarrollo)

económico actual se encuentra desvinculada del mundo físico, cuya susceptibilidad y significado concreto se mide con lo referido al aumento de los agregados de renta o producto nacional. Estos agregados monetarios hacen abstracción de la naturaleza física heterogénea de los procesos que los generan, careciendo por lo tanto de información y de criterios para enjuiciar la sostenibilidad de estos últimos (Naredo, 1996, p.12).

La ambigüedad conceptual de fondo no puede resolverse mediante simples retoques terminológicos o definiciones descriptivas o enumerativas más completas de lo que ha de entenderse por sostenibilidad. Esto se debe a que, "...a la hora de la verdad, el contenido de este concepto no es fruto de definiciones explícitas, sino del sistema de razonamiento que apliquemos para acercarnos a él". (Naredo, 1996, p.12). Por ello, es fundamental que el término sostenibilidad concrete su significado; de lo contrario, éste se seguirá manteniendo en los niveles de generalidad en los que hoy se mueve.

Desde la noción usual de sistema económico, ¿cuál es la interpretación del objetivo de la sostenibilidad?, ¿cuáles son las recomendaciones para atenderlo que se extraen dentro de este sistema de razonamiento? y ¿cuáles son las limitaciones de este planteamiento?, son los cuestionamientos de primera exigencia necesarios para definir la sostenibilidad desde la perspectiva de la economía. Por fortuna estas interrogantes han sido ya respondidas por un economista altamente cualificado para ello (premio Nobel en 1987 por sus contribuciones a la teoría del crecimiento económico), como lo es Robert M. Solow¹⁷. Este autor, en razón de sus

¹⁷ **Robert Solow.** Economista estadounidense. Sus estudios econométricos sobre la inversión en capital fijo y la influencia de la tecnología en los aumentos de la productividad, marcan los orígenes de la llamada "contabilidad del crecimiento" en la que se separa la contribución al crecimiento

trabajos sobre el crecimiento económico define la sostenibilidad desde la perspectiva de un economista. Solow señala que si queremos que la sostenibilidad signifique algo más que un vago compromiso emocional, debemos precisar lo que se quiere conservar. Para este autor lo que debe ser conservado es el valor del *stock* de capital (incluyendo el capital natural) con el que cuenta la sociedad, que es lo que según él otorgaría a las generaciones futuras la posibilidad de seguir produciendo bienestar económico en igual situación que la actual (Naredo, 1996).

Para Solow, el problema estriba, por una parte, en lograr una valoración que se estime adecuadamente completa y acertada del *stock* de capital y del deterioro ocasionado en el mismo; por otra, en asegurar que el valor de la inversión que engrosa anualmente ese *stock* cubra, al menos, la valoración anual de su deterioro. “El compromiso de la sostenibilidad se concreta así en el compromiso de mantener un determinado montante de inversión productiva”, pues -según este autor-, «el pecado capital no es la extracción minera, sino el consumo de las rentas obtenidas de la minería” (Solow ,1992 en Naredo, 1996, p.13).

Este tratamiento de la sostenibilidad en términos de inversión hizo extender entre los economistas la idea de que el problema ambiental encontrará solución más fácil cuando la producción y la renta se sitúen por encima de ciertos niveles que permitan aumentar sensiblemente las inversiones en mejoras ambientales. Naredo (1996, p.13) comenta que es por ello que se da “...la recomendación a los países pobres de anteponer el crecimiento económico a las preocupaciones ambientales, para lograr cuanto antes los niveles de renta que, se supone,

económico de la cantidad de trabajo y capital, del efecto debido al cambio técnico. (Disponible en <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/solow.htm>)

les permitirán resolver mejor su problemática ambiental.”

Esta lectura del objetivo de la sostenibilidad desde la idea usual de sistema económico se circunscribe al campo de lo monetario. Ante esto, Solow señala que el problema así planteado pueda encontrar solución en el universo aislado de los valores pecuniarios o de cambio, sobre la base de que los economistas especializados descubran nuevas técnicas de valoración de los recursos naturales y ambientales y que practiquen los oportunos retoques en las estimaciones del *stock* de capital y de los agregados, obteniendo así el verdadero producto neto que puede ser consumido sin que se empobrezcan las generaciones futuras. De igual manera, este autor reconoce que los precios ordinarios de transacción no aportan una respuesta adecuada:

...francamente, en gran medida, mi razonamiento depende de la obtención de unos precios-sombra¹⁸ aproximadamente correctos, (...), estamos abocados a depender de indicadores físicos para poder juzgar la actuación de la economía con respecto al uso de los recursos ambientales. Así, el marco conceptual propuesto debería ayudar también a clarificar el pensamiento en el propio campo del medio ambiente (Solow, 1992, en Naredo, 1996, p.13).

Para Naredo (1996, p.13) la propuesta de Solow no riñe sino que “(...) necesita apoyarse en un mayor conocimiento de la interacción de los procesos económicos con el medio ambiente en el que se desenvuelven, para de esta manera restablecer la conexión entre el universo aislado del valor (razonamiento económico) y el medio físico circundante”.

Otra lectura desde la perspectiva económica es la realizada por Kajikawa (2008) en

¹⁸ Los precios sombra son el valor de los efectos externos que podrían convertirse en daño ambiental en el caso de una gestión inadecuada. El cálculo del precio sombra sería equivalente al valor del daño ambiental evitado o beneficio ambiental derivado del proceso. De esta manera si se asume que los niveles de contaminación son óptimos, el coste marginal es igual al beneficio marginal y por lo tanto, los precios sombra de los outputs no deseables, pueden ser interpretados como beneficios ambientales asociados al proceso (Hernández, Molinos y Sala, 2007, p.7)

Olarte (2012, p.33), quien ha examinado el contenido de más de 9.000 artículos publicados en diferentes campos científicos (desarrollo económico, forestal, clima, agricultura, energía y recursos, salud, pesquería, biodiversidad, estilo de vida y agua). Sus estudios indican que las políticas de desarrollo sostenible dejan de lado los tres pilares conocidos: económico, social y ambiental. El autor toma como referencia la base productiva de la economía (la naturaleza como bien de capital), la cual disminuirá si el *stock* de bienes de capital se deprecia y sus instituciones no son capaces de aumentar lo suficiente para compensar esa depreciación.

De esta manera, el crecimiento poblacional representaría un obstáculo para alcanzar el desarrollo económico sostenible. Por lo tanto, considerar el crecimiento poblacional dentro del principal indicador macroeconómico (PIB), junto con la acumulación de capital, conocimiento y capital humano no compensan la degradación del capital natural:

(...) el crecimiento poblacional es desbordante e influyente en la producción industrial (aumentó por múltiplo de 40); el uso de energía (múltiplo de 16); el metano, producto de la ganadería (creció al mismo ritmo de la población humana); la captura de peces (creció un múltiplo de 35); y las emisiones de carbono y dióxido de azufre (se multiplicaron por 10) (Olarte, 2012, p.33).

Actualmente, existen una serie de autores vinculados con la corriente agrupada en torno a la Revista y a la Asociación *Ecological Economics* (Economía Ecológica)¹⁹. Para estos autores, es necesario ampliar y reformular la idea usual de sistema económico para llevar a cabo un mejor tratamiento de las cuestiones ambientales y la idea de sostenibilidad. Igualmente, señalan que la principal limitación de la

¹⁹ Es el estudio de las distintas interacciones entre sistemas económicos y sistemas ecológicos. Los seres humanos son una especie animal, así que -en cierta forma y según esas definiciones- el campo de estudio de la economía es un subconjunto del campo de estudio de la ecología (Common y Stagl, 2008, p.1)

interpretación de la sostenibilidad desde la noción usual de sistema económico proviene de los objetos que componen esa versión ampliada del stock de capital: no son ni homogéneos ni necesariamente sustituibles. “Postulan que los elementos y sistemas que componen el capital natural se caracterizan más bien por ser complementarios que sustitutivos con respecto al capital producido por el hombre” (Naredo, 1996, p.14).

A esta limitación se le suman la irreversibilidad propia de los principales procesos de deterioro como son: la destrucción del ecosistema, suelo fértil, extinción de especies, agotamiento de depósitos minerales, cambios climáticos, entre otros.

El funcionamiento de organismos, poblaciones o ecosistemas necesitan degradar energía y materiales para mantenerse en vida, por lo tanto, su representación cabe en términos de sistemas abiertos. Para tal caso, como lo expresa Naredo (1996, p.14), “la clave de la sostenibilidad de la biosfera está en que tal degradación se articula sobre la energía que diariamente recibe del Sol y que en cualquier caso se iba a degradar (y no en que la biosfera sea capaz de reparar tal degradación).”

2.1.3. Indicadores de desarrollo sostenible (IDS)

En los últimos treinta años se ha avanzado considerablemente en la agenda ambiental y de desarrollo sostenible en el mundo. Estos avances comprenden el desarrollo conceptual y científico, de institucionalidad, de diseño de políticas públicas, de educación y movimientos ciudadanos, de gestión ambiental, así como en los instrumentos de medición del progreso hacia el desarrollo sostenible (Rayén, 2001: 15).

La amplia aceptación del concepto de sustentabilidad se debe en parte, según Sarandón

(s/f: 393) a “... su ambigüedad. Todos están de acuerdo en alcanzarla (en teoría), pero nadie sabe bien de que se trata. Y, por lo tanto, no se pueden medir progresos, ni retrocesos”. El concepto pretende cumplir con varios objetivos en forma simultánea que involucran dimensiones productivas, ecológicas o ambientales y, fundamentalmente temporales. Precisamente, dentro del concepto de la sustentabilidad uno de los componentes más difíciles de manejar es el temporal. Este componente es intrínseco a la definición de sustentabilidad y no se puede separar de ella, ya que su definición, involucra a las generaciones futuras. Para Sarandón (s/f: 395) Smyth y Dumansky son unos de los pocos autores que abordan el tema del tiempo explícitamente estableciendo una escala temporal de sustentabilidad e insustentabilidad, fijando un límite superior de 25 años.”

El avance de la sustentabilidad, dentro de su complejidad y multidimensionalidad, necesita que estas abstracciones sean simplificadas en valores claros, objetivos y generales. Estos valores son conocidos como los indicadores, cuyo uso permitirá comprender sin ambigüedades los puntos críticos de la sustentabilidad de un agrosistema. “Los requerimientos de la investigación científica requieren ir más allá de los conceptos holísticos de la sustentabilidad, hacia otros más específicos y susceptibles de medición.” (Sarandón ,s/f, p.395)

2.1.3.1. ¿Qué es un indicador de sustentabilidad?

Un indicador es una variable seleccionada y mensurada que permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable. Esta variable debe ser de fácil interpretación y predictiva, aún por quien no conoce o se especializa en el tema. También determina cuándo se alcanzan ciertos umbrales y marcan una tendencia a futuro. Para la Agencia Europea del

Medio Ambiente (AEMA) un indicador ambiental es una medida que puede ser usada para ilustrar y comunicar un fenómeno complejo de manera simple, incluyendo tendencias y progresos a lo largo del tiempo. Así, los indicadores aportan información sobre los problemas ambientales de forma concisa y resumida, pero a la vez representativa, lo que resulta valioso no sólo al nivel científico, sino también como instrumento de concienciación política y social (Herva *et al.*, 2008, p.181).

Un indicador lo que pretende es simplificar la realidad, lo cual "... implica perder cierto grado de información, pero ganar en claridad. Muchas veces, la suma de enormes cantidades de datos, o de censos extremadamente minuciosos, no sirven para saber la tendencia. Esto debe ser evitado. Se busca claridad, a costa de cantidad de información". (Sarandón, s/f: 401).

www.bdigital.ula.ve

2.1.3.1.1. Características de los indicadores de sustentabilidad

Según Sarandón (s/f, pp.401-406), los indicadores de sustentabilidad deben reunir las siguientes características para un buen desarrollo de los mismos. Así, deben:

- i) Tener vínculo estrecho con la sustentabilidad: para que los indicadores no sean una colección de datos inconexos;
- ii) Ser adecuados al objeto perseguido: se construyen de acuerdo con el objetivo, la utilidad y el propósito (científico, político, diagnóstico, predictivo);
- iii) Ser sensibles a los cambios: es de suma importancia que los indicadores puedan variar en el tiempo y posean sensibilidad a un amplio rango de situaciones. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los indicadores deben presentar poca variabilidad durante el periodo

de muestreo;

iv) Poseer habilidad predictiva: la observación del valor del indicador nos debe mostrar de manera clara una tendencia a futuro;

v) Ser de fácil interpretación: uno de los atributos más importantes de los indicadores es la presentación en unidades equivalentes y sencillas de interpretar.

vi) Ser robustos e integradores: los indicadores deben sintetizar información pertinente; es decir, que con pocos indicadores sea suficiente para evaluar la sustentabilidad.

2.1.3.2. Los indicadores de desarrollo sostenible

La transformación de la sustentabilidad de un concepto abstracto a un criterio operativo es un objetivo importante cuyo esfuerzo vale la pena hacer; aunque la construcción de los indicadores tiene mucho de personal y no hay metodologías estrictamente establecidas (recetas) para ello. “(...). Una de las razones de esta situación es la dificultad de traducir los aspectos filosóficos e ideológicos de la sustentabilidad en la capacidad de tomar decisiones al respecto” (Sarandón, s/f, p.393).

El desarrollo sustantivo tanto de los indicadores de sostenibilidad como de desarrollo sostenible, se inicia a finales de la década de 1980 en Canadá y algunos países de Europa. Pero el impulso más abarcador correspondió a la Cumbre de la Tierra, donde la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, junio 1992) creó la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), la cual instaba a monitorear el progreso hacia el desarrollo sostenible postulado en la Agenda 21. Para llevar a cabo este objetivo se hizo necesario contar con instrumentos que permitieran medir el avance hacia la sostenibilidad. De

ahí que cobrara importancia el diseño y uso de indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible. Para Quiroga (2001, p.16):

los indicadores de sostenibilidad ambiental habían comenzado previamente”, pero, “es a partir de esta reunión de Río y de los compromisos que asumen los gobiernos en la Agenda 21, que el trabajo que hasta ese momento era de carácter más bien académico, comienza a cobrar cuerpo en el ámbito de las políticas públicas y en la agenda de los políticos y diplomáticos en los países.

En el mundo existen algunos países trabajando en forma más o menos autónoma y proactiva en el desarrollo de indicadores alcanzando notoriedad por la calidad de sus propuestas; tal es el caso de Canadá y Nueva Zelanda. Dentro de América Latina, el desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental es incipiente. Estos indicadores están siendo desarrollados por los organismos gubernamentales del medio ambiente. No obstante estos avances, la experiencia en trabajo con indicadores de desarrollo sostenible es aún más escasa. Los países que lideran el desarrollo de los indicadores en la región son: México, Chile, Colombia, Costa Rica y Brasil.

Aunque la discusión sobre componentes de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible ha sido ampliamente desarrollada, el concepto no cuenta con un consenso global. ¿Qué es lo que se quiere sustentar en el tiempo?, es la pregunta que deben responder los países que quieren diseñar e implementar indicadores de desarrollo sostenible o de sostenibilidad ambiental. Ejemplos serían la calidad de vida, la capacidad de los recursos naturales de proveer de ingreso económico, los modos de vida de los pueblos originarios, la biodiversidad, y/o la gobernabilidad, entre otros. Señala Quiroga (2001, p.17) que:

La mayoría de los expertos tiende a pensar que se trata de sustentar el estilo de desarrollo basado en el crecimiento económico con mayor o menor

criterio de equidad, e incorporando un número determinado de categorías ambientales. Se trataría de ver cómo una unidad territorial dada (país o región) avanza en forma simultánea en la producción económica, la equidad social y la sostenibilidad ambiental.

2.1.3.2.1. Tipología de los indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible

- Indicadores ambientales o de primera generación (1980)

En esta primera etapa se desarrollan indicadores puramente ambientales, lográndose diseñar e implementar indicadores ambientales, hasta un nivel de rigurosidad y calidad similar a la de los indicadores económicos y sociales que habían sido instalados con anterioridad en los países. Como ejemplos, tenemos indicadores ambientales de calidad del aire de una ciudad, indicadores de contaminación de agua por coliformes, indicadores de deforestación, de desertificación o de cambio de uso de suelo (Quiroga, 2001, p.18).

En esta etapa surge el concepto espacio ambiental (EA), que alcanza su mayor popularidad en los 90 por ONGs medio ambientales. Aunque se suele reconocer a J. B. Opschoor en el año 1987, como autor del término, él mismo señala a H. Siebert en el año 1982, como fuente previa. El objetivo de este indicador es reflejar el hecho de que existen límites a la presión medioambiental que pueden soportar los ecosistemas sin que se produzcan daños irreversibles. Sus fundamentos se basan en un reparto justo y equitativo de los recursos dentro del ámbito planetario, lo que se traduce en que cada habitante del planeta tiene el mismo derecho a utilizar una cantidad igual de espacio ambiental (Herva *et al.*, 2008, p.181).

- Indicadores de desarrollo sostenible o de segunda generación (1990)

La segunda generación de indicadores corresponde al progreso realizado desde un

enfoque multidimensional del desarrollo sostenible. Esta generación diseña e implementa un sistema de IDS compuesto por indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional. Los países con estas iniciativas han sido México, Chile, Estados Unidos y el Reino Unido (Quiroga, 2001, p.18).

Un ejemplo de indicador de esta generación es la mochila ecológica (*Ecological Rucksack*) término concebido por F. Schmidt- Bleek y Von Weizsäker, en 1993 en el Instituto Wuppertal (Alemania). Este concepto aboga por el uso de una menor cantidad de recursos naturales (conseguir una reducción de al menos un factor 10) a través de la innovación económica, social y técnica de forma que se satisfagan las necesidades de la población, al tiempo que se genera -o incluso se mejora- el valor o utilidad de los bienes producidos. Esta relación entre el material de entrada y el servicio de salida es lo que el autor llama MIPS (*Material Input Per unit Service*) y lo utiliza como principio de diseño, así como para medir y comparar el “precio ecológico” de los bienes, infraestructuras y servicios. Este indicador con el tiempo se extiende para incluir la eficiencia energética y rendimiento de los recursos. (Herva *et al.*, 2008, p.182). Igualmente, otro indicador de esta generación es la HE del cual profundizaremos más adelante.

- Indicadores de desarrollo sostenible de tercera generación (2000)

Esta tercera generación diseña e implementa indicadores más vinculantes, que en pocas cifras nos permiten tener un acceso rápido a un mundo de significados mucho mayor, es en los cuales esté incorporado lo económico, social y ambiental en forma transversal y sistemática. Un ejemplo de esta generación es el indicador huella del agua, metodología que se ha desarrollado por analogía con la HE y que fue introducida en 2002 como indicador de consumo

de agua adicional al tradicional registro de consumo por sector de producción. La huella del agua de un individuo, de una empresa o de una nación se define:

Como la cantidad total de agua dulce utilizada para producir los bienes y los servicios consumidos por dicho individuo, negocio o nación (generalmente expresado en términos de volumen anual). Puesto que no todos los bienes consumidos en un país se generan en éste, la huella del agua se dividirá en los recursos propios y la asociada a la importación desde el exterior (Herva *et al.*, 2008, p.182).

Actualmente, la mayoría de los países, tanto al nivel regional como al nivel mundial, se encuentran trabajando indicadores de primera y segunda generación en forma simultánea, al mismo tiempo que se reconoce la necesidad de avanzar, en forma cooperativa y horizontal, en el desarrollo de la tercera generación en el tercer milenio (Quiroga, 2001, p.19)

Cuadro 1. Indicadores de sostenibilidad surgidos en los últimos años

Indicador	Fecha	Autor/es	Origen
Territorio fantasma	1965	G. Brostrom	EE.UU
Espacio – ambiental	Década de 1980	J.B. Opschoor y H. Siebert	Holanda
Evaluación energética	1988	H.T: Odum	EE.UU
Huella ecológica	Década de 1990	W. Rees y M. Wackerganel	Canadá
Mochila ecológica	1993	F. Schmidt - Bleek	Alemania
Huella del agua	2000	Hoekstra	Holanda

Fuente: elaboración propia a partir de Herva *et al.* (2008, p.182).

2.1.4. Metabolismo económico: huella ecológica

El debate sobre la sostenibilidad tiene que ver con el tamaño que la esfera de las actividades económicas representa en el total de la biosfera, esto es, con la «escala» del sistema económico. Y una buena forma de medir ese tamaño o «escala» en términos físicos

normalmente pasa por contabilizar los flujos de energía y materiales que recorren la economía de un país o sistema productivo, es decir, analizar su metabolismo económico. Martínez (2003, p.17) señala que:

La ciencia económica estudia la economía, es decir, los precios y cantidades intercambiados en mercados (un estudio que Aristóteles llamaba «crematística» en La Política), y las magnitudes agregadas de la contabilidad macroeconómica. Esa economía no puede entenderse como un sistema autosuficiente. La economía está necesariamente abierta a la entrada de energía y materiales y a la salida de residuos y de calor disipado. La economía debe verse desde el punto de vista del metabolismo socio-económico.

Esta visión se vale de la palabra «metabolismo» empleada en la biología de las células y organismos para describir las relaciones entre la naturaleza y las sociedades humanas. El metabolismo económico recoge dos aspectos principales que sirven para medir físicamente los procesos de producción y consumo dentro de una sociedad:

- i) los flujos materiales por unidad de tiempo, que incorporan los *inputs* procedentes del medio ambiente que pasan al sistema económico (en t o kg/año) y que una vez transformados en bienes y servicios, regresan de nuevo al medio ambiente como residuos.
- ii) el flujo de energía necesario para poner en marcha la maquinaria económica (combustibles fósiles, biomasa, solar, etc.)

Señala Carpintero (2005, p.114) que: "...el metabolismo socioeconómico dependerá de los requerimientos de energía y materiales que cada economía demande para fabricar y consumir bienes y servicios, que serán diferentes cuantitativa y cualitativamente, según estemos hablando de sociedades cazadoras-recolectoras, agrarias o industriales."

El objetivo analítico pasa por encontrar una medida que relacione el volumen de

toneladas de recursos y residuos en su equivalente de hectáreas o km de superficie. Un tipo de aproximación que permite aportar una dimensión apropiada a los análisis de la sostenibilidad como una cuestión de escala o tamaño ocupado por el sistema económico dentro de la biosfera es el indicador de la HE o de deterioro ecológico (*ecological footprint*). Para este indicador, cuando las demandas humanas exceden los suministros ecológicos, la HE supera la capacidad de carga, entonces disminuye el capital natural²⁰ y se dice que se ha producido una sobrecarga o déficit ecológico (Herva *et al.*, 2008, p.183).

2.1.4.1. La huella ecológica (HE)

De todos los términos surgidos en los últimos años con base en la búsqueda de indicadores para medir el uso sostenible de los recursos y en particular de las propuestas para interpretar las transformaciones de las cubiertas del suelo, sus usos y el metabolismo socioeconómico, el que ha alcanzado mayor popularidad ha sido la HE (Herva *et al.*, 2008, p.182). Esta es una herramienta contable que nos permite estimar el consumo de recursos y la capacidad de asimilación de residuos requeridos por una población humana o una economía en función de la superficie de tierra productiva requerida para su mantenimiento (Fernández, 1999, p.124).

La consolidación y mayor difusión de la HE se produjo a raíz de la publicación del libro “Nuestra huella ecológica” por parte de Wackernagel y Rees en 1996. En esta obra la HE se

²⁰ “Se refiere a todos los recursos de la biosfera que proveen los recursos ecológicos esenciales (Badii, 2008 en Vásquez Cid, 2009) “Estos servicios son: la producción de recursos (alimentos, madera), la asimilación de residuos (absorción de gas carbónico, asimilación de aguas residuales) y servicios de soporte de la vida (protección de la radiación ultravioleta, biodiversidad, depuración de aguas y/o estabilidad climática (Ibáñez, 2000 en Vásquez Cid, 2009).

define como “el área de territorio productivo o ecosistema acuático necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico, donde sea que se encuentre esta área” (Herva *et al.*, 2008, p.183).

La HE de una nación o de una ciudad se calcula considerando el territorio (medido en área = hectáreas) necesarias para sustentar el consumo y la absorción de desechos derivados de ese consumo, para un grupo poblacional determinado. Lo que se pretende es calcular la cantidad de tierra apropiada por el consumo del bien (i), dividiendo la cantidad consumida por la productividad media del sistema productivo asociado, entonces $HE = \text{consumo del bien (i)} / \text{productividad media bien (i)}$. Por ejemplo, si una familia consume durante un año 120 kg de trigo, considerando una productividad de 2.500 kg/ha, tendríamos que la tierra apropiada por nuestra familia, para el consumo de ese cereal, sería de 480 m². (Fernández, 1999, p.126). Es decir, esta familia requiere de 480 m² (0,048 ha) para sustentar el consumo y la absorción de residuos por el consumo de ese cereal.

Los coeficientes técnicos de conversión de las distintas funciones ecológicas y productivas asociadas al consumo y los desechos se realizan sobre la base de parámetros estandarizados a nivel internacional, los que se ajustan -cuando es pertinente- a los casos locales. Así, para transformar en superficie de tierra el impacto causado por el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) en la producción de energía se calcula cuántas hectáreas de bosque se necesitan para absorber el CO₂ producido por estos combustibles. Para ello, “se asume una capacidad de almacenamiento de CO₂ constante para todos los tipos de bosques de 1.25 ha para 100 Gigajulios de energía por año” (Hernández Laguna *et al.*, 2004, p.148).

El análisis de la HE de un sistema determinado permitirá conocer el nivel de dependencia de la importación de recursos y de la capacidad de asimilación de desperdicios de los “*global commons*”. Por lo tanto, la HE es una medida del intercambio realizado entre los sistemas agrarios y los ecosistemas, es decir, del intercambio ecológico. Señala Fernández (1999, p.125) que “el análisis de la Huella Ecológica de un sistema nos servirá para llamar la atención sobre su grado de requerimientos ecológicos, expresados mediante la cantidad de tierra productiva afectada, para mantener de forma indefinida un patrón dado de consumo o de producción”.

El análisis de la HE y las unidades elegidas para cuantificarla ponen de manifiesto cuantitativamente las vinculaciones de los hábitos y formas de vida con los problemas ambientales. Dado que una hectárea es aproximadamente el área de un campo de fútbol -en un país con tradición futbolística- resulta sencillo visualizar la influencia de cada individuo en esta unidad física, así como el impacto que la ciudad provoca fuera de sus límites administrativos (Martínez, 2007).

Un resumen de los indicadores y sus proponentes es presentado en el cuadro 1

2.1.4.1.1. Metodología para el cálculo de la HE

La mayoría de los estudios de HE basan sus estimaciones en la metodología desarrollada por Rees y Wackernagel, mediante la cual las diferentes categorías consideradas para consumo de recursos (canasta de consumo) y generación de residuos se transforman en unidades de superficie (generalmente hectáreas). El cálculo de HE se basa en la estimación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos

forestales, al gasto energético y a la ocupación directa del terreno. Esta superficie se suele expresar en ha/cap/año si realizamos el cálculo para un habitante, o bien, en ha, si el cálculo se refiere al conjunto de la comunidad (Martínez, 2007: 16).

En primer lugar hay que decidir qué poblado (país, ciudad, región...), sector o actividad económica se quiere estudiar y elegir un período de interés. A continuación se busca para el año, o los años en estudio, cuánto consume esa población, sector o actividad para cubrir sus necesidades alimentarias, energéticas, de materias primas y de suelo. Se trata de conocer cuántos campos de cultivo se han necesitado para producir alimentos, forrajes y materias primas; cuánto terreno de pastos nos provee de huevos, carne o leche; cuál es la superficie forestal necesaria para obtener nuestra madera; cuál es el espacio marino necesario para los productos pesqueros que consumimos; cuánto es el territorio construido ocupado por nuestros pueblos, ciudades, viviendas, carreteras e industrias y, finalmente, cuánta energía necesitamos, la cual se traduce en la superficie forestal necesaria para absorber el CO₂ desprendido de la quema de los combustibles fósiles. Dentro de este cálculo, el 12% del territorio se reserva para la conservación de la biodiversidad (Martínez, 2007, p.17).

Para estimar el área apropiada (aa) para producir cada artículo de consumo (i), se divide la media anual de consumo de cada artículo (C_i) en kg/cápita, entre, la productividad media anual por hectárea (P_i). Luego la HE total per cápita (he) se obtiene sumando todas las áreas ecosistémicas apropiadas por cada artículo de consumo, esto es, igual a la suma total de (aa_i) desde $i=1$, hasta $i=n$.

Finalmente, estos datos se multiplican por el número de habitantes (N) para obtener la HE total agregada de la población, sector o actividad estudiada. Para convertir las hectáreas

(ha) obtenidas de las áreas de apropiación en hectáreas globales (gha), con objeto de poder establecer comparaciones entre estudios hechos en distintas partes del mundo, se multiplican estas superficies por un factor de equivalencia (F_j) con el fin de unificar los diferentes tipos de ecosistemas (j) y referenciarlos a una productividad media mundial (Herva *et al.*, 2008, p.184).

he = huella ecológica per cápita

HE = huella ecológica total agregada de la población, sector o actividad

aa_i = el área apropiada para producir cada artículo de consumo (i)

C_i = la media anual de consumo de cada artículo expresado en Tm/cápita o kg/cápita

P_i = la productividad media anual por hectárea expresada en Tm/hectáreas o Kg/hectáreas

F_j = factor de equivalencia de la productividad media mundial

N = número de habitantes

$$he = \sum_{i=1}^n aa_i * F_j = \sum_{i=1}^n (C_i / P_i) * F_j$$

$$HE = he * N$$

Una vez conocido este dato, seguidamente para descubrir si la comunidad, el sector o actividad económica estudiada es sustentable o no, se compara con el terreno productivo del que dispone. Por lo tanto, si su ritmo de consumo produce una huella mayor que el territorio disponible, entonces tenemos “déficit ecológico”, es decir, se consume más tierra de la que se dispone. Esto significa que nuestro consumo estaría basado en el uso de tierras productivas de otros lugares, o bien, que se está trasladando la contaminación a otras áreas del planeta o bien a generaciones futuras (Martínez, 2007, p.17).

Como ya se ha adelantado, cada persona en el mundo dispone solamente 2,1 ha de

espacio biológicamente productivo, pero la HE promedio mundial es de 2,9 ha por persona. Esto significa que la humanidad está sobrepasando la capacidad ecológica de la biosfera en casi un 35%. Al respecto, señala Martínez (2007, p.17) que: “el desarrollo industrial, físicamente basado en la disponibilidad de combustibles fósiles, ha dado lugar a una alteración profunda y extensa de la mayor parte de los ecosistemas continentales y oceánicos.”

www.bdigital.ula.ve

Capítulo III

1. Caracterización del cultivo del cacao

1.1 Denominación del grano, tipos y zonas productoras

El nombre científico del cacao es *Theobroma cacao* L, el cual, pertenece a la familia de las *Esterculiaceae* y su origen geográfico es América del Sur; de las 22 especies conocidas de *Theobroma*, 19 se encuentran al norte de América del Sur, 13 de ellas en la cuenca Orinoco-Amazonas, de las cuales 10 son exclusivas de esta área. (González ,1999). Según la Teoría de Vavilov, sobre centros de origen y dispersión de las plantas, “correspondería ser centro de origen aquel donde exista la mayor variabilidad genética de la especie” (González, 1999, p.5), así para el caso del cacao, este se ubica en el Alto Amazonas.

Venezuela produce distintos tipos de cacao según las diferentes regiones: en la región nororiental se encuentran dos tipos Río Caribe Superior y Río Caribe Natural; en la región norte costera los tipos Carenero Superior y Caracas Natural, en la región suroccidental: Sur del Lago Clasificado y Sur del Lago Natural. Sin embargo un conjunto de tipos anteriormente muy conocidos por su denominación de Origen: Chuao, Carenero, San Felipe, Barcelona, Guasare y Criollo de Mérida se han perdido. A pesar de ello, algunos actores siguen comercializando con el exterior estos antiguos tipos, como el de Chuao en el estado Aragua (González, 1999, pp.14-15)

En Venezuela existen tres regiones tradicionales en el cultivo de cacao, que son: a) nororiental (Sucre, Monagas y Delta Amacuro), b) norcentral-costera (Miranda, Aragua, Carabobo, Guárico y Yaracuy), y c) suroccidental (Apure, Barinas, Portuguesa, Mérida y Zulia). (Quintero y García, 2010, pp.118-119)

El cultivo de cacao, como sistema agroforestal, requiere de árboles más grandes para sembrar que a la vez proveen maderas y otros productos como látex y frutos. Se encuentra ubicado en el Bosque Húmedo Tropical (BHT) y en el Bosque muy Húmedo Tropical (BmHT), desde el nivel del Mar hasta los 100 msnm en los estados Sucre, Miranda, Delta Amacuro, Amazonas, Aragua y Zulia al sur del Lago de Maracaibo. (González, 1999, p.16)

1.2 Aspectos agronómicos del cultivo

La producción de cacao en Venezuela posee un patrón tecnológico predominante que se caracteriza por ser un sistema de plantación que utiliza prácticas agronómicas tradicionales. Éstas consisten fundamentalmente en la realización de las labores agrícolas propias del rubro, divididas en las prácticas de fundación de la unidad productiva, mantenimiento del cultivo y, en algunos casos, el beneficio de los granos. La mayoría de los productores no aplican fertilizantes, insecticidas ni fungicidas. Unido a lo anterior, los precios pagados a los productores tienden a ser bajos por la falta de homogeneidad en la calidad (Quintero y García, 2010, p.117).

La mayoría de las zonas productoras de cacao presentan precipitaciones entre 1.200 y 2.500 mm por año, aunque en realidad se cultiva dentro de límites muchos más amplios. Se pueden mencionar algunas regiones como Nueva Guinea, donde se cultiva el cacao, aunque en baja cantidad, con precipitaciones que se aproximan a los 5.000 mm por año, o algunas regiones de Venezuela (como Chuao y Choroní), donde la precipitación anual es del orden de los 800 mm repartidos en seis meses, donde se cultiva bajo riego (Gómez y Azócar, 2002).

El cultivo de cacao requiere de suelos en los cuales las raíces puedan penetrar

fácilmente, que retengan humedad durante la época seca y que permitan la circulación de aire y humedad. El sistema radicular de esta planta parece ser más sensible que otros cultivos. Sin embargo, el cacao es capaz de adaptarse a los más variados tipos de suelo, incluso en aquellos cuyo contenido de nutrientes es muy bajo. En estos suelos la producción suele ser muy limitada, pero se pueden lograr rendimientos medios si el cultivo se mantiene bajo un adecuado sombraje y si los demás factores ecológicos son favorables. (Gómez y Azócar, 2002).

La falta de asistencia técnica y de financiamiento a tasas de interés razonables para el productor han sido los factores que han traído como consecuencia una caída en el rendimiento por hectárea, debido a la poca adopción de las técnicas agronómicas que el cultivo requiere para obtener una buena producción; su aplicación es significativa en cuanto a los requerimientos técnicos implicados en el manejo agronómico del cultivo tales como: fertilización, control fitosanitario, poda, fermentación, clasificación y rendimiento.

Dentro de los aspectos generales agronómicos del cultivo de cacao en el municipio Caracciolo Parra y Olmedo esta que “un 76% de los cacaoteros encuestados no recibe asistencia técnica dirigida y continua de ningún tipo, del mismo modo desean que se les brinde este servicio y el 86% no recibe asistencia crediticia.” (Ormeño, 2010, p.13) así mismo “... el 70% de los productores tienen una edad comprendida entre los 30 y 60 años, ubicándolos dentro de una edad promedio de 51 años”(Portillo, Martínez, Araujo, Parra, y Esparza, 1995, p.155).

En cuanto a la dimensión de las unidades de producción de cacao “... el 75% de las unidades de producción poseen un tamaño que oscila entre 1 y 5 ha, el 20% están entre 5 y 10 ha y solo el 5% de las unidades de producción son mayores de 10 ha.”(Portillo y otros, 1995,

p.159).

Entre otros aspectos generales agronómicos del cultivo de cacao en el municipio Caracciolo Parra y Olmedo se encuentra que el 65% de los productores aplica fertilizantes, máximo dos veces por año, bien dirigida al suelo o al área foliar de forma empírica; El 81% de los agricultores aplica herbicidas, en su mayoría los productos glyfosan, gramoxone y roundup; el 98% realiza la poda tradicional (despalado) y no realizan el raleo de sombra permanente; sólo el 2% fermenta por exigencia de los compradores (intermediarios), los restantes no aplican este proceso debido principalmente a que la diferencia de precios es poco atractiva; el 85% de los productores encuestados realiza tres cosechas por año ,con una frecuencia semanal en las dos principales cosechas (junio y diciembre) y quincenal el resto del año a excepción de los meses de julio a octubre donde no cosechan. De igual manera en la zona se presentan dos picos de producción que son junio y diciembre; el 88% de los cacaoteros no pertenecen a ninguna organización de productores y la mano de obra aplicada es familiar y contratada y un 100% manifiesta no utilizar registros ni realiza el proceso de clasificación de cacao motivado a que las condiciones del mercado y comercialización no lo exige. (Ormeño, 2010, pp.13-15)

2. Caracterización de la zona de estudio

El cultivo de cacao forma parte de la historia de la región andina venezolana desde la época de la colonia, esto debido a que las condiciones climáticas y orgánicas de su territorio (Sur del Lago y piedemonte andino), permiten que se pueda cosechar “cacao fino o de aroma” (criollo y trinitario), siendo los granos de sus plantaciones los más comercializados en

mercados altamente exigentes (CORPOANDES, 2014, p.53).

2.1 Aspectos socio-económicos

El municipio Caracciolo Parra y Olmedo se encuentra ubicado al noroeste del estado Mérida, Venezuela, en las tierras bajas de la depresión lacustre del Lago de Maracaibo. Tiene una superficie de 607 km² (60.700 ha) y una población de 27.632 habitantes; su clima es templado, con temperatura anual que oscila entre los 22 y 30 °C. Presenta un relieve accidentado entre zonas baja y montañosa, con altitudes que oscilan entre 25 m.s.n.m. y 4.000 m.s.n.m y posee una actividad económica basada en la agricultura y la ganadería siendo esta localidad la más productora de granos de cacao en el estado Mérida (CORPOANDES, 2014, p.65).

El Municipio Caracciolo Parra y Olmedo está conformado por dos parroquias: la parroquia Caracciolo Parra y Olmedo cuya capital es Tucaní, que a su vez la capital del municipio; y la parroquia Florencio Ramírez, que tiene como primer centro poblado y capital a El Pinal. La población de Tucaní tiene un crecimiento acelerado y vertiginoso, pues su área urbana está creciendo a los cuatro puntos cardinales y por esta razón es llamada “la rosa de los cuatro vientos” (Alcaldía Caracciolo Parra y Olmedo, 2015).

El municipio cuenta con servicio de agua potable que proviene de los diques o de las tanquillas situadas principalmente en las cabeceras de los ríos Tucaní, Chimomó y Río Frío. La regularidad del servicio es continua y considerada de buena calidad. Igualmente se cuenta con el suministro de electricidad y telefonía móvil. De igual manera, cuenta con escuelas estatales (educación básica), Casa de Alimentación, Comités de Riego, misiones educativas como

Robinson y están organizados en Consejos Comunales (Ormeño, 2010, pp.12-13).

La localidad de Tucaní (capital del municipio) cuenta con una gran red de supermercados, pequeños y medianos centros comerciales, centros culturales, polideportivo, biblioteca pública, Alcaldía, un hospital, parques, estaciones de servicio, distribuidores agropecuarios, centro de acopio, instituciones agropecuarias (CIARA, SASA, Desarrollo agrícola de la Alcaldía) y transporte a todo lo largo de la carrera Panamericana, lo que contribuye a una mayor calidad de vida de los pobladores del Municipio Caracciolo Parra y Olmedo (Ormeño, 2010, p.13).

2.2 Importancia del cultivo en la localidad y la región

En la estructura productiva del cultivo radica la trascendencia de este rubro. El cultivo del cacao demanda mano de obra, que en muchos casos es aportada por la familia y en algunas oportunidades se contratan jornales o mano de obra especializada en labores clave para el desarrollo del cultivo, tales como: la enjertación, las podas o la cosecha. Esta característica hace que este rubro sea un importante generador de empleo tanto directo como indirecto, pues se calcula que en la fase de manejo y sostenimiento por cada tres hectáreas de cacao se genera un empleo rural permanente; e igualmente, como generador de ingresos. Por ello se considera que este cultivo dinamiza la economía de las zonas en las cuales se desarrollan proyectos cacaoteros, los cuales además en muchos casos están ubicados en regiones que presentan diversas problemáticas sociales tales como pobreza y desempleo (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Federación Nacional de Cacaoteros, y Fondo Nacional del Cacao, 2013, p.12)

La importancia económica de este rubro está en su rentabilidad como producto de exportación, destacándose frente a otros productos que se encuentran en el exterior y sobre

todo cuando está en declive el mercado energético, especialmente el del petróleo. “En las ferias mundiales del chocolate, es habitual que entre los bombones más refinados, el 50% de estos sean de origen nacional” (CAPEC, 2016 a)

Para CAPEC (2015), actualmente en Venezuela se producen entre 16.000 y 18.000 toneladas métricas de cacao en almendra, de las cuales alrededor de 9.000 toneladas métricas se exportan hacia Asia y Europa. El precio actual por tonelada en el mercado internacional es de US\$ 3.000 aproximadamente, generando este rubro un aporte de US\$ 30 millones a la economía nacional, el cual se podría quintuplicar y dejar casi US\$ 800 millones al año, si hubiera una articulación y rehabilitación del parque vegetal que ya existe en Venezuela. Esto incrementaría la productividad entre tres y cuatro veces, teniendo en cuenta que una hectárea produce en promedio 300 kg de cacao y en condiciones óptimas puede llegar a generar 600 kg.

Según CORPOANDES (2014, p.84), en el estado Mérida el sector vegetal ocupa aproximadamente 57.965,60 ha de su territorio, de las cuales, 5.784,45 ha son utilizadas para el cultivo de cacao. De esta cantidad, 5.182,20 ha. (89,58%) están localizadas en el eje panamericano, donde se encuentra ubicada la localidad de Tucaní, mientras que el resto (602,25 ha, equivalente a 10,42%), en el eje Mocotíes.

Las hectáreas cultivadas con árboles de cacao exportable en el estado Mérida están distribuidas en sus nueve municipios, que producen 1.995 toneladas de grano seco por año (CORPOANDES, 2014, p.91). Para CAPEC (2016 a) (s/f), Mérida posee 2.948 hectáreas aptas para el cultivo de este rubro y la producción que se podría lograr es de 931.568 kilogramos/año.

CAPÍTULO IV

1. Huella ecológica del cacao en Tucaní 2012-2015: una aproximación a su cálculo

Teniendo en cuenta que ni el Instituto Nacional de Estadística (INE) ni otras fuentes con autoridad conocidas cuentan con estadísticas demográficas específicas para la localidad de Tucaní se presentan a continuación datos correspondientes al municipio Caracciolo Parra y Olmedo cuya capital es Tucaní donde se concentran las mayores actividades del municipio.

Los impactos que se consideran en el cálculo de la HE del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní son las siguientes categorías de consumo: Superficie agrícola, consumo de energía de combustibles fósiles por la maquinaria utilizada en las labores del cultivo y energía incorporada en los *inputs* del cultivo (fertilizantes, herbicidas, funguicidas y maquinaria) y las superficies construidas (Hernández Laguna y otros, 2004, p.148).

Para el periodo 2012-2015 sus datos se toman de fuentes documentales. La suma de las HE parciales correspondientes a las diferentes categorías de consumo (tierra agrícola, combustible fósil y superficie construida), representa la HE total del cultivo del cacao, para el año de referencia, expresada en hectáreas/habitante. La HE total del cultivo de cacao, durante el periodo 2012-2015 es el promedio de las HE parciales en cada uno de los años de referencia expresado en hectáreas/habitante.

Para poder comparar las HE de distintas áreas geográficas y diferentes categorías de uso (por ejemplo, de los cultivos frente a la superficie construida), los valores de las huellas ecológicas parciales obtenidas en cada categoría los multiplicamos por los factores de

equivalencia. Estos factores convierten las superficies productivas demandadas (ha/per cápita) en unidades de territorio productivo estándar (hectáreas globales o gha/per cápita), siendo la unidad un territorio virtual con una productividad igual a la media mundial (Díaz Del Olmo y Fernández La Torre, 2011).

Diferentes autores, en los que se encuentran Rees y Wackernagel, recomiendan utilizar las productividades locales o regionales, en vez de la media global. Al contrario, Doménech (2006) recomienda utilizar la productividad global , "... ya que, en el creciente mundo globalizado en el que vivimos, los artículos consumidos por las empresas o corporaciones tienen muy diversas procedencias lo que haría muy dificultoso trabajar con las productividades locales de cada una de ellas". En esta investigación utilizaremos la productividad global, cuyos factores de equivalencia se muestran en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Factores de equivalencia para distintos tipos de superficie

Área bioproductiva	Factor de equivalencia (gha/ha)
Energía fósil	1,4
Tierra cultivable	2,1
Pastos	1,4
Bosques	0,5
Recursos marinos	0,4
Terreno construido	2,2

Fuente: elaboración propia a partir de Herva *et al.* (2008, p.184)

1.1. Biocapacidad del cacao en Tucaní

Es la capacidad que tiene un ecosistema para sustentar y mantener al mismo tiempo la productividad, adaptabilidad y renovabilidad de los recursos. (Martín, F., González, F., Miguélez, F., Menéndez, E., y Dopico, J., 2004, p.60). Esta capacidad per cápita de la localidad de Tucaní para producir el cacao es el promedio de la superficie cosechada entre los años 2012-2015 dividido por la población de Tucaní en esos respectivos años.

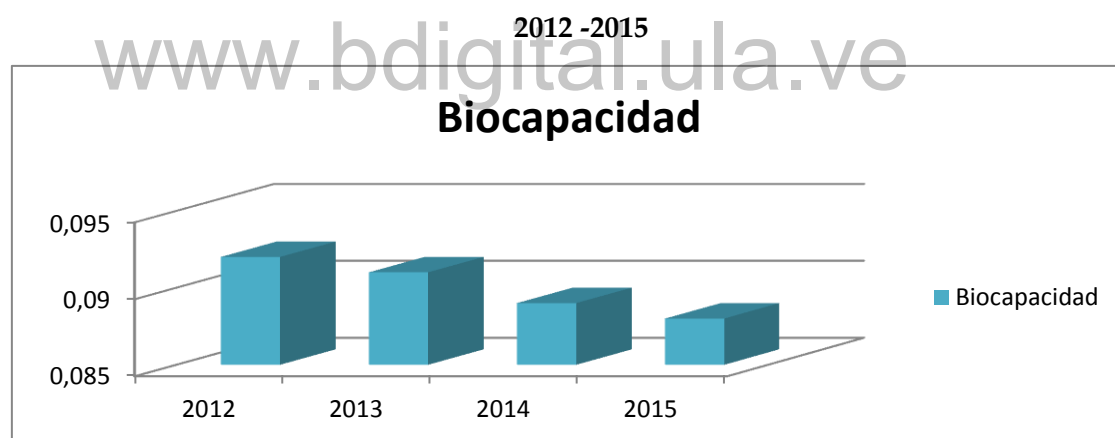
En cuanto a la superficie cosechada se toma el valor del VII Censo Agrícola, realizado por el Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras [MPPAT] en el 2008, correspondiente al rubro cacao en el municipio Caracciolo Parra y Olmedo. Por ello, se aplica ese mismo valor a los años del 2012 al 2015 debido a que “la producción de cacao en Venezuela se encuentra estable en este momento,..., tenemos la misma producción hace cien años,..., en los últimos veinte años la producción se ha mantenido igualita, (...), con un potencial de crecimiento enorme”(Cámara Venezolana de Cacao [CAPEC], 2015). En tal sentido, se asume la estabilidad del valor en la superficie cosechada en la localidad de Tucaní (Tabla 2)

Tabla 2. Biocapacidad del cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015

Año	Superficie cosechada (ha)	Población (habitantes)	Biocapacidad (ha/per cápita)
2012	2.703, 09	29.224	0,092
2013	2.703,09	29.753	0,091
2014	2.703,09	30.291	0,089
2015	2.703,09	30.805	0,088
Total superficie cosechada 2012-2015	10.812,36	Promedio biocapacidad 2012-2015	0,090

Fuente: elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013), MPPAT (2011) y programa estadístico-econométrico EViews 3.1²¹

Gráfico 1. Biocapacidad (ha/per cápita) del cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela),



Fuente: elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística (INE,2013), MPPAT (2011) y programa estadístico-econométrico EViews 3.1

Se observa en el Gráfico 1 que a medida del pasar de los años la biocapacidad del cacao disminuye debido a que el área cosechada permanece constante y la población crece generando

²¹ Este programa se utiliza para hallar la tasa de crecimiento de la población del municipio Caracciolo Parra y Olmedo durante las años 2012-2014 y de esta manera proyectar la población del municipio para el año 2015. Esta tasa fue estimada en 1,7% anual. Ver anexos

mayor demanda sobre el territorio.

1.2 Tierra agrícola

Es la superficie de tierra necesaria para sostener el consumo de cacao por parte de la población de Tucaní en los años de referencia. Este valor se obtiene dividiendo el consumo aparente (CA) de cacao (consumo aparente = Producción + importaciones – exportaciones + variación de existencias) por el rendimiento local en toneladas métricas por hectáreas y la población local. (Hernández Laguna *et al*, 2004, p.148).

El CA de cacao para Tucaní es el resultado de relacionar el consumo aparente de Venezuela y la población de Tucaní durante el periodo 2012-2015. Por ejemplo: año 2012:

Consumo aparente Venezuela: 21.270 tm/año

Población Venezuela: 29.365.451 hab;

Población Caracciolo Parra y Olmedo: 29.224 hab.

29'365.451 hab $\longrightarrow$ 21.270 tm / año

29.224 hab $\longrightarrow$ $X = 21.270 * 29.224 / 29.365.451 = 21,17 \text{ tm/año}$

$X = 21,17 \text{ tm/año}$ (Consumo aparente en la localidad de Tucaní año 2012) (Tabla 3).

Teniendo en cuenta la estabilidad en la producción mencionado anteriormente se toma como rendimiento local (municipio Caracciolo Parra y Olmedo) en toneladas métricas por hectáreas el valor de 459 kg/ ha (0,459 tm/ ha) para el periodo 2012-2015 (MPPAT, 2011).

Una vez establecidos los valores del CA, el rendimiento local y la población de Tucaní en los años del 2012 al 2015, procedemos a calcular las huellas ecológicas de las tierras agrícolas durante los años de referencia. La HE final de las tierras agrícolas es el promedio de las huellas ecológicas globales de los años en estudio (Tabla 4).

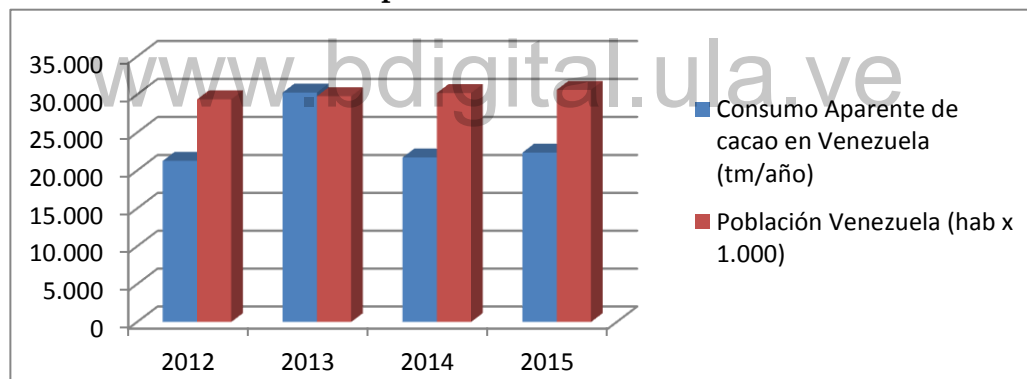
$He = [\text{consumo aparente} / (\text{rendimiento} * \text{población})] * \text{Factor de equivalencia.}$

Tabla 3. Consumo Aparente de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela) 2012-2015

Año	Consumo aparente Venezuela (tm/año)	Población Venezuela (hab)	Población Caracciolo Parra y Olmedo(hab)	Consumo aparente Caracciolo Parra y Olmedo (tm /año)
2012	21.270	29'365.451	29.224	21,17
2013	30.267	29'786. 263	29.753	30,23
2014	21.714	30'206. 307	30.291	39,37
2015	22.368	30'620.404	30805	22,50
Total consumo aparente Venezuela 2012-2014	95.619	Promedio Consumo Aparente Caracciolo Parra y Olmedo 2012-2014 (Tm /año)		28,32

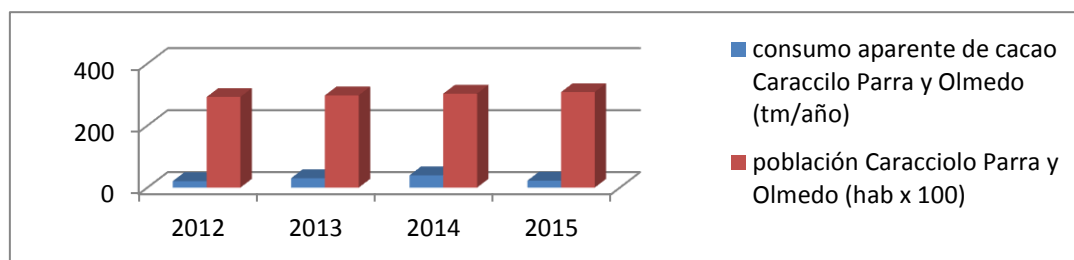
Fuente: elaboración propia a partir del INE (2013), INE (2011), Instituto Nacional de Nutrición (s/f), y MPPAT (2015)

Gráfico 2. Consumo aparente de cacao en Venezuela (tm /año), 2012-2015



Fuente : elaboración propia a partir del INE (2011), Instituto Nacional de Nutrición (INN, s/f), y MPPAT (2015)

Grafico 3. Consumo aparente (t/año) de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela) 2012 -2015



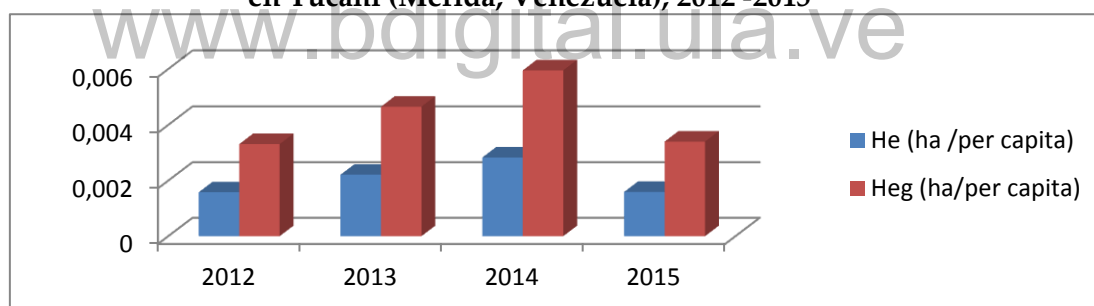
Fuente : Elaboración propia a partir del INE (2013) INN (s/f), y MPPAT (2015)

Tabla 4. Huella ecológica (ha/per cápita) de las tierras agrícolas del cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015

Año	Consumo aparente (tm/año)	Factor de rendimiento (tm/ ha)	Población	He(ha/per cápita)	Factor de equivalencia	Heg (hag/per cápita)
2012	21,17	0,459	29.224	$1,58 \cdot 10^{-3}$	2,1	$3,31 \cdot 10^{-3}$
2013	30,23	0,459	29.753	$2,21 \cdot 10^{-3}$	2,1	$4,65 \cdot 10^{-3}$
2014	39,37	0,459	30.291	$2,83 \cdot 10^{-3}$	2,1	$5,95 \cdot 10^{-3}$
2015	22,50	0,459	30.805	$1,59 \cdot 10^{-3}$	2,1	$3,34 \cdot 10^{-3}$
Promedio He (ha/per cápita) 2012-2015				$2,05 \cdot 10^{-3}$	Promedio Heg	$4,31 \cdot 10^{-3}$

Fuente: elaboración propia a partir del MPPAT (2011), INE (2013) y Herva *et al.* (2008, p.184).

Gráfico 4. Huella ecológica (ha/per cápita) de las tierras agrícolas del cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012 -2015



Fuente: elaboración propia a partir del MPPAT (2011), INE (2013) y Herva *et al.* (2008, p.184)

1.3 Consumo de energía de combustibles fósiles

El método que utilizamos en esta investigación para transformar en superficie de tierra el impacto causado por el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) en la producción de energía en el cultivo del cacao es el área de bosques necesaria para absorber el CO₂ que emiten estos combustibles. Este método es el más utilizado en la mayoría de los cálculos de la huella ecológica (Hernández Laguna y otros, 2004, p.148). Para ello, se asume

como capacidad de almacenamiento de CO₂ constante para todos los tipos de bosques una ratio de 71 GJ/ha/año como productividad energética media mundial. La unidad empleada es el julio (J), medida física del trabajo que equivale al trabajo que hay que realizar para levantar un kilogramo, a diez centímetros del suelo. Así, las equivalencias más comunes serían: un kWh equivale a 3,6 megajulios; un gigajulio son 1000 megajulios (Domenéch, 2006).

Para el cultivo de cacao se calculó la energía incorporada de los fertilizantes minerales, los herbicidas, funguicidas y la maquinaria usada. Los correspondientes factores de conversión de unidades de energía a unidades de superficie son 50, 40, 40 y 100 Gigajulios por tonelada respectivamente (Wackernagel, 2001; en Hernández laguna y otros, 2004, p.149). El peso total de los *inputs*, en toneladas métricas, es traducido a Gigajulios de energía y después hallada la superficie forestal necesaria para secuestrar el carbono contenido en el CO₂ desprendido por el uso de la energía encarnada como combustible fósil utilizando el factor de conversión correspondiente (71 GJ/ha) (Hernández laguna y otros, 2004, p.149).

1.3.1. Energía incorporada de los fertilizantes minerales, herbicidas y funguicidas en el cultivo de cacao

Para efectos de esta investigación se toman las siguientes referencias: según Ormeño (2010, pp.13-16), en el municipio Caracciolo Parra y Olmedo "...el 65% de los productores aplica fertilizantes químicos, máximo dos veces por año, dirigida al suelo o al área foliar, en su mayoría en forma empírica". De manera similar, "el 81 % de los agricultores aplica herbicidas, en su mayoría los productos Glyphosan y Gramoxone", mientras que "... el 83%... realiza aplicaciones de fungicidas" y "la edad promedio de las plantaciones de cacao es de 16 años".

Para la transformación del consumo de fertilizantes industriales en tierra productiva partimos del consumo total de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos, los cuales son los elementos nutricionales de mayor requerimiento para la planta de cacao (Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, 2012, p.16) y elegimos el sistema orgánico té de estiércol²² y residuos agrícolas, para obtener las mismas cantidades de aquellos componentes, con una aplicación para el cacao adulto (3 años o más) de 500 mililitros (0,5 litros) por planta (Ormeño y Valle, 2007, p.34).

Las plantas se encuentran sembradas bajo el método marco real o cuadrado a una distancia de 3 x 3 m (Ormeño, 2010, p.41), cuya densidad es de 1.111 plantas por hectárea (Gómez, s/f), lo que equivale a 555,5 l/ha. Considerando que un litro de consumo asociado a combustibles líquidos fósiles equivale a 0,8 kg (8×10^{-4} t) (Doménech, 2006) y su aplicación se realiza dos veces al año, la cantidad de fertilizante incorporado es 0,89 t/ha/año, aproximadamente.

En cuanto a la cantidad de herbicida incorporado, la dosis técnica de Glifosato y Gramoxone son de 5 Kg/ha (5×10^{-3} t/ha) y 3 litros/ha ($2,4 \times 10^{-3}$ t/ha). Para el funguicida es de 2,5 kg/ha ($2,5 \times 10^{-3}$ t/ha) (Márquez y Aguirre, 2008).

La energía incorporada de los fertilizantes minerales, herbicidas y funguicidas se obtiene multiplicando la cantidad añadida por la superficie sembrada, y este valor se multiplica por el factor de conversión (intensidad energética).

Energía incorporada = cantidad añadida x superficie sembrada x factor conversión.

²² El té de estiércol es una preparación donde se convierte el estiércol sólido en un abono líquido. En ese proceso, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas. Es rápido y económico de producir (Ormeño y Ovalle, 2007, p.30)

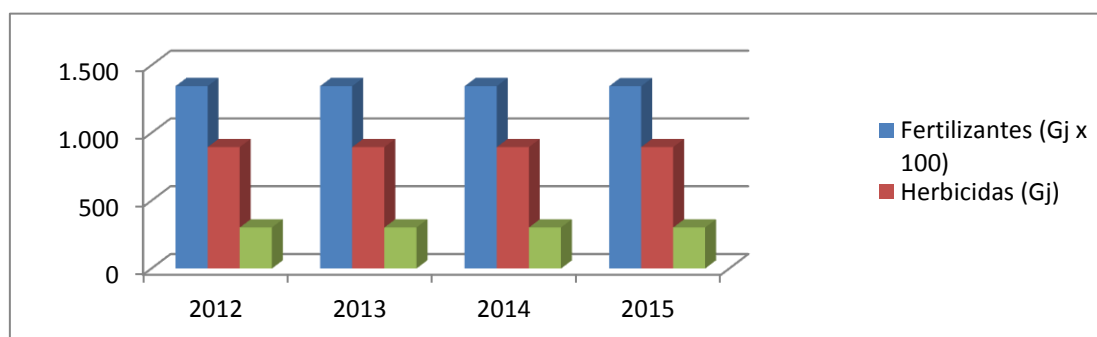
Teniendo en cuenta que la superficie sembrada es constante, por lo cual, la cantidad añadida de *inputs* y el valor de los factores de conversión son también los mismos, la energía incorporada se multiplica por cuatro para obtener el valor de la energía incorporada en los años del 2012 al 2015 (Tabla 5).

Tabla 5. Energía incorporada de los fertilizantes minerales, herbicidas y funguicidas (Gj/año) en el cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela) en los años 2012 – 2015

Años	Inputs	Cantidad añadida (t/ha/año)	Superficie sembrada (ha/año)	Intensidad energética (Gj/t/año)	Energía incorporada (Gj) 2012-2015
2012 -2015	Fertilizantes	0,89	3.023,53	50	538.188,34
	Herbicidas	$7,4 \times 10^{-3}$		40	3.579,86
	Funguicidas	$2,5 \times 10^{-3}$		40	1.209,41
Total energía incorporada (Gj) 2012-2015					542.977,61

Fuente: elaboración propia a partir del MPPAT (2011), INE (2013), Herva *et al.*(2008, p.184) y Márquez y Aguirre (2008)

Gráfico 5. Energía incorporada de los fertilizantes minerales, herbicidas y funguicidas (Gj/año) en el cultivo de cacao en la localidad de Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015



Fuente: elaboración propia a partir del MPPAT (2011), INE (2013), Herva *et al.* (2008, p.184) y Márquez y Aguirre (2008)

1.3.2. Energía incorporada de la maquinaria usada en el cultivo de cacao

Las maquinarias utilizadas en el cultivo de cacao son la motosierra y la guadañadora, las cuales, se utilizan en la poda que se realiza dos veces al año (ICA, 2012, p.10), esta se realiza para que exista una mayor entrada de luz del sol y aire y seque así los hongos, haciéndose eficiente el control de las enfermedades (Estrada, Romero y Moreno, 2011, p.6).

En la actualidad, la motosierra, dentro de sus especificaciones técnicas generales, posee una capacidad del estanque de la mezcla combustible de 0,62 litros²³ (Corporación Nacional Forestal, CONAF, 2011, p.4), lo cual, equivale a 21,56 Megajulios que se traducen en 0,02156 Gigajulios. En cuanto a la guadañadora, es una máquina que posee una capacidad de combustible de 1.000 cc (1 litro) (Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, 2009), que equivale a 34,78 Mj que se traduce en 0,03478 Gj (Tabla 6)

www.bdigital.ula.ve

1.3.3 Huella ecológica del consumo de combustible fósil en el cultivo de cacao en la localidad de Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015

Para obtener la huella ecológica correspondiente al consumo de combustible fósil del cultivo de cacao, se divide la energía incorporada (en Gigajulios), por el factor de capacidad de almacenamiento de CO₂ de una hectárea de bosque estándar y la población en los años de referencia (Tabla 7). HE energía fósil= [Energía incorporada/ (Factor CO₂ x Población)].

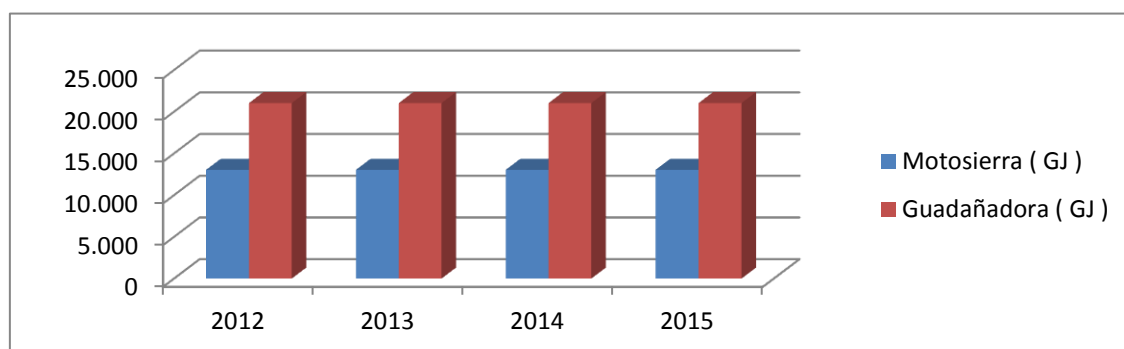
²³ Un litro de combustible al arder produce 34,78 megajulios

Tabla 6. Energía incorporada(Gj/año) de la maquinaria empleada en el cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015

Años	Maquinaria	labor	Consumo de energía (Gj totales; 2 veces/año)	Superficie sembrada (ha)	Factor de conversión	Energía incorporada (Gj totales)
2012	Motosierra	Poda	0,04312	3.023,53	100	13.037,46
	Guadañadora		0,06956			21.031,67
2013	Motosierra	Poda	0,04312	3.023,53	100	13.037,46
	Guadañadora		0,06956			21.031,67
2014	Motosierra	Poda	0,04312	3.023,53	100	13.037,46
	Guadañadora		0,06956			21.031,67
2015	Motosierra	Poda	0,04312	3.023,53	100	13.037,46
	Guadañadora		0,06956			21.031,67
Consumo de energía (Gj totales) 2012 – 2015			0,450	Energía incorporada (Gj totales) 2012 -2015		136.276,52

Fuente: elaboración propia a partir de Hernández Laguna y otros (2008:184), MPPAT (2011), CONAF,(2011) y SENA (2009)

Gráfico 6. Energía incorporada (Gj/año) de la maquinaria empleada en el cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015



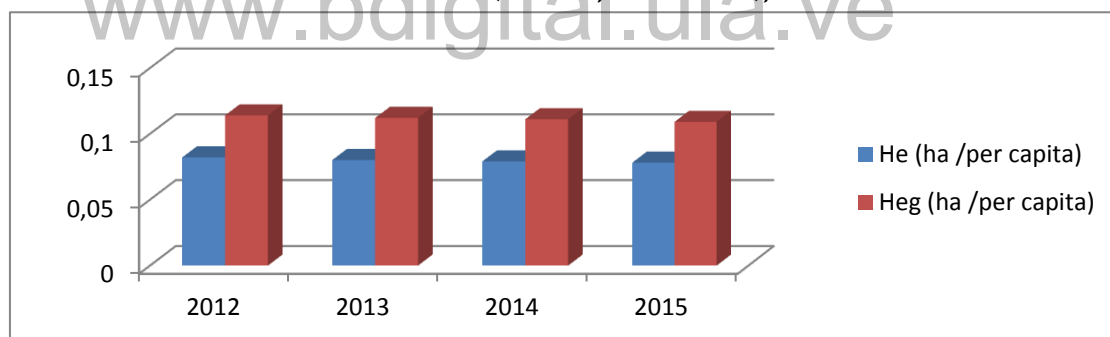
Fuente: elaboración propia a partir de Hernández Laguna y otros (2008, p.184), MPPAT (2011), CONAF,(2011) y SENA, (2009)

Tabla 7. Huella ecológica (ha/per cápita) del consumo de combustible fósil en el cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015

Año	Energía incorporada (Gj totales)	Población (miles de habitantes)	Factor CO ₂ (Gj/ha)	He (ha/per cápita)	Factor de equivalencia	Heg (hag/per cápita)
2012	169.813,52	29.224	71	0,082	1,4	0,114
2013	169.813,52	29.753	71	0,080	1,4	0,112
2014	169.813,52	30.291	71	0,079	1,4	0,110
2015	169.813,52	30.805	71	0,078	1,4	0,109
Energía incorporada (Gj totales) 2012-2015	679.254,08	Promedio He (ha/per cápita) 2012 - 2015		0,080	Promedio Heg (hag/per cápita) 2012-2014	0,111

Fuente: elaboración propia a partir del INE (2013), Hernández Laguna y otros (2008, p.149) y Herva *et al.* (2008, p.184)

Gráfico 7. Huella ecológica(ha/per cápita) del consumo de combustible fósil en el cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015



Fuente: elaboración propia a partir del INE (2013), Hernández Laguna y otros (2008, p.149) y Herva *et al.* (2008, p.184)

1.4. Superficie construida

Es la superficie de terreno bajo las edificaciones para guardar maquinaria, herramientas, aperos de labranza y uso de vivienda, la cual, es evaluada como tierra agrícola. Por lo tanto, el factor de rendimiento que se utiliza para su huella es el mismo que el del consumo tierra agrícola (Hernández Laguna y otros, 2004, p.150). Para este caso se utiliza el

factor de rendimiento del cacao de manera adimensional, cuyo valor es 0,459, para el periodo 2012- 2015.

Dentro de los productores dedicados a la actividad agrícola cacaotera en Tucaní, el régimen de tenencia de la vivienda es propia (pagada) o construida con sus propios recursos. La ocupación de la vivienda es permanente y de tipo unifamiliar. En su mayoría son casas rurales en buenas condiciones. El tamaño de las viviendas por lo general es de 75 m² (10 m x 7 m), equivalen a 7,5*10⁻³ ha. Los ambientes o divisiones de las mismas están compuestos por sala, comedor, dormitorios, cocina, sala de baños y sanitario, lavamanos, tanques de agua y su respectivo pozo séptico (Ormeño, 2010:12). La HE final de la superficie construida es el promedio de las huellas ecológicas globales de los años en estudio (Tabla 8).

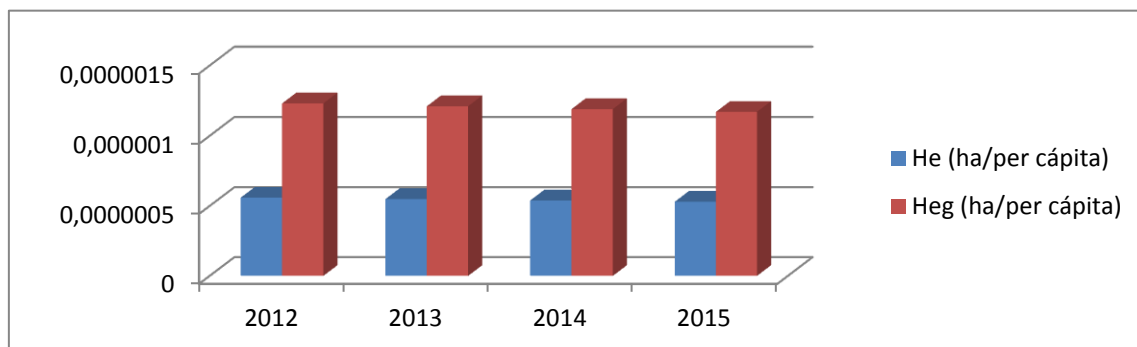
He tierra construida = [Superficie media construida (ha) /(factor rendimiento* población)]

Tabla 8. Huella Ecológica (ha/per cápita) de la superficie construida en el cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015

Año	Superficie media construida (ha)	Factor de rendimiento (adimensional)	Población	He	Factor de equivalencia	Heg
2012	7,5*10 ⁻³	0,459	29.224	5,59*10 ⁻⁷	2,2	1,23*10 ⁻⁶
2013	7,5*10 ⁻³	0,459	29.753	5,49*10 ⁻⁷	2,2	1,21*10 ⁻⁶
2014	7,5*10 ⁻³	0,459	30.291	5,39*10 ⁻⁷	2,2	1,19*10 ⁻⁶
2015	7,5*10 ⁻³	0,459	30.805	5,30*10 ⁻⁷	2,2	1,17*10 ⁻⁶
Promedio He (ha/per cápita) 2012-2014				5,44*10 ⁻⁷	Promedio Heg	1,2*10 ⁻⁶

Fuente: elaboración propia a partir del INE (2013), Ormeño (2010, p.12) y Herva *et al.* (2008, p.184)

Gráfico 8. Huella ecológica (ha/per cápita) de la superficie construida en el cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015



Fuente: elaboración propia a partir del INE (2013), Ormeño (2010, p.12). y Herva *et al.* (2008, p.184)

1.5. Huella ecológica total del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012- 2015

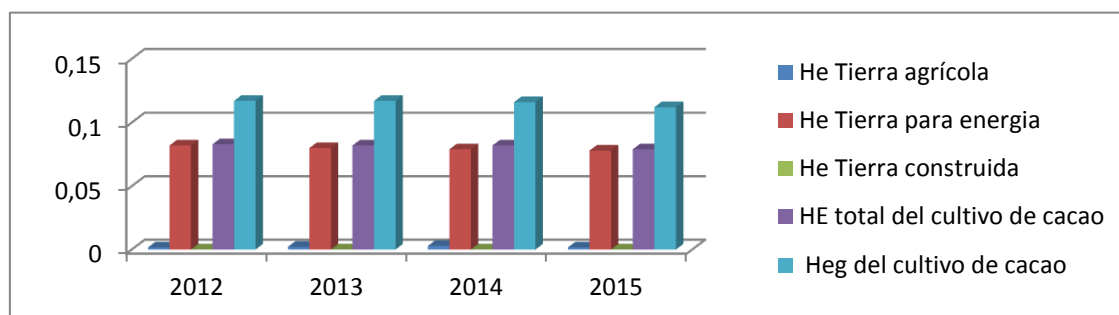
La HE total del cultivo de cacao, durante el periodo 2012-2015 es el promedio de la suma de las HE parciales correspondientes a las diferentes categorías de consumo (tierra agrícola, combustible fósil y superficie construida) en cada uno de los años, expresada en hectáreas/habitante en valores locales y globales (Tabla 9).

Tabla 9. Huella ecológica total del cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2015

Año	Tierra agrícola He / Heg	Tierra para energía He / Heg	Tierra construida He / Heg	Total He / Heg
2012	1,58*10 ⁻³ / 3,31*10 ⁻³	0,082 / 0,114	5,59*10 ⁻⁷ / 1,23*10 ⁻⁶	0,083/0,117
2013	2,21*10 ⁻³ /4,65*10 ⁻³	0,080 / 0,112	5,49*10 ⁻⁷ / 1,21*10 ⁻⁶	0,082/0,117
2014	2,83*10 ⁻³ /5,91*10 ⁻³	0,079 / 0,110	5,39*10 ⁻⁷ / 1,19*10 ⁻⁶	0,082/0,116
2015	1,59*10 ⁻³ /3,34*10 ⁻³	0,078/0,109	5,30*10 ⁻⁷ / 1,17*10 ⁻⁶	0,079/0,112
Promedio 2012-2014	2,05*10 ⁻³ /4,30*10 ⁻³	0,079/0,111	5,44*10 ⁻⁷ / 1,2*10 ⁻⁶	0,081/0,115

Fuente: elaboración propia a partir de Hernández y otros (2008, p.151)

**Grafico 9. Huella ecológica total del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní
(Mérida, Venezuela), 2012- 2015**



Fuente: elaboración propia a partir de Hernández y otros (2008, p.151)

1.6. La huella ecológica, la biocapacidad, el déficit ecológico y el número de planetas necesarios para el cultivo de cacao en la localidad de Tucaní (Mérida, Venezuela),2012-2015

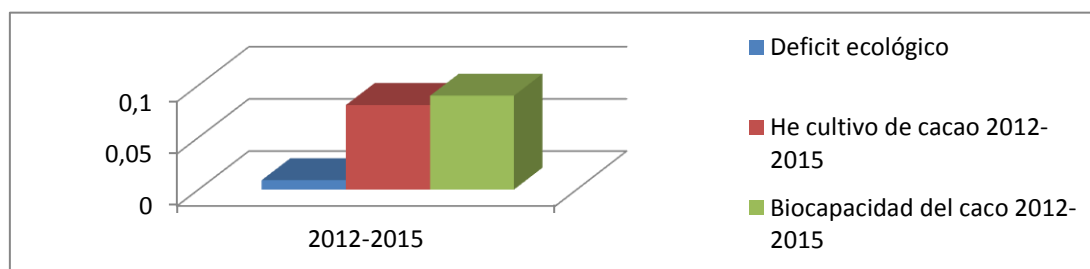
El concepto de huella ecológica viene íntimamente ligado y contrapuesto al de capacidad de carga. Consecuentemente, la comparación entre la huella ecológica de un país, región o actividad con su capacidad de carga determina si dicha economía es autosuficiente y/o presenta un déficit ecológico. El déficit ecológico es el resultado de restar la biocapacidad del cultivo con la huella ecológica. Si el valor de la biocapacidad es mayor que el de la huella ecológica, obtendremos un déficit ecológico positivo (autosuficiente). En caso contrario, el resultado será un déficit ecológico negativo. (Martín *et al.*, 2004, p.60) (Tabla 10).

Tabla 10. Huella ecológica, la biocapacidad y el déficit ecológico del cultivo de cacao, 2012-2015

Huella Ecológica	Ha / pc
Tierra agrícola	2,05*10 ⁻³
Tierra para energía	0,079
Tierra construida	5,44*10 ⁻⁷
Total	0,081
Biocapacidad	0,090
Déficit ecológico	9*10 ⁻³

Fuente: elaboración propia a partir de Hernández y otros (2004, p.151)

Gráfico 10. Huella ecológica, la biocapacidad y el déficit ecológico del cultivo de cacao 2012-2015



Fuente: elaboración propia a partir de Hernández y otros (2008, p.151).

Vemos en el grafico anterior, que la biocapacidad del cultivo de cacao está por encima de su huella ecológica, lo cual, indica que la explotación de este rubro posee un déficit ecológico positivo, es decir, es una actividad que permite a la biosfera ser autosuficiente en su regeneración siendo esta una actividad sostenible.

Una vez conocidos los valores globales de las HE del periodo 2012-2015 del cultivo de cacao se multiplican por el número de habitantes del planeta estimado al finalizar el estudio (7.000 millones) (PNUD, 2013, p.6) y el resultado se divide entre las hectáreas de área productiva que tiene nuestro planeta (12.600 millones) (Martínez, 2007, 12) para así obtener la cantidad de planetas como la tierra que se necesitarían si todos los humanos produjéramos cacao de igual forma que en la localidad de Tucaní (Vásquez Cid, 2009) (Tabla 11).

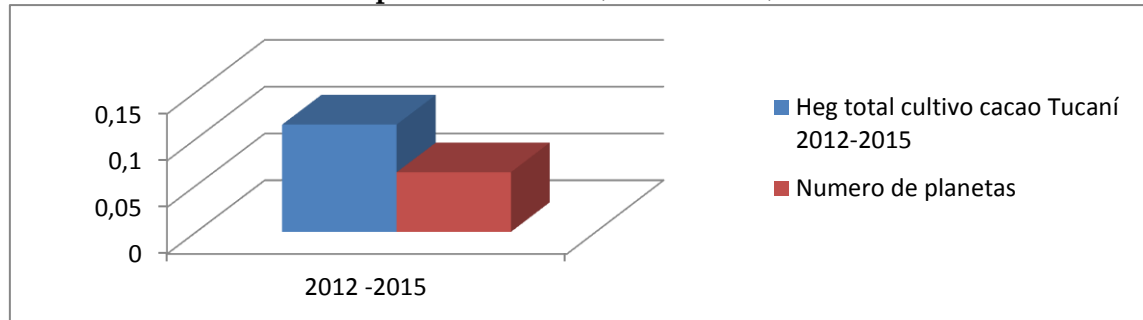
$$\text{Nº de Planetas} = [(\text{Heg} * \text{habitantes del planeta}) / \text{hectáreas de área productiva}]$$

Tabla 11. Huella ecológica global total del cultivo de cacao en Tucaní y número de planetas (Mérida, Venezuela), 2012-2015

Año	Heg Total (ha /per capita)	Nº de Planetas
2012	0,117	0,065
2013	0,117	0,065
2014	0,116	0,064
2015	0,112	0,062
Total (promedio 2012-2015)	0,115	0,064

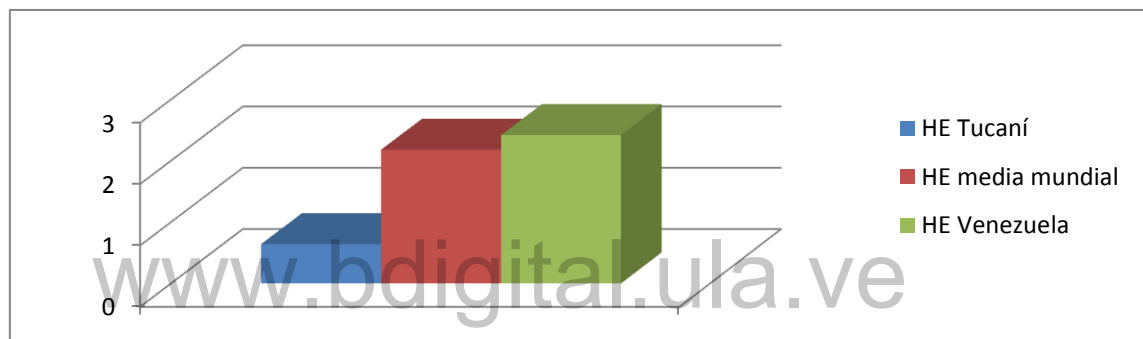
Fuente: elaboración propia a partir de Vásquez (2009)

Grafico 11. Huella ecológica global total del cultivo de cacao en Tucaní y numero de planetas (Mérida, Venezuela), 2012 – 2015



Fuente: elaboración propia a partir de Vásquez (2009).

Gráfico 12. Huella ecológica de Tucaní, Venezuela y media mundial



Fuente: elaboración propia a partir de Martín y otros (2004, p.64)

De los datos obtenidos se puede deducir que el cultivo de cacao en la localidad de Tucaní (municipio Caracciolo Parra Olmedo del estado Mérida, Venezuela) durante el periodo 2012-2015 es una actividad económica sustentable, dado que su déficit ecológico es positivo (0,01 ha/pc), su huella ecológica global es de 0,116 hag/per cápita muy por debajo del estándar global (1,7 -2,3 hag/pc) y solo se necesitaría 0,064 planetas (1,6% del planeta tierra) para producir cacao a nivel global de igual forma que en la localidad de Tucaní. Esto quiere decir que la capacidad del territorio para producir cacao es mayor que el impacto ecológico en cuanto a requerimientos de tierra y energía requerida para tal actividad.

Se observa en los Gráficos 12 que el valor de la HE del cultivo de cacao está por debajo

del rango global y nacional. Tal resultado indica un enorme potencial económico, social y ecológico en la explotación de este rubro, teniendo en cuenta que el índice de HE para Venezuela (2,42 ha/pc) está por encima de la media mundial (2,18 ha /pc) (Martín *et al.*, 2004, p.64).

Se observa que las HE del cultivo de cacao en Tucaní disminuyen con el tiempo (2012= 0,117 hag/pc, 2013= 0,117hag/pc, 2014= 0,116 hag/pc y 2015 = 0,112 hag/pc) y esta disminución de la HE se debe a la estabilidad de la producción y al aumento de la población durante los últimos años. Dicha estabilidad es deseable, en términos de la producción interna, comparado con otros rubros que han ido disminuyendo su producción (arroz, azúcar, aceites, entre otros). Sin embargo, comparado con otros países de la región como Ecuador, Perú, Colombia y República Dominicana, donde sus producciones han incrementado un 500%, es preocupante pero a la vez oportuno.

2. Huella ecológica del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní año 2015 a través de la aplicación de un programa computacional para el cálculo de la huella ecológica de empresas agrarias

Esta parte de la investigación es un estudio de tipo cuantitativo en el que la información se obtiene a través de una encuesta a una muestra representativa de la población objetivo: los cultivadores de cacao en la localidad de Tucaní. La encuesta incluyó cinco rubros o categorías evaluados, a saber: a) consumo por vivienda; b) consumo energético; c) consumo de agua; d) impacto ambiental por transporte; y, e) impacto ambiental por compras.

Este estudio empírico fue realizado en 3 etapas fundamentales: diseño de cuestionario

para la encuesta (ver anexo metodológico), procesamiento de datos y análisis de los datos obtenidos. En cuanto a la muestra su diseño se basó en un muestreo probalístico²⁴. La selección del tamaño de la muestra y aplicación de las encuestas al cultivador de cacao, cuya población es finita y los datos son cualitativos, se hizo a partir del análisis de fenómenos sociales y escalas nominales para la verificación de la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar. Para hallar el tamaño de la muestra utilizamos la siguiente fórmula (Bolaños, 2012, p.8):

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}, \text{ y, } n' = \frac{s^2}{\sigma^2}$$

$$S^2 = p(1-p) \text{ y } \sigma^2 = (se)^2$$

Dónde:

N = tamaño de la población en el estudio, igual a 560 unidades de producción agraria (UPA) (MPPAT, 2011)

se = error estándar = 6,5% (0,065)

σ^2 = varianza de la población al cuadrado. Su definición, se^2 : cuadrado del error estándar

s^2 = varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia de

$$\hat{y} = p(1-p)$$

p=probabilidad de ocurrencia = 0,5

n' =tamaño de la muestra sin ajustar

n = tamaño de la muestra

En este estudio se le asignó a p un valor de 0,5 para determinar el tamaño muestral debido a que, sin importar el nivel de confianza y el error deseado, dará lugar al tamaño muestral más grande posible. De acuerdo con el criterio de la varianza máxima, no existe otro valor que se pueda asignar a p que haga más grande el producto p (1- p). Si p= 0,5, p (1 - p)= 0,25. Cualquier otro valor de p haría que fuera p (1 - p) < 0,25, y entonces n sería más pequeño

²⁴ En el muestreo probabilístico, todos los individuos o elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra extraída, asegurándonos la representatividad de la misma basada en el principio de equiprobabilidad. (Torres y Salazar, s/f, p. 2)

(Webster, 2000: 185). Sustituyendo tenemos que:

$$n' = \frac{s^2}{\sigma^2}$$

$$p(1-p) = 0,5(1-0,5) = 0,25; \sigma^2 = (0,065)^2 = 4,225 \cdot 10^{-3}$$

$$n' = 0,25 / 4,225 \cdot 10^{-3} = 59,171$$

$$n' / N = 59,171 / 560 = 0,106$$

$$1 + (n' / N) = 1 + 0,106 = 1,106$$

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

$$n = 59,171 / 1,106 = 53,5 \approx 54$$

Así, el número muestral total de productores de cacao quedó conformado por 54 productores. Se ha seleccionado una encuesta y programa computacional para calcular la huella ecológica de empresas agrarias que diseñó la Asociación para el Desarrollo Rural [ARA]²⁵ de Andalucía (España) en el 2010. En la encuesta los valores se toman en bolívares y se transforman a Euros a una tasa de 58,53 bolívares por Euro (BCV, 2015), debido a que en el formulario original de ARA y en el *software* empleado para los cálculos los valores se expresan en euros.

La HE total del cultivo de cacao en la localidad de Tucaní en el 2015 es la suma de los promedios de las HE de los elementos de la canasta de consumo (consumo energético, consumo de agua, impacto ambiental por transporte, impacto ambiental por compras) de las unidades productoras agrarias encuestadas dedicadas al cultivo de cacao (Anexo estadístico y Tabla 12).

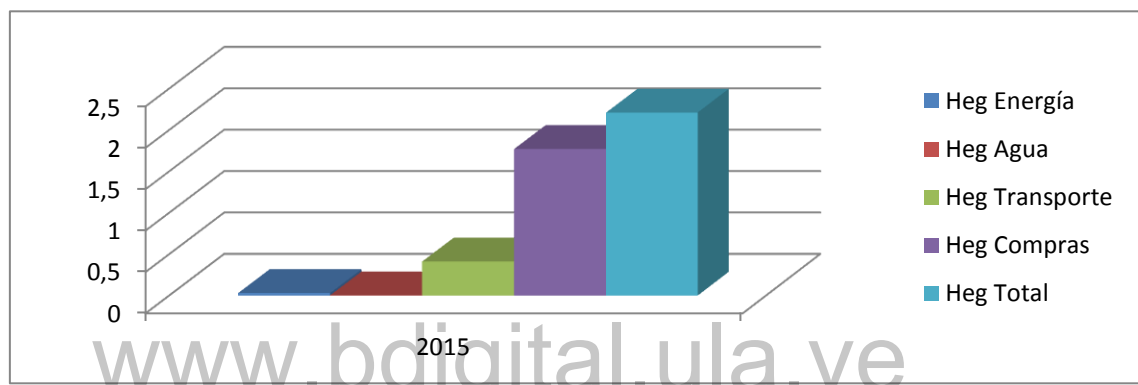
²⁵ Disponible en <http://www.andaluciarural.org/aphuella/agrarias.php>

Tabla 12. Huella ecológica global total del cultivo de cacao en Tucaní (Mérida, Venezuela), 2015

Año	Nº de UPAS	Nº de encuestados	Heg Energía	Heg Agua	Heg Transporte	Heg Compras	Heg Total
2015	560	54	0,03	0,003	0,41	1,77	2,21

Fuente: Elaboración propia a partir de ARA (2013)

Gráfico 13. Huella ecológica total del cultivo de cacao en Tucaní(Mérida, Venezuela), 2015



Fuente: elaboración propia a partir de ARA (2013).

Una vez aplicado el *software* se obtiene como resultado una Heg de 2,21 ha/pc ubicándose este valor por debajo de la he nacional (2,42 ha/pc) y del estándar global (2,3 hag/pc) resultando ser una actividad económica ecológicamente sostenible De igual manera se observa en el gráfico anterior que las categorías de consumo compras y transporte son las de mayor participación (con 80 y 19% respectivamente) en comparación con el consumo energético (1%) y el consumo de agua, que cuya participación es prácticamente despreciable (0%) en el valor total de la HE del cultivo del cacao estimada para el año 2015

Conclusiones

El avance hacia el paradigma del siglo XXI, “la sustentabilidad y desarrollo sostenible” requiere de indicadores económicos y ambientales que permitan medir el impacto sobre el medio ambiente producido por el metabolismo socio-económico.

Dentro de estos indicadores se encuentra la HE, creado en 1996 por William Rees (de la Universidad de British Columbia-Canadá) y Mathis Wackernagel (de la Universidad de Jalapa-México). Este instrumento analiza los patrones de consumo y producción de desechos de una población determinada. Se usó inicialmente para estimar el nivel de sostenibilidad del desarrollo urbano, pero actualmente -con los avances en los estudios sobre la sostenibilidad- es aplicado a los procesos productivos; entre ellos, los procesos productivos agrarios.

Desde la época de la colonia, el rubro del cacao ha sido un importante renglón dinamizador de la economía venezolana, habiendo gozado de una época esplendorosa (a finales del siglo XVI y comienzos del XIX), siendo el primer producto de exportación con una notable apreciación en el exterior. Pero posteriormente, con la aparición de la industria petrolera a principios del siglo XX y las transformaciones económicas durante este Siglo en el sector agrícola y la cacaocultura, hicieron que este rubro perdiera su liderazgo y protagonismo económico nacional e internacional. Sin embargo, este rubro ha sabido mantenerse a través del tiempo en los niveles de más alta exigencia de los mercados internacionales hasta el punto de ser Venezuela uno de los quince países que producen el cacao fino o de aroma considerado como el poseedor de los mejores cacaos del mundo. Este es utilizado en la industria nacional e internacional chocolatera y de confitería especializada.

Mérida es uno de los estados de mayor superficie cultivada y de producción de cacao

en la región occidental de Venezuela definiéndose como región potencial para el fomento de su cultivo debido a que su bosque húmedo tropical posee las condiciones edafoclimáticas para la producción del mismo. Así mismo la existencia de un gran número de hectáreas con vocación cacaotera aunado a la fácil consecución de mano de obra son factores que incrementan y potencian el auge ecológico. Al noroeste del estado Mérida, en las tierras bajas de la depresión lacustre del Lago de Maracaibo, se encuentra ubicado el municipio Caracciolo Parra y Olmedo cuya capital es Tucaní. Esta localidad es la mayor productora de granos de cacao de este estado y una de gran importancia debido a la calidad del mismo.

El cultivo de cacao presta servicios y beneficios ecológicos en la contención de la erosión, preservación del suelo y sumidero de CO₂ siendo estos de gran importancia ecológica, económica y social. En la localidad de Tucaní este rubro se cultiva bajo el sistema de buenas prácticas agrícolas manteniendo una relación sostenible entre el cultivo de cacao y todo su proceso productivo en cuanto al conjunto de bienes para el cultivo de este rubro, más sin embargo, en algunos casos estas prácticas no son aplicadas en el manejo poscosecha siendo este proceso de vital importancia ya que el tratamiento poscosecha y las condiciones ambientales han probado ser factores importantes que influencia la calidad del sabor y aroma en especial la correcta fermentación y secado de los granos es esencial para el desarrollo de los compuestos precursores del sabor y aroma del cacao.

La relación sostenible entre el cultivo de cacao y todo su proceso productivo se demuestra con el valor obtenido al calcular su huella ecológica para el periodo 2012-2015, siendo este 0,081 ha/pc y 0,064 planetas (1,6% del planeta tierra), manteniéndose muy por debajo de la capacidad de carga del planeta (1,7 -2,3 hag/pc) y la huella ecológica nacional

(2, 42 ha /pc) haciendo de esta labor un proceso productivo sostenible.

Esta enorme diferencia con el rango global y nacional para este indicador dan cuenta de un enorme potencial económico, social y ecológico en el cultivo de cacao a explotar teniendo en cuenta que la importancia económica de este rubro radica en dos aspectos: primero, en que es un importante generador de empleo e ingresos tanto directo como indirecto ya que en la fase de manejo y sostenimiento por cada tres hectáreas de cacao se genera un empleo rural permanente; y segundo, en su rentabilidad como producto de exportación destacándose frente a otros productos y sobre todo en momentos como los actuales cuando está en declive el mercado energético petrolero.

Ante estas características, Venezuela podría pasar de producir en promedio 300 kg/ha de cacao a generar 600 kg por hectárea si se articularan políticas crediticias, técnicas, ecológicas y de rehabilitación del parque vegetal existente; en especial a pequeñas y medianas unidades productivas teniendo en cuenta que el 75% de las unidades de producción poseen un tamaño que oscila entre 1 y 5 ha proyectándose un incremento en la productividad entre tres y cuatro veces y pasando de US\$ 30 millones a US\$ 800 millones como aporte de este rubro a la economía nacional. Por ello, es importante el fomento de políticas que incentiven el desarrollo potencial del cacao en grano en términos de la transformación y agregación de valor (por ejemplo polvo y manteca de cacao) como instrumento de impulso de procesos de desarrollo local y a su vez políticas que fomenten el consumo de este rubro.

En cuanto al cálculo de la huella ecológica a través de la aplicación de un programa computacional para empresas agrarias se utilizó un *software* diseñado por la Fundación ARA cuyo contexto original fue la CC. AA. de Andalucía (España). Sin embargo, es posible realizar

las equivalencias respectivas para acercarlo a la realidad local dando como resultado una Heg de 2,21 ha/pc ubicándose este valor por debajo de la he nacional (2,42 ha/pc) y del estándar global (2,3 hag/pc) indicando que el cultivo de cacao es una actividad productiva sostenible.

De lo anterior, queda la experiencia y la valiosa información primaria con los productores a través de la encuesta. Del análisis de esta aunado a las conversaciones sostenidas con los productores de la zona objeto de estudio se observó así mismo que la superficie de siembra para el cacao ha ido disminuyendo. En la actualidad su cultivo tiende a ser sustituido por el cultivo de la piña -el que inicialmente tiene una rentabilidad “llamativa”- pero que en el mediano y largo plazo requiere de mayor mano de obra e insumos fertilizantes para su mantenimiento, convirtiéndose en un cultivo costoso e insostenible ecológicamente por ser un rubro no apto con las condiciones edafoclimáticas de la localidad.

De igual manera queda abierta la posibilidad de construir y desarrollar un *software* calculador de HE para las empresas agrarias más adaptado al contexto local y nacional para así poder monitorear que las actividades agrarias sean económicamente sustentables.

Dentro de la HE del cultivo en 2012 -2015 los componentes energía y compras resultaron ser los de mayor impacto hasta el punto de marcar la tendencia del valor de la HE en el cultivo. De manera general se puede señalar que en esta situación, energía y compras son sinónimos, debido a que compras hace referencia a los fertilizantes que no es otra cosa que la energía que se incorpora. Esta situación se presenta debido a las disposiciones técnicas del mantenimiento del terreno y fertilización.

Ante esto, la tendencia del valor del impacto por parte de la energía podría no cambiar por los requerimientos del cultivo. No obstante los productores poseen vocación agraria

ecológica y son propensos (y en algunos casos practicantes), a usar técnicas de bajo impacto ecológico (orgánicas, agroecológicas, entre otras). Potencializar esta vocación agraria ecológica e incentivar procesos de innovación tecnológica e industrial para reducir el impacto permitirá sostener (en términos de Solow) a futuro y para futuras generaciones el capital natural del *Theobroma cacao* L.

www.bdigital.ula.ve

Referencias

- Alcaldía Caracciolo Parra y Olmedo. (2015). *Historia municipio Caracciolo Parra y Olmedo*. Disponible en <http://caraccioloparra.merida.gob.ve/>
- Altieri, M. (2001). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables*. Disponible en <http://www.doctoradoagroeco.org/wp-content/uploads/2014/03/ALTIERI-Principios-Estrategias-copy.pdf>
- Asociación para el Desarrollo Rural de Andalucía [ARA], (2013). *Calculo de huella ecológica para empresa agraria*. Disponible en <http://andaluciarural.org/aphuella/> [Consulta: 27/08/ 2015].
- Badii, M. (2008). *La huella ecológica y sustentabilidad (Ecological footprint and sustainability)*. *Daena: International Journal of Good Conscience*. 3(1), pp. 672-678. Disponible en <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/forrajicultura/Huella%20Ecologica.pdf>
- Banco Central de Venezuela, BCV. (2015). *Tasas de cambio. III trimestre*. Disponible en <http://www.bcv.org.ve/cuadros/2/212a.asp?id=64>
- Baptista, A. (Presentador), y Crema, A. (Director). (2010). *Pensamiento económico universal* [CD]. Venezuela: Uno Link.
- Boadas, A., (s, f). *Ideas para un desarrollo sostenible con referencia a américa tropical y a Venezuela*. *Terra*. Vol. XXI, 30, 163-197. Disponible en http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_terr/article/view/1308/1234
- Bolaños, E. (2012). *Muestra y muestreo*. Disponible en http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tizayuca/gestion_tecnologica/muestraMuestreo.pdf
- Bolívar, A., Izquierdo, A., y Trujillo, V. (1999). *Sostenibilidad y pobreza rural: Una interpretación de las potencialidades y limitaciones de los sistemas cacaoteros del estado Aragua*. *Agroalimentaria*, 8, pp. 93-100 Disponible en http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17768/1/articulo8_8.pdf
- Bravo, R. (1997). *Metodología de la investigación económica*. México, D.F :Alhambra Mexico
- Cámara Venezolana de Cacao [CAPEC]. (2015). *Entrevista al Presidente de la Cámara Venezolana del Cacao Alejandro Prosperi - Programa Entre Noticias por Globovisión*. Disponible en <http://www.capecve.org/Entrevista-Globovision-Alejandro-Prosperi.html>

- Cámara Venezolana de Cacao [CAPEC]. (2016 a). *El cacao es un rubro exportable y rentable*. Disponible en <http://www.capecve.org/El-cacao-rubro-exportable-y-rentable.html>
- Cámara Venezolana de Cacao [CAPEC]. (2016 b). *Expectativas del sector cacaotero se mantienen para nueva siembra*. Disponible en <http://www.capecve.org/expectativas-del-sector-cacaotero-se-mantienen-par.html>
- Cámara Venezolana de cacao [CAPEC]. (s/f). *Estado Mérida. Ficha técnica*. Disponible en http://www.capecve.org/Ruta_del_cacao_Merida.html
- Carpintero, O. (2006). *La huella ecológica de la agricultura y la alimentación en España, 1955-2000*. AREAS: Revista Internacional de Ciencias Sociales, 25, pp. 31 – 45. Disponible en <http://revistas.um.es/areas/article/view/127991/119231>
- Carpintero, O. (2005). *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*. Disponible en <http://www.fcmanrique.org/recursos/publicacion/elmetabolismo.pdf>
- Cartay, R. (1996). *Las crisis económicas y sus repercusiones en la economía venezolana*. Economía, XXI, 11, pp. 45-54. Disponible en ftp://iies.faces.ula.ve/Pdf/Revista11/Rev11Cartay_2.pdf
- Castillo, P. (2011). *Política económica: crecimiento económico, desarrollo económico, desarrollo sostenible*. Revista Internacional del Mundo Económico y del Derecho, Vol. III, pp. 1-12. Disponible en <http://www.revistainternacionaldelmundoeconomicoydelderecho.net/wp-content/uploads/RIMED-Pol%C3%ADtica-econ%C3%B3mica.pdf>
- Centro de Investigación para la paz [CIP – Ecosocial]. (s/ f). *La crisis ecosocial en clave educativa. Guía didáctica para una nueva cultura de paz*. Disponible en http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Proyecto%20Dimensiones%20de%20la%20paz/guia%20ecosocial_recursos/RECURSO%20ACTIVIDAD%2017_Calculo%20huella%20ecologica.pdf
- Comomn, M., y Stagl, S. (2008). *Introducción a la economía ecológica*. Disponible en http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358021/Enlaces_documentos_modulo/pag36_econ_ecologica.PDF
- Comunidades Europeas (2008). *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad. Informe provisional*. Disponible en http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb_report_es.pdf

- Corporación de Los Andes [CORPOANDES]. (2005). *Municipio Carracciolo Parra y Olmedo. Estado Mérida. Perfil municipal 2005*. Disponible en http://www.corpoandes.gov.ve/corpoandes/perfiles/merida/caracciolo_parra_olmedo/
- Corporación de Los Andes [CORPOANDES]. (2014). *Estudio de costos y zonificación del rubro cacao en el estado Mérida. Proyecto Poa 2014. Plan de acción: estrategias*. Mérida: CORPOANDES.
- Corporación Nacional Forestal [CONAF], (2011). *La motosierra. Documento de trabajo 565*. Disponible en http://www.conaf.cl/wpcontent/files_mf/1363716733LAMOTOSIERRAmanual.pdf
- Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra. (2001). *¿Qué es la estrategia territorial de Navarra?. Objetivos y opciones políticas de la Estrategia Territorial Europea. Carta Europea de la ordenación del Territorio*. Disponible en <http://nasuvinsa.es/sites/default/files/pdfs/QueesETN.pdf>.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas. (2000). *Reglamento (CE) No 1655/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de julio de 2000 relativo al instrumento financiero para el medio ambiente (LIFE)*. Disponible en <https://www.boe.es/doue/2000/192/L00001-00010.pdf>
- Díaz, K. (2000). *La comercialización del cacao en Venezuela: Un análisis antes y después de la apertura comercial. 1975-1998. Agroalimentaria*, 11, pp. 33-46. Disponible en <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1251/1204>
- Díaz, K., y Quintero, M. (2004). *El mercado mundial del cacao. Agroalimentaria*, 18, pp. 47-59. Disponible en <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1312/1258>
- Díaz del Olmo, F., y Fernández – La Torre, F. (2011). *Huella ecológica y presión turística socio-ambiental. Aplicación en Canarias*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 57, pp. 147-173. Disponible en <http://www.boletinage.com/articulos/57/07-HUELLA.pdf>
- Doménech, J. (2006). *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. Disponible en <http://www.caei.com.ar/sites/default/files/10.pdf>
- Doménech, J. (2007). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Disponible en <http://telecable.es/personales/jldomen1/articulos/libro%20huella%20AENOR.pdf>

- Estrada, J., Romero, X., y Moreno, J. (2011). *Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas*. Disponible en http://biblioteca.catie.ac.cr/descargas/Estrada_et_al_Guia_Tecnica_Cacao.pdf
- Falconí, F. (2002). *Economía y Desarrollo Sostenible ¿Matrimonio feliz o divorcio anunciado?: el caso de Ecuador*. Disponible en <http://www.flacso.org.ec/docs/economiaydesarrollo.pdf>
- Fernández, X, (1999) .*El análisis de sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja. Historia agraria*, 19, pp. 115-136. Disponible en http://webs.uvigo.es/economiaecologica/docs/publicacions/ha19_simon.pdf
- Fundación Fórum Ambiental. (1999). *Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles Taller sobre indicadores de huella y calidad urbana*. Disponible en <http://www.forumambiental.org/pdf/huella.pdf>.
- Fundacite, (s/f), *Repositorio digital. Prensa Alcaldía del Municipio Caracciolo Parra y Olmedo. Mérida*. Disponible en http://repositoriodigital.fundacite-merida.gob.ve/bitstream/123456789/6632/1/hemeroteca_2994.jpg].
- Galindo, M. (2011). *Crecimiento económico. Tendencias y nuevos desarrollos de la teoría económica*, 858, pp.39-55. Disponible en http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_858_39-56__8C514DA83EDE4E6BB9EA8213B6E44EBE.pdf
- Gómez, A., y Azócar, A. (2002). *Áreas potenciales para el desarrollo del cultivo cacao en el Estado Mérida. Agronomía Tropical*, 52(4), pp. 403-425 Disponible en <http://www.ciencias.ula.ve/icae/publicaciones/agroecologia/pdf/gomez2002.pdf>
- Gómez, A. (s/f). *Establecimiento de plantaciones de cacao*. Disponible en <http://www.capecve.org/buscador/archivos/6.pdf>
- Gómez-Baggethun, E., y de Groot., R. (2007). *Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. Ecosistemas*, 16 (3), pp. 4-14. Disponible en <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/88>
- Gonzalez, E, (1999). *El cacao en Venezuela. Fundacite-Aragua*. Disponible en <http://w.w.w.fundacite-aragua.gob.ve/cacao-venezuela/gonzalez.pdf>

- Gudynas, E, (2003). *Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible*. Disponible en <http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/10985/Ecolog%C3%ADa%20econom%C3%ADa%20y%20%C3%A9tica%20del%20desarrollo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grupo Técnico Procaucho. (2013). *Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) - Medidas para la temporada invernal*. Disponible en <http://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/-nbs;M;anejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Cacao.aspx>
- Hernández, F., Molinos, M., y Sala, R. (2007). *Valoración Económica de los Beneficios Ambientales del Proceso de Depuración de Aguas Residuales. XVII Jornadas ASEPUMA – V Encuentro Internacional*. Disponible en <http://www.uv.es/asepuma/XVII/103.pdf>
- Hernández Laguna, E., López Bermúdez, F., Alonso Sarriá, F., Conesa García, C., y Álvarez Rogel, Y. (2004). *La huella ecológica del cultivo de olivo en España y su aplicabilidad como indicador de agricultura sostenible. Papeles de geografía*, 39, pp. 145-155 Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1032063>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Mc Graw Hill.
- Herva, M., Franco, A., Fdez-Carrasco, E., y Roca, E. (2008). *La huella ecológica de procesos productivos como indicador de sostenibilidad*. Disponible en <http://www.inese.es/html/files/pdf/amb/iq/460/11ARTICULOJUN.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (Theobromacacao L.). Medidas para la temporada invernal*. Disponible en <http://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/-nbs;M;anejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Cacao.aspx>
- Instituto Nacional de Estadísticas [INE], (2013). *Síntesis estadística. Mérida*. Documento vía electrónica. Disponible en <http://www.ine.gov.ve/documentos/see/sintesisestadistica2013/estados/merida/index.htm>.

- Instituto Nacional de Estadísticas [INE], (2011). *XIV Censo nacional de población y vivienda resultados total nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Proyecciones de la población*. Documento vía electrónica. Disponible en http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=98&Itemid=51.
- Instituto Nacional de Nutrición [INN], (s/f). *Hoja de balance de alimentos 2010-2013*. Disponible en http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/36063/3/HBA_2010-2013.pdf [
- Leal, F., Avilán, L., Valderrama, E. (1999). *Áreas potenciales para el desarrollo del cacao en Venezuela. Agroalimentaria*, 8, pp. 39-45. Disponible en <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/viewArticle/1227>
- León Socorro, D. (2012). *La huella ecológica en Venezuela*. Disponible en <http://www.huellaecologica.com.ve/>
- Márquez, J. y Aguirre, M. (2008). *Manual técnico de manejo agrotécnico de las plantaciones de cacao*. Disponible en http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=49&cf_id=24.
- Martín, F., González, F., Miguélez, F., Menéndez, E., y Dopico, J. (2004). *Desarrollo sostenible y huella ecológica. Una aplicación a la economía gallega*. Disponible en <http://ruc.udc.es/bitstream/2183/11861/2/8497450809.pdf>
- Martínez Alier, J. (2003). *Ecología industrial y metabolismo socioeconómico. Economía industrial*, 351, pp. 15-26. Disponible en <http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/351/Economia02.pdf>
- Martínez Castillo, R. (2007). *Algunos aspectos de la huella ecológica. Inter Sedes*, Vol. VII, 14, pp. 11-25. Disponible en <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/873/934>
- Meadows, D. (1970). *“Los límites del crecimiento”*. Boston: MIT.

- Meneses Tovar, C. (2011). *El índice normalizado diferencial de la vegetación. Unasylva*, 238(2), Vol. 62, pp. 39-46. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i2560s/i2560s07.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Federación Nacional de Cacaoteros y Fondo Nacional del Cacao. (2013). *Guía ambiental para el cultivo del cacao*. Segunda edición. Disponible en http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras [MPPAT] (2015). *Memorias 2015*. Caracas: MPPAT.
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras [MPPAT] (2011). *VII Censo Agrícola Nacional*. Documento vía electrónica. Disponible en <http://censo.mat.gob.ve/>
- Mora, E., y Rojas, J. (2007). *Los cultivos líderes de la agricultura venezolana. (1984-2005)*. *Agroalimentaria*, 25, pp. 33-44. Disponible en <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1410/1350>
- Naredo, J. (1996). *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 41, pp. 7-18. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/121560>
- Olarte, S., (2012). *Un nuevo paradigma de agronegocio sostenible: análisis y propuesta teórica*. *Agroalimentaria*. Vol. 18, 35, pp. 31-42. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/1992/199224435004.pdf> [Consulta: 01/09/2014].
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], (2008). *Buenas prácticas agrícolas*. Disponible en http://www.fao.org/prods/gap/index_es.htm
- Ormeño, A., (2010). *Informe Final 2006-2009 Ruta del Chocolate Subproyecto 04 – Mérida (Período 15 Noviembre 2006- 31 Julio 2009)*. Mérida: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas [INIA].

- Ormeño, A., Ovalle, A. (2007). *Preparación y aplicación de abonos orgánicos. Ciencia y Producción Vegetal, INIA Divulga*, 10. Disponible en http://www.researchgate.net/publication/273321490_Preparacin_y_aplicacin_de_abonos_orgnicos
- Portillo, E., Martínez, E., Araujo, F., Parra, R., y Esparza, D. (1995). *Diagnóstico técnico-agronómico para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el sur del lago de Maracaibo. Revista de agronomía (LUZ)*, 12(2), pp. 151-166. Disponible en <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/agronomia/article/view/11559/1549>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2013). Informe sobre Desarrollo Humano 2013. El Ascenso del sur: Progreso Humano en un mundo diverso. Disponible en http://www.undp.org/content/dam/venezuela/docs/undp_ve_IDH_2013.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2011). *Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina: Perspectiva e implicaciones*. Disponible en <http://www.pnuma.org/reco/Documentos/REEO%20WEB%20FINAL.pdf>
- Quintero, M., y Cartay, R. (2000). *El circuito cacao Venezuela, 1990-1999: Caracterización y estrategias para mejorar la competitividad. Agroalimentaria*, 11, pp. 61-70. Disponible en <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1255/1210>
- Quintero, M., y García, L. (2010). La producción de cacao en Venezuela: Hacia una nueva ruralidad. *Actualidad Contable FACES*, 13(20), pp. 114-123. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/32568/1/articulo8.pdf>
- Quiroga, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Series manuales*, 16. Disponible en <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5570/S0110817.pdf?sequence=1>.
- Rees y Wackernagel (2001). *Nuestra huella ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la tierra*. Santiago de Chile : LOM ediciones

- Rodríguez, J. (s/f). *Paradigmas, enfoques y métodos en la investigación educativa*. Disponible en <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/viewFile/8177/7130> [consulta: 19/02/2016].
- Sarandón, J. (s/f). *El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas*. Disponible en <http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA]. (2009). *Guadaña*. Disponible en http://mgiportal.sena.edu.co/downloads/Contratacion/Contratacion%20directa/Tolima/FICHA%20TECNICA%20guada%C3%B1as%20_2_.pdf [Consulta: 07/08/2014].
- Shakir, S., Osborne-Lee, I., Cesaretti, G., and Rosa Misso. (2013). *Assessment of the future sustainability of food supply and food security*. "Currently, the ecological footprint (Rees, 2001, 2013) has become the new trend for assesing ecosystems to provide a measure of how much human beings are using natural resources, including the greater part of agro-ecosystems". Traducción propia. Disponible en <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/169840/2/ShakirHanna.pdf>
- Torres, I., y Salazar, F. (s/f). *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado*. *Boletín Electrónico No. 02*. Disponible en http://www.tec.url.edu.gt/BOLETIN/URL_02_BAS02.PDF
- Vázquez cid, J. (2009). *La huella ecológica de la comunidad de la Universidad Veracruzana (UV), Campus Xalapa*. Disponible en <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29506/1/VazquezCid.pdf>
- Von Braun, J., Gerber, N., Mirzabaev, A., y Nkonya, E. (2013). *The economics of land degradation*. ZEF Working Paper Series. Working Paper 109, "... the most immediate and costly consequences are felt at the local level, where the poor and vulnerable are hit the hardest. About 42% of the poor around the world depend on degraded and marginal areas for their livelihood, compared with 32% of the moderately poor and 15% of the non-poor (Nachtergaele et al. 2010). However, quite often, the relationship between poverty and land degradation is not uniform, but

context-specific,..., North America, Europe and Australia show low poverty and increase in NDVI, while Africa south of the equator show high poverty and decrease in NDVI.” Traducción propia. Disponible en <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/147910/2/wp109.pdf>

- Webster, A. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y a la economía*. Bogotá: Irwin McGraw Hill.

www.bdigital.ula.ve

Anexos

Anexo metodológico

Huella Ecológica de Empresas Agrarias



A. Consumo por vivienda

- a. ¿Qué superficie tiene la explotación?:
- b. ¿Cuánta gente trabaja en la explotación?:
- c. ¿Manufacturan el producto cultivado?: ☐ Sí / ☐ No

B. Consumo energético

- a. ¿Cuánto consume la explotación (Bolívares) de media mensualmente en electricidad?:

Bs / €

- b. ¿Dispone la explotación de sistemas de ahorro de energía? (Indicar cuáles):

☐ Sí / ☐ No Cual(es): _____

C. Consumo de agua

- a. En caso de que disponga, ¿Cuánto consume (Bolívares) de media mensualmente en agua potable?: Bs / €

- b. ¿Dispone la explotación de sistemas de ahorro de agua? (Indicar cuáles)

☐ Sí / ☐ No Cual(es): _____

D. Impacto ambiental por transporte

- a. ¿Dispone la explotación de vehículo de empresa?: ☐ Sí / ☐ No

- b. En caso afirmativo; indicar el tipo de combustible: ☐ Gasoil / ☐ Gasolina

- c. ¿Cuántos kilómetros se suele hacer de media mensualmente en ese coche? :

km

- d. El resto de la maquinaria agraria, ¿Cuánto consume (litros) mensualmente en combustible (de cualquier tipo)?: Litros

E. Impacto ambiental por compras:

a. Al mes, ¿cuánto se puede gastar en papel normal (no reciclado)?:

Bs / €

b. Al mes, ¿cuánto se puede gastar en papel reciclado?:

Bs / €

c. Mensualmente, ¿cuánto se gasta (Bolívares) en abonos o fertilizantes químicos?:

Bs / €

Datos de la empresa encuestada

1. Encuesta número: _____

2. Nombre de la empresa y/o unidad productiva:

3. Estado: _____ Municipio: _____

4. Localidad: _____ Sector: _____

5. Nombre del representante: _____

6. Cedula de identidad: V ☐ E ☐ _____

7. Fecha: _____ Hora: _____

8. Firma : _____

Fuente: elaboración propia a partir de Asociación para el Desarrollo Rural de Andalucía [ARA], (2015)

Anexo Estadístico

UPA	Superficie ha/upa	trabajadores upa	¿Manufacturan el producto cultivado?	heg energética	heg de agua	heg transporte	heg compras	heg total upa
1	6	2	no	0,02	0	2,03	0,86	2,91
2	5	2	no	0,02	0	1,08	1,38	2,48
3	4	2	no	0,02	0	1,08	1,38	2,46
4	0,5	2	no	0,02	0	0	2,16	2,18
5	2	2	no	0,01	0	0,01	0,24	0,26
6	3	2	no	0,02	0	0,5	0,8	1,32
7	4	1	no	0,01	0	1,2	1,11	2,32
8	1,5	1	no	0,02	0	0	0,24	0,26
9	12	3	no	0,04	0,01	2,1	3,97	6,12
10	6	1	no	0,02	0	1,03	1,21	2,26
11	1,5	3	no	0,02	0	0,02	0,05	0,09
12	5	6	no	0,04	0,01	2	4,59	6,64
13	4	2	no	0,02	0	0,4	0,86	1,28
14	2	2	no	0,02	0	0,2	0,55	0,77
15	2	2	no	0,02	0	0,02	0,71	0,75
16	1	3	sí	0,01	0,01	0,04	0,86	0,92
17	0,5	2	no	0,11	0,01	0	0,49	0,61
18	1	2	no	0,05	0,01	0,13	1,02	1,21
19	150	30	no	0,08	0,01	1	9,21	10,3
20	1	2	no	0,03	0,01	0,02	0,18	0,24
21	1	3	no	0,01	0	0,15	1,23	1,39
22	1	3	no	0,03	0	0,1	2,41	2,54
23	1,5	4	no	0,01	0	0,01	0,71	0,73
24	3	2	no	0,01	0	0,27	1,54	1,82
25	5	4	no	0,01	0	0,53	7,69	8,23
26	3	5	no	0,01	0,01	0,17	3,53	3,72
27	1	1	no	0,01	0,01	0,05	0,71	0,78
28	1	1	no	0,01	0	0,1	0,8	0,91
29	1	2	no	0,01	0,01	0	0,12	0,14
30	3	4	no	0,03	0,01	0,62	3,47	4,13
31	3	3	no	0,09	0	0,02	1,62	1,73
32	1,5	2	no	0,05	0,01	0,03	0,4	0,49
33	1	2	no	0,03	0,01	0,04	0,3	0,38
34	2	2	no	0,01	0	0,3	2,78	3,09
35	1	2	no	0,03	0,01	0,5	0,46	1
36	0,5	1	no	0,01	0,01	0	1,05	1,07
37	1	1	no	0,01	0	1	1,05	2,06
38	0,5	1	no	0,01	0	0	0,12	0,13
39	10	8	no	0,02	0	0,43	6,81	7,26
40	1	1	no	0,01	0	0,2	1,67	1,88

41	2	2	no	0,01	0,01	0,2	1,07	1,29
42	5	3	no	0,01	0	0,41	4,9	5,32
43	0,5	1	no	0,01	0	0,5	4,25	4,76
44	4	2	no	0,01	0	0,06	0,43	0,5
45	3	2	no	0,01	0	0,06	0,43	0,5
46	2	4	no	0,01	0	1	2,08	3,09
47	5	2	sí	0,01	0	0,36	1,53	1,9
48	0,5	1	no	0,01	0	0	0,24	0,76
49	1,5	2	no	0,27	0,02	0,2	1,85	2,34
50	1	2	no	0,02	0	0,1	0,77	0,89
51	2,75	1	no	0,01	0	0	0,18	0,19
52	2,5	2	no	0,01	0	0,05	0,92	0,98
53	6	6	no	0,04	0,01	2	6,14	8,19
54	2	2	no	0,02	0	0,5	0,24	0,76
Total	289,75	154	sí : 2 / no: 52					
Prom edio	5,47	2,9	sí : 3.7 % no: 96.3%	0,03	0,003	0,41	1,77	2,24

*upa : unidad de producción agraria

www.bdigital.ula.ve

Anexo Econométrico

Resultado de la regresión de EViews de la tasa de crecimiento de la población de Tucaní (Mérida, Venezuela), 2012-2014

Dependent Variable: LPOBLA

Method: Least Squares

Date: 06/14/16 Time: 07:49

Sample: 2012 2014

Included observations: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.26482	1.19E-05	866045.7	0.0000
T	0.017930	5.49E-06	3267.966	0.0002
R-squared	1.000000	Mean dependent var	10.30068	
Adjusted R-squared	1.000000	S.D. dependent var	0.017930	
S.E. of regression	7.76E-06	Akaike info criterion	-20.46064	
Sum squared resid	6.02E-11	Schwarz criterion	-21.06157	
Log likelihood	32.69096	F-statistic	10679599	
Durbin-Watson stat	3.000000	Prob(F-statistic)	0.000195	

Se observa que el coeficiente estimado T (tasa de crecimiento poblacional) tiene un valor p muy bajo (0.0002) y su F es muy alta (10679599). De igual forma se observa un R^2 muy alto (100 %) y los estadísticos Akaike (-20.46064) y Schwarz (-21.06157) bajos indicando que la variable estimada es estadísticamente importante y tiene efecto significativo.